

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



ҚазҰТЗУ ХАБАРШЫСЫ _____

_____ **ВЕСТНИК КазНУ**

VESTNIK KazNRTU _____

№ 5 (135)

Главный редактор
И. К. Бейсембетов – ректор

Зам. главного редактора
Б.К. Кенжалиев – проректор по науке

Отв. секретарь
Н.Ф. Федосенко

Редакционная коллегия:

З.С. Абишева- акад. НАН РК, Л.Б. Атымтаева, Ж.Ж. Байгунчечков- акад. НАН РК, А.Б. Байбатша, А.О. Байконурова, В.И. Волчихин (Россия), К. Дребенштед (Германия), Г.Ж. Жолтаев, Г.Ж. Елигбаева, Р.М. Исаков, С.Е. Кудайбергенов, Б.У. Куспангалиев, С.Е. Кумеков, В.А. Луганов, С.С. Набойченко – член-корр. РАН, И.Г. Милев (Германия), С. Пежовник (Словения), Б.Р. Ракишев – акад. НАН РК, М.Б. Панфилов (Франция), Н.Т. Сайлаубеков, А.Р. Сейткулов, Фатхи Хабаши (Канада), Бражендра Мишра (США), Корби Андерсон (США), В.А. Гольцев (Россия), В. Ю. Коровин (Украина), М.Г. Мустафин (Россия), Фан Хуаан (Швеция), Х.П. Цинке (Германия), Е.М. Шайхутдинов-акад. НАН РК, Т.А. Чепуштанова

Учредитель:

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Регистрация:

Министерство культуры, информации и общественного согласия
Республики Казахстан № 951 – Ж “25” 11. 1999 г.

Основан в августе 1994 г. Выходит 6 раз в год

Адрес редакции:

г. Алматы, ул. Сатпаева, 22,
каб. 609, тел. 292-63-46
Nina. Fedorovna. 52 @ mail.ru

УДК 911.52

¹Zh.O. Ovgeldinova, ¹E.M. Khamzin, ²Zh.T.Mukaev, ¹A.A.Zhanguzhina, ¹Zh.F.Tenkebaeva
(¹L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan., E-mail: Altyn8828@mail.ru,
²Shakarim State University of Semey, E-mail: zhandos.mukaev@mail.ru)

ANALYSIS OF IMPACTS OF ANTHROPOGENIC LOAD ON THE LANDSCAPES OF THE KENGIR RIVER BASIN

Abstract: The work presents the results of the analysis factors of anthropogenic impact on the landscapes of the Kengir river basin. Deals with methodological issues and results of the classification of anthropogenic impact on the landscapes of the basin. The map of the modern territorial structure of nature management of the Kengir river basin in the scale of 1:500 000 is executed.

Keywords: nature management, river basin, geosystem, anthropogenic activity.

¹Ж.О. Озгелдинова, ¹Е.М. Хамзин, ²Ж.Т. Мукаев, ¹А.А. Жангужина., ¹Ж.Ф. Тенькебаева
(¹Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан Республикасы,
E-mail: Altyn8828@mail.ru, ²Семей қаласының Шәкәрім атындағы мемлекеттік университеті,
E-mail: zhandos.mukaev@mail.ru)

КЕҢГІР ӨЗЕНІ АЛАБЫНЫҢ ЛАНДШАФТТАРЫНА ТЕХНОГЕНДІК ЖҮКТЕМЕ ӘСЕРІНІҢ ФАКТОРЛАРЫН ТАЛДАУ

Аннотация. Жұмыста Кеңгір өзені алабының ландшафтарына әрекет ететін техногендік факторлардың сараптама нәтижесі көрсетілген. Сонымен қатар өзен алабының ландшафтысына әсер ететін техногендік іс-әрекеттің әдістемелік мәселелері мен жіктеу нәтижесі қарастырылған. Кеңгір өзені алабының табиғат ресурстарын аумақтық құрылымдық игеру картасы 1: 500 000 масштабы бойынша құрастырылған.

Кілтті сөздер: табиғатты игеру, өзен алабы, геожүйе, антропогендік іс-әрекет.

Алабтың әкімшілік аумақтық бөлінуі келесі бірліктермен берілген: қалалар – Жезқазған, Сәтпаев, Қарағанды облысындағы Ұлытау ауданы. Алабтағы халық саны 2018 жылдың басындағы ақпарат бойынша 182,9 мың адамды құрайды. Жасалған 1 сурет негізінде Кеңгір өзені алабының техногендік жүктеме түрлерін ажыратып ландшафттармен байланыс жасалған.

Пайдалы қазбалар өндірісі. Аймақты шаруашылық игеру, ең әуелі, пайдалы қазбалар өндірісімен және олардың ары қарай өңдеумен байланысты, бұл аймақта тек металлургиялық және отындық саланы дамытып қана қоймай, химияның және құрылыс индустриясының да дамуына мүмкіндік береді. Аймақтағы пайдалы қазбалардың көп бөлігі палеозойлық интрузия мен эффузияға байланысты. Алаб аясында Жезқазға мыс рудаларын өндіру бойынша минералды-шикізаттық база құрылған.

Айтарлықтай көлемде жер қойнауынан жыныстардың қазылып алынуы жерасты тау жұмыстары кезінде жоғарыда орналасқан қабаттардың тұрақсыздығына, жер бетіндегі аудандардың иілуіне, жер қыртысында жарықтардың пайда болуына алып келеді. Әсіресе бұл Сәтпаев қаласының оңтүстік-батыс бағытта 9 км жерде орналасқан Жезқазған ауылында (8,10 ландшафттары) орын алуда, сонымен қатар өзге аймақтарда да грунттың құлауы, көптеген ғимараттардың деформациясы сияқты үрдістер байқалуды, аталған ғимараттардың кейбірі қираған. Жалпы тау-кен өндірісі нәтижесінде қалыптасқан геожүйелер генезисінде минералды және биогенді заттың бірнеше ағыны пайда болады: жер бетілік, мұнда минералды (көшкіндер, қорымдар, эрозия, дефляция), биогенді (жануарлардың қоныстануы) миграция, ауа (өсімдік тұқымдарының тасымалы және т.б.) және топырақ құнарлылығын қалпына келтірумен байланысты техногенді ағындар басымдылық танытады.

Аумақта халық санының артуы, тиісінше, селитебті аймақтардың ауданы мен санының артуы табиғи ландшафттардың түрленуіне алып келді. Мұндай жүйелерде топырақ, гидрология, флора мен фауна толықтай өзгеріске ұшыраған, атмосферада ластаушы заттардың мөлшері мен қатты заттардың мөлшері артқан. Кен орындарының эксплуатациясы өзіндік қираған тау рельефінің қалыптасуына алып келді: ашық тау қазбалары (жырлар, карьерлер, шұңқырлар, ойыстар), жерасты құрылымдары (ұңғымалар, шахталар және т.б.), тау жыныстарының үйінділері. Мұның нәтижесі ауыр металдардың беттік сулармен тасымалдануы, олардың топырақ горизонттарын ластануы, зауыт өндірісі қалдықтарының жинақталуы болып табылады. Кей жерлерде жер бедерінің өзгерісі байытушы фабрикаларда қалдыққоймалармен байланысты. Қалдық қоймалардың қалыптасуы грунттық сулардың ластануына, олардың ауыр металдармен ластануына, ғимарттар орналасқан аумақтарды су басуына себепші болады. Жезқазған өнеркәсіптік болуының кен өндірісінің ерекшелігі – руданың ашық тәсілмен өндірілуі, егер аймақ жоғарғы дәрежеде игерілетін болса, бұл табиғи ортаның айтарлықтай өзгерістеріне алып келеді. Бүгінгі таңда аумақ морфологиясы мен техногенді ландшафттардың тіршілік ету жағдайлары бойынша күрделі өнеркәсіптік буынның – арнайы табиғи-техногенді жүйенің қалыптасқандығы туралы айтуға болады (1 кесте).

Пайда болатын табиғи-техногенді кешендер карьерлердің айналасында орналасқан және олардың қалыптасуы кен орнын игерудің заманауи технологиясымен және өндіріс ауқымымен байланысты. Жаңа пайда болған жүйенің қоршаған табиғи ортаға әсері соңғыларға қарағанда анық байқалады.

Кесте 1. Ландшафттар бойынша техногенді жүктеменің түрлері

Техногенді жүктеменің түрлері	Ландшафттар	
1	2	3
<i>Пайдалы қазбаларды өндіру</i>	8,10	Жезді, Жезқазған, Сәтпаев Мыс рудалары, марганец
<i>Қалалық-өнеркәсіп</i>	8,10	Жезқазған, Сәтбаев (ПО «Жезқазғантүсмет», ТОО «Корпорация Казахмыс», РГП «Жезқазғанредмет»)
<i>Коммуникациялық-транспорттық (қаладан тыс)</i>	1, 4, 5, 8, 9	«Жезқазған-Бейнеу» «Жезқазған-Кызылорда» А-16, А-17
<i>Су шаруашылықтық</i>	8,4,11	Кенгір, Жезді су қоймалары

Аймақтағы ірі кәсіпорындарға «Жезқазғантүсмет» КҚ, «Қазақмыс Корпорациясы» ЖШС, «Жезқазғансирмет» АМК жатқызуға болады. 1997 жылдың шілдесінен бастап «Жезқазғантүсмет» АҚ аясында «Қазақмыс Корпорациясы» ААҚ құрылды, оны халықаралық жетекші компаниялардың ондығына кіретін Оңтүстік-Кореялық «Самсунг» компаниясы ұйымдастырды. «Қазақмыс Корпорациясы» ААҚ қатысуымен жарылғыш заттарды жасау цехтері, бұрғылау штангаларын, көмір қышқылын, жұмыс киімдерін тігу, газдалған суларды құю, үлкен жүк көліктерінің автошиналарын жөндеу бойынша цехтер құрылды. 2016 жылы бойынша кәсіпорын өнімінің көлемі 103 млрд. . 837,3 млн. теңге немесе 2016 жылды сәйкес мерзімнің 81,6% (127 млрд. 187,1 млн. теңге) құрады. өндіріс көлемінің төмендеуі Жезқазған мыс балқыту зауытының қызметінің уақытша тоқтатылуымен байланысты болып отыр, заут 2014 жылдың 1 құркүйегінен қара мыс концентратын гидрометаллургиялық өңдеу технологиясын қайта құру мақсатында қайта құрылуға жыбылды. 2015 жылдың басынан бастап рафинадталған мыс, афинделген алтын, афинделген күміс, күкірт қышқылы өндіріс тоқтатылды. 2015 жылы Жезқазған мыс балқыту зауыты ақырғы өнім – катодты мыс өндірісін қайта жаңғыртты. Аталған сала кәсіпорындарының негізгі бәсекелес артықшылықтары: алдыңғы қатарлы технологиялар, шикізат көздерінің және еңек ресурстарының жақын орналасуы, ИСО сапа жүйесінің болуы.

Алабтың негізгі металлургиялық өнеркәсібін жеңіл және тамақ өнеркәсібі толықтырады, олар жергілікті де, сырттан әкелінетін шикізатты да қолданады, сонымен қатар қалада жергілікті сұраныстарды қанағаттандыру үшін қажетті өнім өндірісімен айналысады. Жезқазған қалалық агломерациясының энергетикалық негізін қуатты жыл электрстанциясы құрайды, сонымен қатар қалада құрылыс өнеркәсібі дамыған, тоқыма және тігін фабрикалары, ет фабрикалары жұмыс істейді.

Ауыл шаруашылығы өнімдерін өндіру және өңдеу көлемі ұлғаюда. Өнеркәсіптік дамудың бұл каладағы бір қуантарлық жағы қалада өңдеуші өнеркәсіптің жоғары дамуы болып табылады. Ал жағымсыз жағы сол, өнеркәсіптік потенциал бір бағытта дамыған және аймақ экономикасы ірі тау кен металлургиялық кешендерге тәуелді болып отыр.

Қалалық өнеркәсіп. Елді мекендерде негізгі өнеркәсіп объектілері шоғырланған, автомобиль көлігінің маңызды бөлігі, ал аумақты дамыту нәтижесінде ландшафттар түбегейлі трансформациядан өтеді. Кеңгір өзені бассейнінің аумағындағы нарықтық мамандандыруды анықтайтын негізгі саласы металлургиялық кешен болып табылады. Өнеркәсіптік кәсіпорындар қалаларда шоғырланған: Жезқазған, Сәтбаев. (8,10 ландшафттары) Түсті металлургияны технологиялық процестердің барлық кезеңдерін қамтитын Жезқазған өндірістік кешені ұсынады, кен өндіру және қайта өңдеу шикізатынан түсті металдар және олардың қорытпалары түрінде дайын өнімді алу және тау-кен металлургиялық комбинаты, мыс балқыту зауыты, концентратталған фабрикалар, құю-механикалық зауыт, негізгі өнімдері катодты мыс, тазартылған күміс, тазартылған алтын, мырыш концентраты, қорғасын шаңы, күкірт қышқылы, сирек металл тұздары.

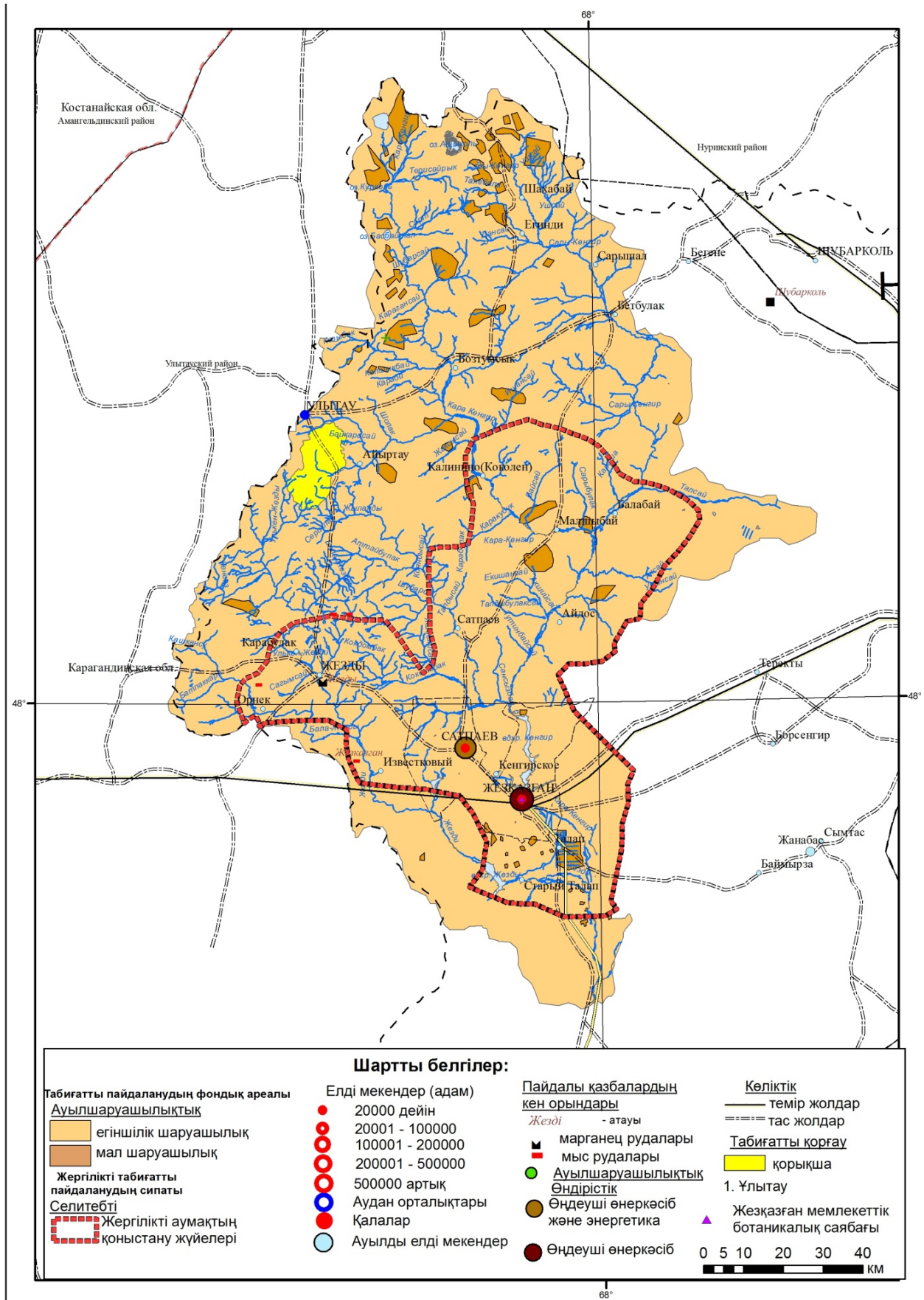
Аталған сала кәсіпорындарының негізгі бәсекелес артықшылықтары: алдыңғы қатарлы технологиялар, шикізат көздерінің және еңбек ресурстарының жақын орналасуы, ИСО сапа жүйесінің болуы. Алаптағы қалалардың негізгі металлургия өнеркәсібі жергілікті және импорттық шикізаттарда жұмыс істейтін жеңіл және тамақ өнеркәсібімен толықтырылып, негізінен жергілікті қажеттіліктерді қанағаттандыру үшін өнімдер шығарады. Жезқазған қалалық агломерациясының барлық энергетикалық базасы қуатты жылу электр станциясы болып табылады, қалада құрылыс индустриясы кәсіпорындары, тоқыма және тігін фабрикалары, ет өңдеу зауыты жұмыс істейді. Ауыл шаруашылығы өнімдерін өндіру және өңдеу көлемі артып келеді. Өңірдегі қалалардың индустриалды дамуының жағымды жағы өндірістің жоғары деңгейі болып табылады. Теріс жағы - өнеркәсіптік әлеуеті біржақты дамуы және өңір экономикасының кен-металлургиялық кешеннің ірі кәсіпорындарына қатты тәуелділігі. Алаптағы елді мекендерде техногендік әсердің әртүрлі факторлары байқалады. Ғимараттар мен құрылыстардың құрылысы үлкен қазба жұмыстарымен байланысты. Осындай тұрғын үй жүйелерінің маңызды бөлігі асфальтбетонмен жабылған, антропогендік фитосистемалар пайда болады.

Аймақтағы ірі кәсіпорындарға «Жезқазғантүсет» КҚ, «Қазақмыс Корпорациясы» ЖШС, «Жезқазғансирмет» АМК жатқызуға болады. 1997 жылдың шілдесінен бастап «Жезқазғантүсет» АҚ аясында «Қазақмыс Корпорациясы» ААҚ құрылды, оны халықаралық жетекші компаниялардың ондығына кіретін Оңтүстік-Кореялық «Самсунг» компаниясы ұйымдастырды. «Қазақмыс Корпорациясы» ААҚ қатысуымен жарылғыш заттарды жасау цехтері, бұрғылау штангаларын, көмір қышқылын, жұмыс киімдерін тігу, газдалған суларды құю, үлкен жүк көліктерінің автошиналарын жөндеу бойынша цехтер құрылды. 2016 жыл бойынша кәсіпорын өнімінің көлемі 103 млрд. . 837,3 млн. теңге немесе 2016 жылды сәйкес мерзімінің 81,6% (127 млрд. 187,1 млн. теңге) құрады. Өндіріс көлемінің төмендеуі Жезқазған мыс балқыту зауытының қызметінің уақытша тоқтатылуымен байланысты болып отыр, заут 2014 жылдың 1 қыркүйектен қара мыс концентратын гидрометаллургиялық өңдеу технологиясын қайта құру мақсатында қайта құрылуға жыбылды. 2015 жылдың басынан бастап рафинадалған мыс, тазартылған алтын, тазартылған күміс, күкір қышқылы өндіріс тоқтатылды. 2015 жылы Жезқазған мыс балқыту зауыты ақырғы өнім – катодты мыс өндірісін қайта жаңғыртты.

Өндіріс көлемінің төмендеуі Жезқазған мыс балқыту зауытының қызметінің уақытша тоқтатылуымен байланысты болып отыр, заут 2014 жылдың 1 қыркүйектен қара мыс концентратын гидрометаллургиялық өңдеу технологиясын қайта құру мақсатында қайта құрылуға жыбылды. 2015 жылдың басынан бастап рафинадалған мыс, тазартылған алтын, тазартылған күміс, күкір қышқылы өндіріс тоқтатылды. 2015 жылы Жезқазған мыс балқыту зауыты ақырғы өнім – катодты мыс өндірісін қайта жаңғыртты.

Коммуникативтік-көліктік (қаладан тыс). Ландшафттар құрылымындағы өзгерістер автокөлік жолдары мен темір жолдардың құрылысы, құбырлар мен электр тасымалы желілерінің (ЭТЖ) құрылысымен байланысты.

Бұл ретте көліктік-өнеркәсіптік рельефтің жасанды формалары қалыптасады. Кеңгір өзені алабтың аумағы ірі жүктер мен жолаушылық орталықтарға, магистральдар мен ағындарға қатысты транзиттік-аралықтық орналасу орнына ие, яғни Қазақстанның экономикалық аймақтары арасында транзиттік-экономикалық-географиялық орынға ие. Көліктік кешен автокөлік, темір жол көлігін, әуе тасымалын және құбыр желілерін қамтиды. (1, 4, 5, 8, 9).



Сурет 1. Кеңгір өзені алабының табиғатты пайдалану картасы

Аудан аумағы бойынша республикалық маңызы бар Көкшетау-Қызылорда автокөлік жолы өтеді, сонымен қатар аудан трансказакстандық темір жол дәлізіне шығады. Аудан республикалық және халықаралық мәнге ие стратегиялық жолда орналасқан, 2014 жылы ашылған «Жезқазған-Бейнеу».

«Жезқазған-Бейнеу» магистралінің ашылуы орталық Қазақстаннан Ақтау портына дейін Түркіменстанмен шекараға дейін және Парсы шығанағы елдеріне ең қысқа темір жол магистралінің қалыптасуын қамтамасыз етті.

Кез келген жолдың құрылысы ірі ойыстар мен үйінділердің пайда болуы салдарынан сол жердегі экологиялық жағдайды жағымсыз жаққа өзгертеді. Мұндай нысандардың пайда болуы жергілікті ағын шарттарын өзгертеді, ылдиларда эрозиялық үрдістер күшейді, жақын жатқан жерлердің бұзылу қаупі туады, жабайы аңдардың табиғи қозғалыс жолдары бұзылады және т.б. Жол құрылысымен байланысты табиғи ортаға тура әсерден басқа, жолдардың тигізетін бірқатар жанама әсерлері де бар. Ең әуелі, бұл атмосфераға ласты заттардың бөлінуі және осымен байланысты жолға жақын мандағы топырақтың ластануы (бірінші кезекте, ауыр металдармен және көміртекттермен), шу, аумақтың тікелей көліктік құрылымдардың алып жатуы, көліктік желілердің желілік құрылымдарының табиғи нысандарға әсер етуі, тасымалданатын жүктерді жоғалту кезінде қоршаған ортаны ластау және апаттық жағдайлар. Көлік ортаға техногенді жүктеменің өзге түрлерін тудыратын фактор ретінде әсер етеді, атап айтсақ, магистральді зоналар мен көліктік буындарда шаруашылық қызмет дамиды. Ортаға әсер ету дәрежесі көлік түріне, көліктік желінің орналасу ерекшелігіне (магистральдық, қиылысушы және айырылатын жолдар, желінің желілік элементтері, магистральдық жолдардың аумақтық қалыңдауы, желі геометриясы және т.б.), эксплуатация спецификасы мен көлік ағындарын игеру әдістеріне тәуелді.

Көліктік геожүйелерді талдай отырып, әсердің келесі түрлерін ажыратуға болады: тасымалдану, грунттың (топырақтың) ластануы; рельефтің өзгеруі (карьерлер, ойыстар, котловандар); беттік және грунттық сулар дренажының ластануы және бұзылуы (антропогенді көлдер, арықтар, батпақтану); жердің қопарылуы; өсімдік әлеміне әсер (ормандардың кесілуі және шөптесін өсімдіктердің зақымдалуы); жануарлар әлеміне әсер (жануарлардың өмір сүру орындарының жойылуы, олардың орын ауыстыру жолдарының бұзылуы); атмосфераның ластануы; шуыл әсері және діріл; химиялық және электромагниттік әсер.

Су шаруашылығы (8,4,11 ландшафттары). Алапта экономика салысының дамуы және аумақтың табиғи ресурстарын тиімді пайдалану бассейндегі су ресурстарын пайдалануға тікелей байланысты. Алаптағы судың негізгі тұтынушылары: өнеркәсіп, коммуналды-тұрмыстық шаруашылық, соңғы шаруашылыққа ауыл шаруашылығында суды тұтынушылар, жайлымдарды суландырушылар мен егістік жерлерін суарушыларды жатқызамыз.

Бүгінгі таңдағы су қолданысының талдамасы соңғы 10 жылда ауыз суының да, техникалық судың да қолданылуы күрт азайғандығын көрсетеді. Бұл халық санының азаюымен, өнеркәсіптік және ауыл шаруашылығының азаюымен, кәсіпорындардың жұмыстарының тоқтауымен немесе жабылуымен байланысты. Су тұтынысының күрт төмендеуінің негізгі себептерінің бірі тұрақты және лиманды суару аудандарының кішіреюі болып табылады.

Болашақта табиғи нысандардан су тұтынысын арттыру қарастырылған. Осылай су шаруашылығы кешенінің ауыл шаруашылығы қажеттілігіне су жұмсау көлемі арттырылған. Кеңгір су ресурстарын бағалау алабы өзендерінің гидрологиялық әлсіз зерттелуіне және климаттық тенденциялар мен ағынға шаруашылық қызметтің әсерінен ағындағы болып жатқан өзгерістерге байланысты қиындық туғызады. М.М. Молдахметов [1], Ж.Д. Достай [2] зерттеулеріне сәйкес, Кеңгір өзенінің су жоғалту үрдістері негізінен климаттық өзгерістер мен адамның шаруашылық қызметтеріне байланысты.

Бүгінгі таңда климаттың жылынуы байқалады, бұл атмосферада көшеттік газдардың концентрациясының артуына алып келеді. Жер шарында жылыну бәрқалыпты жүрмейді: егер жоғары ендіктерде ол белсенді болса, төменгі ендіктерде айтарлықтай баяу болады. Тиісінше, жылыну кезінде меридиандық температуралық контрасттер төмендейді, атмосфераның айналымы әлсірейді. Нәтижесінде континент ішіндегі аймақтар мұхит үстінде түзілген ылғал тасымалдаушы массаларға қолжетімсіз болады, бұл аймақтардың ылғалдылығы төмендейді, тиісінше, өзен ағысы да азаяды.

Өзен ағысын азайтатын тағы бір көз – шаруашылық қызмет. Кеңгір өзенінің қайтпас жалпы шығыны кішігірім жасанды су қоймаларының болуымен байланысты, себебі мұнда ірі су қоймалары жоқ, ал жыртылған жер аудандары үлкен емес. Арықтар мен кішкентай су қоймалары ауыл шаруашылығы алқаптарын суару үшін, өрістерді сулау үшін және халықты сумен қамту үшін

жасалады. Олар тасқын суларды жинап, оларды белгілі бір уақытқа дейін қолдану үшін арналған. Нәтижесінде арықтар мен су қоймаларының өзен ағысына әсері әр түрлі болып келеді. Жылдық және көктемдік ағыс азаяды, бұл су қоймаларының толтырылуымен, қосымша буланумен және судың шаруашылық мақсатта қолданылуымен байланысты. Бұл ретте арықтардың жеткіліксіз толтырылуы ағысты айтарлықтай реттемейді. Тек көктемгі ағыс көлемі арықтардың толтырылуы есебінен төмендейді және ағыс пен саба бұдан өзгермейді. Нәтижесінде, су қоймалары мен арықтар су аз жылдары су тасқыны толқындарын жинап алады.

Кеңгір өзендері тармақтарында аймақ үшін маңызды 2 су қоймасы (2 кесте) бар, олар өзен ағысын көп жылдар бойы реттеп келеді, ал қалғандары мезгілдік ағысты реттейді. Жасалған су қоймалары ауыз сумен қамтамасыз ету және шаруашылық маңызға ие.

Осылайша, бұл екі фактор – климаттық және техногенді фактор – қарастырылған аумақта су ресурстарын азайту бағытында «жұмыс жасайды». Ағыстың қамсыздандыруы артқан сайын шаруашылық қызмет жылдық ағысқа әсер етеді, ал климаттық факторлардың әсері екінші ретті болып қалады. Егер климаттың жылынуы теориясы рас болса, яғни атмосферада шаруашылық қызметтің әсерінен CO₂ концентрациясы артатын болса, онда ағыстың ары қарайғы азаюын күту керек.

Кесте 2. Негізгі су қоймаларының сипаттамалары

Су қоймасының атауы	Эксплуатацияға қосылу мерзімі	Су бетінің ауданы, км ²	Су қоймасының сыйымдылығы, млн. м ³		Кепілді су бергіштік, млн. м ³ /жыл
Кеңгір	1952	37,3	319	308,4	78
Жезді	1968	17,6	76	70	20

Антропогенді су нысандарын құру нәтижесінде ландшафт құрылымында өзгерістер орын алды. Алдымен, бұл грунттардың сорлануы мен аумақты су басуы. Антропогенді әсердің маңызды салдары аумақты су басу болып табылады. Грунттың сулар көтерілуде және беттік сулардың табиғи ағысы бұзылған. Сонымен қатар топырақ қабатының нашарлауы, оның физикалық және химиялық қасиеттерінің өзгерісі орын алуда.

Ластанған су қоймалары негізінен қалалық ағыстардың (90%-ға дейін), сонымен қатар ауыл шаруашылығы жерлері мен өнеркәсіп нысандарының ағыстары негізінен қалыптасады. Кеңгір өзенінің төменгі ағысындағы Жезқазған және Сәтпаев қалаларында түрлі ластаушы заттар бойынша ШРК артуы және қатты биогенді ластану байқалады. Беттік және жерасты суларының химиялануына ауыл шаруашылығы әсер етеді. Бұл тыңайтқыштарды шамадан тыс қолданумен байласты.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Гальперин Р.И., Молдахметов М.М. Материалы по гидрографии Казахстана. – Алматы, 2003. – 83 с.
 [2] Достай Ж.Д. Природные воды Казахстана: ресурсы, режим, качество и прогноз // Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление: в 21 т. – Алматы, 2011. – Т. 2. – 306 с.
 [3] Территориальное перераспределение водных ресурсов Казахстана: возможность и целесообразность // В кн.: Межбассейновые и трансграничные переброски речного стока: состояние и перспективы / под науч. ред. И.М. Мальковского. – Алматы, 2011. – 414 с.

Озгелдинова Ж.О., Хамзин Е.М., Мукаев Ж.Т., Жангужина А.А., Тенькебаева Ж.Ф.

Анализ факторов воздействия техногенной нагрузки на ландшафты бассейна реки Кеңгір

Резюме. В работе представлены результаты анализа факторов техногенного воздействия на ландшафты бассейна реки Кеңгір. Рассмотрены методические вопросы и результаты классификации техногенного воздействия на ландшафты бассейна. Выполнена карта современной территориальной структуры природопользования бассейна реки Кеңгір в масштабе 1:500 000.

Ключевые слова: природопользование, бассейн реки, геосистема, антропогенная деятельность.

УДК 66.074.51

O.P. Baiysbay, A.Zh. Suigenbayeva, D.A. Zhunisbekova, L.D. Aikozova, Zh.A. Tlesbayeva
(M.Auezov South-Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan
E-mail: omirbek_7819@mail.ru)

«GREEN INFRASTRUCTURE» AND THE SOIL CULTIVATING BY MEANS OF MICROELEMENTS

Abstract. Today, when the development of green infrastructure is an inevitable direction of development in Kazakhstan Republic, one of the important issues is the transition to a green economy, which requires the intensification of efforts to improve the greenness of the economies of all countries of the world economy. In this regard, the definition of differences and similarities in national legislation, the development and adoption of national legislation regulating carbon emissions, and the level of pollution of an ecosystem become very important. It should also be noted that the transition to a green economy should be carried out taking into account the national interests and capabilities of individual economies of a country.

This work describes one of the methods to reduce the pollution of the ecosystem of our republic - soil treatment by use microelements in the most arid regions.

Key words: soil treatment, microelements, crystallization process, potassium sulfate, concentration of salt components, ionic radius, solubility, shenite, efficiency.

**О.П. Байысбай, А.Ж. Суйгенбаева, Д.А. Жунисбекова,
Л.Д. Айкозова, Ж.А. Тлесбаева**
(Южно-Казахстанский государственный университет, Шымкент,
Республика Казахстан)

«ЗЕЛЕНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА» И ОБРАБОТКА ПОЧВЫ С ПОМОЩЬЮ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

Аннотация. Сегодня, когда развитие зеленой инфраструктуры неизбежным направлением развития в Республике Казахстан, одним из важных вопросов является переход к зеленой экономике, что, в свою очередь, требует активизации усилий по повышению экологичности экономик всех стран мировой экономики. В связи с этим особую важность представляет определение различий и сходства национальных законодательств, разработка и принятие национальных законодательных актов, регулирующих углеродные выбросы, уровень загрязнения экосистемы. Также следует отметить, что переход к зеленой экономике должен осуществляться с учетом национальных интересов и возможностей отдельных экономик страны.

В данной работе затрагивается один из методов снижения загрязнения экосистемы нашей республики - обработка почвы с помощью микроэлементов в наиболее засушливых районах.

Ключевые слова: обработка почвы, микроэлементы, процесс кристаллизации, сульфат калия, концентрация солевых компонентов, ионный радиус, растворимость, шенит, эффективность.

Введение. Сегодня развитие «зеленой» инфраструктуры невозможно рассматривать отдельно. Ведь различные воздействия на загрязнение окружающей среды, а также снижение уровня загрязнения воздуха, сохранение и эффективное управление экосистемами, а также эффективное управление водными ресурсами тесно взаимосвязаны. А, как известно, основная причина интереса к «зеленой» инфраструктуре связана с желанием сделать города более благоприятным местом для жизни.

Президент нашей республики Н.А. Назарбаев еще в 1997 году в послании «Казахстан–2030: Процветание, безопасность и улучшение благосостояния всех казахстанцев» отмечал: «Существует несколько секторов экономики: разработка природных ресурсов, инфраструктура, коммуникации и информация, – которые имеют непреходящее значение для нашей страны» [1].

В современном мире для того, чтобы улучшать качество жизни, необходимо сохранить экологическую сбалансированность биосферного комплекса планеты, то есть иметь достаточно большие площади под лесами, нужны земли для городов, промышленных предприятий, отдыха и т.д.

Особую важность в данном вопросе приобретает и очистка, и обработка почвы от загрязнений, что оказывает положительное влияние, как на состояние окружающей среды, так и на социальную сферу, повышает престиж места проживания, способствует развитию экономики.

Республика Казахстан относится к числу стран мира с наиболее сложной экологической ситуацией. Современное состояние окружающей среды является следствием проводимой десятилетиями политики экстенсивного подхода к развитию производительных сил и эксплуатации природных ресурсов при игнорировании региональных экологических проблем [2].

Методы. В данной работе нами предлагается один из эффективных методов очистки почвы с применением микроэлементов, причем важным фактором повышения его эффективности является использование его в засушливых районах нашей страны.

Следует отметить, что, так как микроэлементы вводятся в сульфат калия в небольших количествах по отношению к основному веществу, то в соответствии с требованиями агрохимии необходимо исследовать их поведение в процессе кристаллизации сульфата калия из растворов. Остановимся конкретно на данном методе, заключающемся в применении аммофоса под основную обработку почвы. Для выяснения механизма распределения микроэлементов между раствором и кристаллами сульфата калия мы исследовали со кристаллизацию сульфатных солей меди, цинка и кобальта с сульфатом калия в присутствии сульфата магния в жидкой фазе при 25 и 50°C [3].

Известно, что микроэлементы с сернокислым калием образуют двойные соли $K_2SO_4 \cdot MeSO_4 \cdot 6H_2O$ ($Me-Cu, Zn, Co$), поэтому процесс сокристаллизации солей изучали при концентрациях солевых компонентов в области существования чистого сульфата калия. [4].

Теперь для выяснения механизма захвата микропримесей сульфатом калия вычислим коэффициенты распределения В.Г. Хлопина

$$D = \left[D = \frac{x(b-y)}{y(a-x)} \right]$$

и коэффициент распределения по логарифмической формуле Дернера-Госкинса

$$\lambda \left(\frac{\ln a}{a-x} = \frac{\lambda \ln b}{b-y} \right),$$

где: a, b - соответственно концентрации микро- и макрокомпонентов в растворе до кристаллизации; x, y - концентрации микро- и макрокомпонентов в осадке; $a-x, b-y$ - концентрации микро- и макрокомпонентов в растворе после кристаллизации.

Результаты. В данном исследовании полученные результаты показывают, что для изученных систем наблюдается гомогенное распределение микрокомпонентов в кристаллах сульфата калия ($D=const, \lambda=const$) (таблица 1).

Коэффициент распределения для разных концентраций $Cu^{+2}, Zn^{+2}, Co^{+2}$ остается постоянной величиной, что свидетельствует о подчинении процессов сокристаллизации закону В.Г. Хлопина. Это обуславливается хорошей растворимостью осадка, успевающего многократно перекристаллизоваться, вследствие чего происходит выравнивание концентрации микрокомпонентов в осадке. С ростом температуры они уменьшаются, что объясняется увеличением отношения активных концентраций макро- и микрокомпонентов в растворе [5].

Закономерности распределения при переходе от микроконцентраций к макроконцентрациям исследуемых компонентов определим при коэффициентах D и λ при 25 и 50°C и концентрациях микрокомпонентов: 0,43 и 1,37 масс. % Cu ; 0,43 и 1,57 масс. % Zn ; 0,43 и 2,18 масс. % Co , выше которых образуются соответствующие двойные соли меди, цинка и кобальта.

Значит, исследуемые системы характеризуются одной константой ($D=const$) в изученных пределах концентраций солевых компонентов (таблица 1).

Таблица 1. Коэффициенты распределения Cu, Zn, Co в системе K₂SO₄·H₂O

Температура, С ⁰	Содержание микрокомпонентов в растворе, масс, %		Содержание макрокомпонентов в растворе, масс, %		Содержание микрокомпонента в осадке, масс, %	Содержание макрокомпонента в осадке, масс, %	Коэффициенты распределения	
	до кристаллизации	после кристаллизации	до кристаллизации	после кристаллизации			D	λ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Метод изотермического снятия пресыщения растворов								
Медь								
25	0,09	0,10	17,94	10,98	0,09	99,97	0,103	0,140
	0,18	0,19	17,86	11,05	0,17	99,57	0,100	0,120
	0,27	0,28	17,64	10,95	0,26	99,36	0,102	0,140
					среднее		0,102	
50	0,18	0,17	17,86	13,88	0,11	99,72	0,086	0,086
	1,17	1,23	17,17	14,48	0,68	98,29	0,080	0,100
	1,37	1,52	17,03	15,02	0,92	97,68	0,093	0,118
					среднее		0,087	
Цинк								
25	0,09	0,10	17,94	10,97	0,04	99,91	0,039	0,064
	0,18	0,19	17,75	10,88	0,06	99,85	0,033	0,047
	0,25	0,26	17,65	11,11	0,08	99,80	0,034	0,043
					среднее		0,035	
50	0,09	0,10	17,94	14,16	0,01	99,97	0,016	0,016
	1,19	1,32	17,06	14,27	0,13	99,76	0,014	0,017
	1,57	1,67	16,76	14,34	0,17	99,57	0,015	0,013
					среднее		0,015	
Кобальт								
25	0,09	0,10	18,01	10,77	0,02	99,95	0,020	0,035
	0,18	0,21	17,85	10,90	0,04	99,89	0,020	0,037
	0,27	0,28	17,53	10,70	0,05	99,87	0,019	0,024
					среднее		0,020	
50	0,09	0,10	18,00	13,89	0,01	99,98	0,011	0,015
	0,27	0,28	17,53	13,98	0,03	99,94	0,010	0,017
	1,11	1,10	17,05	13,97	0,09	99,76	0,011	0,010
	1,83	1,84	16,43	14,53	0,13	99,65	0,010	0,007
	2,18	2,14	16,13	15,04	0,14	99,63	0,010	0,013
					среднее		0,011	
Метод изотермического испарения растворов								
Медь								
25	0,10	0,19	10,65	11,00	0,18	99,54	0,101	1,148
	0,21	0,40	10,60	11,09	0,34	99,16	0,094	1,144
	0,32	0,56	10,55	11,36	0,52	98,72	0,104	0,173
					среднее		0,100	
50	0,14	0,18	14,01	14,22	0,11	99,73	0,083	0,110
	0,28	0,36	13,93	13,97	0,21	99,48	0,081	0,090
	0,42	0,54	13,84	13,90	0,34	99,15	0,088	0,103
	0,56	0,71	13,75	13,83	0,42	98,20	0,081	0,093
					среднее		0,083	
Цинк								
25	0,11	0,19	10,64	11,30	0,06	99,84	0,036	0,054
	0,22	0,39	10,60	11,54	0,11	99,74	0,031	0,045
	0,32	0,50	10,55	11,01	0,16	99,59	0,036	0,045
	0,43	0,65	10,50	12,09	0,15	99,62	0,030	0,049
					среднее		0,033	
50	0,14	0,20	14,01	14,25	0,02	99,95	0,013	0,020
	0,42	0,53	14,84	13,90	0,06	99,85	0,015	0,020

	0,56	0,67	13,75	13,86	0,07	99,83	0,014	0,017
					среднее		0,014	
Кобальт								
25	0,11	0,20	10,64	10,80	0,04	99,90	0,019	0,029
	0,32	0,55	10,54	10,64	0,10	99,75	0,018	0,025
	0,43	0,73	10,48	11,36	0,12	99,69	0,017	0,021
					среднее		0,018	
50	0,14	0,18	14,00	14,10	0,01	99,96	0,010	0,008
	0,28	0,35	13,91	13,96	0,02	99,94	0,009	0,009
	0,56	0,68	13,72	13,89	0,05	99,87	0,010	0,011
					среднее		0,010	

Результаты исследования подтверждают, что наличие сокристаллизации и механизм включения изучаемых ионов меди, цинка и кобальта при 25 и 50°C примерно постоянны для каждой температуры и приближается к ранее найденному значению (таблица 2).

Таблица 2. Средние значения коэффициента распределения *Cu, Zn, Co* в системе $K_2SO_4 \cdot H_2O$ при 25 и 50°C

Микроэлементы	Температура, °C	В присутствии сульфата магния	В отсутствии сульфата агния
Метод изотермического испарения растворов			
Cu	25	0,116	0,100
	50	0,085	0,083
Zn	25	–	0,033
	50	–	0,014
Co	25	–	0,018
	50	–	0,010
Метод изотермического снятия пересыщения растворов			
Cu	25	0,105	0,102
	50	–	0,087
Zn	25	0,032	0,035
	50	0,013	0,015
Co	25	0,018	0,020
	50	0,009	0,011

Коэффициент распределения изучаемых ионов последовательно уменьшается по ряду $Cu > Zn > Co$, несмотря на то, что они имеют приблизительно одинаковый ионный радиус. Это, по-видимому, связано с растворимостью соответствующих сульфатов микроэлементов и их активностью в изучаемых системах [6,7].

Обсуждение. Одним из пунктов для обсуждения является то, что в изученных системах имеет место гомогенное распределение микрокомпонентов. Такой вывод справедлив для концентраций микрокомпонентов: 0,03-1,37 и 0,22-3,90 масс. % $CuSO_4$; 0,17-1,87 и 0,22-4,62 масс. % $ZnSO_4$; 0,18-2,96 и 0,23-5,96 масс. % $CoSO_4$ при 25 и 50°C соответственно до содержания в жидкой фазе 15% сульфата магния.

Исследование показывает, что из шенита в определенных технологических условиях можно получать сульфат калия с равномерно распределенными в нем микроэлементами. Но поскольку шенит содержит в достаточном количестве сульфат магния, для полного извлечения его в раствор в одну стадию требуется больше воды и соли микроэлемента. А это, в свою очередь, свидетельствует о целесообразности проведения процесса в две стадии с получением на I стадии промежуточного продукта с невысоким содержанием сульфата магния, чтобы для переработки его на сульфат калия, содержащего микроэлементы, не требовалось избытка воды, снижающего выход конечного продукта.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Байысбай О.П., Суйгенбаева А.Ж. және т.б. Процесс сокристаллизации солей. // Материалы XI международной научно-практической конференции «WYKSZTAŁCENIE I NAUKA BEZ GRANIC - 2015». Przemysł, «Nauka I studia». Чехия. - 2015. - Том 7, с.121-125.
- [2] Байысбай О.П. и др. Растворимость соответствующих сульфатов микроэлементов и их активность в изучаемых системах. //Труды международной научно-практической конференции «Ауэзовские чтения-13: «Нұрлы жол» - стратегический шаг на пути индустриально-инновационного и социально-экономического развития страны». – Шымкент: ЮКГУ им.М.Ауэзова, 2015. – Том 2. – С.. 87-89
- [3] Болысбек А.А., Байысбай О.П., Суйгенбаева А.Ж. и др. Массообмен в прямоточном массообменном аппарате с неподвижной насадкой. //Труды международной научно-практической конференции «Ауэзовские чтения-14: Инновационный потенциал науки и образования Казахстана в новой глобальной реальности». – Шымкент: ЮКГУ им.М.Ауэзова, 2016. – Том 3. – С.55-61.
- [4] Дияр С.К., Токтабаев А.Р. «Зеленая» экономика - новый путь развития //Деловой Казахстан. – 18 октября - №8(355). – [Электронный ресурс] // <http://dknews.kz/zelenaya-ehkonomika-novuyjput-razvitiya.htm>
- [10] Коростина О.А., Куюкина М.С., Ившина И.Б., Костина Л.В., Осипенко М.А., Няшин Ю.И. Моделирование процессов фильтрации растворов солей тяжелых металлов и биосурфактанта в почве // Российский журнал биомеханики. – 2009. – Т. 13, № 3 (45). – С. 32–43.
- [5] Мелихов И.В., Меркулова М.С. Сокристаллизация. - СПб.: Проспект, 1988. – с. 131-136.
- [6] Набиев М.Н., Кучаров Х. и др. Изучение сокристаллизации сульфатов цинка и кобальта с сульфатом калия. //Неорганическая химия. – 1994. - №1. - С. 30-33.
- [7] Назарбаев Н.А. Казахстан–2030: Процветание, безопасность и улучшение благосостояния всех казахстанцев. Послание Президента страны народу Казахстана. – Алматы: Білім.
- [8] Wang M.-J., Jones K.C. Behavior and fate of chlorobenzenes in spiked and sewage sludge-amended soil //Environ. Sci. and Technol. – 1994. – 28. – № 1. – P. 1843-1852.
- [9] McGovern W.E., Kakaria V. The use of solvent extraction with propane for the treatment of contaminated soils and sludges // Amer. Int. Chem. Eng. Spring Nat. Meet, New Orleans, La, March 29 – Apr. 2, 1992: Extend. Abstr. – N. Y., 1992. – P. 27.
- [11] Czechowski, D. Revising Green Infrastructure: Concepts Between Nature and Design / D. Czechowski, T. Hauck, G. Hausladen. - CRC Press, 2014.
- [12] Казанкапова М.К. Создание модифицированных углеродминеральных сорбентов для очистки природных объектов от техногенных загрязнений. Дисс. ... канд. пед. наук. – Алматы, 2013.
- [13] Экологическая инфраструктура: учеб. пособие / И.О. Лысенко, С.В. Окрут, Т.Г. Зеленская [и др.]. - Ставрополь : АГРУС, 2013. - 120 с. Экологическая инфраструктура : учеб. пособие / И. О. Лысенко, С. В. Окрут, Т. Г. Зеленская [и др.]. - Ставрополь : АГРУС, 2013. - 120 с.
- [14] Kabisch, N. Green Justice or just Green? Urban Green Space Provision in the City of Berlin / N. Kabisch, D. Haase // Landscape and Urban Planning. - 2014. - Vol. 122. - P. 129-139.
- [15] Wright, H. Understanding green infrastructure: the development of a contested concept in England / H. Wright // Local Environment. - 2011. -Vol. 16, № 10. - P. 1003-1019.
- [16] Aikozova L., Tukibayeva A., Satayev M. Research of the obtaining process of protective phosphate nanocoatings// Oriental Journal of Chemistry. India 2018, 34(6).
- [17] Aikozova L.D., Tukibaeva A.S., Bayeshov A., Baiysbay O.P. Studying the process of obtaining phosphates of metals based on the phase equilibria of four component systems. // Известия НАН РК, Серия химия и химическая технология. - №1. - 2019.

Байысбай О.П., Суйгенбаева А.Ж., Жунисбекова Д.А., Айкөзова Л.Д., Тлесбаева Ж.А.

«Жасыл инфрақұрылым» және микроэлементтермен жер қыртысын өңдеу

Түйіндеме. Бұл мақалада өндірістегі фосфор тыңайтқыштарын ұсақ элементтерді қолданудың көмегімен топырақ өңдеу ерекшелігі қарастырылады. Бұл әдістің эффектісімен оның қолданудағы ең керекті факторы шөлді аудандарда болады.

G.Z. Mazhitova¹, K.M. Janaleyeva², Doskenova B.B.¹

¹M.Kozybayev North Kazakhstan State University, Petropavlovsk, Kazakhstan

²L.N.Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

E-mail: mazhitova_gulnur@mail.ru)

ECOLOGICAL SUSTAINABILITY OF AGRICULTURAL LANDSCAPES IN THE NORTH KAZAKHSTAN REGION

Abstract. The article describes the agricultural landscapes in North Kazakhstan region. The work shows the results of study and assessment of ecological landscape sustainability in the research area. Based on the analysis and scientific literature we specified the ecological state of soil as a sustainability factor of agrolandscapes. Assessment of landscape sustainability in main natural and agricultural areas of the region was studied on the basis of complex soil-ecological properties. Here we identified natural and agricultural areas with relative and low agrolandscape sustainability. Within the agrolandscape studies we should draw attention to the necessity of developing and improving uniform methodological approaches to the assessment of ecological state and sustainability of agrogenic landscapes.

Keywords: agrolandscape, natural-agricultural area, sustainability, assessment, soil, agricultural production.

Introduction

High agricultural development of North-Kazakhstan Region (NKR) and as a consequence long-term anthropogenic agricultural load on natural geosystems have led to a vast range of environmental problems and threats in the region. Dehumification and reduction of soil fertility, expansion of wind and water erodible areas, degradation and environmental disturbance of agricultural lands and reducing of their sustainability can be clearly observed in the region. Adverse environmental consequences of agricultural activities determine the necessity of development and implementation of measures aimed at optimization of ecological state of agrogenic landscapes and maintaining their sustainability. Such studies should be aimed at solving important tasks – improving of agricultural efficiency and ensuring of food security of the region and the country as a whole [1, 2, 3]. The above problems determine urgency of the undertaken research.

The purpose of the study is to assess ecological state and sustainability of present agricultural landscapes of NKR.

The object of the research includes agricultural landscapes of NKR – natural-economic systems which are complex systems with component structure and multiple internal relationships.

Materials and approaches of the research

Theoretical and methodological basis of the research is formed by the researches of national and foreign scientists in the field of geoecology and landscape, agrolandscape and soil science. The study of agrogeosystems from the point of view of landscape approach is described in the studies of several scientists (A.G. Isachenko, 1980, 2004; M.A. Glazovskaya, 1988; F.I. Milkov, 1977, 1984, 1988). The study was based on the concept of agricultural landscape (V.N. Nikolayev, 1987, 1992, 1999). Approaches and evaluation criteria were chosen from the works of K.V. Zvorykin (1984), V.I. Kiryushin (1996, 2005, 2011), B.I. Kochurov (1993, 1999), M.I. Lopyrev (1995, 2012, 2015), F.N. Ryanskiy (1990, 1993), I.V. Orlova (2013, 2014), M.A. Altieri (1989), M. Arshad (1992), A. Wesel (2009), E. Malezieux (2012) and others.

As initial information for the research we used maps, archive materials and scientific publications of organizations and institutions of the industry (such as Department of Land Register and Engineering Survey of Real Estate of Government for Citizens State Corporation NJSC of North Kazakhstan Region, Department of Statistics of NKR, Republican Scientific and Methodical Center of Agrochemical Service RSE of the Kazakhstan Ministry of Agriculture, KSU Department of Agriculture of NKR, etc.) for the period of 2010-2018 and space images from Landsat 8. In addition, we used our own data obtained during field studies in 2017-2018.

The study was conducted using the following approaches: a set of landscape-geographical approaches, comparative-geographical, cartographic, mathematical, systematic and statistical methods, extrapolation and cross analysis.

According to V.I. Kiryushin [4] sustainability of agricultural landscapes is an ability to maintain the given productive and social functions and to preserve the biosphere ones. In the view of the scientist, sustainable agricultural landscape is characterized by lack or low (acceptable) level of degradation processes.

M.I. Lopyrev [5] notes in his work that an agricultural landscape is environmentally sustainable if it ensures high productivity and preservation of natural soil fertility under intensive agricultural use.

From our perspective, sustainable ecological state of agricultural landscapes involves the ability to withstand agricultural activities and their consequences while maintaining basic properties and specified production and environmental functions that ensure favorable conditions for agricultural plants and animals, as well as the ability of their self-regeneration.

Assessment of ecological sustainability of agricultural landscapes is an important issue in agrolandscape research. Despite some knowledge of this issue, currently the agrolandscape science has not yet developed a unified system of assessing sustainability of agroecosystems. There is an unresolved problem of determining quantitative and qualitative criteria (factors) of assessment and methods for their determination. It requires development and validation of scales of ecological agroecosystems sustainability and determination of ecological sustainability levels. The question of justification of methodical approaches to ecological assessment of agroecosystems is still under discussion [6-9].

Analysis of the literature [10-17] showed that assessment of ecological sustainability of agroecogenic landscapes use a wide range of different factors and parameters which depend on goals, scope and approaches applied. Factors of agrolandscape sustainability can be represented by functions, modes and properties of soils, structure, organization and productivity of agroecocenoses, degree of actual erosion of the territory, intensity and balance of biogeochemical cycles, bioenergy indices, environmental capacity, environmental balance of land structure, economic factors of agricultural production, and others.

The approach based on consideration of agricultural landscape as a complex system of interrelated components claims certain attention. In this case, assessment of agricultural landscape implies the use of two groups of factors (criteria) – general and special. General factors assess overall ecological sustainability of agroecosystems, while special factors assess its components. Thus, sustainability of an agricultural landscape is characterized by its overall sustainability and sustainability of its components and functioning [18].

According to their functional and structural properties agrolandscapes are little apart from natural complexes. In this regard, most of the studies related to determining agricultural landscape sustainability use the same factors, approaches and methods as those being used in assessment of state and sustainability of natural landscapes and ecosystems.

According to M.A. Glazovskaya [19], sustainability of a landscape is difficult to directly measure and rank. The reason for this is that when assessing landscapes according to a sustainability property it is impossible to use any direct figures specific to the property. Such factors can be defined as basic properties of a landscape and its components. The approach can be also applicable in determining sustainability or unsustainability of agroecogenic landscapes to external influences.

In this study we used ecological state of soil and main soil-ecological qualities and parameters as an indicator of agrolandscape sustainability. Soil is the basic structural component of an agricultural landscape and the main means of agricultural production. It performs the functions of accumulation and transfer of moisture and nutrients to the plants, and provision of living space. It also serves as the link of cycles and mass-energy transfer and performs other important ecological functions. Its ecological state and properties largely influence over productivity and sustainability of agroecosystems. In this regard, soil is one of the objective indicators of landscape sustainability and plays an important role in assessment of the properties of agroecosystems.

We identified the following soil and ecological characteristics for the assessment: grain size distribution; humus layer thickness (cm) and amount of organic compounds (%); acidity-alkalinity of soil solution; providing soils with major nutrients (N, P, K, mg/kg); content of chemical elements and their compounds (chlorides, sulfates, nitrates, mM per 100 g of soil; copper, zinc, manganese, cobalt, sulphur, mg/g); content of residual quantities of pesticides (DDT, mg/g); trace amount of petrochemicals (mg/g).

The study of soil ecological state of agrolandscapes was conducted at index plots that were allocated based on agroclimatic, natural and agricultural zoning, soil nature, landscape and morphological properties and specific nature of agricultural production. Map of natural-agricultural areas of the region and positions of index plots are shown in Figure 1.

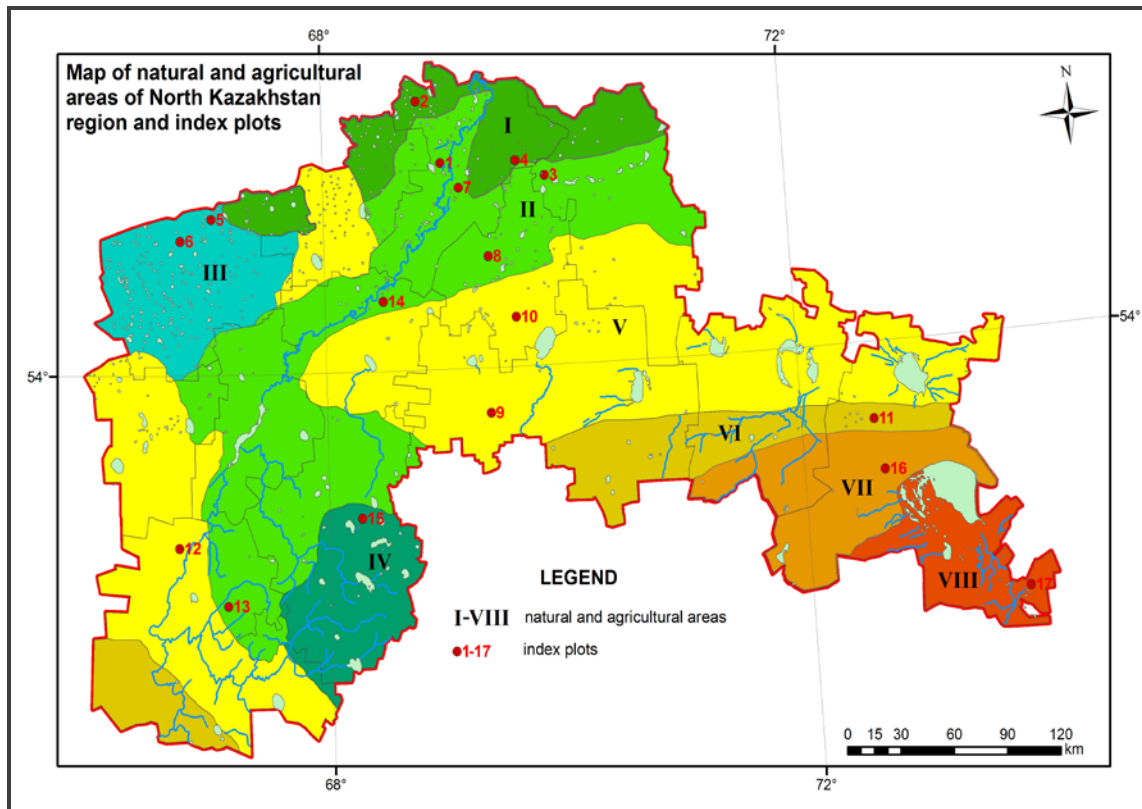


Fig. 1. Map of natural and agricultural areas of North Kazakhstan region and index plots

During the field studies of arable agricultural landscapes in major natural-agricultural areas of North Kazakhstan Region we made soil sections, studied physical properties and morphological features of the soils, and take soil samples from upper layer (A_{arable}).

Laboratory analytical testing of collected soil samples was made in accordance with approved methods in the Branch of National Center of Expert Review of the Committee of Public Health of the Kazakhstan Health Ministry in North Kazakhstan Region.

Assessment of landscape sustainability was conducted through the method of appraisal by point that is widely used in geoenvironmental studies.

Indicators of all the analyzed soil and environmental properties driven from the analysis of materials [20, 21] and the results of field work were converted into relative values (points) based on the developed scale. In accordance with the requirements of agronomic and agrochemical properties of soils in arable lands and regional natural and geographical features of the research area the highest score (5) was given to the optimal conditions of the soil-ecological environment conducive to the growth of crops and their productivity, and the lowest (1) – to the least favorable.

Scores for each of the analyzed factors were summed up. The total score was converted into percentage (%) relative to the maximum possible score (100 points) that is the most favorable environmental condition of soil and, therefore, the greatest degree of sustainability of an agricultural landscape. Calculation of the summary scores was carried out according to the formula [22]:

$$C = \frac{100 \sum_{g=1}^n C_g}{Q},$$

where C means assessment of ecological state of the soil and sustainability of the agricultural landscape, in %; C_g is score for each indicator; Q is maximally possible amount of points; g is the index number of the indicator; and n – number of indicators (characteristics).

Statistical calculations and data processing were performed using software package of Microsoft Office, Statistica 6.0, ArcGIS 10.1.

When developing a scale of agroecosystems sustainability we used the approach proposed in the works of F.N. Ryanskiy [22] and I.V. Orlova [9] and modified it in relation to the studied region. Depending on the score expressed in percent (%) we propose five levels of ecological sustainability of agroecosystems: stable (81-100%), relatively stable (61-80%), less stable (41-60%), unstable (21-40%), highly unstable (less than 20%).

Results and discussion

In accordance with the scale we qualified the agrolandscapes of the region to the second and third group of sustainability that are characterized by relative and low sustainability to external influences.

Dimensional analysis of the data showed that the maximum value of scores and evaluation is defined in agricultural landscapes of steppe plain-and-depression natural-agricultural area with ordinary and calcareous chernozems and equals to 62 (Sustainability Assessment 73%) points, as well as in forest-steppe lake-ridge area with shallow chernozems, gray forest and solonets complexes with total 65 points (Sustainability Assessment 77%). The natural agricultural areas are located within forest-steppe and northern steppe moderately dry natural subzone.

Agricultural landscapes of dry-steppe wavy-ridges area with dark chestnut and southern chernozem soils and bedrock outcrops and arid-steppe sloping plains of natural-agricultural areas with southern calcareous chernozem soils have shown the minimum amount of points – 50 (Sustainability Assessment 59%). They belong to southern arid steppe and dry steppe natural subzones.

Sustainability of agrolandscape ecological condition of the two above mentioned natural-agricultural areas is assessed to be as less stable. Agroecosystems located within these areas require deliberate restoration and maintenance of ecological sustainability. Agricultural production is possible here only with preservation of agricultural and natural capacity of the landscape, limitation of agricultural use and agrogenic load.

Sustainability of agrolandscape ecological state of 4 natural-agricultural areas: forest-steppe plain-and-depression area with meadow-chernozem soils, patches of chernozem and large solids of solonets soil; outlier forest-steppe undulating plain area with ordinary chernozem and patches of meadow-chernozem soils; forest-steppe sugar-loaf mountain area with ordinary chernozem soils and bedrock outcrops; arid-steppe flat-plain area with ordinary solonchaks and southern chernozem soils is estimated as relatively stable; and part outlier forest-steppe lake-ridge area with shallow chernozems, gray forest and solonets complexes; steppe plain-and-depression area with ordinary and calcareous chernozem soils.

Despite long and intensive use the agricultural landscapes in these natural-agricultural areas have relatively high initial natural agricultural capacity. The areas are promising for further agricultural use upon the condition of implementing measures to maintain natural ecological capacity.

The ratio of maximum (77%) and minimum (59%) indicators of sustainability is defined as 1,3:1. It generally means that there are relatively small differences in ecological state and level of landscape sustainability of the agricultural landscapes of the region.

At an average agricultural landscapes of the northern semi-dry steppe subzone has 69% of sustainability. To the North and South of the subzone the landscapes sustainability indicator reduces. The differences in total point score and, respectively, in assessment of sustainability amounts to 3-6% (points) while advancing northwards to forest-steppe outliers (66%) and typical forest steppe (63%) subzones and up to 6-10% (points) while advancing southwards to arid (63%) and dry-steppe (59%) subzones.

In order to increase sustainability of agricultural landscapes characterized by insufficiently stable ecological conditions it is necessary to develop a set of measures for optimization and restoration of their ecological balance and enhancement of natural-ecological capacity. The solution of this problem is possible with maintenance of high level of agriculture, carrying out soil-conservation agronomic techniques and measures of conservation and reproduction of soil fertility (science-based crop rotations, tillage and fertilizing systems, diversification of crops, etc.).

With a view to ensuring ecological sustainability of agrogenic landscapes it is essential to strike a balance between ecological capacity, natural agrocapsity and safe agrogenic load on them. Development of an optimal spatial structure of agricultural landscapes and crop acreage with regard to natural-zonal features and landscape structure of the region is very important. Agroecosystems with unstable ecological condition need maintaining and increasing of area of environment-stabilizing lands (forests and natural pasture areas) and reducing the number of destabilizing (arable) lands.

Conclusions

Assessment of agricultural landscape sustainability is an important issue of agrolandscape research. At the present time due to the aggravation of environmental problems in the agricultural sector study and assessment of ecological state and sustainability of agricultural landscapes are of particular importance.

The crucial problems of agricultural nature management in the region were identified in this study. Most issues come from decrease of ecological sustainability of agrolandscapes and necessity of certain measures for its optimization. An important tool to achieve ecological stability and sustainability of agrogenic landscape can be landscape-agroecological planning.

Table 1. Assessment Table of Agrogenic Landscapes Sustainability of North-Kazakhstan Region

No.	Natural Subzone	Natural-agricultural area	Background Landscape	Agricultural Landscape	Index Plot No.	Total points	Sustainability Assessment, %
1	Typical Forest-Steppe	I Forest-steppe plain-and-depression area with meadow-chnozem soils, patches of chernozem and large solids of solonets soil	Flat sloping near-valley plain composed of Middle Quaternary alluvial loams and sandy loams with loessial surface, forb-grass associations, and aspen-birch forests, sedge-willow thickets on ordinary chernozem and meadow-chnozem with fragments of gray forest soils	Arable, used for crop planting	1	52	61
			Flat undulating plain with lake basins and small ridge elevations composed of Lower Quaternary loessial loams with feather grass-fescue-bluegrass vegetation and aspen-birch forests and groves on leached chernozem soils with patches of gray forest and fragments of meadow-chnozem soils	Arable, used for crop planting	2	54	64
			Slanting flat plain composed of Lower Quaternary loessial loams with feather grass-fescue-forb vegetation, aspen-birch forests and groves on soil complexes of ordinary chernozem and solonets soils with patches of gray forest weakly solodic soils	Arable, used for crop planting	4	54	64
2	Outlier Forest Steppe	II Outlier forest-steppe undulating plain area with ordinary chernozem and patches of meadow-chnozem soils	Undulating with lake depression plain composed of Lower Quaternary loess-like loams with feather grass-fescue-bluejoint vegetation and aspen-birch groves on ordinary chernozemsoils with patches of meadow-chnozem and solod soils	Arable, used for crop planting	3	58	68
			Near-valley plain composed of Upper Quaternary alluvial sediment complex with forb-feather grass vegetation, goldilocks-fescue-wormwood spots and aspen-birch groves on ordinary graveled chernozem and meadow-chnozem soils	Arable, used for crop planting	7	55	65
			Undulating plain with depressions composed of Middle Quaternary	Arable, used for crop	8	56	66

			loess-like loams with multiforb-silaus-red feather grass vegetation and patches of steppe aspen-birch groves on ordinary chernozem soils with patches of solonets and solod soils	planting			
			Slanting undulating plain composed of Middle Quaternary loess-like loams with silaus-red feather grass-fescue vegetation and aspen-birch groves on ordinary chernozem soils together with solod soils.	Arable, used for crop planting	14	56	66
		III Outlier forest-steppe lake-ridge area with shallow chernozems and gray forest soils and solonets complexes	Sloping plain with small-ridges terrain and lake depressions composed of Low Quaternary loess-like loams with feather grass-fescue vegetation and wormwood associations in combination with aspen-birch groves and sedge-willow thickets on ordinary solonetsous chernozem and meadow-chernozem soils with patches of gray forest soils	Arable, used for crop planting	5	55	65
			Wavy-depressioned ridged plain with some boggy depressions composed of Low Quaternary complex of lake-alluvial sediments with feather-grass-bluejoint vegetation and aspen-birch groves with brier undergrowth on soil complexes of solonetsous steppe chernozem soils with spots of solod and meadow-boggy soils.	Arable, used for crop planting	6	65	77
		IV Forest-steppe sugar-loaf mountain area with ordinary chernozem soils and bedrock outcrops	Steeply undulating plain composed of undifferentiated deluvial-proluvial loess-like loams with goldilocks-fescue-wormwood groups and patches of pine-birch steppe forests on ordinary solonetsous chernozem soils with complex of solonets and solod soils.	Arable, used for crop planting	15	52	61
3	North Steppe Semi-Dry	V Steppe plain-and-depression area with ordinary and calcareous chernozem soils	Flat undulating plain with mild benches composed of Low Quaternary loess-like loams with feather-grass-silaus associations on ordinary chernozem soils and sparsely ordinary calcareous chernozem soils.	Arable, used for crop planting	9	57	67
			Flat undulating plain composed of Low Quaternary loess-like loam with multiforb-silaus-red feather grass vegetation on ordinary calcareous chernozem soils.	Arable, used for crop planting	10	59	69
			Flat slightly sloping plain with benches composed of Middle Quaternary loess-like loams with red feather grass-forb vegetation and fescue goldilocks-woodworm associations on calcareous chernozem soils.	Arable, used for crop planting	12	58	68

			Hilly-steep plain with small benches composed of undifferentiated deluvial-proluvial loess loams with forb-red feather grass vegetation and patches of aspen-birch forests on ordinary chernozem soils with spots of solod and meadow-chernozem soils.	Arable, used for crop planting	13	62	73
4	South Steppe Arid	VI Arid-steppe flat-plain area with ordinary solonetsous and southern chernozem soils	Flat sloping plain composed of Low Quaternary loams, clays and sands with grass-forb vegetation and fescue-woodworm associations on the complexes of southern solonetsous chernozem and meadow-chernozem soils.	Arable, used for crop planting	11	56	66
		VII Arid-steppe sloping plains area of natural-agricultural areas with southern calcareous chernozem soils	Slightly sloping plain composed of Low Quaternary loams, clay and sand with grass-forb vegetation and some fescue-wormwood associations on the complexes of southern calcareous chernozem soils with patches of solonets soils.	Arable, used for crop planting	16	50	59
5	Dry Steppe	VIII Dry-steppe wavy-ridges area with dark chestnut and southern chernozem soils and bedrock outcrops	Low slightly sloping plain with erosion-deluvial slopes composed of Middle Quaternary loams and sandy loams with loessial surface and with feather-fescue-goldilocks and fescue-wormwood groups on dark-chestnut solonets and steppe solonets soils.	Arable, used for crop planting	17	50	59

REFERENCES

- [1] Geography of the North Kazakhstan region. – Petropavlovsk, 2006. – 159 p.
- [2] Kiryushin V.I. Ecological Background of Agriculture. – M.: Kolos, 1996. – 367 p.
- [3] Janaleyeva K.M. Anthropogenic Landscape Study. Workbook. – Almaty: Kazakh Universiteti, 2001. – 164 p.
- [4] Kiryushin V.I. Agroecological assessment of lands; Project Planning of Landscape-Adaptive Systems of Agriculture and Agrotechnique // Procedure Manual / V. I. Kiryushin, A. L. Ivanov. – M.: Rosinformagrotech FSSI, 2005. – 784 p.
- [5] Lopyrev M.I. Agrolandscape as a Factor of Land Use and Management Sustainability // Reporter of Voronezhskiy SAU. 2015. – No. 4 (47). P. 2. – P. 179-183.
- [6] Agrolandscape Researches: Methodology, Methods, Regional Problems: Collected Works / Under the Editorship of V. A. Nikolayev. – M.: MSU Publisher, 1992. – 120 p.
- [7] Nikolayev V.A. Agrolandscape Concept Note// MSU Reporter. Series 5. Geography. 1987. No. 2. – P. 22-27.
- [8] Bulatov V.I. Ways and Means of Agrolandscape Researches // Genetal and Regional Problems of Landscape Geography of the USSR. Voronezh: VSU, 1988. P. 54-63.
- [9] Orlova I.V. Landscape-Agroecological Planning of Municipal District Territory. / I.V. Orlova; Exec. Editor: B. A. Krasnoyarova; Russian Academy of Science, Siberian Branch, Institute of Water and Ecology Problems. – Novosibirsk: SB RAS Publisher, 2014. – 254 p.
- [10] Aydarov I.P. Criteria of Ecological Safety of Agrolandscapes / Col. Knowledge-Based Techniques of Amelioration. – M., 2005.
- [11] Orlova I.V. Assessment of Ecological Balance Level of Agricultural Land Structure of Agriculturally Developed Regions of West Siberia // News of Samarskiy Science Centre of Russian Academy of Science, Volume 15, No. 3(3), 2013. – P. 1003-1008.
- [12] Neef E.O. Die axiomatischen Grundlagen der Geographie // Geogr. Berichte. 1956. H. 2. S. 83-91.
- [13] Altieri M.A. Agroecology A New Research Development Paradigm for World Agriculture/ M.A. Altieri // Ecosystems Environm. – 1989. – Vol. 27. – No. 1/4. P. 37-46.
- [14] Wesel A., Bellon S., Dort T., Francis C., Vallon D., David C. (2009) Agroecology as a Science, a Movement and a Practice. A review. Agron Sust Dev. 29:503-515.

- [15] Stinner B.R., Lorenzoni G.G. and Maurizio G. Paoletti. *Agricultural Ecology and the Environment*, 27 (1989). P. 1-2.
- [16] Dore T., Makowski E., Munier-Jolain, Tchamitchian M., Titonell P. (2011) Facing up to the Paradigm of Ecological Intensifications in Agronomy: Revisiting Methods, Concepts and Knowledge. *Eur J. Agron.* doi: 10.1016/j.eja. 2011.02.006.
- [17] Malezieux E. *Designing Cropping Systems from Nature / Agronomy for Sustainable Development*. 2012, No. 32. – P15-29.
- [18] *System of Assessment of Agrolandscape Sustainability for Formation of Ecologically Balanced Agrolandscapes.* – Kursk: SSI of ARRIAandSP of RAAS, 2013. – 50 p.
- [19] Glazovskaya M.A.. *Geochemistry of Natural and Technogenic Landscapes of the USSR*. M.: Vysshaya Shkola, 1988. 328 p.
- [20] *Agrochemical Essays on Agrochemical Soil Survey in NKR*. National Research Guidance Centre of Agrochemical Service, SE of Kazakhstan Ministry of Agriculture, Nauchniy v., Akmola region. 2010-2018.
- [21] *Soils and Their Efficient Use: Soils Essays*. Department of Land Register and Engineering Survey of Real Estate of Government for Citizens State Corporation NJSC of North Kazakhstan Region. Petropavlovsk. 2010-2018.
- [22] Ryanskiy F.N. *Ecological and Economical Zoning of a Region*. Vladivostok: Dalnauka, 1993. – 154 p.

Мажитова Г.З., Джаналеева К.М., Доскенова Б.Б.

Экологическая устойчивость агроландшафтов Северо-Казахстанской области

Резюме. В работе представлены результаты изучения и оценки экологической устойчивости агроландшафтов Северо-Казахстанской области. В качестве параметра устойчивости агрогенных ландшафтов определено экологическое состояние почв. Выполнена оценка устойчивости агроландшафтов по основным природно-земледельческим районам области на основе комплекса почвенно-экологических характеристик. Выявлены природно-земледельческие районы с относительной и малой устойчивостью агроландшафтов.

Ключевые слова: агроландшафт, природно-земледельческий район, устойчивость, оценка, почва, сельскохозяйственное производство.

Мажитова Г.З., Джаналеева К.М., Доскенова Б.Б.

Солтүстік Қазақстан облысының агроландшафттарының экологиялық тұрақтылығы

Түйіндеме. Мақалада Солтүстік Қазақстан облысының агрогендік ландшафттарының экологиялық тұрақтылығын зерттеу мен бағалаудың нәтижелері ұсынылған. Агроландшафттардың тұрақтылық параметрі негізінде топырақтың экологиялық жағдайы анықталды. Топырақ-экологиялық сипаттамалар кешенінің негізінде облыстың негізгі табиғи-ауылшаруашылық аудандарында агроландшафттар тұрақтылығына бағалау жүргізілді. Агроландшафттарының салыстырмалы және төмен тұрақтылығы бар табиғи-ауылшаруашылық аудандары анықталды.

Түйін сөздер: агроландшафт, табиғи-ауылшаруашылық ауданы, тұрақтылық, бағалау, топырақ, ауыл шаруашылық өндірісі.

УДК 665.63: 51.001.57

B. Orazbayev¹, S. Santeyeva¹, K. Orazbayeva², L. Kurmangaziyeva³, K. Kasymgaliyev³

¹L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,

²The Kazakh university of Economics, Finance and International Trade, Astana, Kazakhstan,

³Atyrau State University named after Kh. Dosmukhamedov, Atyrau, Kazakhstan

E-mail: batyr_o@mail.ru)

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF THE IMITATION MODEL OF POLLUTION SUBSTANCES DISSEMINATION AND THEIR SUCTION ON THE EARTH SURFACE

Abstract. Conducted research on the development of a simulation model for predicting the process of dispersion of pollutants and their subsidence on the surface of the earth. Based on Gaussian models, an ARMI (Atmospheric Scattering from Many Sources) model is proposed, which allows to simulate dispersion of pollutants and their deposition on the surface of the earth, as well as integrated accounting of emissions from coming one and many sources. The developed model of ARMI provides an estimate with a large supply of the most critical environmental conditions (the maximum concentration of pollutants on earth for a limited time is - 1 hour). In order to obtain an assessment with a large stock of the most critical environmental conditions, a "short-term" version of ASMS was adopted, which is able to recognize difficult and exacerbated pollution situations.

Keywords: model, simulation model, Gauss model, dispersion of pollutants, Atmospheric Scattering from Many Sources (ASMS), thermal oxidizer.

Б.Б. Оразбаев,¹ С.А. Сантеева,¹ К.Н. Оразбаева,² Л.Т. Курмангазиева³, К. Касымгалиев³
(¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Республика Казахстан, г.Астана,
²Казахский университет экономики, финансов и международной торговли,
Республика Казахстан, г.Астана, ³Атырауский государственный университет
им. Х.Досмухамедова, Республика Казахстан, г.Атырау) batyr_o@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ РАССЕИВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ И ИХ ОСЕДАНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ

Аннотация. Проведены исследования по разработке имитационной модели для прогноза процесса рассеивания загрязняющих веществ и их оседания на поверхности земли. На основе моделей Гаусса предлагается модель АРМИ (Атмосферное Рассеяние от Многих Источников), позволяющая имитировать рассеивания загрязняющих веществ и их оседания на поверхности земли, а также комплексного учета выбросов, поступающих из одного и многих источников. Разработанная модель АРМИ позволяет получить оценку с большим запасом самых критических условий окружающей среды (максимальная концентрация загрязняющих веществ на земле в течение ограниченного времени – 1 ч). Для того, чтобы получить оценку с большим запасом самых критических условий окружающей среды принято «кратковременный» вариант АРМИ, который в состоянии опознавать тяжелые и обостренные ситуации загрязнения.

Ключевые слова: модель, имитационная модель, модель Гаусса, рассеивание загрязняющих веществ, Атмосферное Рассеяние от Многих Источников (АРМИ), термодокислитель.

1. Введение. В настоящее время особую роль в нарушении устойчивости равновесия природного комплекса и техногенной деятельности играет система обращения с нефтью и нефтепродуктами. Республика Казахстан по потенциальным запасам нефти входит в число первой десятки стран мира и ее добыча с каждым годом растет [1, 2]. В этих условиях обеспечение экологической безопасности нефтегазового производства при проведении нефтяных операций становятся особо актуальной научно-технологической задачей. Правильная организация и эффективное выполнение задач обеспечения экологической безопасности требует проведения исследовательской работы по оптимальному проектированию и эксплуатации технологических установок нефтегазового производстве на основе математических методов [3–6].

Одним из важным разделом этих задач является прогнозирование потенциального рассеивания загрязняющих веществ и их оседания на поверхности земли для различных выбросов, поступающих из промышленных устройств на основе моделей [7, 8]. Таким образом, при проектировании и строительстве различных технологических установок необходимо провести исследования и обосновать экологической безопасности их на том районе, где они будут построены. Причем эффективным методом решения этих задач является методы математического моделирования, позволяющие прогнозировать влияния этих объектов на окружающую среду [6, 9]. Целью данной работы является разработка и исследование имитационной модели рассеивания загрязняющих веществ и их оседания на поверхности земли для выбросов. Для прогнозирования потенциального рассеивания загрязняющих веществ и их оседания на поверхности земли для выбросов: SO₂ – сернистого ангидрида и H₂S – сероводорода, поступающих из дымовой трубы термоокислителя на установке удаления серы «Кашаган – Аджип КСО» необходимо разработать имитационные модели процесса выбросов и рассеивания загрязняющих веществ, а также провести моделирования при разных вариантах режимов и направлениях ветра.

2. Методы исследования. В работе использована методология системного анализа включающая: анализ и обобщение достижений математических методов при решении эколого-производственных задач нефтегазового производства; методы математического, в т.ч. имитационного моделирования; методы экспериментальной проверки результатов исследований и технико-экономического анализа.

Анализ влияния на окружающую среду в плане изменения качества воздуха из-за эксплуатации установки, следует выполнить с применением модели, моделирующей рассеяние основных загрязняющих веществ в воздухе. При этом необходимо оценить любое потенциальное отрицательное следствие на площади установки как в отношении концентрации загрязняющих веществ в атмосфере, так в отношении их оседания на поверхности земли. Для проведения этого анализа необходимо определить все сценарии для применения имитационной модели, указать классы и характеристики каждой имитационной модели для имеющихся сценариев с тем, чтобы уточнить самые подходящие модели (по целям и классам применения).

3. Результаты исследования - имитационная модель рассеивания загрязняющих веществ и их оседания на поверхности земли. При разработке модели для класса «рассеивание загрязняющих веществ от одного источника выбросов (дымовой трубы) на ровной площади», с учетом основных характеристик, выбрана Гауссова модель, которая основана на гипотезе о том, что распределение частиц в атмосфере близко к нормальному. Построена модель класса АРМИ – Атмосферное Рассеивание от Многих Источников [10]. Данная модель используется в двух различных вариантах – «краткосрочный» и «долгосрочный» варианты [7, 11, 12].

«Краткосрочный» вариант позволяет определить географическое распределение концентраций загрязняющих веществ на земле в течение ограниченного периода времени. «Долгосрочный» вариант позволяет определить географическое распределение концентраций загрязняющих веществ на земле как среднее значение в течение долгого периода времени с тем, чтобы учесть изменения метеорологических условий в течение времени.

Для того, чтобы получить оценку с большим запасом самых критических условий окружающей среды (т.е. максимальная концентрация загрязняющих веществ на земле в течение ограниченного периода времени – 1 ч), предлагается принять «кратковременный» вариант модели АРМИ (1)–(14), который в состоянии опознавать тяжелые и обостренные ситуации загрязнения. Опишем данный вариант модели.

Модель АРМИ кратковременный вариант.

Единственный источник выброса. Условия:

- Ветер без температурных инверсий

$$C(x, y, 0) = \frac{\delta Q}{\pi \sigma_y \sigma_z} e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} e^{-\frac{\left(H_{eff} - \frac{v_s x}{u}\right)^2}{2\sigma_z^2}} \quad (1)$$

где $C(x, y, 0)$ – концентрация загрязняющего вещества в точке с координатами x, y [г/м³]; Q – мощность непрерывного точечного источника загрязнения, [г/с]; u – скорость ветра, [м/с]; H – эффективная высота источника загрязнения, [м]; σ_y, σ_z – дисперсии по осям y и z , [м]; $\delta=1$ если $v_s=0$, $\delta=0.5$ если $v_s \neq 0$;

- Ветер с температурными инверсиями

$$C(x, y, 0) = \frac{\delta Q}{\pi \sigma_y \sigma_z} e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} \left[e^{-\frac{\left(H_{eff} - \frac{v_s x}{u}\right)^2}{2\sigma_z^2}} + \sum_{i=1}^{n_{rifl}} \left(e^{-\frac{\left(H_{eff} - \frac{v_s x}{u} + 2iH_{fog}\right)^2}{2\sigma_z^2}} + e^{-\frac{\left(H_{eff} - \frac{v_s x}{u} - 2iH_{fog}\right)^2}{2\sigma_z^2}} \right) \right] \quad (2)$$

где $\delta=1$ если $v_s=0$, $\delta=0.5$ если $v_s \neq 0$;

- Отсутствие ветра без температурных инверсий

$$C(r, 0) = \frac{\delta Q}{2\pi r \sqrt{u_d k_z r + u_d^2 H_{cor}^2}} \quad (3)$$

где $H_{cor} = H_{eff} - \frac{v_s r (k_z r + u_d H_{eff}^2)}{u_d \left(\sqrt{\frac{3}{2}} k_z r + u_d H_{eff}^2\right)}$, $\delta=1$ если $v_s=0$, $\delta=0.5$ если $v_s \neq 0$;

- Отсутствие ветра с температурными инверсиями

$$C(r,0) = \frac{Q}{2\sqrt{2\pi\alpha r H_{fog}}} \left(1 - \frac{v_s r}{\sqrt{\frac{2}{\pi}\alpha H_{fog} + v_s r}} \right) \quad (4)$$

Множественные источники выброса. Условия:

1) Ветер без температурных инверсий

- Заданная точка внутри источника $r = \sqrt{x^2 + y^2} \leq R$

$$C(x, y, 0) = \frac{Q(R+x)}{\pi u \sigma_y \sigma_z (R) R} e^{-\frac{\left(\frac{v_s x}{u}\right)^2}{2\sigma_z^2(R)}} \quad (5)$$

где $\sigma_z(R)$ – это вертикальное рассеяние, вычисленное в $x=R$, и $\sigma_y = \sigma_y + \sigma_{y(R)} \cdot \left(\frac{1}{k(x, y)} - 1\right)$;

- Заданная точка вне источника $r \geq R$

$$C(x, y, 0) = \frac{\delta Q K}{\pi u \sigma_y \sigma_z} e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} e^{-\frac{\left(\frac{v_s x}{u}\right)^2}{2\sigma_z^2}} \quad (6)$$

где $\delta=1$ если $v_s=0$, $\delta=1/2$ если $v_s \neq 0$; $\sigma_y = \sigma_y + \sigma_{y(z^*)} \cdot \left(\frac{1}{k(x, y)} - 1\right)$ если $R < r < x^*$; $k=1$ если $R < r < x^*$;

$K=k(x, y)$ если $r \geq x^*$;

2) Ветер с температурными инверсиями

- Целевая точка внутри источника $r = \sqrt{x^2 + y^2} \leq R$, как для случая без температурных инверсий, формула (5);

- Целевая точка вне источника $r \geq R$

$$C(x, y, 0) = \frac{\delta Q K}{\pi u \sigma_y \sigma_z} e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} \cdot \sum_{i=1}^{n_{ref}} \left(e^{-\frac{\left(\frac{v_s x + 2iH_{fog}}{u}\right)^2}{2\sigma_z^2}} + e^{-\frac{\left(\frac{v_s x - 2iH_{fog}}{u}\right)^2}{2\sigma_z^2}} \right) \quad (7)$$

где $\delta=1$ если $v_s=0$; $\delta=1/2$ если $v_s \neq 0$; $\sigma_y = \sigma_y + \sigma_{y(z^*)} \cdot \left(\frac{1}{k(x, y)} - 1\right)$ если $R < r < x^*$; $k=1$ если $R < r < x^*$;

$K=k(x, y)$ если $r \geq x^*$;

3) Отсутствие ветра без температурных инверсий

- источник $r=0$

$$C(r,0) = \frac{\delta Q}{\pi R^{3/2} \sqrt{u_d k_z + 7.12(Rv_s)^2}} \quad (8)$$

где $\delta=2$ если $v_s=0$; $\delta=1$ если $v_s \neq 0$;

- Целевая точка внутри источника $0 < r \leq R$

$$\varphi = \frac{Q\delta}{\pi} \left(\frac{\sqrt{r}}{R^{3/2}} - \frac{3r}{4R^2} \right); \quad \psi = \left(\frac{8\pi v_s R^2 \varphi}{3Qr} \right)^2 \quad (9)$$

$\delta=2$ если $v_s=0$; $\delta=1$ если $v_s \neq 0$;

- Целевая точка вне источника $r \geq R$

$$C(r,0) = \frac{Q\delta}{4\pi r \sqrt{u_d k_z} r + \psi} ; \psi = \left(\frac{2v_s r}{3} \right)^2 \quad (10)$$

$\delta=2$ если $v_s=0$; $\delta=1$ если $v_s \neq 0$;

4) Отсутствие ветра с температурными инверсиями

- целевая точка внутри источника $r \geq R$

$$C(r,0) = \frac{Q}{\sqrt{2\pi\alpha H_{fog} R}} - \frac{rQ \left(1 - \frac{\sqrt{\pi} v_s r^2}{\sqrt{2RH_{fog}\alpha}} \right)}{2\pi \left(\sqrt{\frac{2}{\pi} R^2 H_{fog} \alpha - \frac{v_s r^3}{3}} \right)} \quad (11)$$

- Целевая точка вне источника $r \geq R$

$$C(r,0) = \frac{Q}{2\sqrt{2\pi\alpha H_{fog} r}} \left(1 - \frac{v_s r}{\sqrt{\frac{2}{\pi} \alpha H_{fog} + v_s r}} \right) \quad (12)$$

Перед тем, как исследовать аналитические подробности о теоретической модели АРМИ, рассмотрим краткое описание входных параметров [6, 13].

Климатические параметры, учитываемые при моделировании.

Температура. Градиент адиабатической температуры воздуха в нейтральном условии (класс Д) примерно равен 1°C на 100 м высоты:

$$\frac{\partial T}{\partial z} = -0.0098^0 C / m \quad (13)$$

Ветер. Скорость ветра меняется с отметкой; итак, если не имеется вертикальный профиль ветра, нам нужно рассчитывать скорость на определенной отметке, используя замер ветра на нулевой отметке. Этот расчет производится по следующей формуле:

$$V(z)=V(z_0)(z/z_0)^p \quad (14)$$

где $V(z)$ – скорость ветра на отметке z (неизвестной), $V(z_0)$ – скорость ветра, замеренная на отметке z_0 . Параметр p меняется в зависимости от класса устойчивости и шероховатости грунта.

Основными параметрами по окружающей среде, которые используются при моделировании рассеяния загрязняющих веществ являются: морфология земли, на которой установка будет построена; возможное наличие другого источника выброса загрязняющих веществ; близость городских районов и зданий. С учетом характеристик модели АРМИ, источник выброса загрязняющих веществ должно находиться на низкой или слегка холмистой местности, что соответствующая атмосфера охарактеризована однородным условием механической и термической турбулентности, и что в среднем время жизни загрязняющих веществ будет продолжаться в течение нескольких дней (среднее/длинное время жизни).

Основные **расчетные параметры установки**, которые необходимо принять в учет в целях имитационного анализа: объемный расход на выходе из источника выброса загрязняющих веществ (дымовой трубы) (м³/сек); абсолютная температура дымовых газов и окружающего воздуха (°К); энтальпия дымовых газов, выходящих из дымовой трубы (кал/сек); объемный расход загрязняющих веществ на выходе из источника выброса загрязняющих веществ (г/сек); скорость дымовых газов на

выходе из источника выброса загрязняющих веществ (м/сек); расчетный размер дымовой трубы (высота и диаметр выхода) [14, 15].

Для прогнозирующего расчета оседания загрязняющих веществ на земле приняты математические коды «Гауссова типа»; в частности, эти коды являются результатом аналитического решения дифференциального уравнения для процесса рассеяния, исходя из конкретных предположений:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + V_x \frac{\partial C}{\partial x} + V_y \frac{\partial C}{\partial y} + V_z \frac{\partial C}{\partial z} = \frac{\partial \left(K_{xx} \frac{\partial C}{\partial x} \right)}{\partial x} + \frac{\partial \left(K_{yy} \frac{\partial C}{\partial y} \right)}{\partial y} + \frac{\partial \left(K_{zz} \frac{\partial C}{\partial z} \right)}{\partial z} + S(x, y, z, t) \quad (15)$$

где $C(x, y, z, t)$ – концентрация загрязняющих веществ в общей точке (x, y, z) в общем, времени (t) ; V_i – средняя скорость ветра в общем направлении i ($i=x, y, z$); K_{ij} – коэффициент турбулентного рассеяния ($ij=xx, yy, zz$); $S(x, y, z, t)$ – источник выброса загрязняющих веществ.

Для упрощения вышеприведенного дифференциального уравнения (15) приняты следующие предположения: 1) Установившийся процесс ($\frac{\partial C}{\partial t} = 0$); 2) Скорость ветра постоянная по времени и месту, и действует только в одном направлении ($V_x=V=\text{const.}$); 3) Массопередача загрязняющих веществ из-за турбулентности в направлении x незначительна по сравнению с массопередачей из-за действия ветра ($K_{xx} \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \ll V_x \frac{\partial C}{\partial x}$); 4) Коэффициенты рассеяния K_{yy} – K_{zz} соответственно постоянны в одном и том же направлении y и z ; 5) Выброс из источника S не зависит от времени.

Кроме вышеуказанных предположений, если принять декартово пространство (x, y, z) с начальной точкой у основания дымовой трубы, решение уравнения (15), для газообразных загрязнителей, следующее:

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi V \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left\{ \exp\left[-\frac{(z-H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(z+H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\} \quad (16)$$

где Q – массовый выброс загрязняющих веществ (мг/сек); V – средняя горизонтальная скорость ветра (м/сек); σ_y, σ_z – стандартное отклонение распределения дымовых газов в направлении y и z ($\sigma_y^2 = 2K_{yy} \frac{x}{V}$; $\sigma_z^2 = 2K_{zz} \frac{x}{V}$); H_e – эффективная высота источника выброса загрязняющих веществ.

Член $(z+H_e)$ является членом отражательной способности земли для дымовых газов, исходя из предположения, что нижний край дымовых газов будет полностью отражен; в зависимости от степени абсорбции землей, этот член следует пропорционально снизить до нуля в случае полной абсорбции загрязняющих веществ. Если $z=0$ в уравнении (16), то концентрация загрязняющих веществ на уровне земли будет:

$$C(x, e, 0) = \frac{Q}{\pi V \sigma_y \sigma_y} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \exp\left(-\frac{H_e^2}{\sigma_z^2}\right) \quad (17)$$

Распределение загрязняющих веществ на земле в условии по ветру ($y=0$) производить профиль максимальной концентрации:

$$C(x, 0, 0) = \frac{Q}{\pi V \sigma_y \sigma_y} \exp\left(-\frac{H_e^2}{\sigma_z^2}\right) \quad (18)$$

Если отношение σ_z/σ_y будет с меняющимся x , из уравнения (18) можно получить максимальную концентрацию загрязняющих веществ на земле в условии по ветру и соответствующее расстояние от дымовой трубы:

$$C_{\max}(x_0) = \frac{2Q}{\pi H^2 e V} \frac{\sigma_z}{\sigma_y} \quad (19)$$

$$x_0 = \sqrt[m]{\frac{H_e}{b\sqrt{2}}} \text{ (параметры } m \text{ и } b \text{ зависят от класса устойчивости)}$$

В случае аналитического моделирования осаждения на земле загрязняющих веществ в виде частиц, код АРМИ добавляет свой вклад для всех классов частиц, на которые мы можем делить пыль:

$$C(x, y, 0) = \sum_{j=1}^m C_j(x, y, 0) = \sum_{j=1}^m \frac{Q_j}{\pi \sigma_y \sigma_z V} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \exp\left(-\frac{H_j^2}{2\sigma_z^2}\right) \quad (20)$$

где m – число различных классов частиц; Q_j – массовых расход загрязняющих веществ для класса частиц j ; H_j – действительная высота дымовых газов для класса частиц j ;

4. Обсуждение результатов. Предложенный подход к исследованию рассеивания загрязняющих веществ на основе модели позволяет создать имитационную модель процесса рассеивания загрязняющих веществ и их оседания на поверхности земли. Выбранная модель класса АРМИ «много источников», основана на стандартных моделях Гаусса, созданных ЕНЕА (Итальянским органом по энергетическому развитию и вопросам окружающей среды) и был применен компанией СИНИ для анализа дымовых газов, поступающих от ряда термоокислителей. Данная модель адаптирована для моделирования рассеивания загрязняющих веществ из дымовой трубы термоокислителя на установке удаления серы «Кашаган – Аджип КСО» с учетом климатических параметров; параметров окружающей среды и расчетных параметров установки.

При снижении градиента температуры атмосферы по отношению к адиабатической температуры, станет более горячим и менее плотным, чем окружающий атмосферный воздух. Из-за разницы температуры он получит дополнительную движущую силу, способствующую его подъему. Это – *неустойчивое равновесие* (классы устойчивости A, B, C), обуславливается конвекционными движениями воздуха, которые запускаются повышением температуры на земле в течение дня. Любое возможное начальное движение небольших объемов воздуха, как вверх, так и вниз, будет усилено и в этом условии увеличивается смещение воздуха; следовательно, загрязняющие вещества, которые рассеяны в атмосфере, диспергируются в очень больших объемах воздуха (1-2 км по высоте). Когда градиент температуры воздуха равен градиенту адиабатической температуры, тогда имеет место условие *нейтрального равновесия* (класс устойчивости D): небольшой объем воздуха, перемещающегося в атмосфере, уже не получает дополнительной движущей силы из-за теплового эффекта.

Когда градиент температуры воздуха выше градиенту адиабатической температуры, любое вертикальное смещение небольших объемов воздуха будет всегда подавлено, так что вертикальное рассеяние загрязняющих веществ будет весьма ограничено; в данном условии имеет место *устойчивое равновесие* (классы устойчивости E, F).

В условии устойчивого равновесия тепловая турбулентность весьма ограничена; таким образом, дымовые газы перемещаются горизонтально: в данном случае, загрязняющие вещества соприкасаются с землей только на большом расстоянии от источника выбросов и при очень низкой концентрации (веерообразный шлейф). Более сложные ситуации имеются, когда градиент воздуха носит прерывистый характер, т.е. когда имеют место так называемые слои *«температурных инверсий»*.

Если источник выброса дымовых газов ниже слоев температурных инверсий, тогда условие сильной вертикальной устойчивости представляет собой препятствие вертикальному рассеянию дымовых газов, и следовательно загрязнение на земле будет значительным (*«Быстрое увеличение загрязнённости приземного слоя воздуха»*).

5. Заключение. В работе исследованы вопросы построения имитационной модели для определения рассеивания загрязняющих веществ и их оседания на поверхности земли применительно для дымовой трубы термоокислителя на установке удаления серы «Кашаган – Аджип КСО».

Новизна предлагаемой имитационной модели рассеивания загрязняющих веществ и их оседания на поверхности земли для выбросов заключается в комплексном учете выбросов

поступающих из одного и многих источников, а также определяется возможностью модели опознавать тяжелые и обостренные ситуации загрязнения. Практическая ценность предложенной модели АРМИ, в том, что она позволяет получить оценку с большим запасом самых критических условий окружающей среды.

В работе применена модель АРМИ, основанная на моделях Гаусса. Для того, чтобы получить оценку с большим запасом самых критических условий окружающей среды в работе принято «кратковременный» вариант АРМИ, который в состоянии опознавать тяжелые и обостренные ситуации загрязнения. В качестве входных параметров, исследованы климатические параметры, параметры окружающей среды и расчетные параметры установки. Для упрощения дифференциального уравнения, описывающего процесса рассеяния, исходя из конкретных предположений, приняты соответствующие предположения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Сериков Ф.Т. Природоохранные методы освоения нефтегазовых месторождений на суше и на море. – Алматы: Ғылым, 2001. –320 с.
- [2] Слащева А.С. Источники загрязнения окружающей среды нефтепродуктами // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. ВИНТИ. –2007. –вып. 9. –С.54–59.
- [3] Orazbayev B.B., Ospanov E.A., Orazbayeva K.N. A Hybrid Method for the Development of Mathematical Models of a Chemical Engineering System in Ambiguous Condition // Mathematical Models and Computer Simulations. –2018. – V. 10. –N. 6. –P.748–758.
- [4] Kenzhegaliev A., Zhmagaliev S. Gas chromatographic-mass spectrometric investigation of n-alkanes and carboxylic acids in bottom sediments of the northern Caspian Sea // Geologos. –2018. –V.24. –N1. –P.69–78..
- [5] Ионисян А.С. Математическое моделирование процесса распространения активной примеси в свободной и облачной атмосфере: Ставрополь, 2014. –190 с.
- [6] Оразбаев Б.Б., Коданова Ш.К. Моделирование рассеивания загрязняющих веществ и оптимизация природоохранных мероприятий в НПП: ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, 2013. –227 с.
- [7] Оразбаев Б.Б., Коданова Ш.К. Математическое моделирование аварийных нефтяных загрязнений на акватории моря // Научный журнал «Вестник КазНТУ им. К.И. Сатпаева», №1(77), 2010, –С.138 –144.
- [8] Мун С.А., Ларин С.А., Глушков А.Н. Статистические методы исследования влияния выбросов загрязняющих веществ в атмосферу // Сиб. экол. журн. –2013. –№ 2. –С. 295–301.
- [9] Дианский, Н.А. Моделирование короткопериодные и долгопериодные атмосферные воздействия. –М.: Физматлит, 2015. –272 с.
- [10] Heijungs R. A generic method for the identification of options for cleaner products // Ecological Economics. –2015. –V.10. –N.1. –P. 69 –81.
- [11] Makin, V.K. A note on parameterization of the sea drag // Boundary-Layer Meteorol. –2003. –Vol.106. –P.593–600.
- [12] Pasquill F. Atmospheric dispersion parameters in gaussian plume modeling // EPA-600/4-76-030b, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, North Carolina. –2016. –202 p.
- [13] Sun W.Y., Chang C.Z. Diffusion model for a convective layer. Plume released from a continuous point source. // J. Climate Appl. Meteorol. –2014, –V. 25. –N 10. –P.1454–1463.
- [14] Isaev A.S., Soukhovolsky V.G., Khlebopros R.G. Model Approaches to Description of Critical Phenomena in Forest Ecosystems // Contemporary Problems of Ecology. –2015. –V. 4. –N 7. –P. 699–705.
- [15] Квашнин И.М. Предельно допустимые выбросы предприятия в атмосферу. Рассеивание и установление нормативов. –М: АВОК, 2017. –200 с.

Оразбаев Б.Б., Сантеева С.А., Оразбаева К.Н., Курмангазиева Л.Т., Касымғалиев К.

Ластау заттарының таралуының және олардың жер бетіне шөгуінің имитациялық моделін құру және зерттеу

Түйіндемесі. Ластау заттарының таралуының және олардың жер бетіне шөгуінің имитациялық моделін құрып, зерттелген. Гаусс моделі негізінде, ластау заттарының таралуы мен олардың жер бетіне шөгуінің имитациялауға, сондай-ақ бір және көптеген көздерден түсетін қалдықтарда кешенді ескеруге мүмкіндік беретін, ККАТ (Көптеген Көздерден Атмосфералық Таралу) моделі ұсынылған. Құрылған ККАТ моделі қоршаған ортаның ең сыни шарттарының (шектеулі уақыт – 1 сағат ішінде жерде ластау заттарының максималды концентрациясын) бағасын үлкен артығымен алуға мүмкіндік береді. Қоршаған ортаның ең сыни шарттарының бағасын үлкен артығымен алу мақсатында, ластанудың ауыр және күрделенген жағдайларын анықтай алатын, ККАТ «қысқа мерзімдік» нұсқасы қабылданған.

Кілттік сөздер: модель, имитациялық модель, Гаусс моделі, ластау заттарының таралуы, Көптеген Көздерден Атмосфералық Таралу (ККАТ), термототықтығыш.

УДК 910.3

В.Т.Kozhakhmetov, Т.Ү.Mukadil, А.А.Bekkuliyev.
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: bake_t@mail.ru, mukadil.tolganay@mail.ru, bekkuliyev@gmail.com)

ANALYSIS OF AGRICULTURAL LANDS OF ALMATY REGION

Abstract. The article fully demonstrates and analyzes the quantitative and qualitative indicators of agricultural land in Almaty region. To perform the task, as an information base, the data on the areas of agricultural lands of Almaty region for 2000-2018 are considered. In order to fully disclose the essence of the article, the dynamic of changes in agricultural lands for this period were analyzed. Indicators of agricultural land for the selected period are given in the form of tables, bar charts. LANDSAT space surveys were used to identify changes in agricultural land in the region.

Key words: land, agricultural land, arable land, pastures, hayfields.

Б.Т.Кожакметов, Т.Е.Мұқаділ, Бекқұлиев А.Ә.
(әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы
E-mail: bake_t@mail.ru, mukadil.tolganay@mail.ru bekkuliyev@gmail.com)

АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНЫҢ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ МАҚСАТЫНДАҒЫ ЖЕРЛЕРІНЕ ТАЛДАУ ЖАСАУ

Түйіндеме. Мақалада Алматы облысының ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерінің сандық және сапалық көрсеткіштері толыққанды көрсетіліп, талданылған. Аталған міндетті жүзеге асыру үшін ақпараттық база ретінде 2000-2018 жж. Алматы облысының ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерінің мәліметтері алынды. Мақалада тақырыптың мәнін ашу мақсатында ауыл шаруашылық алқаптарының аталған жылдардағы өзгеру динамикасы анықталынып, толыққанды сараланды. Аталған мәселені жүйелі түрде толыққанды ашу мақсатында облыстың ауыл шаруашылығы алқаптарының таңдалынып алынған жылдардағы көрсеткіштері кесте, гистограммаларды қолдану арқылы ұсынылды. Облыстың ауыл шаруашылық мақсатындағы жерлерінің өзгерістерін анықтау үшін LANDSAT ғарыштық түсірістері қолданылды.

Кілтті сөздер: жер, ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлер, егістік, жайылым, шабындық.

Кіріспе.

Жер – бұл кез келген халықтың баға жетпес байлығы. Сондықтан біз оны қорғауға, ұтымды әрі тиімді пайдалануға, өнімділігін көбейтуге, әр гектардан үлкен қайтарымдылыққа жетуге міндеттіміз.

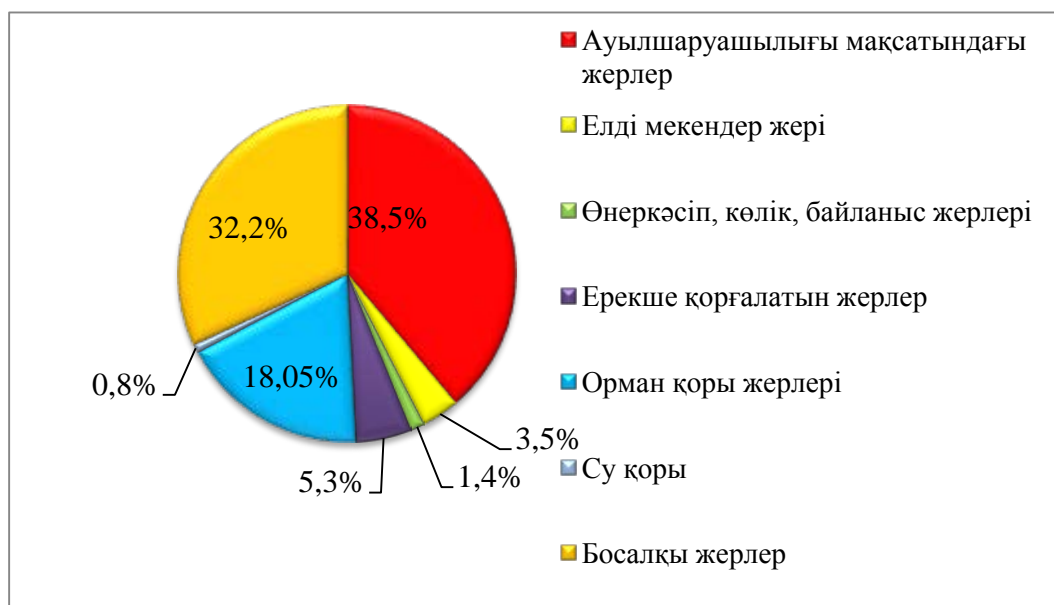
Аталған мақсаттарға жер ресурстарын жүйелі басқару арқылы ғана жетуге болады. Сондықтан жер ресурстарын басқару жүйесі тек қана біздің елімізде ғана емес, сонымен қатар бүкіл әлем елдері үшін де жер ресурстарын тиімді пайдаланудың жолы болып табылады.

Алматы облысы еліміздің оңтүстік-шығыс бөлігінде орналасқан әкімшілік бөлік. Облыстың жер аумағы 2018 жылдың 1-қарашасындағы мәліметке сәйкес 22 358,3 мың га құрайды. Жалпы алғанда бұл республика жер қорының 8,2%-ын алып жатыр [1].

Алматы облысының жер қоры «Қазақстан Республикасының жер Кодексіне» сәйкес 7 санатқа бөлінеді. Олар:

- ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлер;
- елді мекендердің жерлері;
- өнеркәсіп, көлік, байланыс және өзге де ауыл шаруашылығы емес мақсаттағы жерлер;
- ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың жерлері,
- орман қорының жері;
- су қорының жері;
- босалқы жерлер.

Алматы облысының 2018жылғы жер санаттары және олардың пайыздық үлестері төмендегі гистограммада көрсетілген (сурет 1):



1-сурет. Алматы облысының 2018 ж. жер санаттарының үлес салмағы, %[2]

Нәтижесі және оны талдау.

Жалпы Алматы облысының ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерінің пайдаланылу жағдайын анықтау үшін алдымен облыстың аталған санаттағы жерлерінің сандық және сапалық көрсеткіштеріне талдау жасау керек. Сонда ғана олардың қалай пайдаланып жатқанын, қандай өзгерістер болғанын және оның себептерін анықтай аламыз.

Бұл ретте облыстың ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерінің өзгеру ретін анықтау үшін олардың 2000 жылдан бастап қазіргі уақытқа дейінгі сандық және сапалық көрсеткіштері талданды. Жалпы облыстың ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерінің 2000 жылдан 2018 жылға дейінгі өзгеру сипаты келесідей:

- ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің ауданы 2000 жылы 16433,7 мың га болса, ал 2018 жылы бұл көрсеткіш 8621 мың га құрады. Яғни он жылдың ішінде бұл санаттағы жерлер 7812,7 мың га кеміген немесе 47 %-ға төмендеген.

Алдымен ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерге талдау жасалды. Алматы облысының ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің жалпы көрсеткіштері төмендегі (кесте 1) кестеде көрсетілген.

Кесте 1. Алматы облысының 2000-2018 жж. ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерінің құрылымы, мың га

А/ш жерлерінің құрылымы	А/ш алқаптары, мың га							
	а/ш жалпы көлемі	Егістік		тыңайған жер	шабындық	жайылым	көп жылдық екпе	бау-бакша
		барлығы	оның ішінде суарылатын					
Жылдар								
2000	16433,7	1100,5	594,9	337,1	468,3	13890,2	34,9	7,8
2001	16433,7	1100,5	432,2	337,1	468,3	14473,5	34,9	7,8
2008	7496,4	998,5	419,1	95,6	225,4	5911,6	20,9	0,3
2009	7761,9	969,8	407,7	106,6	227,8	6178,2	20,9	0,3
2010	7700	906,3	384,5	80,3	227,3	6080,3	20,5	0,8
2011	7832,0	989,1	431,1	79,6	230,5	6264,6	20,4	0,8
2012	7867,5	1020,2	438,4	53,3	220,8	6339,1	20,1	0,7
2013	8090,7	1041,7	448,8	29,1	212,8	6572,5	22,0	0,6

2014	8400	1044	456,3	53,5	206,9	6882,1	21,0	0,4
2015	8632,2	1037,6	449,2	60,4	209,6	7114,1	20,4	0,4
2016	8697,3	1023,3	453,4	73,1	206,7	7192,1	20,7	0,4
2017	8621,2	1015,1	443,0	88,3	210,8	7113,6	20,7	0,4
2018	8621	1015	442,9	88,2	210,7	7113	20,7	6,8
Алынған көзі: [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13]								

Кестеден көріп тұрғандай Алматы облысының ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің үлесі 2000 жылмен салыстырғанда 2018 жылы айтарлықтай өзгеріске ұшыраған. Жалпы ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің үлесі 18 жылда 7812,7 мың га азайған, соның ішінде әсіресе тыңайған жерлер (-248,9 мың га), шабындық (-257,6 мың га) пен жайылымның (-6777,2 мың га) көлемі қысқарғанын байқауға болады.



2-сурет. Алматы облысының ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерінің 2000-2018 жж. өзгеру динамикасы, мың га(кесте 1 негізінде құрастырылды)

Облыстағы ауыл шаруашылығы алқаптары көлемінің бұлай өзгеруіне колхоздар мен совхоздардың жер пайдалану үлестерінің бөлінуі, яғни ыдырауы салдарынан жаңа шаруашылықтар мен өндіріс орындарының пайда болуы, сонымен қатар жаңа жер пайдалану сипаттары мен меншіктің құқықтық формаларының құрылуы басты себеп болып табылады.

Алматы облысының егістік алқаптарының көлемі соңғы 18 жылда айтарлықтай өзгеріске ұшырай қойған жоқ. Оның көрсеткіші аталған жыл ішінде 7% азайғанын байқауға болады. Дегенмен, бұл көрсеткіштің басқа да алқап түрлерімен салыстырғанда айтарлық көп болмауы, егістік жерлеріне немқұрайлы қарауға болатынын білдірмейді. Керісінше, оның көлемін ұлғайтып, алынатын өнімнің сапасын, өнімділігін көтеруге барынша көңіл бөлуіміз керек. Егістік көлемі 2000 жылдан бастап 2011 жылға дейін төмендеп, ал 2012 жылдан 2014 жылға дейін біртіндеп көтерілсе де, соңғы 3 жылда оның қайта бірте-бірте төмендеп бара жатқанын байқауға болады.

Бұл ретте Алматы облысының егістік алқаптарының көлемін және құнарлығын арттыруға келесі көрсеткіштер кедергі болып есептелінеді: егістік жерлердің біраз бөлігінің жекеменшікке берілуі салдарынан көптеген шаруа қожалықтарының игеруге әлеуетінің жетіспеуі; шаруа қожалықтарының техникамен толыққанды қамтамасыз етілмеуі; жер пайдалану және иелену сипатының мемлекет тарапынан жеткілікті бақыланбауы; егістіктің уақытылы ауыспалы егістікке ауыспауы; ауыл шаруашылығы өндірістерінің субсидиямен жеткілікті қамтамасыз етілмеуі және т.б.

Облыстың тыңайған жерлерінің үлесі соңғы 18 жылда айтарлықтай төмендегені байқалады. Оның көлемі 2000 жылы 337,1 мың га болса, бұл көрсеткіш 2018 жылы 88,2 % мың га көрсетті. Демек, тыңайған жерлердің үлесі соңғы 18 жылда 73,8 % дейін қысқарған.

Шабындық жерлеріне келетін болсақ, оның көлемі 2000 жылы 468,3 мың га болса, 2018 жылы бұл көрсеткіш 210,7 мың га құрады. Аталған алқап көлемі осы дейін үздіксіз тоқтап келген, тек соңғы екі жылда ғана оның көлемі сәл өсіп бара жатқандығын байқауға болады.

Алматы облысы ауыл шаруашылығы алқаптарының ішінде айтарлықтай өзгеріске ұшырағаны жайылым жерлер болып табылады. Оның көрсеткіші соңғы 18 жылда 6777,2 мың га дейін төмендеген. Жайылым көлемі 2000 жылы 13890,2 мың га болса, бұл көрсеткіш 2018 жылы небәрі 7113 мың га ғана көрсетіп тұр. Бұл жерден аталған санаттың көлемінің соңғы 18 жылда 51,2 % азайғанын байқауға болады.

Ал көп жылдық екпе, бау-бақша жерлерінде айтарлықтай өзгеріс байқалмайды. Көп жылдық екпе көлемі соңғы 18 жылда 14,2 мың га, ал бау-бақша көлемі 1 мың га азайған.

Зерттеу жұмыстары көрсеткендей, Алматы облысының ауыл шаруашылығы жерлерінің ауданы 2000 жылдармен салыстырғанда төмендегеніне қарамастан әр жылда әртүрлі көрсеткіштерді көрсетіп тұр, яғни оның ауданы бір-екі жылда көбеюі немесе төмендеп кетуі мүмкін. Облыстың ауыл шаруашылығы алқаптарының дамуына бірнеше факторлар кедергі болып табылады: егістік жерлердің біраз бөлігінің жекеменшікке берілуі салдарынан көптеген шаруа қожалықтарын игеруге әлеуетінің жетіспеушілігі; жер пайдалану және иелену сипатының мемлекет тарапынан жеткілікті бақыланбауы; ауыл шаруашылығы өндірістерінің субсидиямен жеткілікті қамтамасыз етілмеуі және т.б.

Мәселенің негізгі теріс факторлары:

- ауыл шаруашылығы алқаптарын басқа санаттарға ауыстыру және ауыл шаруашылығына арналмаған мақсатта пайдалану нәтижесінде ауыл шаруашылығы жерлерінің қысқартуы;

- құрылыс жұмыстарын жүргізу барысында топырақ қабатының бұзылуы.

Ауыл шаруашылығы жерлерін пайдаланудың бірінші кезектегі қағидаларының бірі оларды ұтымды пайдалану қағидасы болып табылады. Жерді ұтымды пайдаланудың қажетті шарты оларды ауыл шаруашылығы өндірісінде пайдалану тиімділігін арттыру болып табылады.

LANDSAT ғарыштық түсірістерді визуалды әдіспен дешифрлей келе-соңғы он сегіз жылда Талдықорған қаласының айналасына бұрынғы ауыл шаруашылық жерлерінің орнына жаңа тұрғын үй секторлары салынғанын көріп отырмыз. Қала оңтүстік-шығыстан оңтүстік-батыс бағытта өсуде. Бұл ретте ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлер елді мекендер жерлеріне ауыстырылады, сондықтан Алматы облысы аумағында ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерді елді мекендер жерлеріне ауыстыру мәселесі ерекше өзектілікке ие болды, өйткені елді мекендер жерлерінде ЖТҚ үшін жерді пайдалануға рұқсат етілген.

Ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерден елді мекендер жерлеріне (ЖТҚ) ауыстыру — бұл заңда белгіленген рәсімді орындау нәтижесінде ауыл шаруашылығы мақсатындағы жер учаскесі елді мекен шегіне, сондай-ақ бас жоспардың тиісті функционалдық аймағына енгізілетін болады.

Ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлер санатының азаюы негізінен елді мекендердің бас жоспарларын бекіту және елді мекендердің жаңа шекараларын бекіту есебінен жүргізіледі, мұндай өзгерістер Алматы облысының барлық елді мекендерінде орын алады.

Осыған байланысты қала шекарасында және қала маңындағы аймақта орналасқан жерлерге түгендеу жүргізу қажет. Осы жұмыстардың нәтижелері бойынша мұндай жерлерді қайтару және ұтымды пайдалану жөніндегі шараларды жүзеге асыру маңызды болып отыр.



Ғарыш суреті 2000ж.
Талдықорған қ. құрылыс салынған бөлігіндегі қала шекарасы 2000ж.



Ғарыш суреті 2018ж.
Талдықорған қ. құрылыс салынған бөлігіндегі қала шекарасы 2018ж.

Қорытынды.

Ауылдық жерлердің қысқаруы салдарынан ауыл шаруашылық өндірісіне арналған жерлер мен өндіріс көлемі азаюы, экономикалық тиімділікті азайтуға алып келеді. Еліміздегі жалпы тауарлы өндіріс пен ауыл шаруашылығынан өндірілетін өнім көлемінің төмендеуіне ықпал етеді. Жердің жеті санаты бойынша бір санаттан екінші санатқа ауыстыру ҚР Жер кодексіне сәйкес жүзеге асырылады. Ауыл шаруашылығына арналған жерлер Алматы облысымен қатар Республика жерінің 50% аумағын қамтамасыз етеді. Жалпы көлем бойынша ауыл шаруашылығына арналған жерлердің облыс бойынша үлес салмағы мен өндіріс көлемі өте жоғары болғандықтан, топырақтың құнарлы қабатын сақтап қалу мақсаты үшін жалпы ауыл шаруашылығындағы санат жерді басқа санатқа нысаналы өзгерту үшін бірқатар жалпылама айқындау мен қайта қарау, мейлінше ауыл шаруашылығы санатындағы жерді басқа санат жеріне ауыстырмаған экономикалық, табиғи жағдайлар үшін өте тиімді.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Аэрокосмические методы географических исследований. Учеб. для студ. высш. учеб. заведений/ Ю. Ф. Книжников, В. И. Кравцова, О. В. Тутубалина. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 336 с.
- [2] Брыксин В.М., Евтюшкин А.В., Кочергин Г.А., Рычкова Н.В. Мониторинг зерновых культур на юге Западной Сибири по данным MODIS и ERS-2. // Материалы Международной научной конференции «Зондирование земных покровов радарными и радиометрами с синтезированной апертурой». – г. Улан-Удэ – п. Энхалуу, 24-29 июня 2013 г., с. 79-81.
- [3] Кантемиров Ю.И., Семёнов В.Н. Возможности спутникового радиолокационного мониторинга для решения задач сельского хозяйства // Геоматика. 2011, №2, с. 85-89.
- [4] Козубенко И. С., Болсуновский М. А. Государственная информационная система мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Краснодарского края. // Геоматика. 2011, №2, с. 56-61
- [5] Лабутина И. А., Январева Л. Ф. Использование аэро- и космических снимков для изучения сельского хозяйства // Аэрокосмические методы в социально экономической географии. под ред. Книжникова. Изд-во МГУ, 1983 с.83-124
- [6] Рубцов С. А., Голованев И. Н., Каштанов А. Н. Аэрокосмические средства и технологии для точного земледелия./ Под ред акад. РАСХН А. Н. Каштанова. – М.: 2008. – 330 с.
- [7] Толпин В.А., Балашов И.В., Лупян Е.А., Савин И.Ю. Спутниковый сервис "Вега" // Земля из космоса, 2011. Выпуск 9, Весна. С.32-37.
- [8] Толпин В.А., Лупян Е.А., Барталев С.А., Плотников Д.Е., Матвеев А.М. Возможности анализа состояния сельскохозяйственной растительности с использованием спутникового сервиса «ВЕГА»// Оптика атмосферы и океана, 2014. Т. 27. № 7 (306). С.581-586
- [9] Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2017 год. Астана, 2018 г.
- [10] Категория земель Алматинской области за 2017 год.Талдыкорган
- [11] Куттыксейтов Е.Е., Табынбаева Л.К. «Состояние земельного фонда Алматинской области и пути его эффективного использования» Молодой ученый, 2014
- [12] Шаповалов Д.А., Белорусцева Е.В. Оценка динамики и прогноз развития негативных процессов на землях сельскохозяйственного назначения Алматинской области с применением ГИС-технологий // Научный журнал «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель» - 2009 №9 – с. 34-43.
- [13] Белорусцева Е.В. Исследование динамики зарастания сельскохозяйственных угодий на основе данных дистанционного зондирования Сборник научных трудов Государственного университета по землеустройству «Проблемы управления земельными ресурсами страны на современном этапе» - Алматы, 2010
- [14] Dadhawal V.K. Crop growth and productivity monitoring and simulation using remote sensing and GIS. Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology, pp. 263-289.
- [15] Ferrazzoli P, Paloscia S., Pampaloni P., Schiavon, G., Sigismundi, S.; Solimini, D. The potential of multifrequency polarimetric SAR in assessing agricultural and arboreal biomass (1997) // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 35, №1, pp. 5-17
- [16] Nelson A., Setiyono T. Remote Sensing based Crop Yield Monitoring and Forecasting. International Rice Research Institute, Fanceso Holec, Sarmap
- [17] http://www.fao.org/fileadmin/templates/rap/files/Project/Expert_Meeting__17Feb2014_/P2-4_Setiyono_2014_Remote-Sensing_based_Crop_Yield_Monitoring.pdf
- [18] Rajesh K Dhumal, Yogesh D. Rajendra, K.V.Kale, S.C.Mehrotra. Classification of crops from remotely sensed images: an overview. / International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) Vol. 3, Issue 3, May-Jun 2013, pp.758-761
- [19] Rosenthal W.D., B.J. Blanchard, and A.J. Blanchard (1985) "Visible/Infrared/Microwave Agriculture Classification, Biomass, and Plant Height Algorithms", IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. GE-23, No. 2, pp. 84-90

- [20] Категория земель Алматинской области за 2008 год.Талдыкорган
- [21] Категория земель Алматинской области за 2009 год.Талдыкорган
- [22] Категория земель Алматинской области за 2010 год.Талдыкорган
- [23] Категория земель Алматинской области за 2011 год.Талдыкорган
- [24] Категория земель Алматинской области за 2012 год.Талдыкорган
- [25] Категория земель Алматинской области за 2013 год.Талдыкорган
- [26] Категория земель Алматинской области за 2014 год.Талдыкорган
- [27] Категория земель Алматинской области за 2015 год.Талдыкорган
- [28] Категория земель Алматинской области за 2016 год.Талдыкорган
- [29] Алматы облысы әкімдігінің ресми сайты, жер қатынастары бөлімі

<http://www.zhetysu.gov.kz/content/2018-zhyldy-orytyndysy3.html>

Кожахметов Б.Т., Мукадил Т.Е., Беккулиев А.А.

Анализ земель сельскохозяйственного назначения Алматинской области

Резюме. В статье полностью продемонстрированы и проанализированы количественные и качественные показатели сельскохозяйственных земель Алматинской области. Для выполнения задачи, в качестве информационной базы рассмотрены данные по районам сельскохозяйственных земель Алматинской области за 2000-2018 гг. В целях полного раскрытия сущности статьи, анализировались динамика изменений сельскохозяйственных земель за этот период. Показатели сельскохозяйственных земель за выбранный период приведены в виде таблиц, гистограмм. Для выявления изменений земель сельскохозяйственного назначения области использовались космические съемки LANDSAT.

Ключевые слова: Земля, земли сельскохозяйственного назначения, пашня, пастбища, сенокос.

УДК 004.942

J.K. Jamalov

(Kazakh National Research Technical University after K.I. Satbayev, Almaty, Kazakhstan)

MAPPING OF LOCAL ALMATY CLIMATIC ZONES BY MEANS OF SPACE IMAGES

Abstract. Allocation of local climatic zones in cities makes it possible to reduce various combinations of buildings and land cover to a limited number of classes that can be used to unify observation sites of an urban heat island, and also be used in climatic and meteorological modeling. The article presents a method for classifying local climatic zones of the city of Almaty by Landsat 8 satellite imagery as part of the WUDAPT (World Urban Database Project) project. The first step in the development of WUDAPT is the description of cities based on the Local Climate Zones (LCZ) scheme, which classifies natural and urban landscapes into categories based on the climatic properties of the surface. This methodology provides a culturally neutral basis for collecting information on the internal physical structure of cities. In addition, research has shown that remote sensing data can be used for controlled LCZ mapping. LCZ mapping is difficult because similar LCZs in different regions have different spectral properties due to differences in vegetation, building materials and other variations of cultural and physical environmental factors. The WUDAPT protocol developed here provides an easy to understand workflow; uses freely available data and software; and can be applied by someone without special knowledge in the field of spatial analysis or urban climate science.

Keywords: urban climate, processing of space images, local climatic zones, thematic mapping, OpenStreetMap, WUDAPT

Д.К. Джамалов

(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, Алматы. Республика Казахстан, e-mail: j.jamalov@norlist.kz)

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН АЛМАТЫ ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ

Аннотация. Выделение локальных климатических зон в городах позволяет свести различные сочетания застройки и земельного покрова к ограниченному числу классов, которые можно применять для унификации мест наблюдения за городским островом тепла, а также использовать в задачах климатического и метеорологического моделирования. В статье представлен способ классификации локальных климатических зон города Алматы по космическим снимкам Landsat 8 в рамках реализации проекта WUDAPT (World Urban Database Project). Первым шагом в разработке WUDAPT является описание городов на основе схемы локальной

климатической зоны (LCZ), которая классифицирует природные и городские ландшафты по категориям на основе климатических свойств поверхности. Эта методология обеспечивает нейтральную в культурном отношении основу для сбора информации о внутренней физической структуре городов. Кроме того, исследования показали, что данные дистанционного зондирования могут использоваться для контролируемого картирования LCZ. Картирование LCZ является сложным, потому что похожие LCZ в разных регионах имеют разные спектральные свойства из-за различий в растительности, строительных материалах и других вариаций культурных и физических факторов окружающей среды. Разработанный здесь протокол WUDAPT обеспечивает простой для понимания рабочий процесс; использует свободно доступные данные и программное обеспечение; и может применяться кем-то без специальных знаний в области пространственного анализа или науки о городском климате.

Ключевые слова: городской климат, обработка космических снимков, локальные климатические зоны, тематическое картографирование, OpenStreetMap, WUDAPT

1 ВВЕДЕНИЕ

В совокупности города являются одним из основных факторов глобальных изменений окружающей среды, а также уникально уязвимы к последствиям таких изменений, как повышение уровня моря и повышение температуры воздуха. Кроме того, города создают различные климатические условия, которые могут вызывать дискомфорт, тепловой стресс и подверженность болезням и загрязнению городских жителей. В частности, в городах теплее, эффектом городского острова тепла (УИТ) [1], а также они более загрязнены, чем села.

Чтобы изучить совокупное влияние городского климата и изменения климата на города и оценить уязвимость городского населения, необходимы передовые модели городов. Хотя ряд полезных моделей уже существует, в частности, для городской метеорологии и химии [2], им часто не хватает подробной информации о городской поверхности, которая требуется в качестве входных параметров для этих моделей. Фактически, нехватка данных о городских районах была недавно подчеркнута в 5-м Оценочном докладе МГЭИК о воздействиях, адаптации и уязвимости городских районов к изменению климата [3]. Еще одной проблемой, до недавнего времени, было отсутствие стандартного способа характеристики городов, что ограничивало возможность сбора согласованного набора параметров по всему миру. В результате было проведено много исследований по отдельным городам с использованием разных номенклатур, но не было единой методологии для сравнения этих областей в региональном или глобальном масштабах.

Целью WUDAPT является создание глобальной базы данных высокого разрешения, которая собирает информацию о городских формах и функциях и предоставляет эту информацию в форме, подходящей для наук о климате. В рамках инициативы WUDAPT нам также необходимо создать необходимые инструменты, руководства и методологии, которые помогут создать эту базу данных. Эта статья представляет собой попытку достичь этой цели. Разработка WUDAPT потребует нескольких этапов, которые включают в себя пространственное картирование соответствующих пространственных городских типов и привязку этих пространственных областей к городской морфологии, физическим свойствам и использованию человеком. Здесь мы опишем начальный этап классификации городских территорий, который впоследствии может быть связан с дополнительной информацией и подробностями в будущей работе.

Мы представляем и описываем методологию получения культурно-нейтральной основы для классификации и разграничения городских ландшафтов в климатически значимую схему классификации с использованием данных дистанционного зондирования в сочетании с местными экспертными знаниями и концепцией локальных климатических зон (LCZ). LCZ представляют собой общее, легко понимаемое, культурно нейтральное описание землепользования и растительного покрова (LULC), подходящее для климатических исследований [4]. Критическим моментом является то, что LCZ универсальны в своем применении и могут быть связаны с измеримыми городскими параметрами по городской форме и функциям. Классификационная схема LCZ была разработана для описания ландшафтов (городских и природных), которые демонстрируют различный термальный климат вследствие их свойств поверхности, и широко использовалась в исследованиях городского острова тепла (УИТ).

2 МЕТОДОЛОГИЯ И РЕАЛИЗАЦИЯ

В этом разделе рассматриваются целесообразность, требования и ограничения методов картирования LCZ в качестве важного шага на пути к разработке первоначальной глобальной пространственной классификации, на которой будет основываться WUDAPT.

LCZ были недавно введены Стюартом и Оке для стандартизации классификации городских и сельских полевых участков для наблюдательных исследований UHI [4]. Традиционно, UHI был определен как разность температур воздуха между городом и деревней на высоте экрана (ΔT_{U-R}), но различные исследования показали огромное разнообразие ландшафтов, рассматриваемых как «сельские» или «городские» (например, аэропорты служили в качестве как городские, так и сельские опорные станции) [5]. Схема LCZ направлена на преодоление этой довольно упрощенной характеристики ландшафта с помощью общепризнанной климатической классификации городских и сельских районов. LCZ определяются как «области однородного поверхностного покрова, структуры, материала и деятельности человека, которые охватывают от сотен метров до нескольких километров в горизонтальном масштабе. Каждый LCZ имеет характерный температурный режим высоты экрана, который наиболее очевиден на сухих поверхностях, в спокойные, ясные ночи и в областях простого рельефа» [4]. Базовый уровень информации (L0) состоит из локальных климатических зон (LCZ) карт городов; каждая категория LCZ связана с диапазоном значений для соответствующих поверхностных дескрипторов модели (например, шероховатость, непроницаемое поверхностное покрытие, площадь крыши, высоты здания и т. д.). Уровни 1 (L1) и 2 (L2) будут предоставлять конкретные внутривысотные значения для других соответствующих дескрипторов с большей точностью, такие как морфологические формы данных, данные о составе материала и потреблении энергии.

Таблица 1. Характеристики и параметры города

Характеристика	Параметры
Покрытие	Вегетативное, строительное, непроницаемое поверхностное покрытие
Материал	Тип стены, тип крыши, тип окна, дорожные материалы, оконная фракция на стене, цвет / альbedo
Геометрия	Высота здания, ширина улиц, смежные или изолированные здания, геометрия крыши
Функция	Использование зданий, ирригация, тип дороги, настройка температуры, размещение, кондиционирование воздуха, ставни или затенение, открытие окна

WUDAPT имеет иерархический подход к сбору данных:

Уровень 0: Города сопоставляются с использованием схемы локальной климатической зоны (LCZ), которая классифицирует ландшафты на 10 городских и 7 видов естественных поверхностных покрытий. Каждый тип LCZ описан с точки зрения типичного внешнего вида каждого в наземных и аэрофотоснимках и связан с некоторыми значениями городских параметров.

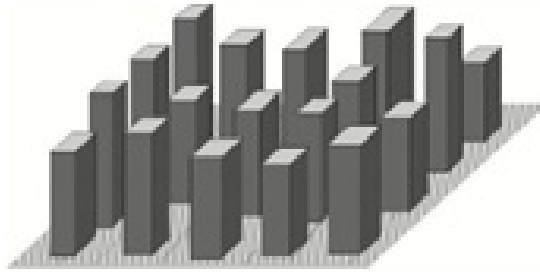
Уровень 1: карты LCZ используются для отбора городского ландшафта для более подробной информации о дополнительных аспектах формы и функций.

Уровень 2: это самый высокий уровень и относится к городским данным, собранным в заданном пространственном масштабе (например, 250 м) по всей городской территории (покрытие «от стены до стены»).

Данные уровня 0 являются самым грубым уровнем сбора данных, но должны обеспечивать всесторонний и последовательный охват. Эти данные описывают городской ландшафт в пространственных единицах соседнего масштаба ($> 1 \text{ км}^2$) с использованием схемы LCZ. Классификация городской территории по типам LCZ основана на полуавтоматическом процессе с использованием доступных мультиспектральных спутниковых изображений (Landsat8) и свободного программного обеспечения SAGA. Для того, чтобы этот процесс функционировал, необходим образец учебных зон, которые идентифицируют типы LCZ в выбранном городе. Эти учебные области используются для определения статистических характеристик значений пикселей LCZ в доступных мультиспектральных изображениях; после эта информация используется для разработки модели, которая классифицирует все изображения в типы LCZ. Были выделены следующие типы (классы):

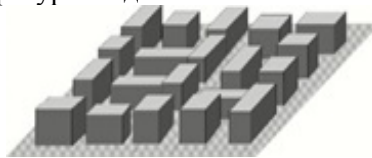
LCZ 1: Компактные высотные здания

- плотно упакованные здания до десятков этажей
- мало деревьев или нет
- небольшое или совсем не зеленое пространство
- бетонные, стальные, каменные и стеклянные строительные материалы
- небольшой дневной температурный диапазон



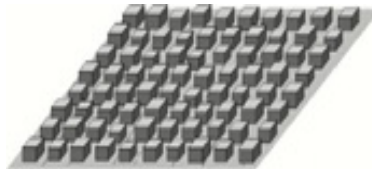
LCZ 2: компактные здания средней высоты

- плотно упакованные здания высотой от 3 до 9 этажей
- немного, если какие-либо деревья
- небольшое или совсем не зеленое пространство
- каменные, кирпичные, плиточные и бетонные строительные материалы
- небольшой дневной температурный диапазон



LCZ 3: Компактные малоэтажные здания

- плотно упакованные здания высотой от 1 до 3 этажей
- мало деревьев или нет
- небольшое или совсем не зеленое пространство
- бетонные, стальные, каменные и стеклянные строительные материалы
- дневной температурный диапазон – средний



LCZ 4: Открытые высотные здания

- построенные здания высотой в десятки этажей
- обилие деревьев и пронизаемое покрытие (низкие растения)
- бетонные, стальные, каменные и стеклянные строительные материалы
- небольшой дневной температурный диапазон



LCZ 5: Открытые здания средней высоты

- просторно расположенные здания высотой от 3 до 9 этажей
- обилие деревьев и пронизаемое покрытие (низкие растения)
- бетона, стали, камня и стекла.
- среднесуточный температурный диапазон



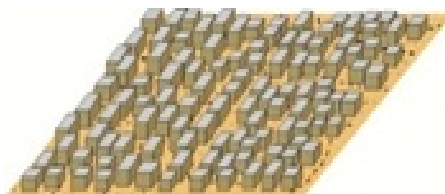
LCZ 6: Открытые малоэтажные здания

- открытые здания высотой от 1 до 3 этажей
- обилие деревьев и проницаемое покрытие (низкие растения)
- деревянные, кирпичные, каменные, плиточные и бетонные строительные материалы



LCZ 7: Легкие малоэтажные здания

- легкие строительные материалы, здания высотой от 1 до 2 этажей
- мало деревьев или нет совсем
- плотный покров
- большой дневной температурный диапазон



LCZ 8: Большие малоэтажные здания

- большие, открытые здания высотой от 1 до 3 этажей
- небольшое количество деревьев
- полы в основном вымощены
- среднесуточный температурный диапазон



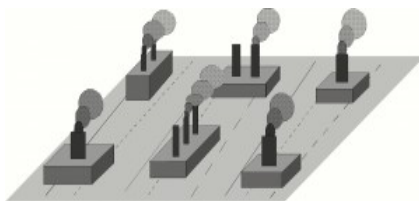
LCZ 9: Здания в природной зоне

- редкое расположение небольших или средних зданий
- природное окружение
- обилие проницаемого покрытия
- большой дневной температурный диапазон



LCZ 10: Тяжелая промышленность

- Малоэтажные и средние промышленные сооружения (башни, резервуары, стопки)
- мало деревьев или совсем нет
- прикрытый грунт или твердый
- металлические, стальные и бетонные строительные материалы



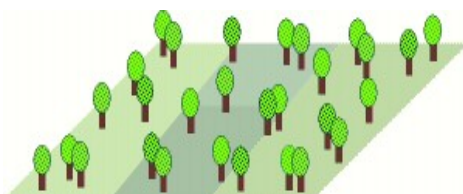
LCZ A: Плотные деревья

- Сильно лесистый пейзаж лиственных и / или вечнозеленых деревьев.
- Покрытие земли в основном проницаемо (низкое растение).



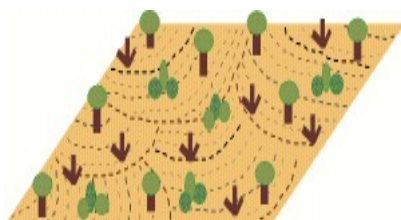
LCZ B: Рассеянные деревья

- Слегка лесистый пейзаж лиственных и / или вечнозеленых деревьев.
- Покрытие земли в основном проницаемо (низкое растение).



LCZ C: Кустарники

- Открытое расположение кустов, кустарников и коротких древесных деревьев.
- Покрытие земли в основном проницаемо (голой почвой или песком).



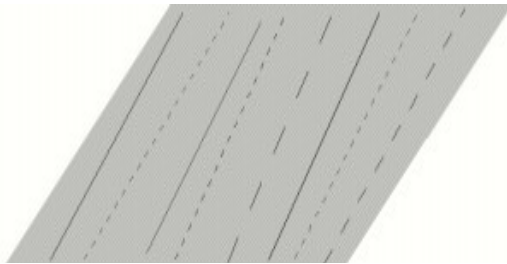
LCZ D: Низкие растения

- Бесценный пейзаж травы или травянистых растений / культур.
- Мало или совсем нет деревьев.



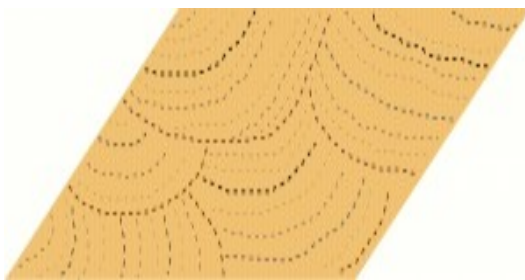
LCZ E: Голая скала или впадина

- Необычный ландшафт скалы или проложенного покрытия.
- Мало или совсем нет деревьев.



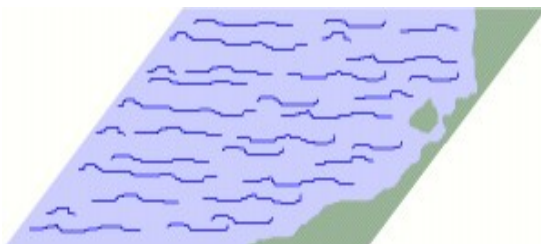
LCZ F: Грубая почва или песок

- Бесценный ландшафт почвенного или песчаного покрытия.
- Мало или совсем нет деревьев или растений.



LCZ G: Вода

- Большие, открытые водоемы, такие как моря и озера, или небольшие тела, такие как реки, водохранилища и лагуны.



Данные классы использовались для выделения участков города с характерным типом урбанизации. На рисунке 2 представлена обучающая разметка для города Алматы. Используя эти данные математическая модель, реализованная в программном пакете SAGA [6]. SAGA-GIS была разработана для простой и эффективной реализации пространственных алгоритмов и, следовательно, служит основой для разработки и реализации геонаучных методов и моделей. Он предоставляет легко доступный пользовательский интерфейс со многими вариантами визуализации (рис. 5с) и может быть написан из командной строки с использованием python или R. В версии 2.1.4 SAGA предоставляет более 700 методов, включая файловые операции, ссылки и проекцию, основные пространственные растровые и векторные операции, а также фильтры, которые используются здесь на этапах предварительной и последующей обработки. Поскольку классификатор случайных лесов ранее не был доступен в SAGA, он был реализован из библиотеки обработки изображений VIGRA [7]. Последняя версия SAGA поддерживает цепочки инструментов, позволяя последующим вызовом нескольких модулей одним щелчком мыши, что поможет в дальнейшем просто выполнить процедуру классификации. В качестве входных данных для анализа используется спутниковые изображения (Landsat8) [8] [<https://earthexplorer.usgs.gov/>].

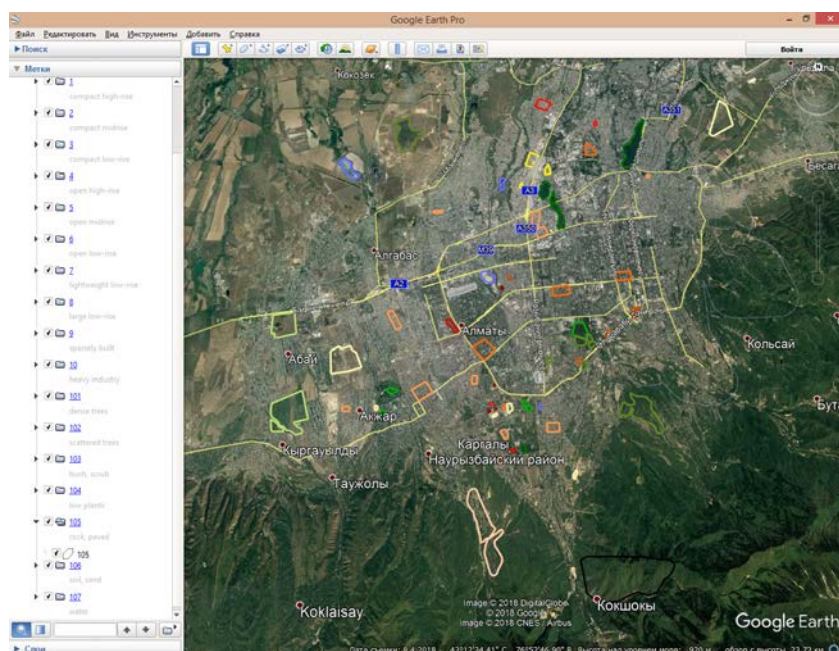


Рис. 1. Нанесение обучающей разметки

Мы решили использовать Google Планета Земля, которая является бесплатной, простой в использовании и включает изображения с очень высоким разрешением для большинства городов.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ

1) Результатом научной работы стала карта климатических зон. Были использованы снимки Landsat 8 для города Алматы на 30.04.2018, которые использовались для анализа и построения карты климатических зон, рисунок 2.

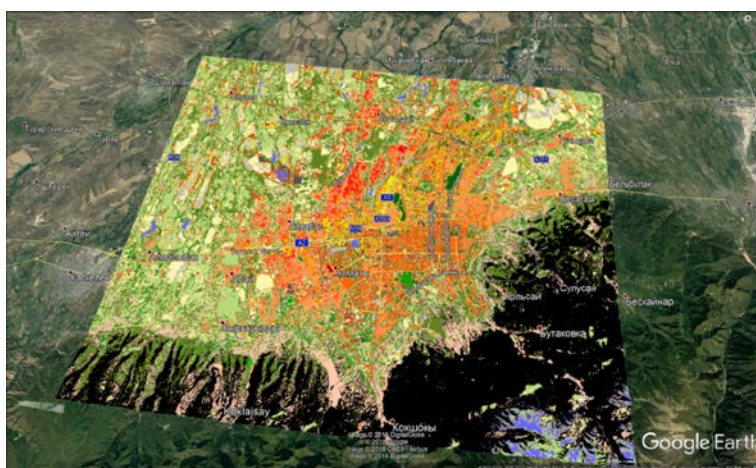


Рис. 2. LCZ для города Алматы

Зелёные насаждения обогащают ландшафт территорий жилой застройки и служат средой для формирования рекреационных элементов. Кроме того, по картам можно определить участки или выявить объекты, которые оказывают интенсивное тепловое воздействие на окружающую городскую среду. Одновременно с тепловым загрязнением такие объекты могут оказывать и химическое воздействие. На картах застройки и функциональных зон отражена информация о состоянии природно-антропогенных территорий, которые служат главным зелёным каркасом городов, и заброшенных участков, которые свойственны городам, где наблюдается упадок производств или их закрытие. На созданных картах прослеживается выраженная взаимосвязь структуры городской застройки и её тепловой структуры в пределах жилой и промышленной зон.

4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой статье мы представили концептуальные соображения относительно стандартного протокола для получения LCZ из данных дистанционного зондирования. Общая цель заключается в разработке универсального, простого и объективного метода картирования, который позволяет местным экспертам без ГИС и опыта дистанционного зондирования проводить и проверять классификации LCZ для своих городов. Помимо первоначальной цели классификации мест наблюдения УНІ, было установлено, что схема LCZ обеспечивает общую и в значительной степени всеобъемлющую и непоследовательную дискретизацию городского ландшафта в отношении климата его слоя навеса. Схема хорошо сбалансирована между точностью и универсальностью применения. Поэтому мы рассматривали его как оптимальную отправную точку для сбора более полных данных о физических и, в частности, климатологических характеристиках городских территорий. Для решения региональных и культурных особенностей могут использоваться подклассы, но это должно быть ограничено большими областями однородных определенных структур. Использование этих дополнительных классов должно быть хорошо задокументировано и собрано, чтобы стандартизировать его для культурных и биофизически сходных регионов. Обсуждались различные методы картирования, и было установлено, что контролируемая классификация на основе пикселей на основе многовременных данных Landsat является наилучшим компромиссом в отношении данных требований (универсальность, объективность, вычислительные и денежные затраты, а также ограниченное обучение операторов). Классификатор случайных лесов был реализован в программном обеспечении GIS SAGA с открытым исходным кодом, которое обеспечивает простой в использовании графический интерфейс пользователя для последующей обработки и классификации. Первоначальные тематические исследования были проведены в качестве доказательства концепции с многообещающими результатами. Наши результаты показывают, что спектральной информации из данных дистанционного зондирования обычно достаточно для контролируемой классификации LCZ в умеренном влажном климате; Классификация городов в других климатических режимах в настоящее время проверяется. Многовременные данные, представляющие сезонные фенологические стадии, по-видимому, улучшают точность классификации, хотя оптимальное сезонное распределение изображений требует дальнейшего изучения и может варьироваться в зависимости от климата.

Работа выполнена при поддержке гранта № BR05236316 по теме «Разработка программного комплекса для 3D моделирования, непрерывного мониторинга и прогнозирования уровня загрязнения атмосферного воздуха густонаселенных и промышленных территорий» Министерства образования и науки Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Oke, T.R. City size and the urban heat island. *Atmos. Environ.* 1973, 7, 769–779.
- [2] Ching, J.K.S. A perspective on urban canopy layer modeling for weather, climate and air quality applications. *Urban. Clim.* 2013, 3, 13–39.
- [3] Satterthwaite, A.D.E.; Aragón-Durand, F.; Corfee-Morlot, J.; Kiunsi, M.; Pelling, M.; Roberts, D.C.; Solecki, W. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Доступ: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-FrontMatterA_FINAL.pdf (Дата обращения 25 мая 2019).
- [4] Stewart, I.D.; Oke, T.R. Local climate zones for urban temperature studies. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 2012, 93, 1879–1900.
- [5] Stewart, I.D. A systematic review and scientific critique of methodology in modern urban heat island literature. *Int. J. Climatol.* 2011, 31, 200–217.
- [6] Conrad, O. SAGA. Aufbau, Funktionsweise und Anwendung eines Systems für geowissenschaftliche Analysen. Göttingen, 2006. Доступ: <http://ediss.uni-goettingen.de/bitstream/handle/11858/00-1735-0000-0006-B26C-6/conrad.pdf?sequence=1> (Дата обращения 28 мая 2019).
- [7] Köthe, U. *Generische Programmierung für die Bildverarbeitung; BoD–Books on Demand: Hamburg, Germany, 2000.*
- [8] Knight, E.J.; Kvaran, G. Landsat-8 operational land imager design, characterization and performance. *Remote Sens.* 2014, 6, 10286–10305

Джамалов Д.К.

Алматының жергілікті климаттық аймақтарын ғарыштық суреттер арқылы картаға түсіру

Түйіндеме. Қалаларда жергілікті климаттық аймақтарды бөлу қалалық жылу аралының бақылау учаскелерін біріктіру үшін және климаттық және метеорологиялық модельдеуде пайдаланылуы мүмкін,

ғимараттардың әртүрлі үйлесімін және топырақ жамылғыларын шектеулі санына азайтуға мүмкіндік береді. Мақалада Landsat-8 спутниктік суреттерімен Алматы қаласының жергілікті климаттық аймақтарын WUDAPT (World Urban Database Project) жобасының шеңберінде жіктеу әдісі көрсетілген. WUDAPT-тің дамуындағы алғашқы қадам - жердің климаттық қасиеттеріне негізделген санаттарға табиғи және қалалық пейзаждарды сыныптайтын жергілікті климаттық аймақтар (LCZ) схемасына негізделген қалалардың сипаттамасы болып табылады. Бұл әдістеме қалалардың ішкі құрылымы туралы ақпаратты жинау үшін мәдени бейтараптық негізді қамтамасыз етеді. Бұдан басқа, зерттеу қашықтан зондау деректерін басқарылатын LCZ картасын жасау үшін қолдануға болатындығын көрсетті. LCZ карталау қиын, өйткені әртүрлі өңірлердегі ұқсас LCZ өсімдіктердің, құрылыс материалдарының және басқа да мәдени және физикалық факторлардың өзгешеліктерінің айырмашылығы бойынша әр түрлі спектрлік қасиеттерге ие. Мұнда әзірленген WUDAPT протоколы жұмыс үрдісін түсінуге оңай; еркін қол жетімді деректер мен бағдарламалық қамтамасыз етуді қолданады; кеңістіктік талдау немесе қалалық климаттық ғылым саласында арнайы білімі жоқ адам қолдануы мүмкін.

Түйінді сөздер: қалалық климат, ғарыш суреттерін өңдеу, жергілікті климаттық аймақтар, тақырыптық карталар, OpenStreetMap, WUDAPT

УДК 550.34.013.2

A.Y. Abetov, A.T. Niyazova
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: niyazova.akma@mail.ru)

DEEP STRUCTURE OF THE CONSOLIDATED CRUST OF BIG GEOSTRUCTURES OF THE NORTH-USTYURT REGION

Abstract. The tectonic elements of the North Ustyurt region are divided into three groups according to the depth of the Moho surface.

The first group consists of the South Emba uplift, the Central Ustyurt dislocation system and the Aral-Kyzylkum with minimal marks of the depths of immersion of the Moho surface, which mainly lies conformally with the basement surface.

The second group of structures formed by the North Ustyurt system of troughs, the Aktumsuk system of dislocations, the Baichagyr-Yarkimбай protrusion and the Kuanysh-Koskalinsky rampart, where the Moho surface takes on intermediate depth values.

The Buzachi arch forms the third group of structures and Mountain Mangyshlak, the Chelkar trough, the adjacent areas of the South-Western spurs Mugodzhar and the Akkul ledge with the maximum deepening of the surface of Moho. In the second and third groups, the correlation relationships between the surfaces of the basement and Moho weaken.

The structural characteristics along the Moho surface are good correlated with the distribution of gravitational and magnetic anomalies, heat fluxes.

Key words. Moho surface, basement surface, correlation coefficient, heat flux, analysis of magnetic and gravitational fields.

А.Е. Абетов, А.Т. Ниязова
(Satbayev University, Алматы, Республика Казахстан
E-mail: niyazova.akma@mail.ru)

ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ КОНСОЛИДИРОВАННОЙ КОРЫ КРУПНЫХ ГЕОСТРУКТУР СЕВЕРО-УСТЮРТСКОГО РЕГИОНА

Аннотация. Тектонические элементы Северо-Устюртского региона обособляются в три группы по глубине залегания поверхности Мохо.

Первую группу образуют Южно-Эмбинское поднятие, Центрально-Устюртская система дислокации и Арало-Кызылкупумский вал с минимальными отметками глубин погружения поверхности Мохо, которая преимущественно залегает конформно с поверхностью фундамента.

Вторую группу структур образуют Северо-Устюртская система прогибов, Актумсукская система дислокаций, Байчагыр-Яркимбайский выступ и Куаныш-Коскалинский вал, где поверхность Мохо принимает промежуточные по глубинам значения.

Третью группу структур формируют Бузачинский свод и Горный Мангышлак, Челкарский прогиб, прилегающие к нему районы Юго-Западных отрогов Мугоджар и Аккуловский выступ с максимальным

заглублением поверхности Мохо. Во второй и третьей группах корреляционные связи поверхностей фундамента и Мохо ослабевают.

Структурные характеристики по поверхности Мохо хорошо согласуются с распределением гравитационных и магнитных аномалий, тепловых потоков.

Ключевые слова. Поверхность Мохо, поверхность фундамента, коэффициент корреляции, тепловой поток, анализ магнитного и гравитационного полей.

Введение

Небольшой исторический экскурс в историю геологического развития показывает, что до середины 70-х годов представления о строении консолидированной коры Северо-Устьюртского региона базировались исключительно на интерпретации геофизических потенциальных полей [1].

С середины 70-х и в 80-ые годы консолидированная кора этого региона активно изучалась модификациями сейсморазведки ГСЗ-МОВЗ и КМПВ-ОГТ. Только по Восточному Устьюту общая протяженность профилей превысила 3000 км. Однако, несмотря на относительную информативность этих методов, финальные модели консолидированной коры Северо-Устьюртского региона не вышли за рамки плоско-параллельных сред [2, 3, 4].

На определенной стадии развития геологических представлений по Северо-Устьюртскому региону эти модели, безусловно, сыграли свою положительную роль. Вместе с тем, решение насущных прикладных и фундаментальных задач нефтегазовой геологии обусловило необходимость в выявлении более тонких структурных и вещественных особенностей строения консолидированной коры или магматоморфической земной коры (ММЗК) в терминологии Кунина Н.Я. [5].

В этих целях в 1986-1989 гг. только на территориях Восточного Устьюрта и Юго-Западного Приаралья ГПП «Узбекгеофизика» были отработаны восемь профилей ГСЗ-ОГТ общей протяженностью свыше 800 км, пересекающие основные тектонические элементы этих регионов - Центрально-Устьюртскую систему дислокаций, Барасакельмесский прогиб, Куаныш-Коскалинский вал и Судочий прогиб. Результаты интерпретации этих профилей были дополнены материалами обработки и интерпретации профилей КМПВ-МГОВ [2].

Большой вклад в исследования глубинного строения Северо-Устьюртского региона был внесен Антоненко А.Н., Поповым А.А., Куниным Н.Я., Морозовым М.Д., Абдулиным А.А., Воцалевским Э.С., Пилифосовым В.М., Воложем Ю.А., Сапожниковым Р.Б., Быкадоровым В.А., Бабаджановым Т.Л., Рзаевой В.А., Вольвовскими Б.С. и И.С., Кононовым Ю.С., Абетовым А.Е., Неволиным Н.В., Гарецким Р.Г., Липатовой В.В., Шрайбманом В.И., Акрамходжаевым А.М., Яншином А.Л., Дикенштейном Г.Х., Гринбергом И.Г., Дьяковым Б.Ф. и др.

По результатам проведенных исследований было установлено, что фундамент Северного Устьюрта сложен метаморфическими и интрузивными породами позднего докембрия-среднего палеозоя, образованными гнейсами, амфиболитами, кристаллическими сланцами, метаморфизованными карбонатными отложениями и мраморами, разбуренными редкими скважинами.

Докембрийские кристаллические и метаморфические сланцы обнаружены также в Юго-Западном Приаралье (Узбекистан) на площади Коскала (скв.1), где они сформированы графит – хлорит - мусковитовыми сланцами, образовавшимися при метаморфизме вулканитов основного и среднего состава (в меньшей степени кислого состава) и осадочных обломочных пород [6].

Возраст пород в скважине-1 Коскала определен как 585 ± 25 млн лет [7].

К верхнему протерозою отнесены разбуренные глубокими скважинами амфиболиты (Г-16 Базайская), различные метаморфические и кристаллические сланцы (Г-1 Кызылой, Г-16 Базайская) [7].

Породы фундамента предположительно докембрийского и палеозойского возрастов вскрыты бурением по обрамлению Челкарского прогиба (Аккулковский вал, Базайское поднятие, Жумагульский выступ), где по аналогии с Уралом к палеозою (силур-девон) к ним условно, отнесены углисто-серицитовые сланцы, филлиты, базальтовые порфириды, серпентиниты (в скважинах Г-2 Аккулковская, Г-1 Сорбулак, Г-6 Жумагул) [7].

Вблизи границы с Северо-Аральским блоком в разрезе консолидированной коры появляются сильно метаморфизованные карбонатно-терригенные породы, вероятнее всего, раннепалеозойского возраста [8, 9, 10, 11, 12].

Результаты исследований

Методическую основу выполненных нами исследований составил количественный корреляционный анализ поверхностей Мохо и фундамента в программном комплексе Coscad 3D, в котором рассчитаны коэффициенты корреляции (полный спектрально-корреляционный анализ геоданных).

Необходимо отметить, что программный комплекс Coscad 3D был разработан в Московском Государственном геологоразведочном Университете под руководством докторов физико-математических наук, профессоров Никитина А.А. и Петрова А. В [13].

На предварительном этапе структурные карты по поверхностям Мохо и фундамента были переведены в цифровой формат с помощью программных средств Didger, Surfer, ArcGIS, Geosoft.

В дополнении к этому результаты расчетов в программном обеспечении Coscad 3D были прокоррелированы на качественном уровне со схемами распределения теплового потока, аномалий гравитационного и магнитного полей Северо-Устьюртского региона.

В целом, в рельефе поверхности Мохо Северо-Устьюртского региона обособляются три области гипсометрических выступов – это Южно-Эмбенское поднятие, Центрально-Устьюртская система дислокации и Арало-Кызылкумский вал (рис. 1), в тектоническом плане образующие «мобильное обрамление» данного региона.

Генезис этих тектонических элементов увязывается с реликтами океанической либо субокеанической коры, сформированной группой пород основного и ультраосновного состава, что подтверждается присутствием здесь интенсивных линейно-вытянутых максимумов гравитационного поля [14].

Другим интересным фактом является отсутствие резких градиентных зон в аномальном геомагнитном поле между стабильными глыбами и мобильными поясами, обрамляющие Северо-Устьюртский регион. Минимумы аномалии ΔT_a без видимых осложнений транслируются из Центрально-Устьюртской системы дислокации и Арало-Кызылкумского вала в пределы стабильных глыб Северо-Устьюртского региона [15].

Таким образом, не находят подтверждение сложившиеся представления о том, что южное, северное и восточные ограничения Северо-Устьюртского массива в рельефе поверхности фундамента происходят по сложной системе крупноамплитудных разломов.

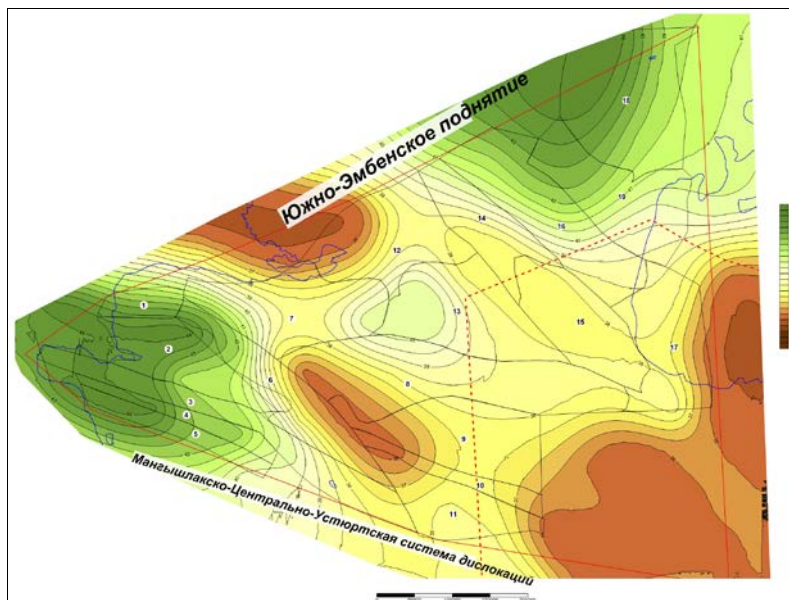


Рис. 1. Структурная схема поверхности Мохо

Условные обозначения на карте: Тектонические элементы (по поверхности фундамента):

- 1 – Бузачинское поднятие; 2 – Северо-Каратауская система; 3 – Тюбкараган- Каратауская мегантиклиналь;
- 4 – Чакырганский прогиб; 5 – Беке-Башкудукская мегантиклиналь; 6 – Кызан-Токубайское поднятие;
- 7 – Култукская впадина; 8 – Барсакельмесская впадина; 9 – Байчагырский выступ; 10 – Карабаурская мегантиклиналь; 11 – Центрально-Устьюртская система; 12 – Жайылганское поднятие; 13 – Самская впадина;
- 14 – Аманжол-Шелуранский выступ; 15 – Актумсукское поднятие; 16 – Косбулакская впадина;
- 17 – Арало-Кызылкумская система; 18 – Челкарская впадина; 19 – Аккуловский выступ.

Южно-Эмбинское поднятие. В виде узкой инверсионной структуры простирается в северо-восточном направлении и разделяет Прикаспийскую впадину и Северо-Устьюртский массив [16].

По мнению Милановского Е.Е. [17] Южно-Эмбинское поднятие сформировалось на месте авлакогеосинклинали (рифта). Структуры типа Южно-Эмбинской зоны поднятий интерпретируются как погребенные вулканические дуги [18].

В поле аномалий силы тяжести здесь выделяются гравитационные максимумы, генетически связанные с океаническими рифтами, развитие которых было завершено в девоне [19].

В поле геомагнитных аномалий Южно-Эмбинское поднятие выделяется в виде крупной системы магнитных максимумов, ориентированных в северо-восточном направлении.

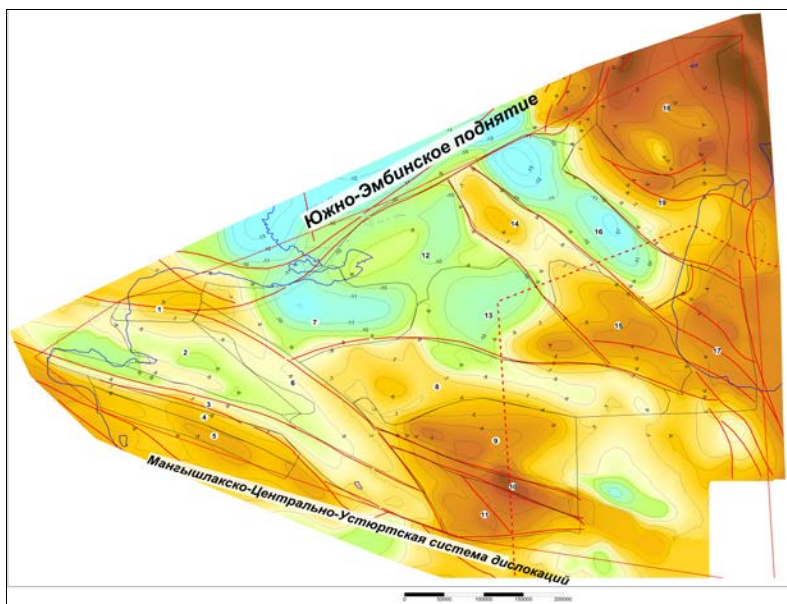


Рис. 2. Структурная карта поверхности фундамента
(Названия тектонических элементов приведены под рисунком 1)

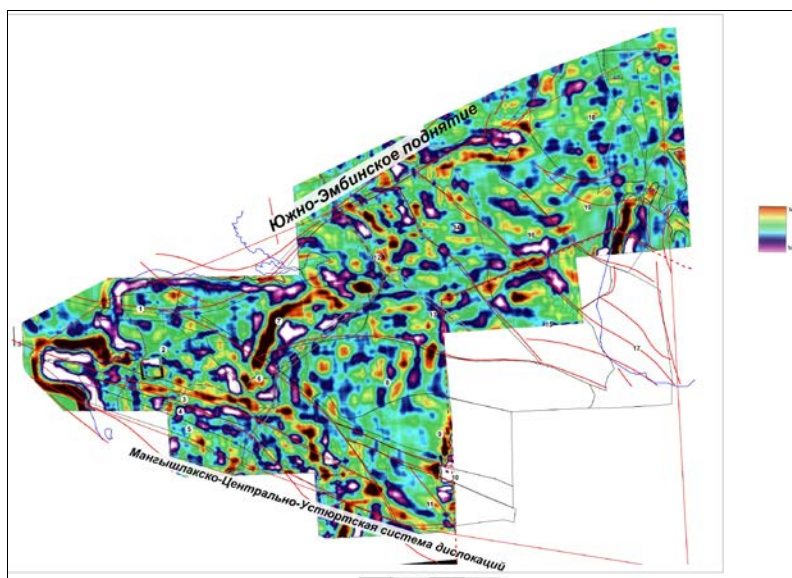


Рис. 3. Карта локальных аномалий теплового потока
(Названия тектонических элементов приведены под рисунком 1)

В геотермическом поле Южно-Эмбинское поднятие выделяется умеренными значениями тепловых потоков, чередующимися с участками их минимумов (рис. 3), что, возможно, связано с развитием здесь реликтов океанической коры с пониженной теплопроводностью горных пород 1,1-1,9 Вт/(м*К) [20].

В центральной части Южно-Эмбинского поднятия поверхность фундамента заглублена до 12,0 - 13,0 км, тогда как на северо-западном и юго-восточном флангах этого поднятия воздымается до глубин 9,0 - 10,0 км и менее (рис. 2).

В полном соответствии с рельефом фундамента в центральной части Южно-Эмбинского поднятия в рельефе поверхности Мохо наблюдается выступ (на глубинах до 35,0 км), в то время как на флангах этого поднятия искомая поверхность заглубляется до 42,0-44,0 км (рис. 1).

Таким образом, в центральной части данного поднятия наблюдается конформное залегание рельефов поверхностей фундамента и Мохо с аномально высокими значениями (до 0,9) коэффициентов корреляции, тогда как на его флангах эти региональные границы расположены антиформно по отношению друг к другу, образуя так называемые «корни гор». Здесь, поверхности фундамента и Мохо не коррелируются (со значениями от -0,1 до -0,7).

Центрально-Устюртская система дислокаций. В рельефе поверхности фундамента отчетливо проявляется как контрастно выраженная линейная структура, вытянутая в запад-северо-западном направлении и осложненная валообразными поднятиями и прогибами более высоких порядков.

В гравитационном поле Центрально-Устюртская система дислокаций характеризуется линейно-вытянутыми интенсивными максимумами, ориентированными в северо-западном (герцинском) направлении, генезис которых связан с реликтами океанической коры.

На ранних этапах исследований Северо-Устюртского региона геологическая интерпретация линейно-вытянутых гравитационных максимумов связывалось с поднятием палеозойских образований и сокращением толщины пермо-триасовых комплексов пород, вплоть до выклинивания в сводовых частях положительных структур [21].

Центрально-Устюртская зона магнитных максимумов состоит из ряда линейно-вытянутых зон локальных максимумов, видимо, связанных с основными интрузивными породами, внедрившихся по глубинным разломам большей протяженности [22].

В юго-западной части Центрально-Устюртской системы дислокаций в поле тепловых потоков выделяется чередующиеся минимумы и максимумы, вероятно, связанное с повышенной проницаемостью земной коры. На остальных площадях этой системы зафиксированы умеренные значения тепловых потоков.

В осевой части Центрально-Устюртской системы дислокаций поверхность консолидированного фундамента залегает на глубинах 4,0 – 6,0 км (рис. 2).

В рельефе поверхности Мохо здесь установлен относительный выступ на глубинах 36,5-38,0 км, залегающий конформно к фундаменту и ориентированный в северо-западном направлении (рис. 1). Пространственно к этому выступу тяготеют Култукская и Барсакельмесские впадины, Байчагырский выступ и Карабаурский вал, где поверхность Мохо незначительно погружается (до 36,0-39,0 км) (рис. 1).

Коэффициент корреляции между фундаментом и поверхностью Мохо повсеместно здесь коррелируются высокими значениями (от 0,6 до 0,9) (рис. 3).

Арало-Кызылкумский вал (система поднятий). Расположен на восточном фланге Северо-Устюртского региона, в полосе развития Урало-Оманского линиамента - тектонического шва древнего заложения.

Линейно - вытянутые в субмеридиональном направлении аномалии Арало-Кызылкумской системы магнитных минимумов связаны с приближением к дневной поверхности палеозойских и докембрийских образований, пронизанных основными интрузиями, чем, вероятно, можно объяснить относительно увеличенные значения напряженности магнитного поля [15].

В гравитационное поле здесь обособляются субизометричные, либо слегка вытянутыми в субширотном направлении максимумы, природа которых может быть связана с магматогенными образованиями, продуктами вулканической деятельности (извержение лав основного состава), участвующими в формировании фундамента [16].

В рельефе поверхности Мохо Арало-Кызылкумский вал выделяется как крупная полигональная область выступов на глубинах 36,0-38,0 км (рис. 1).

В рельефе поверхности фундамента этот вал также проявляет себя как крупный полигональный массив с глубиной залегания фундамента до 6,0 км (рис. 2).

Поверхности фундамента и Мохо здесь практически не коррелируются (от 0,1 до -0,4) (рис. 3).

Крупные области прогибов в рельефе поверхности Мохо выделяются на западе и северо-востоке Северо-Устюртского региона. На западе - в пределах Бузачинского свода и Горного Мангышлака, на северо-востоке - установлены в Челкарском прогибе, прилегающих районов Юго-Западных отрогов Мугоджар и Аккуловском выступе.

В пределах Бузачинского свода и Горного Мангышлака наиболее магнитоактивным является комплекс додевонских дислоцированных образований, переходящих в складчатый фундамент. При этом, интенсивные положительные аномалии магнитного поля связываются с проявлением активных магматических процессов в вулканической и/или интрузивной формах.

В гравитационном поле в формировании локальных аномалий положительного и отрицательного знака существенную роль играют отложения пермо-триаса, точнее, в создании аномалий участвует их кровля, характеризующаяся скачком плотности от 0.25 до 0.40 г/см³ (Коврижных П.Н., 2017 г.).

Региональный положительный гравитационный эффект создают метаморфизованные отложения «C2+D» совместно с толщиной додевонских дислоцированных осадочных образований с переходом их в складчатый фундамент.

Бузачинский свод и Горный Мангышлак (включая Тюб-Караган-Каратуская и Беке-Башкудукская мегантиклинории, Чакрырганский прогиб) образуют крупную область прогибов в рельефе поверхности Мохо выделяющейся на глубинах 41,5 – 44,0 км (рис. 1). Фундамент залегает здесь на глубинах 6,0 – 7,0 км и более (рис. 2).

По всей территории Бузачинского свода поверхности фундамента и Мохо залегают антиформно и не коррелируются между собой (-0,4-0,8) (рис. 3).

Напротив, в пределах Горного Мангышлака фундамент и поверхность Мохо повсеместно залегают конформно с высоким коэффициентом корреляции (от 0,4 до 0,9) (рис. 3).

В поле тепловых потоков Бузачинский свод выделяется зоной низких значений, для которой характерна субмеридиональная упорядоченность, что, возможно, связано с развитием здесь консолидированной коры с пониженной теплопроводностью горных пород 1,1-1,9 Вт/ (м*К) [20]. Остальные зоны Бузачинского свода и Горного Мангышлака проявляются умеренной прогретостью земных недр.

Как отмечалось выше на северо-востоке Северо-Устюртского региона прогибы в рельефа Мохо установлены в **Челкарском прогибе, прилегающих районах Юго-Западных отрогов Мугоджар и Аккуловском выступе.**

В поле силы тяжести Челкарский прогиб проявляется максимумами гравитационных аномалий, что, по-видимому, свидетельствует о внедрении плотных гравитирующих тел в осадочный чехол.

В тепловом потоке преобладают умеренные значения с некоторыми мозаично распределенными зонами снижения этих значений.

Челкарский прогиб и прилегающие районы Юго-Западных отрогов Мугоджар и Аккуловский выступ характеризуются заглуплением поверхности Мохо до 40,0-44,0 км (рис. 1).

Поверхность фундамента в пределах этого фланга Северо-Устюртского региона залегает на глубинах от 2,0 – 3,0 км до 4,0 – 6,0 км и глубже (рис. 2).

Наблюдается снижение коррелируемости между поверхностями фундамента и Мохо с запада на восток (от 0,1 до -0,9) (рис. 3).

Актумсукская система дислокаций, Байчагыр-Яркимбайский выступ и т.п. - мобильные углы, глубоко проникающие в тело Северо-Устюртского массива раннепалеозойской или докембрийской консолидации.

Наблюдаемые здесь положительные максимумы гравитационного поля интерпретируются как результат внедрения интрузивных тел основного-ультраосновного составов и их эффузивных аналогов [23].

Актумсукская система дислокаций и Куаныш-Коскалинский вал по поверхности фундамента обособляются на глубинах 5,0 – 7,0 км (рис. 2).

В рельефе поверхности Мохо эти тектонические элементы проявляют себя как поднятие полигональной формы с отметками глубин -36,0-38,0 км (рис. 1).

Наблюдается коррелируемость фундамента и Мохо в пределах Актумсукской системы дислокаций, где коэффициент корреляции приобретает положительные значения увеличиваясь к центральной части от 0,1 до 0,6.

На Куаныш-Коскалинском валу повсеместно фундамент и Мохо залегают антиформно и не коррелируются между собой (-0,8 – 0,9) (рис. 3).

О некотором снижении теплопроводности пород консолидированной коры свидетельствуют минимальные значения тепловых потоков.

Северо-Устьюртская система прогибов образована Самской, Косбулакской и Култукской впадинами и Жайылганским поднятием. Эта система прогибов характеризуется глубоким погружением фундамента (до 10,0 – 12,0 км и более) (рис. 2).

Крупным блокам во внутренних районах Северного Устьюрта свойственно присутствие субизометричных и полигональных аномалий геомагнитного поля и отсутствие линейных дислокаций фундамента [23].

Морфология геомагнитного поля внутренних районов Северного Устьюрта свидетельствует о формировании магнитовозмущающих масс в составе фундамента до образования основных структур осадочного чехла и промежуточного структурного этажа [24].

По-видимому, формирование магнитных аномалий связано с жесткими массивами древней консолидации в той или иной мере вовлеченных в тектоно-магматическую активизацию на ранних этапах геологического развития.

В гравитационном поле здесь выделяются слабо интенсивные отрицательные аномалии полигональной, дискретно-мозаичной формы, приуроченные к массивным, стабильным глыбам с раннепалеозойским или докембрийским возрастом консолидации.

Слабо интенсивные отрицательные минимумы аномалий гравитационного поля можно объяснить влиянием мощной толщи рыхлых осадочных пород. Общая мощность только мезо-кайнозойских платформенных осадков в депоцентрах этой системы прогибов, видимо, достигает 4000 м.

Тепловое поле в пределах Северо-Устьюртской системы прогибов распределено мозаично, лишь в пределах Култукской впадины выделяется зона повышенных тепловых потоков субмеридионального направления.

Поверхность Мохо Северо-Устьюртской системы прогибов обособляются на глубинах 38,0 – 40,0 км (рис. 1).

Коэффициент корреляции между поверхностями фундамента и Мохо в Култукской впадине коррелируются экстремально высокими значениями (0,9), а в пределах Самского и Жайылганского прогибов наблюдаются неконформное залегание этих поверхностей (снижены до -0,9) (рис. 3).

На основании выполненных исследований представляется возможным сформулировать следующие выводы:

В зависимости от глубины погружения поверхности Мохо тектонические элементы Северо-Устьюртского региона обособляются в три группы.

Первую группу образуют Южно-Эмбинское поднятие, Центрально-Устьюртская система дислокации и Арало-Кызылкумский вал с минимальными глубинами погружения поверхности Мохо. Генезис этих тектонических элементов увязывается с реликтами океанической либо субокеанической коры, сформированной породами основного и ультраосновного состава, что подтверждается присутствием здесь интенсивных линейно-вытянутых максимумов гравитационного поля, умеренными и пониженными значениями тепловых потоков.

Морфология аномалий геомагнитного поля (за небольшим исключением) не подтверждает сложившиеся представления о контактах по сложной системе крупноамплитудных разломов южного, северного и восточного ограничения Северо-Устьюртского массива.

В первой группе структур поверхности фундамента и Мохо залегают конформно с высоким коэффициентом корреляции. Исключение представляет *Арало-Кызылкумский вала, где эти поверхности* залегают антиформно и не коррелируются между собой.

Вторую группу структур образуют Северо-Устьюртская система прогибов, Актумсукская система дислокаций, Байчагыр-Яркимбайский выступ и Куаныш-Коскалинский вал, где поверхность Мохо принимает промежуточные значения по глубинам.

Крупным блокам во внутренних районах Северного Устьюрта свойственно присутствие субизометричных и полигональных аномалий геомагнитного и гравитационного полей, что свидетельствует о формировании магнито-и гравитовозмущающих масс в раннепалеозойское или докембрийское время консолидации.

В мобильных углов напряженность, морфология и знак гравитационных и магнитных аномалий формировались под влиянием интрузивных тел основного-ультраосновного составов и их эффузивных аналогов.

Тепловой поток тектонических структур второй группы распределен мозаично.

Наблюдается коррелируемость фундамента и Мохо в пределах Актумсукской системы дислокаций, в Косбулакской и Култукской впадине. На Куаныш-Коскалинском валу, в пределах Самского и Жайылганского прогибов наблюдаются неконформное залегание поверхностей фундамента и Мохо.

Третья группа структур сформирована Бузачинским сводом и Горным Мангышлаком, Челкарским прогибом, прилегающими к нему районами Юго-Западных отрогов Мугоджар и Аккуловским выступом.

В поле силы тяжести здесь устанавливаются максимумы гравитационных аномалий, либо их чередующиеся максимумы и минимумы, интенсивные положительные аномалии магнитного поля, которые связываются с проявлением активных магматических процессов в вулканической и/или интрузивной формах.

Большое развитие здесь получила консолидированная кора с пониженной теплопроводностью горных пород, что подчеркивается линейными зонами пониженных тепловых потоков.

На территориях Бузачинского свода и Челкарского прогиба поверхности фундамента и Мохо залегают антиформно и не коррелируются между собой. Напротив, в пределах Горного Мангышлака фундамент и поверхность Мохо повсеместно залегают конформно с высоким коэффициентом корреляции.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Абетов А.Е., Жылкыбаева Г.А., Жылкыбаев Т.К. Сейсмические модели, реология и геодинамика консолидированной коры // Lambert Academic Publishing. (409). – 2015. – № 1. – С. 46-55.
- [2] Бабаджанов Т.Л., Кунин Н.Я., Лук-Зильберман В.И. Строение и нефтегазоносность глубоко погруженных комплексов Средней Азии по геофизическим данным. – Ташкент: Фан, 1986. – 185 с.
- [3] Бабаджанов Т.Л., Рзаева В.А., Рзаев М.М., Шейх-Заде Э.Р. Метод глубинных отраженных волн при излучении земной коры Восточного-Устюрта // – М.: Отечественная геология. – 1991. – №3. С. 56-63.
- [4] Бабаджанов Т.Л., Рзаева В.А., Шейх-Заде Э.Р. Глубинное геологическое строение земной коры под Аральским морем // М.: Советская геология. – 1989. – №1. – С. 80-85.
- [5] Кунин Н.Я. Промежуточный структурный этаж Туранской платформы. – М.: Недра, 1975. – 272 с.
- [6] Попков В.И. Тектоника Запада Туранской плиты. – М.: ИГиРГИ, 1992. – 148 с.
- [7] Акрамходжаев А.М., Гринберг И.Г., Сухинин В.Г., Юлдашев Ж.Ю., Валиев А.А. Нефтегазоносность Северо-Устюртской впадины. – Ташкент: Фан, 1974. – 81 с.
- [8] Князев В.С., Флоренский П.В., Чарыгин А.М., Шнип О.А. Складчатый фундамент и промежуточный комплекс Туранской плиты. – В книге «Фундамент и основные разломы Туранской плиты в связи с ее нефтегазоносностью» – М.: Недра, 1970.
- [9] Летавин А.И. Фундамент молодой платформы юга СССР. – Академия наук СССР: Наука, 1980. – 152 с.
- [10] Буш В.А., Гарецкий Р.Г., Кирюхин Л.Г. Тектоника эпигеосинклинального палеозоя Туранской плиты и ее обрамления. – М.: Наука, 1975. – 315 с.
- [11] Гарецкий Р.Г., Шлезингер А.Е., Яншин А.Л. Проблема фундамента молодых платформ // Бюл. МОИП. Отд. Геол. – 1971. – Вып. 3. – С. 146-147.
- [12] Гарецкий Р.Г. Тектоника молодых платформ Евразии. – Тр. ГИН АН СССР. Вып. 226 – М.: Наука, 1972. – 299 с.
- [13] Никитин А.А., Петров А.В., Алексашин А.С. Комплекс спектрально-корреляционного анализа данных «Коскад-3Д». Версия 2010.1 – Российский государственный геологоразведочный университет. – 2010.
- [14] Абетов А.Е., Ниязова А.Т. Региональные особенности геологического строения Северного Устюрта по данным гравиразведки. Актуальные проблемы геологии, геофизики и металлогении // Мат-лы науч.-техн. конф., посвящ. 80-летию создания Института геологии и геофизики и 105-летию со дня рождения акад. Х.М.Абдуллаева. - Т.: ГП «ИМР», 2017. - Кн. 3. – С. 91- 95.
- [15] Абетов А.Е., Ниязова А.Т. Аномальные геомагнитные поля Северного Устюрта // Материалы XXI международной научной конференции «Теория и практика современной науки». – Москва, 2016.
- [16] Ли Юн Хун. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности юго-восточного борта Прикаспийской впадины и ее обрамления. – М.: МГУ, 2006. – 152 с.
- [17] Милановский Е.Е. Геология России и ближнего зарубежья (Северной Евразии). – М.: МГУ, 1996. – 448 с.
- [18] Быкадоров В.А., Волож Ю.А., Милетенко Н.В., Федоренко О.А. Тектоническая эволюция и палеогеография Северного Устюрта в палеозое и раннем мезозое // Материалы 36 тект. совещания: тектоника и геодинамика континет. коры. – Москва, 2003. – С. 86-89.
- [19] Фишман И.Л. Геодинамические модели Арало-Каспийского региона. – Алматы, 2016. – 156 стр.
- [20] Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Кожевников Д.А. Петрофизика (Физика горных пород): Учеб. для вузов. 2-ое изд. перераб. и доп. под редакцией доктора физико-математических наук Д.А. Кожевникова — М.: ФГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2004. – 368 с.

[21] Ужженов Б.С., Мазуров А.К., Быкадоров В.А., Смирнов А.В., Федоренко О.А. Палеогеография и геодинамика Казахстана и сопредельных территорий // Сб. Геонауки в Казахстане. Доклады казахстанских геологов на МГК-32. – Алматы, 2004. – С. 39-54.

[22] Абетов А.Е., Ниязова А.Т., Абетова С.А. Корреляция аномалий гравитационного и геомагнитного полей в Пределах крупных геоструктур Северо-Устюртского региона // Вестник КазНУ. – 2017. – Т.124. – №6. – С. 10-19.

[23] Кунин Н.Я., Сапожников Р.Б. К вопросу о тектонике, перспективах нефтегазоносности и природе магнитных и гравитационных аномалий Южно-Эмбинского района // К проблеме связи Урала и Тянь-Шаня. – Алма-Ата: Наука, 1969.

[24] Леонов Ю.Г., Волож Ю.А., Антипов М.П., Быкадоров В.А., Хераскова Т.Н. Консолидированная кора Каспийского региона: опыт районирования. – Тр.ГИН РАН. – М.: Геос, 2010. – 63 с.

Абетов А.Е., Ниязова А.Т.

Солтүстік Үстірт аймағының ірі геоструктураларының шоғырланған қыртысының терен құрылымы

Түйіндеме. Солтүстік Үстірт аймағының тектоникалық элементтері Мохо бетінің тереңдігіне қарай үш топқа бөлінеді.

Бірінші топқа Оңтүстік Ембі көтерілісі, Орталық Үстірттің дислокация жүйесі және Арал-Қызылқұм валы кіреді, олар негізінен іргетас бетіне сәйкес келетін Мохо бетіне бағу тереңдігінің минималды белгілері бар.

Екінші құрылымдық топты Солтүстік Үстірт жүйесі, Ақтұмсық дислокация жүйесі, Байшағыр-Арқымбай шығанағымен және Қуаныш-Коскала валын құрайды, мұнда Мохо беті аралық тереңдік мәндерін қабылдайды.

Құрылымның үшінші тобын Бұзащы мен Таулы Маңғышлақ, Шалқар, оңтүстік-батыс Мұғажар және Аққұл шоқысының іргелес ауданы Мохо бетінің максималды тереңдеуімен ерекшеленеді. Екінші және үшінші топтарда іргетас пен Мохо беттерінің арасындағы корреляциялық қатынастар әлсіздейді.

Мохо бетінің құрылымдық сипаттамасы гравитациялық және магниттік аномалиялардың, жылу ағындарының таралуымен жақсы үйлеседі.

Түйін сөздер. Мохо беті, іргетас беті, корреляция коэффициенті, жылу ағыны, магниттік және гравитациялық өрістерді талдау.

87.15.03

¹ A.A. Urymbayeva, ¹ T.A. Bazarbayeva, ² A. V. Sladkowski, ¹ G.A. Mukanova, ¹ Y.N. Mikhailchenko
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan,
E-mail: urymbayeva.aigul@gmail.com)

ENVIRONMENTAL POLLUTION BY SOLID DOMESTIC WASTES (IN TERMS OF THE ALMATY REGION)

Abstract: An impartial assessment of the real state of solid domestic wastes in the Almaty region is given in this article. The ecological state of soil covering in Kazakhstan is tense, sometimes disastrous, which determines the need for regular monitoring of the soil. Soils determine the normal functioning of the hydrosphere, atmosphere, lithosphere and biosphere. The soil cover affects the chemical composition and biological productivity of natural waters. Man-made disturbances of the soil cover, agricultural degradation – erosion, deflation, salinization, disease of the soil, chemical and radioactive contamination are all a consequence of anthropogenic desertification. They lead to deep, often irreversible changes in the genetic properties of the soil.

Key words: soil pollution, acid-soluble forms of heavy metal ions, MPC, SDW, recycling, oil products.

The Republic of Kazakhstan, closely integrating into the world economy, has established one of its priorities to improve the environmental situation for sustainable development. Despite this, the shortage of unpolluted natural soils is acutely felt and becomes the cause of socio-economic tensions.

The limited capabilities of the biosphere and its extremely slow recovery, and sometimes the impossibility of natural resources restoring, face the society with a choice of further development path: should it continue to focus on unlimited production growth or should this growth be coordinated with the real possibilities of the natural environment and reasonable human needs, adjust not only to the immediate, but also to distant goals of social development [1].

The main physiographic feature of Kazakhstan is its vast territory, the inland position in the center of Eurasia and the resulting sharply continental climatic conditions. Additionally, vast lowland and desert landscapes development, the ecosystems of which are very vulnerable to man impact, are easily destabilized and have a very weak self-renewing ability. Sparse population of these regions led to the use of vast areas for military bases and test facilities. Mineral resources cause mining industry development; loads of grazing causes the development of cattle breeding without proper treatment of their capacity and hayfields

productivity, the widespread development of virgin and fallow lands without proper special soil-protective farming technology development [2].

The solution to the problem of the integrated use of recyclable raw materials in MSW composition is associated with the solution of a number of scientific and practical problems, among which determination of the resulting recyclable raw waste volumes and arranging their processing in places of its generation is very important [3, 4].

When developing a local regional strategy program for environmental and economic optimization of waste management, it becomes clear that the first stage of the implementation of such a program should be to conduct a comprehensive monitoring of the situation with the territory waste for the given period [5, 6].

Yearly more and more new elements are involved in the sphere of practical human activity [7]. With an increase in the content of any trace element useful to plants, its concentration in soils or waters can reach such a limit, above which the toxic effect of an element or a compound on living organisms is already evident [8].

The level of soil contamination serves as a settled marker of the ecological situation, and the pollution itself is one of the main signs of urbanogenesis that affect soil formation [9]. It has been established [10] that metal compounds emitted into the air by industrial enterprises in the form of dust are deposited on the soil and plants at a distance of 10–40 km from pollution sources. Moreover, in a number of cases, an increase in the lead content was observed as the distance from the emission sources increased [11].

Around MSW landfills there is a danger of environmental pollution due to the removal of pollutants from removed filtrates from the landfill body, as well as contact of precipitation with the substrates of landfills. Hazard reduction can be achieved, first of all, by preventing the storage of toxic waste at landfills, as well as by improving the environmental infrastructure of landfills. Many problems of local and foreign scientists are devoted to solving the problems of the chemical composition of harmful substances in the composition of municipal solid waste [12, 13].

Information and analytical reports on control and law enforcement activities of the Ecology Department in the Almaty region for 2015-2018, works of Kazakhstani and foreign scientists, geographers, ecologists, and biologists were used as the material under study. To characterize soil contamination, data from the testing laboratory of the laboratory and analytical control section of the PAR "Ecology Department of in the Almaty Region of the Committee for Environmental Regulation and Control of the RK Ministry of Energy " in Taldyqkorgan were analyzed [14, 15, 16, 17].

The determined components are the soils of the residential areas. The determination methods used in soil analysis are fluorometric and chemical. All analyzes were carried out according to the regulatory documents, such as MP No. 03-03-2012, using the Fluorat-02-2M fluid analyzer.

During the reporting period, 396 check-outs were conducted, 18 violations were revealed, 17 prescriptions were issued and 18 fines were imposed KZT 1,363.89 totally, all fines were paid.

On the basis of the submission of the prosecutor's office of the Balkhash district, No. 2-04-18-00542 of April 19, 2018, a random inspection of the municipal solid waste landfill Bakanas (hereinafter – MSW) was conducted. It is on the balance sheet of the institution “Housing and public utilities (HPU) and housing inspection (HI), passenger transport (PT) and motorways (MW) Department of the Balkhash district”.

The State Institution “Housing and Public Utilities and HI, PT and MW Department of the Balkhash District” developed a project with an environmental protection section for landfills on solid waste disposal, received a conclusion of state environmental impact assessment and issued a permit for emissions into the environment, valid until 31.12.2018, with limits: for emissions – 21.20 tons / a year; for waste – 2800 tons / a year.

Table - 1. **Distribution of the land fund of the region by categories for the reporting period**

Land plots, thousand hectares										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Agricultural	Residential area	Industrial land	Specially protected nature conservation areas	Forest fund	Water resources	Land reserve	Contaminated with petroleum products	Faulted when building	Reclaimed	Land total
2016										
8697,3	803,5	310,0	1190,5	4037,1	193,4	7126,1	0	0	0,195	22358,0

2017										
8621,2	795,1	311,7	1190,6	4037,2	193,4	7209,1	0	0	0,3	22358,6
2018										
8621,2	795,1	311,7	1190,6	4037,2	193,4	7209,1	0	0	0	22358,3

The landfill is located on the lands of Bakanas rural district, Certificate of title under the land transfer act with cadastral number 03-043-018-136, the area is 2.4 hectares. The estimated capacity of the landfill is 2800 tons / a year. According to sanitary standards, the landfill is classified as class 1 sanitation fatality, in accordance with the Environmental Code of the Republic of Kazakhstan it falls into category 1.

During the inspection, specialists of the laboratory and analytical control department in the MSW landfill selected soil samples to determine the level of contamination with oil products, sampling acts for 3, 1 and 2 of 05/22/2018. According to the results of chemical analyzes, it was determined that standards for soil pollution with oil products exceed the MPC from 1.18 to 3.27 times, which is a violation of paragraph 2, Article 217 of the Environmental Code of the Republic of Kazakhstan.

The territory of the region is characterized by a great diversity and complexity of the geological structure. The sediments are represented by continental sediments - conglomerates, sandstones, argillites and siltstones with layers of combustible and brown coal. Sometimes there are clays, marls, dolomites. The sediments are opened at considerable depths and covered by recent rocks. Chalk deposits are represented by river and delta formations.

Modern sediments are represented by gravelly debris, pebbles, sands, sandy loams, and they form beds and floodplains of the rivers, cover the mountains slopes. Their power is variable and usually does not exceed a few meters.

According to the data provided by the State Institution for the Administration of Entrepreneurship and Industrial Innovative Development of the Almaty Region, 333 contracts were registered in 2018, 221 contracts of which are for exploration, 17 contracts are for exploration, and 94 contracts are for exploration and mining.

85 inspections altogether were carried out in 2018 to comply with environment legislation requirements for mineral resources management.

As a result of inspections for the reporting period, 88 fines were imposed in the amount of KZT 15,432.5, 57 orders for reparation of damage to the environment in the amount of KZT 688,829,274 were submitted.

In 2018, a total of more than 200 patrol inspections were carried out to comply with environmental legislation requirements for mineral resources management.

According to the Rules, projects for the liquidation or subsoil assets conservation that are received by the Department are coordinated within the time period established by the law. In 2018, the department reviewed 37 projects for liquidation or conservation, developed by a project organization that has the appropriate license to perform work and provide services in the field of environmental protection.

Totally, 1,223.9 thousand tons of industrial waste were generated during the reporting period (2016 – 400.0, 2017 – 376.2, 2018 – 447.7 thousand tons). The increase in industrial waste generation by 71.5 thousand tons (16%) is due to the fact that during the heating period, especially from January to March, the heating enterprises operated at full capacity, due to the lowering of the temperature in the autumn-winter period, also in connection with the expansion of infrastructure, construction and commissioning of new residential and non-residential complexes in the region.

The main industrial wastes in the region are ash and slag wastes and enrichment wastes. Ash and slag waste is generated by such enterprises as JSC AIPS Termal station-3 (Iliysky district), LLP Tekeli Energy Complex (Tekeli), Taldyqorganteploservis CPC (Taldyqorgan), enterprises of the district operational part (DOP).

In the Almaty region there are two landfills in Ili and Koksus districts for toxic chemicals containers disposal. The landfills holder is LLP Akshyagroservice. These landfills are equipped with a special facility designed to isolate and deactivate inappropriate chemical pesticides containers. The test site located in Koksus district is currently not functioning. The landfill for unfit pesticides disposal in the Ili district is located 5.7 km to the North-East of the Akshy village in the Ili region and 100 km to the North from Almaty. The total area of the landfill is 5.3 hectares. The landfill is located at a considerable distance from the settlements in a deserted area. This land is with sparse vegetation, desert type, and has no agricultural value. There are no rivers near the landfill. The nearest waterway river Kurty, is 3 km West from the landfill. Soils at the site of

the polygon and in the neighbourhood are represented by a thick layer of loams. These rocks, due to their low water permeability, are well suited for this type of landfill. The groundwater level is low (15-20 m). The landfill is surrounded by wasteland.

The main landfill waste to be disposed is unsuitable pesticides plastic containers. Waste is unloaded from trucks and is stored and sorted by class at the unloading ground. Larger waste (pesticides plastic containers) is crushed in a crusher. After crushing, waste is loaded into one of the silo cells or a cell for the toxic waste disposal. The crusher is powered by the diesel generator. Waste unloading and strong compaction into the bunker or cell is made by a UMZ excavator.

The capacity of the landfill for waste disposal is 2.5 tons / a year. In total, harmful substances are emitted into the atmosphere consisting of 11 items (inorganic dust, carbon black, carbon monoxide, nitrogen dioxide, nitrous oxide, sulfurous anhydride, hydrogen sulfide, benzopyrene, C12-C19 hydrocarbons, formaldehyde, polypropylene dust) and 3 groups of summation (sulfurous anhydride + dioxide nitrogen, hydrogen sulfide + formaldehyde, sulfur dioxide + hydrogen sulfide) solids are calculated as the sum of dust with MPC = 0.5 mg / m³. A permit for emissions into the environment is issued under No KZ10VCZ00108075 dated October 13, 2016. The landfill is located in the Ili district, 5.7 km northeast from the village Akshi.

The volume of waste disposal in the reporting year amounted to 5159 units of toxic chemicals and pesticides empties (containers). Landfills are made by storing waste in a sarcophagus.

Table – 2. Information on inspections in operating landfills for the reporting period.

No	Landfield holder	Waste morphology	Last inspection and misconducts found
From 2014			
1	Landfill solid waste v. Bakanas, Balkhash district. Balance holder of State Institution "Department of housing and Utilities of Balkhash district"	Municipal waste	During the random check-out, the following misconducts were revealed: soil pollution with oil products as a result of economic activity; non-compliance with the terms of natural resources specified in the permits for emissions into the environment.
From 2008			
2	SP <i>Kuralai</i> in the Zhambylsky District	Municipal waste	During the random check-out, the following misconducts were revealed: the absence of a liquidation fund; permission for emissions into the environment is not available; the state environmental appraisal is not available.
From 2008			
3	PUC on REM <i>Ile kommunolddyқ sharuashylygy</i> in the Ili district	Municipal waste	During the random check-out, the following misconducts were revealed: the absence of a liquidation fund; permission for emissions into the environment is not available; the state environmental appraisal is not available, unauthorized landfill.
From 2007			
4	The landfill of Saryozek, Kerbulak district. Balance holder is State Institution "Department of housing and housing inspection of Kerbulak district"	Municipal waste	During the random check-out, the following misconducts were revealed: the absence of a liquidation fund; permission for emissions into the environment is not available; the state environmental appraisal is not available; there is no record of incoming waste; waste inventory report is not submitted.
From 2018			
5	LLP <i>Ecoservice Group</i>	Municipal waste	During the random check-out, the following misconducts were revealed: failure to comply with the requirements contained in the conclusion of the state environmental appraisal, i.e. the sorting line does not work
From 2008			
6	LLP <i>Isker T</i>	Municipal waste	During the random check-out, the following misconducts were revealed: failure to comply with the requirements contained in the state environmental appraisal, i.e. the reclamation of MSW was not carried out throughout the landfill.

Nowadays there are 14 standard landfills in the Almaty region. Only 6 out of 14 landfills have a conclusion of state environmental appraisal for a waste disposal project and a permit for emissions into the environment for production and consumption waste disposal. The remaining 8 landfills operate without environmental permits.

The structure of Almaty region includes 17 districts and 3 cities of district subordination.

The average morphological composition of solid waste is: food waste – 40%, paper, cardboard – 33%, wood – 2%, scrap iron – 3%, nonferrous metal – 1%, textiles – 4%, bone – 1%, glass – 2%, leather, rubber – 0.5%, stones, plaster – 0.5%, plastic – 4% and other – 2%.

In the reporting period, the Department of Ecology for the Almaty region, together with the district prosecutor's offices of the region, carried out a survey of land plots to locate spontaneous dumping sites, the results of which revealed 81 plus 133 spontaneous dumps.

In order to solve the problems of MSW in the Almaty region, a feasibility study on the Regional Waste Management System of the Almaty Region was developed. On 18 June 2018, a positive finding of a state ecological appraisal was received, on the basis of which the Financial and Economic Study on the Regional Waste Management System of the Almaty Region was developed. It also received a favourable conclusion from the Department of Finance and Budget Planning of the region.

On the basis of the current Ili landfill, the Ili-Kapchagai complex is being formed, a waste sorting station has been built and put into operation (LLP Taza Jer MPK). A plan of measures to close the landfill in Kapchagai and concentrate solid waste streams in this region at the Iliy landfill is being developed. At the same time, a proposal to the Mayor's Office of the Ili district was made to transfer the landfill, prepare documentation and select a suitable land plot for the landfill. Additionally, arranging separate collection of solid household waste has started in Kapchagai. Today, 200 mesh-type containers have been installed in the city to collect plastic, paper, waste paper and glass. In the Ili district 75 containers for collecting plastic, paper, glass, waste paper have been manufactured; they will be installed in the near future.

Within 2018, the Department of Ecology in the Almaty region conducted 133 inspections of local executive bodies for compliance with environmental legislation on solid waste management and identified 133 misconducts, and 133 fines were imposed in the amount of KZT 4,882,150.

One of the main environmental problems of the region is the problem of utilization of solid household waste in regional centers and cities of the region. The total volume of piled MSW in the Almaty region is over 10 million tons. Annually, about 800 thousand tons of municipal solid waste are generated on the territory of the Almaty region, including about 450 thousand tons of MSW generate and flow from Almaty, the rest of the MSW (about 350 thousand tons) are formed in the residential areas.

The main problems associated with the treatment of MSW are: inconsistency of the existing landfills and solid waste landfills, regulatory requirements, lack of facilities for landfill sites and landfills in accordance with sanitary, environmental, construction standards and requirements, the presence of a significant number of unauthorized landfills.

Due to the lack of waste recycling and screening plants, problems of primary sorting of garbage, recycling of the most common waste components such as waste paper, wood, textile materials, sheet metal, rubber and polymer products, etc., have not been solved.

According to the requirements of the Environmental Code of the Republic of Kazakhstan, each business entity, including landfills, must issue all regulatory and permitting environment documents before operation. They should conduct an environmental impact assessment, develop waste management projects, and obtain positive findings from the state environmental appraisal, sanitary and epidemiological examination and environmental permits for emissions into the environment, i.e. for storage and disposal of waste.

However, currently only 6 landfills out of 14 large landfills in the Almaty region have environmental documents.

According to the Concept on the transition of the Republic of Kazakhstan to the *green economy*, approved by the Decree of the President of the Republic of Kazakhstan from May 30, 2013 No. 577, the indices for the processing of solid waste should reach 50% of their level by 2050. These are very high levels, which can be achieved by using the system of separate collection of municipal waste.

Consequently, the cleanliness of the city, ensured by the timely collection and disposal of MSW from generation sites, from the standpoint of modern views, is a necessary but insufficient sanitary cleaning performance factor.

It should be noted that about 1.2 million tons of garbage are generated in the Almaty region every year, including 640 thousand tons of trash coming from Almaty. The scope of solid waste removal is 67% from urban population, 100% are from large settlements.

Thus, a step-by-step technically and scientifically based transition from landfill to industrial processing of solid waste through the development of pilot projects and the creation of waste recycling centers (WRCs) is the main way to solve the problem of comprehensive disposal of municipal waste at the regional level. Hazard reduction can be achieved, first of all, by preventing the storage of toxic waste in landfills, as well as by improving the environmental infrastructure of landfills.

REFERENCES

- [1] Natsional'nyy doklad o sostoyanii okruzhayushchey sredy i ispol'zovaniy prirodnikh resursov za 2011 - 2014 gody. <http://ecodoklad.kz/>.
- [2] Baytulin I.O. Ekologicheskiye problemy Kazakhstana // Vestnik Ministerstva obrazovaniya i nauki RK, Natsional'noy Akademii nauk RK. – 2002. – №1. – s.12-17.
- [3] Gritsenko A.V., Gorokh N.P., Korin'ko I.V. i dr. Tekhnologicheskiye osnovy promyshlennoy pererabotki otkhodov megapolisa: Uch. posobiye. – Khar'kov: KHNADU, 2005. – s 340.
- [4] Gorlitskiy B.A. Obrashcheniye s bytovymi i promyshlennymi otkhodami – osnovnyye izmeneniya strategii i taktiki // XIV Mezhdunar. nauchno-praktich. konf. «Ekologiya i zdorov'ye cheloveka. Okhrana vozdušnogo i vodnogo basseynov. Utilizatsiya otkhodov». – Khar'kov – Shchelkino, 2006. – s. 192.
- [5] Programma rozvitku sistemi povodzhennya z tverdimi pobutovimi vídkhodami v m. Kharkoví / {fhrs/ - 2003 h.
- [6] Grinin A.S., Novikov V.N. Promyshlennyye i bytovyye otkhody: Khraneniye, utilizatsiya, pererabotka. – M.: FAIR-PRESS, 2002. – s 336.
- [7] Kovda V.A. Biogeokhimiya pochvennogo pokrova. – Moskva: Nauka, 1985. – s 387.
- [8] Orlov D.S. Khimiya pochv: uchebnik – 2-ye izd., pererab. i dop. – Moskva: MGU, 1992. – s 400.
- [9] Sizov A.P., Medvedeva O.Ye., Klyuyev N.N. i dr. O novom podkhode k ischisleniyu razmera ushcherba, vyzyvayemogo zakhlamleniyem, zagryazneniyem i narusheniyem gorodskikh zemel' // RAN Pochvovedeniye.- 2001. - №6. – s. 732-740
- [10] Yevdokimova G.A., Mozgova N.P. Migratsiya tyazhelykh metallov iz pochvy v sel'skokhozyaystvennyye kul'tury. – Moskva: MGU, 1988. – s 232.
- [11] Kupchik V.I., Lisoval A.P. Vliyaniye mineral'nykh udobreniy i meliorantov na migratsiyu tyazhelykh metallov v sisteme pochva-rasteniye v usloviyakh promyshlennogo zagryazneniya. – Moskva: MGU, 1988. – s 232.
- [12]. Krauz P. Analysis of the harmful substances contained in the components formed during the processing of solid waste using the ORFA technology: University of Organic Chemistry, Tubingen, Switzerland, 1998 – p 55.
- [13] Khomin V.S. Nakopiteli tverdyykh bytovyykh otkhodov kak potentsial'nyye istochniki zagryazneniya sredy // Tr. nauch.-tekhn. konf. «Ekologiya i zdorov'ye cheloveka. Okhrana vodnogo i vozdušnogo basseynov. Utilizatsiya otkhodov». T.ÍÍ. – Shchelkino, AR Krym, 2001 – s.402-403.
- [14] Informatsionnyy ekologicheskiy byulleten' Respubliki Kazakhstan. - Almaty, 2002. - № 1- 2. - s. 35 - 40.
- [15] Informatsionno-analiticheskiy otchet po kontrol'noi i pravoprimeritel'noi deyatelnosti po Almatinskoy oblasti za 2016 god.
- [16] Informatsionno-analiticheskiy otchet po kontrol'noi i pravoprimeritel'noi deyatelnosti po Almatinskoy oblasti za 2017 god.
- [17] Informatsionno-analiticheskiy otchet po kontrol'noi i pravoprimeritel'noi deyatelnosti po Almatinskoy oblasti za 2018 god.

Урымбаева А.А., Базарбаева Т.А., Сладковский А.В., Муканова Г.А., Михальченко Е.Н.

Қоршаған ортаның қатты тұрмыстық қалдықтармен ластануы (Алматы облысы мысалында)

Түйіндемe. Алматы облысы бойынша Экология департаментінің 2015-2018 жылдарға арналған бақылау және құқық қорғау қызметі туралы ақпараттық-аналитикалық есептерін зерттеу нәтижесінде биологиялық ресурстарды ұтымды пайдалану және олардың тозуына қатысты мәселелер зерттелді. Топырақтың ластануын сипаттау үшін Талдықорған қаласындағы «Қазақстан Республикасы Энергетика министрлігі Экологиялық реттеу және бақылау комитеті Алматы облысы бойынша экология департаменті» РМҚК зертханалық-аналитикалық бақылау бөлімінің сынақ зертханасынан алынған мәліметтер талданды.

Тексеру барысында ММС полигонындағы зертханалық және аналитикалық бақылау бөлімінің мамандарымен мұнайдың ластану деңгейін анықтау үшін топырақ үлгілері таңдалды. Химиялық талдаулардың нәтижелері бойынша топырақтың мұнай өнімдерімен ластану нормаларының артуы 1,18-тен 3,27 есеге дейін жоғары. 2-тармақтың 2-тармағының бұзылуы дегеніміз не, Қазақстан Республикасының Экологиялық кодексінің 217-бабына сәйкес әзірленді.

Түйін сөздер: топырақтың ластануы, ауыр металл иондарының қышқыл-ерігіштігі, МПК асып кетуі, ҚТҚ, утилизация, мұнай өнімдері.

Урымбаева А.А., Базарбаева, Т.А. Сладковский А.В., Муканова Г.А., Михальченко Е.Н.

Загрязнение окружающей среды твердыми бытовыми отходами (на примере Алматинской области)

Резюме. В результате изучения информационно-аналитических отчетов о контрольной и правоприменительной деятельности Департамента экологии Алматинской области за 2015-2018 годы были исследованы вопросы рационального использования биологических ресурсов и их деградации. Для характеристики загрязнения почв были проанализированы данные из испытательной лаборатории Департамента лабораторного и аналитического контроля РГУ «Департамент экологии Алматинской области Комитета экологического регулирования и контроля Министерства энергетики РК», Талдыкорган. Во время проверки специалистами лаборатории и аналитического контроля на полигоне ТБО были отобраны образцы почвы, чтобы определить уровень загрязнения нефтью. Согласно результатам химического анализа, стандартные лимиты на загрязнение почвы нефтепродуктами выше, чем ПДК, в 1,18–3,27 раза. Это является нарушением пункта 2 статьи 217 Экологического кодекса Республики Казахстан.

Ключевые слова: загрязнение почвы, кислоторастворимые формы ионов тяжелых металлов, ПДК, нефтепродукты.

МРНТИ 39.19.31

A.T. Tabyldina, K.D. Duisebayeva, K.K. Makash.

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

E-mail: aziza_94.12@mail.ru, kulzada.duisebayeva@gmail.com; ziko.52@mail.ru;

CULTIVATED LANDS MAPPING OF THE NORTHERN SLOPE OF ZAILIYSKIY ALATAU USING REMOTE SENSING TECHNIQUE

Abstract. This article analyzes the formation of cultivated lands of the northern slope of the Zailiyskiy Alatau, and the use of modern geoinformation methods in their mapping. The following issues will be solved to achieve this goal: the concept of landscapes and cultivated lands by means of literature review; identifying methods of cultivated lands study, giving a physical and geographical description of the nature of the subject matter, and updating modern geographical information system (GIS) and adaptation techniques for satellite imageries; drawing up an cultivated lands map of the northern slope of the Ile Alatau using geographical information system (GIS) technology and satellite imagery;

The relevance of the given article will be directly connected to structural content of cultivated lands planning of the northern slope of the Zailiyskiy Alatau. In other words, cultivated lands analysis of the region, designing maps, measuring ecological resistance of each landscape and categorizing them by typology. During the work main software components of geographical information system (ArcGis 10.1 and ENVI 5.2), convenient operating system and office packages (MS Office mainly) will be used. As a result of work, preparation of electronic and paper versions of cultivated lands maps of regions will be done.

Key words: Landscape, cultivated lands, geographic information system (GIS), interpretation, software components, remote sensing.

Introduction. Natural landscape-is a self-regulating, natural-historical system (function), which combines the harmonious functions of living and dead parts, implementing the ratio of residential buildings to a certain extent[1]. Located territory and constituent parts (components) of this landscape are closely related and differ in uniformity. The direction of energy (energy) flow, exchange of biofilm chemical elements, periodic physical relations, mutual adaptation of quantitative and qualitative transformations of population species in landscape space and in time are in an integral inseparable state [2].

The agricultural landscape is the landscapes used for needs of agriculture and formed under its influence (GOST-17.87.1.02.88). And cultivated lands is a geosystem, which is determined by the unity of the main agroecological factors and its function is accompanied within the limits of migration of substances and power (energy) in a homogeneous sequence [3]. Thus, in the first - it is considered that the General economy has social and conceptual character, in the second-as the object realizing process of agriculture.

Cultivated lands systems were considered as part of the problem of modification of the total anthropogenic landscapes [4], and agricultural landscapes can be classified according to several indicators. For example:

- value in the economy;
- depending on the purpose of appearance;
- by origin;

➤ depending on life expectancy and renewal level.

Non-irrigated agricultural lands or agricultural landscapes of *dry* lands occupy most of the arable land in the world, the original cover 13%, in subsequent years, this amount odpoveda. The reason is that as a result of climatic changes within the planets there is an increase in the volume of land not provided with moisture. For example, these include the field belts of the Republic, the foothills of the mountains and foothills in the South and South-East. But a small ecological barriers "prevent" unlimited expansion of agricultural lands in bogarskogo (Bugarska) lands. The main one is the slope of the Earth's surface. This relief creates a negative environment for the development of erosion processes, ensuring optimal amounts of soil moisture, the formation of a favorable microclimate, the use of agricultural machinery effectively.

Changes in *agricultural landscapes of irrigated agriculture* are deeper than others [5]. Construction and design features of such landscapes and connections in space-time circles directly depend on the processes of irrigation, reclamation, drainage. Irrigated agricultural landscapes of the territory of Kazakhstan are located in ancient and modern deltas, alluvial plains of seas and rivers along such rivers as Syr Darya, ili, Shu, Arys, Karatal and have great opportunities for further increase in volumes. Because these lands are sufficiently provided with water and topography is smooth. In accordance with this, it is possible to build complex irrigation systems. The direction of soil erosion in such areas is horizontal and the intensity of water erosion is very slow [6]. In addition to these, the most common areas of irrigated agricultural landscapes are the foothills and foothills of the Jungar and Zailiysky Alatau where groundwater is located near the surface of the Earth. But in these places, the creation of irrigation systems leads to serious difficulties and surface flushing becomes progressive. Therefore, the sowing of forage crops (alfalfa, Sudanese grass, corn, etc.) b.) and the cultivation will be effective.

Area of research. Ili Alatau belongs to the most Northern chain of the Tien Shan ridges. The length of this destructive snow ridge is 300 kilometers from West to East, and the width-30-40 kilometers

At the beginning of Zhinishke and Turgen rivers Ili Alatau is bordered on the East by mountains Sogety-Boogity, Toraigyr ridge, to the West of the Kyrgyz Alatau.

The highest peak of the Ili Alatau is located 20 kilometers from the Eastern side of Almaty. The height of the Talgar peak, located in the Talgar mountain node, is 5017 meters above sea level, and the average height of the Ili Alatau-4000 meters, the highest-4500-5000 meters [7].

Methods of research. The use of GIS technologies in landscape mapping and agroecological land assessment requires software and hardware structures of a certain level. Among the foundations of all GIS software components, two of them occupy a special place. They are considered common products in Kazakhstan, even in the world. These products are ArcGIS and MapInfo. The use of the ArcGIS program is currently acceptable. This is due to the wide possibility of building different GIS-s, a relatively low price. high level of compatibility with other GIS programs and compatibility of broadband versions of the Windows operating system, wide use and appearance of newer versions [8].

In addition to the GIS program requires a convenient operating system (MS Windows 7 and 8 Pro or others), office suites (mainly MS Office), a graphics editor (mainly Adobe Photoshop), a disk writer and antivirus. One of the most important of them is the interpretation of satellite images and its methodological basis.

Space images are widely used in the consideration and updating of geological, geomorphological, hydrological, ocean, meteorological, geobotanical, soil, landscape maps. In the preparation and updating of thematic maps of each type, there are different methods of using space images, for example, a combination of certain images and brightness at each point. The use of space images in thematic maps increases their transparency.

In the thematic mapping lower requirements for the exact designation of the location of objects than topographic maps. Therefore, one can make large-scale thematic maps from one picture. For example, PN with the Spectroradiometer obtained from the IRS, has the ability to create topographic maps of scale 1:50 000 of photos the pixel size is 5.8 m, and thematic mapping can be used to scale 1:10 000 (however, depending on the thematic maps).

Most importantly, with the help of decoding satellite images and in parallel conducting field research, adding soil and geobotanical maps, you can quickly update a variety of state maps.

Now, when the territory of Kazakhstan is covered by digital multi-zone images of Lndst ETM+, new sources of vegetation mapping opportunities are opened. Automatic interpretation of satellite images allowed to sufficiently detail the images of glaciers and introduce a new type (moss rocks) in the zone of the Ili Alatau [8].

Table 1. Scale of creation of thematic maps using satellite images [9]

Image type, pixel size	Scales								
	10 000- 25 000	25 000- 50 000	50 000- 100 000	100 000- 200 000	200 000- 500 000	500 000- 1 000 000	1 000 000- ұсак		
Lndst TM, 30 м									
Lndst ETM +, 15-30 м									
	Create map				Update map				

Decoding-classification of objects and automatic division of all pixels into groups depending on a certain object. The most widely used method in their classification is the use of spectral features. There are two types of classification:

- the classification is conducted through training (supervised classification);
- classification carried out without training (unsupervised classification).

Results. The main result of this work is the creation of the basis of landscape maps and mapping features individualization of agricultural landscapes.

A model of spatial, temporal and functional interaction within landscapes is a landscape map. Depending on the requirements of the sample landscape map needs to be to be similar to a typical object; to be easier; to be oriented depending on the objectives of the study; to have a demonstration and heuristic activity. Compliance with all requirements shows the reliability of the card and reflects the ability to perform the tasks assigned to the card. The reliability of the card depends on the provision of information, accuracy, originality, quality, design cards, etc [10].

The basis of the landscape sample is an indication of its morphological structure. It is known that A sun is most accurately shown by this sample.

In order to show the morphological structure of the landscape, it is necessary to get answers to the following questions [11]:

- determination of the number of categories of morphological secretions and their taxonomic interaction;
- spatial relationship depending on the location and area of morphological units;
- typology of morphological units (separately for each category) and their features;
- the relationship of morphological structures of the landscape with each other.

Thus, there are two ways to divide landscapes as territorial types. The first way-to divide the space into the same area, the second-to combine the corresponding area and divide incompatible. In the first case, first of all, natural components are collected, the boundaries of their properties are determined. In the second case, the following works are carried out: object definition - installation of signs – classification - definition of zones of distribution of individual classes or their groups. As an object can be individual points, natural systems, which are distributed unevenly across the region. Then the signs of the lightest and most important objects are revealed, on the basis of which the objects are grouped by analogy. For each formed class on the map is given a certain color or sign [12].

The completed landscape map shows the properties and Genesis of the morphological structure of the landscape.

Based on the methods of landscape mapping, we should consider the following issues:

- the true evidence of the hierarchical structures of landscapes;
- assessment of the truth of the linear dimensions of territorial complexes of different hierarchical levels in the case of the presence of such complexes;
- visibility of natural-territorial complexes as a territorial unit of any level in a given area
- typological generalization territorial units and the establishment of a hierarchical typology, which combines genetic and physiognomic signs;
- unification of natural-territorial complexes of different scale in one sample
- accounting and mapping of the impact on natural-territorial complexes of different levels in terms of time and other external factors, including the impact of human economic activity on natural-territorial complexes.

To solve these problems, the need for clear, functional data, allowing for quantitative analysis [13].

An important element of landscape research is mapping, which should contain a comprehensive description of a particular area, including an assessment of its resources and capabilities. Landscape map alone is not considered the end result. But it is the decisive basis of a number of applied problems.

Development and adaptation of the process of creating the landscape basis of the territorial natural and economic system in the GIS includes the following steps:

- the recruitment and training of the necessary information, the layout of the thematic layers;
- treatment of the legend;
- the choice of the method of formalization of spatial data;
- drafting position classifier and size specifications;
- layer overlay analysis and derived layer generation;
- the purpose of landscape-territorial structures

Below is an cultivated lands map of the Northern slope of the TRANS-ili Alatau. This map is made by the method of decoding space images and calculated each territory occupied by each agricultural landscape [14,15].



Figure 1. Map of features of division of the Northern slope of Ili Alatau

Conclusion. The direction of mapping of agricultural landscapes should be formed in our country. To implement this system, the state is currently carrying out a special order for the implementation of the system of adaptation of agriculture to landscapes. To do this, it is necessary, first of all, to systematize maps by analyzing the methodological foundations of mapping that determine the features and characteristics of landscapes in Kazakhstan. Using the classification of the territory in landscapes compiled a brief description of terrain, climate, composition of the underlying rocks, vegetation, surface water and groundwater. After their detection, in accordance with the objects under study and the issues to be solved, it is necessary to analyze them after the introduction into the computer using the best options of GIS technologies. GIS technologies are the basis of Geoinformatics. It studies natural and socio-economic geosystems at different hierarchical levels through computer processing of specially created databases.

REFERENCES

- [1] Ul. Janalieva M. Anthropogenic landscape science: a Training posobie. Almaty: Kazakh University, 2001. - 164 p.
- [2] Kakimzhanov.E. H. Cartographic basis of geographic information system of agricultural landscapes: Monograph-Almaty: Kazak Universiteti, 2013. - Page 149. 1996, P. 86.
- [3] Janalieva K. M. Anthropogenic landscape science: a Training posobie. Almaty: Kazakh University, 2001. - 164 p.
- [4] Kakimzhanov E. H. Geoparty ziadeh cultivated lands cartographically the: Monograph – Almaty: Kazakh University, 2013. - 149 Beth.
- [5] Agroecological assessment of lands, design of adaptive landscape systems of agriculture and agrotechnology (Methodical management) Under. Ed. Academicians of the Russian Academy of agricultural Sciences V. I. Kiryushin and A. L. Ivanov. FGNU "Rosinformagrotekh". - Moscow, 2005. - 794 p.
- [6] Miles. Man and landscape. – M., 1973, – 224 p.
- [7] Mirzabaev E. K. Irrigation erosion of ordinary gray soils in the South East of Kazakhstan, Izv. An RK, ser.Biol. - №3. - 1992. - 202 p.

- [8] Borovskiy V. M. Formation of saline soils and halogeochemical province of Kazakhstan. - Alma-ATA, 1982.
- [9] Zhandaev M. Zh. Nature Of TRANS-Ili Alatau. Alma-ATA, "Kazakhstan", 1978. - 160 p.
- [10] Svitoch A. A. Palaeogeography: goals and objectives, methods, provisions, classification // Theoretical and methodological problems of palaeogeography. – М., 1987, 448 p
- [11] Remote sensing of the Earth from space-review of legislation and law enforcement practice. / with the General editorship of A. A. Balagurov. - Moscow: 2009. - 115 p.
- [12] Martin P. Ralphs, Peter Wyatt *GIS in Land and Property Management* 1st Edition, 2003,-P. 416;
- [13] John G. Lyon, Ricardo D. Lopez, Lynn K. Lyon, Debra K. Lopez *Wetland Landscape Characterization: GIS, Remote Sensing and Image Analysis* 1st Edition, 2001,-P. 160;
- [14] A.D. Riabtsev, Z.S. Mustafayev, A.T. Kozykeyeva, K.Z. Mustafayev Methods for estimation of the ecological-melioration sustainability of agro landscapes. Article, 2015,-P. 8;
- [15] Pete Bettinger, Michael G Wing, Michael Wing *Geographic Information Systems: Applications in Forestry and Natural Resources Management* 1st Edition, 2003,-P. 240;

Табылдина А.Т., Дуйсебаева К.Д., Мақаш К.К.

Іле Алатауының солтүстік беткейінің агроландшафттарын арақашықтықтан зерделеу әдістері арқылы картографиялау

Резюме. Бұл мақалада Іле Алатауының солтүстік беткейінің агроландшафттарын қалыптастыруда аумақтық талдау жасалып, оларды картографиялауда заманауи геоапараттық әдістерін қолдану іске асырылды. Бұл мақсатқа жету үшін келесі мәселелер шешіледі: ландшафттар және агроландшафттар туралы ұғымды әдебиеттерге шолу арқылы баяндау; зерттеу нысанының табиғатына физикалық-географиялық сипаттама беріп, оны агроландшафттық тұрғыда зерделеу әдістерін анықтап, қазіргі заманның географиялық ақпараттық жүйе (ГАЗ) технологиялары мен ғарыштық (космостық) түсірілімдерді бейімдеу әдіснамаларын нақтылау жұмыстарын жүргізу; географиялық ақпараттық жүйе (ГАЗ) технологияларын қолданып, ғарыштық түсірілімдерді пайдаланып, Іле Алатауының солтүстік беткейінің агроландшафттық картасын құрастыру.

Ұсынылып отырған мақаланың өзектілігі Іле Алатауының солтүстік беткейінің агроландшафттарын жобалаудағы құрлымдық мазмұнына тікелей байланысты болып табылады. Яғни, аумаққа агроландшафттық талдау жасап, карталарын құрастыру және әрбір ландшафттардың экологиялық тұрақтылығын анықтау, оларды типологиялық топтастыру. Жұмыс барысында географиялық ақпараттық жүйенің (ГАЗ) негізгі бағдарламалық компоненттері (ArcGis 10.1 және ENVI 5.2), қолайлы операциялық жүйе және офистік пакеттер (негізінен MS Office) қолданылды. Жұмыстың нәтижесінде аймақтың агроландшафттық карталарының электрондық және қағаз бетіндегі нұсқаларын дайындау іске асырылды.

Түйін сөздер: Ландшафт, агроландшафт, ГАЗ, ғарыштық сурет, дешифрлеу, бағдарламалық компоненттер, арақашықтықтан зерделеу.

Табылдина А.Т., Дуйсебаева К.Д., Мақаш К.К.

Картографирование агроландшафтов северного склона Заилийского Алатау с использованием методов дистанционного зондирования

Резюме. В данной статье были рассмотрены: территориальный анализ формирования агроландшафтов северного склона Или Алатау с помощью применение современных геоинформационных технологий в агроландшафтном картографировании. Для достижение этой цели, были рассмотрены понятия ландшафтты и агроландшафтты с помощью использование различной литературы;

Также даны физ-географическое описание природы объекта исследования, использованы современные геоинформационные технологий (ГИС) и космические снимки для определение агроландшафттов; созданы агроландшафтные карты северного склона Или Алатау с помощью геоинформационных технологии (ГИС) и космических снимков.

Актуальность предлагаемой статьи напрямую связана со структурным содержанием проектирования агроландшафта северного склона Или Алатау. То есть агроландшафтный анализ территории и создание карт, а так же определение экологической устойчивости каждого ландшафта и их типологическая классификация. В ходе работы были использованы основные программные компоненты географической информационной системы (GIS) (ArcGis 10.1 и ENVI 5.2), удобная операционная система и офисные пакеты (в основном MS Office). В результате была подготовлена агроландшафтная карта региона в электронном и бумажном виде.

Ключевые слова: Ландшафт, агроландшафт, ГИС, космические снимки, дешифрирование, программные компоненты, дистанционное зондирование.

УДК 697.329

G. Zh. Nyssanova, N. K. Bekalay
(Department of Thermal Physics and Technical Physics,
Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: nysanova.g.96@mail.ru)

DESIGN OF THE HEATING SYSTEM AND THE HOT WATER SUPPLY OF RESIDENTIAL HOUSES ON THE BASIS OF SOLAR COLLECTORS

Abstract. In article design of heating systems and hot water supply of a house with application of a solar collector were shown. In this work, it was considered the introduction of a gas boiler and solar collector in the system. And also the system of combined heating was shown. From year to year, the amount of energy consumed only increases, thereby harming not only the exhausted natural resources, but also the environment. For this reason, the development of alternative energy is not only gaining momentum, but also is a way out of this situation. Efficiency, energy production without harming the environment, accessibility – these are the main aspects of alternative energy. The use of solar collectors in the heating and hot water supply system is beneficial in terms of ecology and efficiency of the system. The sun has unlimited potential, which indicates the prospect of development of this energy sector.

Key words: heating system, hot water system, solar collector, battery tank, membrane tank, hydraulic arrow.

Г. Ж. Нысанова, Н. Қ. Бекалай
(Әл - Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы)

КҮН КОЛЛЕКТОРЛАРЫНЫҢ НЕГІЗІНДЕ ТҰРҒЫН ҮЙДІ ЖЫЛУМЕН ЖӘНЕ ЫСТЫҚ СУМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ЖҮЙЕСІН ЖОБАЛАУ

Түйін. Статя күн коллекторын қолдана отырып тұрғын үйді жылумен және ыстық сумен қамтамасыз ету жүйесін жобалауға арналған. Бұл жұмыста жылыту және ыстық сумен қамтамасыз ету жүйесіне газ қазандығы мен күн коллекторын енгізіп, қиыстырып жылыту жүйесі қарастырылды. Жылдан жылға тұтынылатын энергия көлемі тек қана ұлғаюда, сәйкесінше, табиғи ресурстарды қолдану мөлшері де артуда. Бұл өз кезегінде қоршаған ортаға үлкен зиянын келтіруде. Ал балама энергияны дамыту қалыптасқан жағдайдан шығудың шешімі болып отыр. Үнемділік, қоршаған ортаға зиян келтірмей энергия өндіру, қолжетімділік – баламалы энергияның негізгі аспектілері. Жылыту және ыстық сумен қамтамасыз ету жүйесінде күн коллекторларын пайдалану экологиялық тұрғыдан және үнемділігі жағынан өте тиімді. Негізгі отын көзі Күн болып табылады. Күн шексіз энергияға ие, және бұл энергетиканың осы саласының дамуының үлкен болашағы бар екендігін көрсетеді.

Түйінді сөздер: жылыту жүйесі, ыстық сумен қамтамасыз ету жүйесі, күн коллекторы, бак-аккумулятор, мембраналық бак, гидравликалық бағыттама.

Күн біздің ғаламшардың пайда болу сәтінен бастап бүгінгі күнге дейін адамзаттың ғана емес, сонымен қатар жалпы ғаламшардың эволюциясына ықпал ететін қайнар көз болып отыр. Бүгінгі таңда жылу және электр энергиясын өндіру саласында дәстүрлі емес энергия көздерінің арасында күн энергиясының орны ерекше. Күн коллекторларының конструкциясының қарапайымдылығы мен үнемділігі энергияның осы түрін жалпы энергетиканың алдыңғы жағына шығып тұр. Ел экономикасында қайта жаңғыртылатын энергия көздерінің маңызы зор.

XX ғасырдың басында адамзат табиғи ресурстарды өте көп өндіردі. Осы табиғи ресурстарды көп мөлшерде жағу "экологиялық апатқа" алып келді [1]. Бұл мәселенің шешімін қазір әр елде мыңдаған адам шешуге тырысып жатыр. Қазіргі таңда мәселенің ең ұтымды шешімі жаңартылатын энергияға көшу болып отыр. Дәстүрлі емес энергияның негізгі көздеріне күн, су, жел энергияларын жатқызамыз. Сондай-ақ, дәстүрлі емес энергияның геотермалды, биологиялық және басқа да көздері бар.

Қазақстан Республикасында 200-250-ден астам ауыл мен елді мекендер электр энергиясымен жабдықталмаған. Ондаған мың шаруа қожалықтары толық электр энергиясымен жабдықталмаған. Осыған байланысты осындай жерлерді күн, жел және су энергиясымен қамтамасыз ету үнемді және барынша тиімді шешім болып табылады [2]. Демек, жаңартылатын энергия көздері ел экономикасын дамытуда үлкен рөл атқарады.

Күн коллекторы (гелиоқондырғы) – жақын инфрақызыл сәулеленумен және көрінетін жарықпен тасымалданатын күн энергиясын жинауға арналған құрылғы. Күн коллекторы негізіндегі су жылыту қондырғысы жылу алмасу контурынан және бак - аккумулятордан тұрады. Күн коллекторының жұмыс істеу принципі – күн сәулесі жылу тасымалдағышты күн коллекторында қыздырады, содан, жылытылған жылу тасымалдағыш, өз кезегінде жылу энергиясын жылу алмастырғышта суға береді.

Күн энергиясы экологиялық таза, әрі, таусылмайтын энергия көзі болып табылады. Атмосфераның жоғарғы шекарасындағы күн радиациясының ағынының қуаты $1,7 \cdot 10^{14}$ кВт құрайды [3]. Жыл бойы жерге түсетін күн сәулесінің жалпы жылдық мөлшері $1,05 \cdot 10^{18}$ кВт·сағ құрайды.

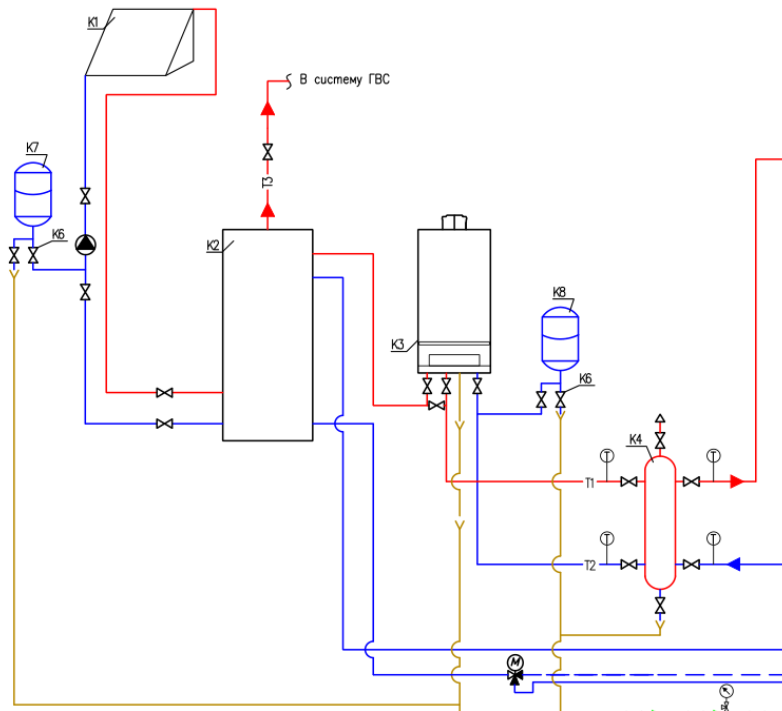
Жылыту жүйесін таңдау жылу тасымалдағышқа тікелей байланысты. Бұл гелиожүйеде негізгі жылу тасымалдағыш су болып табылады. Жылу тасымалдағыштың температурасы беру желісінде 60°C және кері желіде 40°C құрайды. Ыстық судың температурасы 55°C [4].

Жылу жүйесіне жылыту контурлары, жылы едендер, ыстық су жүйесі кіреді. Бұл жүйе қиыстырылған, қосымша энергия көзі конденсатты газ қазандығы болып табылады [5]. Газ қазандығынан басқа қатты отынды немесе дизельді қазандықтар да белсенді қолданылады.

Жылу жүйесі екі құбырлы. Жылы едендер үшін қосымша бөлу коллекторлары қарастырылған. Жүйеде екі кеңейткіш мембраналық бактар, бак-аккумулятор, айналым және рециркуляция сорғылары қарастырылған.

Бұл жұмыста қуаты 15кВт конденсациялық газ қазандығы бар жылыту жүйесіне қосымша күн коллекторларын қосып, жаңа жүйе орнату мәселесі қарастырылды [6].

Ғимараттың жылыту жүйесі бөлмедегі белгілі бір деңгейде берілген температураны, ішкі жылулықты ұстап тұру функциясын орындайды [7]. Берілген температураны тиімді ұстап тұру ғимараттың жылу жоғалтуы мен келетін жылу ағыны арасындағы тепе-теңдікті қамтамасыз ету дегенді білдіреді.



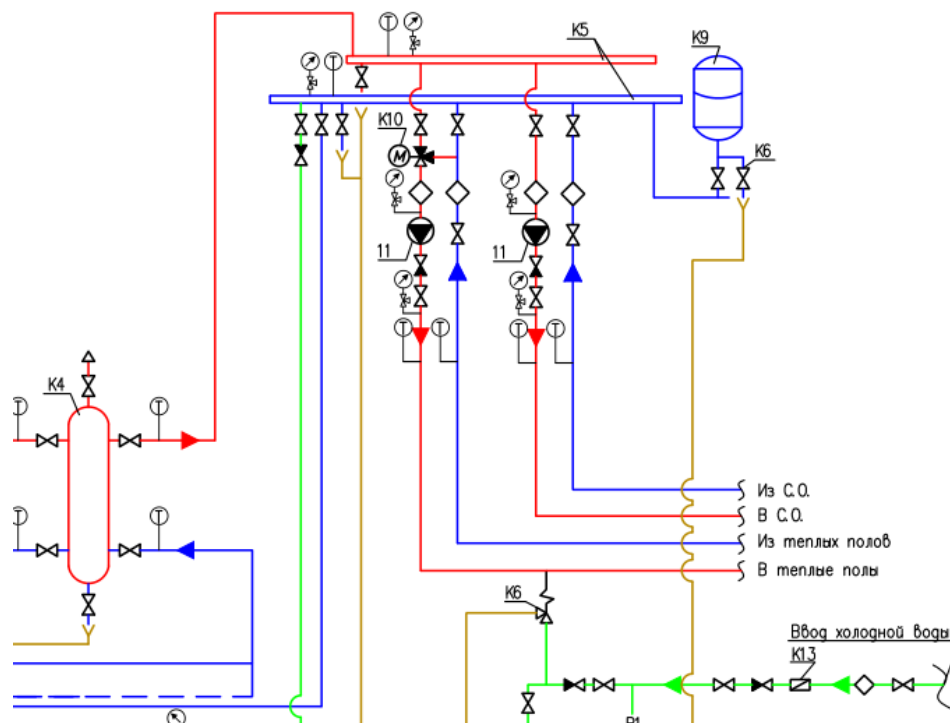
Сурет 1 – Негізгі және қосалқы жабдық, беру және кері желі контурлары

1 суреттегі K1, K2, K3, K4, K7, K8 позицияларында су жылытатын қазандықтың негізгі және қосалқы жабдықтары көрсетілген [8]. Мұндағы:

• Технические науки

- К1 – күн коллекторы;
- К2 – бак-аккумулятор;
- К3 – газ қазандығы;
- К4 – гидравликалық бағыттама;
- К7, К8 – кеңейткіш мембраналық бактар.

Кері желінің тарату коллекторы арқылы суды беру қазандық пен бак-аккумуляторлардың жұмысына кері әсерін тигізеді. Аккумулятор бағындағы су қайта айналдыратын сорғының есебінен суды ағынды тәсілмен күн коллекторлары арқылы өткізеді. Бұл сұлбада бак-аккумулятор қазандық пен күн коллекторлары арасындағы таратқыш болып табылады [9]. Бұл сұлбада ыстық сумен қамтамасыз ету жүйесінің қайта айналу процесі көрсетілмеген. Өйткені, бак – аккумулятор бір температураны ұстап тұрады да, құбыр желісіндегі судың суып қалуына жол бермейді. Жылу тасымалдағышты күн коллекторларынан тарату коллекторына дейін беру процесі қазан арқылы өтеді. Бұл тұрғын үйде мұның қызметін газ қазандығы атқарып тұр. Кесте күн коллекторлары мен газ қазандығының тікелей байланысын көрсетеді. Күн коллекторы және қазан агрегатының желісінде кеңейткіш мембраналық бактар орнатылған [10]. Мембраналық кеңейткіш бак қызуға байланысты пайда болатын су көлемінің критикалық төмендеуінің орнын толтыру мақсатында орнатылады. Гидравликалық көрсеткіштің бағыттамасын қысым мен температураны реттеу мақсатында орнатылып, осылайша жүйедегі қауіпсіздікті және тұрақты жұмысты қамтамасыз етіп отырады [11]. Гидравликалық бағыттамамы жылыту жүйесі екі немесе одан да көп болған жағдайда орнату қажет. Термометрлердің гидравликалық бағыттамаға дейін және одан кейін орнатылғандығына назар аудару қажет. Гидравликалық бағыттамада екі қашыртқы (сбросник) орнатылған: жоғарғы қашыртқы ауаға арналған, төменгі қашыртқы құбыр жолдарда жиналған кір мен тотқа арналған.



Сурет 2 – Беру және кері қайту желілерінің контуры, тарату коллекторлары

Жылу тасығыш контурларға беру және кері желі коллекторларының есебі бойынша бөлінеді. Беру коллекторы жылу тасымалдағышты тұтыну көздерінен бөлетін басты аспект болып табылады. Коллекторда термометр, манометр сияқты қосымша өлшеу аспаптары орнатылады [12]. 2 сұлбада екі негізгі жылыту жүйесінің контуры мен жылы еден жүйесінің контурлар көрсетілген.

Жылыту жүйесінің контурына айналмалы сорғы, манометр, торлы сүзгі, кері клапан және термометр кіреді. Жүйенің қауіпсіз жұмыс істеуі үшін байпас желісіне қосымша циркуляциялық сорғы орнатылады. Жылыту жүйесінің негізгі мақсаты жылу тасымалдағышты радиаторлар, жылу перделері мен конвекторлар сияқты тұтыну көздеріне жеткізу болып табылады [13].

Жылы еден жүйесінің контуры айналмалы сорғы, манометр, торлы сүзгі, кері клапан және термометрдің барлық спектрін қамтиды. Жүйенің қауіпсіз жұмыс істеуі мақсатында байпас желісінде қосымша циркуляциялық сорғы, сондай-ақ беру және кері желі арасында үш жүрісті кран орнатылады [14]. Айта кету керек, жылы едендер үшін қосымша тарату коллекторы орнатылады.

Жылу тасығыш екі құбырлы немесе бір құбырлы жылыту жүйесіне қарамастан, жылуды тұтыну көздері арқылы өткен соң, ол кері желі коллекторына келіп түседі. Осы кері желі коллекторында жылу тасығышты қажет болған жағдайда қоректік сумен араластыру процесі жүреді, және ол қайта қазандыққа беріледі. Манометрді орнату үшін келесідей тәртіпті ескеру қажет: форсунка, үш жүрісті кран, пито түтігі, манометр [15]. Бұл реттілік манометрді гидравликалық соққыдан қорғайды. Практикада беру желісінің және кері желінің коллекторы төмендегідей көрінеді:



Сурет 3 – Беру желісінің және кері желінің коллекторы

3 суретте беру және кері желінің коллекторы бейнеленген. Суретте қызыл түспен беру желісі, көк түспен кері желісі көрсетілген. Төменгі оң жақ бұрышта кеңейткіш мембраналық бак көрсетілген, және гидравликалық бағыттамадың кішкене бөлігі қамтылған. Бұл сурет тарату коллекторының іс жүзінде қолданылуын бейнелейді. Коллектор 8731-74 ГОСТ сәйкес жіксіз құбырлардан немесе профильдерден дайындалады [16]. Коллектордың көлденең қимасының ауданы бұрғыш құбырлардың көлденең қималарының ауданы сомасынан кем болмауы тиіс.

ӘДЕБИЕТТЕР:

- [1] Damain Miller Selling Solar. – London: earthscan, 2009. – 62–65 б.
- [2] Воробьев Р. Н., Прохорова З. П. Некоторые проекты использования солнечной энергии в электроэнергетике. – М., 2014. – 77–79 б.
- [3] АВОК-ПРЕСС - М., 2014. – 36-39 б.
- [4] Государственные элементные сметные нормы на строительные и специальные строительные работы. ГЭСН-2001 // Теплоснабжение и газопроводы-наружные сети; ФГУ ФЦЦС - М., 2012. – 127-129 б.
- [5] Магадеев В. Ш. Источники и системы теплоснабжения; Энергия - М., 2013. – 192 б.
- [6] Матящук С. В. Комментарий к Федеральному закону от 27 июля 2010 г. №190-ФЗ "О теплоснабжении"; Юстицинформ - М., 2013. – 28 б.
- [7] Методика определения фактических потерь тепловой энергии через тепловую изоляцию трубопроводов водяных тепловых сетей систем центрального теплоснабжения; НЦ ЭНАС - М., 2012. – 96 б.
- [8] Рассел Джесси Схема теплоснабжения; VSD - М., 2013. – 226-228 б.
- [9] Рекомендации АВОК. Рекомендации по оценке экономической эффективности инвестиционного проекта теплоснабжения. Общие положения; АВОК-ПРЕСС - М., 2012. – 439-443 б.
- [10] Сорокин И. М., Кузнецов А. И., Александров Л. М. Наладка систем централизованного теплоснабжения. Справочное пособие. - Стройиздат - М., 2016. – 143-145 б.
- [11] Шарапов В. И., Ротов П. В. Регулирование нагрузки систем теплоснабжения; Новости теплоснабжения - М., 2013. – 62-64 б.
- [12] Шарапов В.И. Декарбонизаторы водоподготовительных установок систем теплоснабжения; АСВ - М., 2016. – 84-85 б.

[13] Яковлев Б. В. Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения; Новости теплоснабжения - М., 2013. – 331-332 б.

[14] Жмаков, Г. Н. Эксплуатация оборудования и систем водоснабжения и водоотведения. Учебник / Г.Н. Жмаков. - М.: ИНФРА-М, 2015. – 141-143 б.

[15] Кудинов, А.А. Строительная теплофизика. Учебное пособие / А.А. Кудинов. - М.: РИОР, 2018. - 551 б.

[16] Виссарионов В.И., Дерюгина Г.В., Кузнецова В.А., Малинин Н.К. Солнечная энергетика. Методы расчетов. – М.: Издательство МЭИ, 2008. – 87 б.

Нысанова Г. Ж., Бекалай Н. К.

Проектирование системы теплоснабжения и горячего водоснабжения жилого дома на основе солнечных коллекторов

Резюме. В статье были показаны проектирования систем отопления и горячего водоснабжения жилого дома с применением солнечного коллектора. В этой работе было рассмотрено внедрение газового котла и солнечного коллектора в системы. А так же была показана система комбинированного отопления. Из года в год количество потребляемой энергии только увеличивается, тем самым нанося вред не только по исчерпаемым природным ресурсам, но и по окружающей среде. По этой причине сфера развития альтернативной энергии не только набирает ход, но и является выходом из сложившейся ситуации. Экономичность, производство энергии без вреда окружающей среде, доступность – вот основные аспекты альтернативной энергии. Использование солнечных коллекторов в системе отопления и горячего водоснабжения выгодно в плане экологии и экономичности системы. Солнце имеет безграничный потенциал, что указывает на перспективу развития данной отрасли энергетики.

Ключевые слова: система отопления, система горячего водоснабжения, солнечный коллектор, бак-аккумулятор, мембранный бак, гидравлическая стрелка.

УДК 528.85/.87(15)

¹D. Chepashev, ²D. Talgarbayeva, ²Zh. Nurseit
(¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
²SLLP «Institute of Ionosphere», Almaty, Kazakhstan
E-mail: chepashev_daniker@mail.ru)

SATELLITE RADAR INTERFEROMETRY OF SOUTH TORGAI OIL AND GAS BEARING BASIN AREA

Abstract. Modern methods of remote sensing create new principles for collecting and processing information and high performance, which provides additional opportunities to obtain reliable and more cost-effective area estimates of promising oil and gas areas. One of such methods is satellite radar interferometry or SAR interferometry. SAR interferometry (InSAR) is a method of estimating and determining amplitude and velocity of the ground points vertical displacement, widely used for research of modern geodynamic activity, as well as the detection of new structural forms and the fault-block division elements of territories. In our research, this method was tested on a territory of the South Torgai oil and gas basin. The amplitude and velocity maps of the vertical displaced points of the earth's surface were established.

Key words: SAR interferometry, South Torgai oil and gas basin, Sentinel-1, ground vertical displacement.

¹Д. В. Чепашев, ²Д. Н. Талгарбаева, ²Ж. Ж. Нурсейт
(¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, Алматы
²ДТОО «Институт ионосферы», Республика Казахстан, Алматы
E-mail: chepashev_daniker@mail.ru)

РАДАРНАЯ СПУТНИКОВАЯ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ УЧАСТКА ТЕРРИТОРИИ ЮЖНО-ТОРГАЙСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО БАСЕЙНА

Аннотация. Современные методы дистанционного зондирования Земли сочетают в себе новые принципы сбора и обработки информации и высокую производительность, что открывает дополнительные возможности получения достоверной и экономически более эффективной площадной оценки перспектив нефтегазоносности территорий. Один из таких методов – радарная спутниковая интерферометрия, или РСА-интерферометрия. РСА-интерферометрия (радиолокационное синтезирование апертуры) – это метод площадной оценки амплитуды и скорости вертикальных смещений точек земной поверхности, широко используемый для исследований

современной геодинамической активности, а также выявления новых структурных форм и элементов разломно-блоковой делимости территорий. В данной работе этот метод был опробован на участке территории Южно-Торгайского нефтегазоносного бассейна. Были разработаны карты амплитуд и скорости вертикальных смещений точек земной поверхности.

Ключевые слова: РСА-интерферометрия, Южно-Торгайский нефтегазоносный бассейн, Sentinel-1, вертикальные смещения земной поверхности.

Введение

Южно-Торгайский нефтегазоносный бассейн представляет поисковый интерес. Регион характеризуется высокой степенью геолого-геофизической изученности и считается перспективным для поиска промышленных скоплений углеводородов в толще мезозойских и частично палеозойских образований [1].

Южно-Торгайский бассейн занимает южную часть Торгайских равнин. Границами его являются Улутауские горы на востоке, Нижнесырдарьинское поднятие на западе и Костанайская седловина на севере. На юге она, сужаясь, доходит до северо-западного окончания хребта Большой Каратау. Длина данного бассейна около 600 км при ширине от 250 км на севере до 150 км на юге [1]. Район исследования охватывает территории, расположенные в Карагандинской, Кызылординской и Актюбинской областях (рисунок 1).

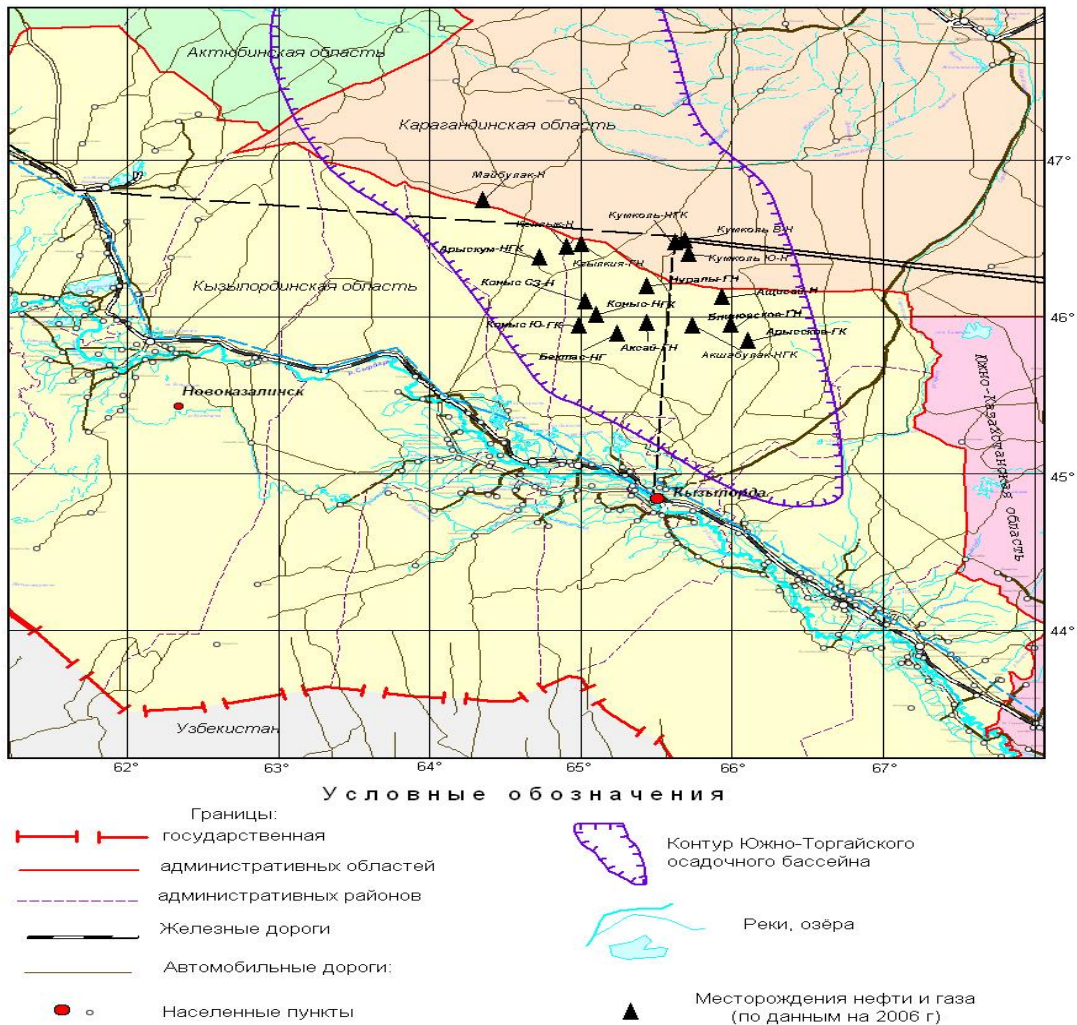


Рис. 1. Обзорная схема района исследования

Данные и методы

Был выбран участок территории, который охватывает большинство месторождений Южно-Торгайского нефтегазоносного бассейна. В обработке были использованы архивные снимки спутника Sentinel-1 за летний период 2017-2018 гг., характеризующиеся высоким уровнем когерентности. Была

использована серия, состоящая из 22 снимков спутника Sentinel-1, охватившая бесснежный период от ранней весны до глубокой осени. Выбранный период считается оптимальным отрезком времени года, характеризующийся устойчивостью свойств отражающей поверхности.

Метод радарной интерферометрии использует два снимка одного и того же участка земной поверхности [2], снятых с разных углов. Обычно, используются группировки из двух тандемных спутников летящих на близких орбитах [3]. По полученным снимкам вычисляется интерферограмма, в которой каждая ячейка содержит значение равное произведению сигналов от двух спутников для данной области [3]. Далее необходимо ввести коррекции. Для этого используется цифровая модель рельефа (ЦМР). Атмосферные условия, как правило, очень слабо влияют на полученные данные вертикальных смещений поверхности, особенно смещений с большой амплитудой [4, 5]. Так как фазовая интерферограмма содержит данные свернутые по модулю 2, т.е. не абсолютные значения, а лежащие в интервале от 0 до 2, определение смещений поверхности в абсолютных значениях невозможно. Этой задаче о фазовой неоднозначности посвящены многочисленные труды [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

При обработке данных применялся метод интерферометрии постоянных отражателей StaMPS/MTI [13], отличающийся от метода PS InSAR [14] тем, как осуществляется выбор стабильных отражающих объектов, и тем, как делается расчет вертикальных смещений.

Создание МТС (Multi-Temporal Coherent) композита. Как известно, с изменением свойств отражающей поверхности непосредственно связана устойчивость когерентности радарного сигнала и, соответственно, объективность полученного результата.

Поэтому при обработке снимков необходимо уделять внимание выбору временной базы с последующей оценкой изменений, которые произошли за интервал времени между съёмками. Для выполнения такого анализа используются мультивременные композиты.

Продукт МТС представляет собой мультивременной цветной композит, составленный из амплитуд двух радарных снимков, отснятых в одинаковой геометрии съёмки и когерентности фаз этих снимков.

Сочетание такого вида данных в одном композитном изображении обеспечивает существенное преимущество по сравнению с отдельным представлением и позволяет характеризовать изменение свойств отражающей поверхности в интервале времени между соответствующими съёмками.

Построение МТС композита осуществляется с помощью автоматизированного модуля создания RGB (red-green-blue) композита – Coherence RGB Workflow, реализованного в программном комплексе ENVI SARscape. Для создания МТС композита необходимо разместить:

- в красном канале – амплитуду первого по дате радарного снимка;
- в зеленом канале – амплитуду второго по дате радарного снимка, сделанного с теми же параметрами съёмки, что и первый снимок;
- в синем канале – когерентность фаз этих двух радарных снимков.

Поскольку третьим каналом этого композита является когерентность фаз, а она разрушается с увеличением времени между съёмками, то максимальная информативность композита достигается при сравнительно малых временных интервалах между съёмками (от нескольких суток до нескольких месяцев). Такие композиты с короткой временной базой могут быть использованы для задач тематического картографирования и изучения быстро изменяющихся свойств отражающей поверхности. Композиты же с длинной временной базой (недели, месяцы, годы) могут быть использованы для задач выявления изменений и мониторинга наземной активности. Причем композиты, построенные на основе радарной съёмки, в некоторых случаях могут быть намного информативнее данных оптической съёмки.

Оценка устойчивости свойств отражающей поверхности производится на основе экспертной оценки цветовых решений полученного изображения.

Задача выполненного анализа МТС композитов для исследуемой территории сводилась к подбору временной базы, позволяющей сохранить при расчётах интерферограмм оптимальный уровень когерентности фаз отражённого сигнала. И тем самым повысить уровень достоверности конечного результата – карт вертикальных смещений точек земной поверхности.

Из набора построенных МТС композитов на рисунках 2-4 представлены композиты соответствующие временным базам 36, 48 и 60 дней, характеризующие степень изменения когерентности отражающей поверхности в весенне-летний период времени 2017 года. На рисунке 2 представлен МТС композит, рассчитанный по двум радарным снимкам за 13 мая и 18 июня 2017 года (временная база 36 дней).

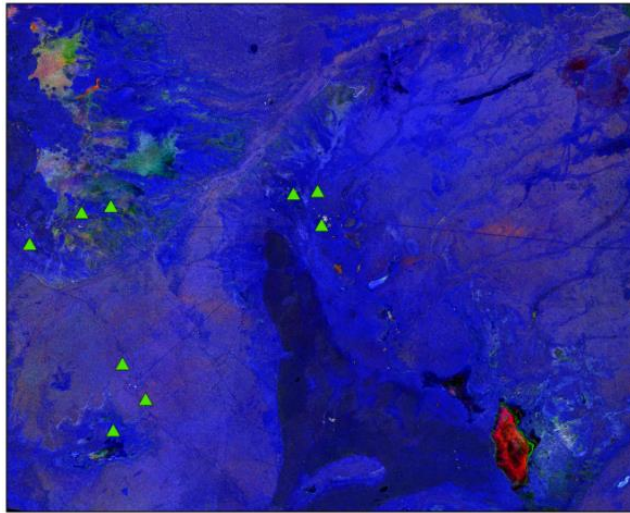


Рис. 2. МТС композит за период между съёмками за 13 мая и 18 июня:
R – 5 июня, G – 19 июня, B – когерентность между снимками

Очевидно, что земная поверхность всей исследуемой территории отличается достаточно стабильным и высоким уровнем когерентности. Поэтому можно сделать вывод, что 36-ти дневный интервал времени позволяет при расчётах интерферограмм смещений получить объективный результат при условии достаточно большого числа пар снимков. Но с данным набором дат съёмок второе условие практически недостижимо.

Композит, показанный на рисунке 3 характеризует изменчивость земной поверхности за 48 дней. Можно видеть, что на исследуемой территории произошли изменения, которые можно характеризовать, как умеренные. То есть в общей гамме цветов преобладают оттенки синего, свидетельствующие о стабильно хорошем уровне когерентности.

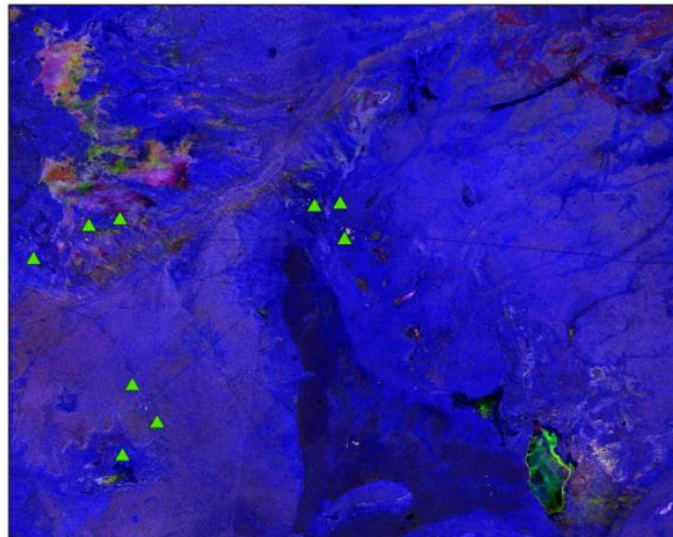


Рис. 3. МТС композит за период между съёмками за 18 июня и 5 августа:
R – 18 июня, G – 5 августа, B – когерентность между снимками

Наконец, следующий МТС композит характеризует изменения, произошедшие за 60 дней (рисунок 4). Очевидно, что на территории месторождения оттенки синего, зелёного и красного цветов присутствуют в приблизительно равных долях. Территория Торгайского региона характеризуется относительно равнинным рельефом и не густой растительностью. Поэтому можно предположить, что изменения произошли благодаря незначительному изменению влагосодержания, что и привело к понижению уровня когерентности сигнала.

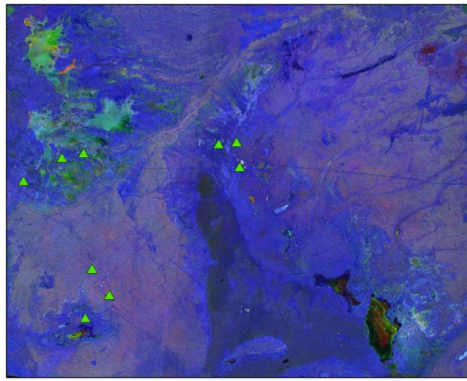


Рис. 4. RGB композит когерентности снимков за 19 апреля и 18 июня:
R – 19 апреля, G – 18 июня, B – когерентность между снимками

Рассмотренные примеры позволили сделать следующие выводы. Как уже отмечалось, МТС композит, построенный с 36-дневной временной базой, несмотря на стабильно высокую когерентность при данном наборе снимков не дает возможность построить оптимальный граф связей и тем самым снижает объективность возможных результатов. Вместе с тем, композит с временной базой 60 дней характеризует низкая и неустойчивая во времени когерентность отражающей поверхности. Следовательно, оптимальной в данном случае следует считать временную базу 48 дней, которая в дальнейшем была принята для расчётов интерферограмм и построения карт смещений земной поверхности исследуемой территории.

Результаты

Результатами обработки являлись разработанные карты амплитуд (рисунок 6) и скорости (рисунок 7) вертикальных смещений точек земной поверхности.

Из представленных на рисунках 6 и 7 карт, видно, что в региональном плане все месторождения локализируются в области, которая за относительно короткий промежуток времени (немногим более года) испытала умеренное поднятие, составившее порядка 60 мм, что согласуется с известными прогнозными представлениями. Можно констатировать, что и распределение значений скорости находится в полном соответствии с выделенными поднятиями.

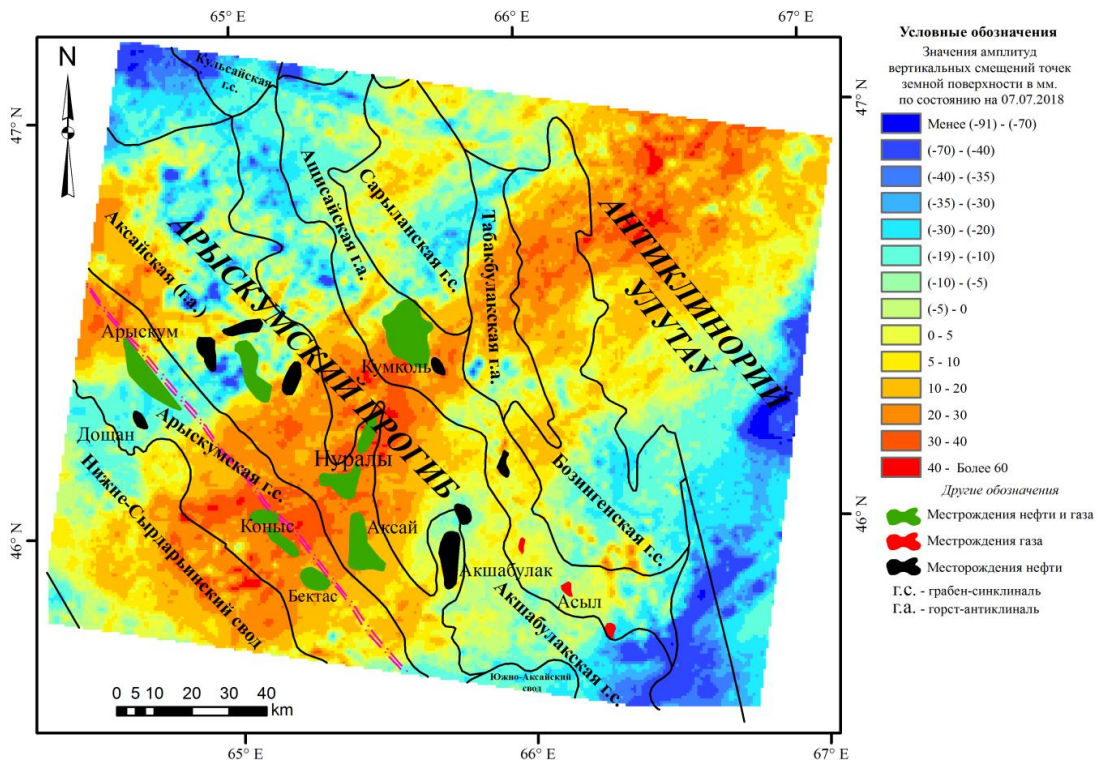


Рис. 6. Карта распределения значений амплитуд смещений точек земной поверхности

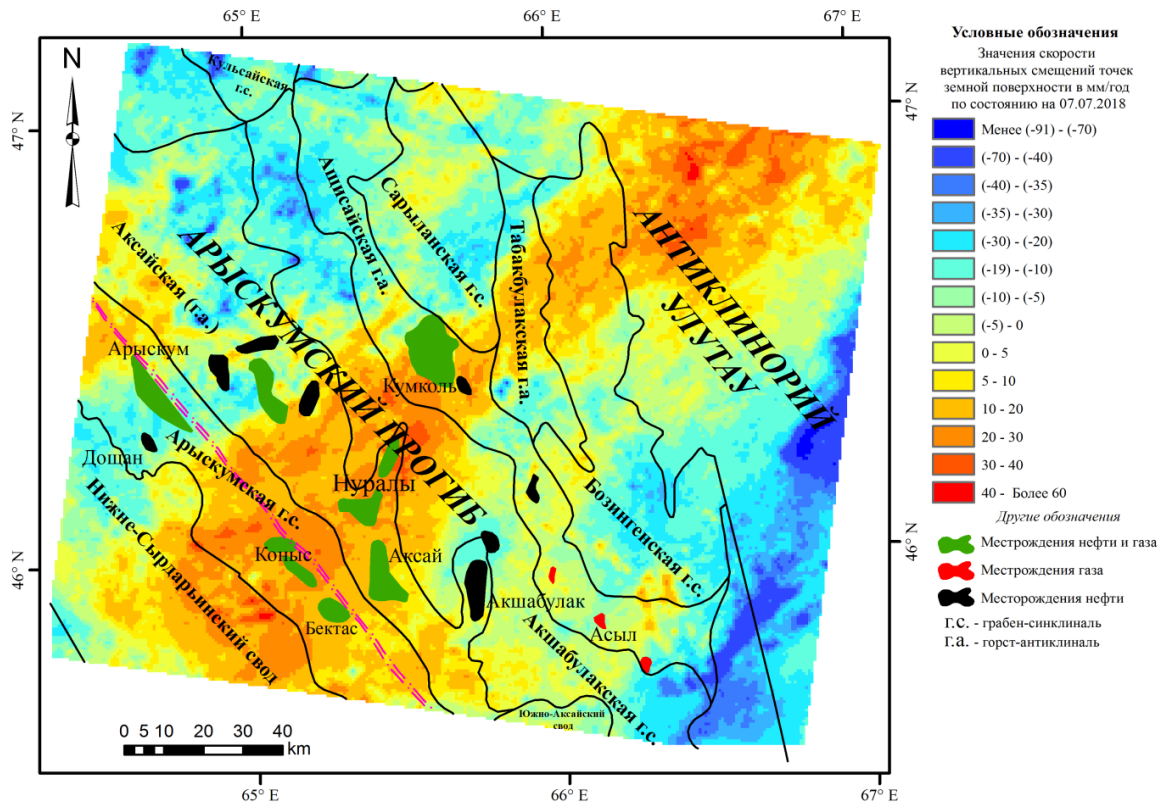


Рис. 7 – Карта распределения значений скорости смещений точек земной поверхности

Заключение

Как известно, повышенная вероятность обнаружения ловушек углеводородов тесно связана со структурными формами рельефа, испытывающими новейшие поднятия. Для выявления этой особенности на исследуемой территории, были разработаны карты амплитуд и скорости смещений, полученные методом радарной спутниковой интерферометрии.

Выявленная область протягивается полосой северо-восточного простирания и захватывает большую часть, расположенных здесь месторождений.

Таким образом, региональные геодинамические проявления на изучаемой площади свидетельствуют, что в Арыскупской впадине, где сосредоточена большая часть открытых месторождений углеводородов в настоящее время происходят активные геодинамические процессы, подтверждающие справедливость вышеупомянутого тезиса.

Но сказанное не исключает, что на локальном уровне геодинамика каждого в отдельности месторождения может быть принципиальной.

Работа выполнена при поддержке республиканской бюджетной программы 008 «Прикладные научные исследования в области космической деятельности» в рамках научно-технической программы «Развитие космических технологий мониторинга и прогнозирования природных ресурсов, техногенных изменений окружающей среды, создание космической техники и наземной космической инфраструктуры, исследования объектов дальнего и ближнего космоса», в рамках проекта «Разработать прогнозно-поисковые критерии поисков месторождений углеводородов домезозойского комплекса для территории Южно-Торгайского нефтегазового региона на основе анализа космических и наземных данных» (2018-2020 гг.).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Жолтаев Г.Ж. Геодинамические модели и нефтегазоносность палеозойских осадочных бассейнов Западного и Южного Казахстана. – М.: Наука, 1992. – 45 с.
 [2] Hanssen, R. F. Radar Interferometry: Data Interpretation and Error Analysis / R. F. Hanssen. – Kluwer Academic Publishers, 2001. – 308 p.

- [3] Дмитриев П. Н. Новые методы обработки и интерпретации данных радарной спутниковой интерферометрии: дис. ... канд. физ.-мат. наук. – М., 2014. – с. 8-11
- [4] Ewardson, T. R. Neutral atmospheric delay in interferometric synthetic aperture radar applications: Statistical description and mitigation / T. R. Ewardson, M. Simons, F. H. Webb // Journal of geophysical research. – 2003. – Vol. 108. – No. B5. – P. 2231–2238.
- [5] Dinga, L. X. Atmospheric Effects On InSAR Measurements In Southern China And Australia: A Comparative Study / X. L. Dinga, L. Ge, Z. W. Li, C. Rizos // International archives of photogrammetry remote sensing and spatial information sciences. – 2004. – Vol. 35, part 1. – P. 70–75.
- [6] Goldstein, R. M. Satellite Radar Interferometry: Two-dimensional Phase Unwrapping / R. M. Goldstein, H. A. Zebker, C. L. Werner // Radio Science. – 1988. – V. 23. – No. 4. – P. 713–720.
- [7] Prati, C. A 2-D phase unwrapping technique based on phase and absolute value information / C. Prati, M. Giani, and N. Leuratti // Conference IGARSS'90. – 1990. – P. 2043–2046.
- [8] Lin, Q. New approaches in interferometric SAR data processing / Q. Lin, J. F. Vesecky, H. A. Zebker // IEEE trans. geosci. remote sensing. – 1992. – Vol. 30. – P. 560–567.
- [9] Ghiglia, D. G. Robust two-dimensional weighted and unweighted phase unwrapping that uses fast transforms and iterative methods / D. G. Ghiglia, L. A. Romero // J. opt. soc. amer. A.. – 1994. – Vol. 11. – No. 1. – P. 107–117.
- [10] Valero, J. L. A survey of phase unwrapping techniques, with applications to SAR / J. L. Valero, I. Cumming // Technical report. – 1995.
- [11] Hellwich, O. SAR interferometry: Principles, processing, and perspectives / Olaf Hallwisch // Technische Universitat Munchen. – 1999. – P. 109–120.
- [12] Ксендзук, А. В. Решение задачи развёртки фазы и устранения неоднозначности определения высоты в двухчастотном интерферометре с синтезированной апертурой / А. В. Ксендзук // Журнал радиоэлектроники. – 2002. – № 9.
- [13] Hooper A. Persistent Scatterer Radar Interferometry for Crustal Deformation Studies and Modeling of Volcanic Deformation: Ph.D. Thesis. – CA, USA: Stanford University, 2006.
- [14] Ferretti A., Monti-Guarnieri A., Prati C. InSAR Principles: Guidelines for SAR Interferometry Processing and Interpretation. – Noordwijk: ESA Publications, 2007. – 234 p.

Чепашев Д. В., Талгарбаева Д. Н, Нурсеит Ж. Ж.,

Оңтүстік торғай мұнай және газ бассейнінің аумағының радарлық серіктік интерферометриясы

Түйіндеме. Жерді қашықтықтан зондаудың заманауи әдістері ақпарат жинау мен өндеудің жаңа принциптерін және жоғары өнімділікті біріктіреді, бұл аумақтардың мұнай-газ әлеуетін сенімді және тиімдірек бағалау үшін қосымша мүмкіндіктерді ашады. Мұндай әдістердің бірі - радарлық серіктік интерферометриясы немесе APC интерферометриясы.

APC интерферометриясы (апертураны радиолокациялық синтездеу) – жердің бетіндегі нүктелердің тік жылжуларының амплитудалары мен жылдамдықтарын бағалау, заманауи геодинамикалық белсенділікті зерттеу үшін кеңінен қолданылатын әдіс. Сондай-ақ жердің жаңа құрылымдық формалары мен элементтерін анықтау үшін қолданылады. Бұл мақалада осы әдіс Оңтүстік Торғай мұнай және газ бассейнінің аумағында пайдаланды. Жер бетіндегі нүктелердің тік жылжуларының амплитудалары мен жылдамдықтарын көрсететін карталар әзірленді.

Түйінді сөздер: APC интерферометриясы, Оңтүстік Торғай мұнай және газ бассейні, Sentinel-1, жер бетінің тік жылжулары.

L. Mustafa, M. Ismailov

(Kazakh National Research Technical University named after K.I.Satpayev, Almaty, Kazakhstan
“National Centre for the space research and technology” JSC, Almaty, Kazakhstan
e-mail: mustafa_laura@mail.ru _)

RESEARCH OF MODIFICATION METHODS OF CARBON TISSUE TO IMPROVE THE STRENGTH PROPERTIES OF CARBON PLASTICS

Abstract. The task of creating a technology for hardening the surface of carbon fiber (CF), and to obtain carbon fiber is relevant for many sections of technology: space, aviation, defense, automotive, etc. Modification of CF is carried out by oxidizing the surface, and the selection of modes, creating that will be possible to produce a composite material with the necessary properties.

Key words: carbon plastic, carbon fiber, modification, strength

Л. Мустафа, М. Исмаилов

(НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева»
АО «Национальный центр космических исследований и технологий»
Алматы, Республика Казахстан)

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ МОДИФИКАЦИИ УГЛЕРОДНОЙ ТКАНИ С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ УГЛЕПЛАСТИКОВ

Аннотация. Задача создания технологии упрочнения поверхности углеродного волокна (УВ), и для получения углепластика актуальна для многих разделов техники: космической, авиационной, оборонной, автомобильной и др. Модификация УВ осуществляется путем окислительной обработки поверхности, и подбор режимов, создав которые, окажется возможным создать композитный материал с необходимыми свойствами.

Ключевые слова: углепластик, углеродное волокно, модификация, прочность.

Композиционные материалы (КМ) – искусственно созданные материалы, состоящие из двух или более неоднородных и нерастворимых друг в друге компонентов, соединяемых между собой физико-химическими связями.

Одним из компонентов композиционных материалов является арматура, или наполнитель, обеспечивающие необходимые механические характеристики материала, а другим компонентом – матрица (или связующее), обеспечивающая совместную работу армирующих элементов. В качестве матрицы используют полимерные, металлические, керамические и углеродные материалы, в зависимости от типа которых композиционные материалы получают общее название.

Благодаря ценным свойствам углеродные волокна и ткани на их основе применяются для армирования композиционных материалов, они применяются с эпоксидными, винилэфирными, полиамидными и фенолформальдегидными смолами, такие композиты называются углепластик. Известно, что основными составляющими углепластика являются углеродная ткань, эпоксидная смола и отвердитель. Для улучшения свойства углепластика требуется проведение тщательного исследования модификаторов для углеродной волокон позволяющих увеличить прочностные характеристики углепластиков.

Цель настоящей работы – анализ литературных данных по модификации процесса окислительной обработки поверхности углеродного волокна и с целью определения наиболее эффективного пути модификации для увеличения прочности углепластика.

В последние десятилетия композиционные материалы с углеродными волокнами (УВ), используемые в качестве армирующего компонента, широко применяются в различных областях. Модификация поверхности волокна открывает широкие возможности при получении уникальных по своим физико-химическим характеристикам композиционных материалов [1].

Основным составляющим углепластика является углеволокно. Волокна, состоящие из тончайших нитей углерода, получают термической обработкой на воздухе, то есть окислением, полимерных или органических нитей при температуре 250°С в течение 24 часов, то есть практически их обугливанием. Однако, углеродные волокна (УВ) и углеродные ткани являются химически инертными, а их взаимодействие с матрицей углепластика происходит только благодаря физического взаимодействия. Для увеличения адгезии между волокнами и эпоксидной смолой проводят метод модификации ткани. Модификация поверхности волокна может осуществляться различными способами, например, такими как: кислотное окислирование, плазменная обработка, обработка редкоземельными элементами, гамма лучами и др.

Поскольку механические характеристики композита определяются природой, соотношением компонентов, а также прочностью связи между ними, одной из актуальных проблем является создание прочной адгезии между армирующим компонентом и матрицей.

В [2, 3] описаны способы улучшения данной связи, которые можно разделить на две группы:

- функционализация поверхности с целью дальнейшего образования химической связи волокно–матрица;
- увеличение шероховатости и дефектности поверхности для улучшения механического сцепления.

В [3] отмечено, что, несмотря на применение разнообразных методов модифицирования, например окисление в газовой фазе, обработка плазмой, осаждение наночастиц из газовой фазы и т.д., наиболее эффективным методом создания равномерно модифицированной поверхности остается окисление в жидкой среде. В последнем случае используются концентрированные растворы сильных окислителей: HNO_3 , NaOCl , KMnO_4 , NaClO_3 , $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, NaIO_4 и др. [4–6].

Для увеличения адгезии УВ к полимерной матрице их поверхность подвергают окислительному травлению. При этом происходит ряд параллельных процессов: увеличивается удельная поверхность волокна, появляется рельеф и на торцах плоскостей растет количество кислородсодержащих групп.

Стадия модификации активированного продукта чаще проводится при обычной (комнатной) температуре, однако может производиться и при повышенных температурах, вплоть до достаточно высоких (до $1200\text{ }^\circ\text{C}$). В качестве окислителя модификатора может использоваться как тот же набор окислителей, что и на стадии активации, так и некоторые другие – перманганат или бихромат щелочных металлов, перекись водорода и т.д. [7–10].

Таким образом, стадию окислительной модификации можно рассматривать как своеобразную попытку углубить тот процесс, который уже выполнялся на стадии активации. То есть в данном случае как для стадии активации, так и для стадии модификации можно ожидать, что сам процесс будет протекать приблизительно по одним общим принципам.

Рассмотрим действие основных видов окислителей.

1. Азотная кислота, HNO_3 . Если соединение имеет несколько боковых цепей, то чаще всего окисляется лишь часть из них. Иногда процесс сопровождается и нитрующим действием. При окислении азотной кислотой во избежание нитрующего действия кислоту разбавляют до подходящей концентрации (1:4). Вообще же азотная кислота является малоудобным окислителем, применяемым только в тех случаях, когда без нее трудно обойтись. Разбавленная азотная кислота при высокой температуре оказывает нитрующее действие на боковую цепь, а не на ароматическое кольцо, а получаемое ω -нитросоединение, по-видимому, в дальнейшем легко окисляется. Более энергично, чем азотная кислота, действует хромовая кислота и перманганат калия. Посредством этих окислителей, как правило, все алкильные группы окисляются до карбоксильных.

2. Хромовая кислота ($\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) в присутствии серной окисляет все боковые цепи, вызывая иногда и полное разрушение органического вещества. Результат окисления зависит от взаимного расположения боковых цепей. Именно, ортоизомеры хромовой кислотой или не окисляются, или полностью разрушаются (в этом случае окисление может быть гладко проведено при действии марганцевокислого калия). У соединений с пара-расположением боковых цепей окисление идет легче, чем у мета-изомеров. Если требуется окислить лишь одну боковую цепь, следует иметь в виду, что на легкость ее окисления влияет также наличие других заместителей. Отрицательная группа, находящаяся в орто-положении к метилу, по-видимому, затрудняет окисление посредством хромовой кислоты. Наиболее пригоден для окисления таких орто-замещенных соединений марганцевокислый калий, а также железосинеродистый калий $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$, малоупотребительный в других случаях.

3. Перманганат калия, KMnO_4 . Данный реагент является удобным и достаточно часто применимым средством именно для окисления боковой цепи и образования карбоксильной группы. Окисление гомологов фенола марганцевокислым калием может повести к нежелательным последующим реакциям вплоть до распада циклического соединения. Чтобы избежать этого, пользуются методом 'защиты' оксогруппы [11].

4. Ароматические нитросоединения оказываются малоподходящими окислителями метильной группы в бензольных углеводородах и преимущественно окисляют карбинольную группу CH_2OH , разумеется, с одновременным восстановлением нитрогруппы в азо- или азоксигруппу.

В работе [1] исследовано влияние модифицированного УВ на прочность углепластика, данные приведены в таблице 1. Из данных таблицы 1 видно, что кислотная обработка УВ в растворе азотной кислоты при температуре его кипения позволяет увеличить прочность на сдвиг углепластика в 1,5–2 раза. С увеличением времени обработки УВ разбавленной HNO_3 прочность углепластика непрерывно увеличивается, для случая обработки концентрированной HNO_3 - прочность проходит через максимум. Однако, эти данные не определяют оптимальный режим обработки УВ в азотной кислоте, дающей углепластику максимальную прочность.

Таблица 3. Влияние обработки УВ азотной кислотой на свойства волокна и углепластика

Кислота	Время обработки, ч	Характеристики волокна			Прочность углепластика при сдвиге, МПа
		Удельная поверхность, м ² /г	Коэффициент шероховатости	Содержание СООН-групп x10 ² , масс.%	
Без обработки		0,40	1,21	0,64	38
Разбавлен-ная	6	0,62	1,88	-	54
	24	0,71	2,16	-	78
Концент-рированная	0,5	1,21	3,67	-	77
	1,0	1,20	3,64	1,0	68
	6	1,03	3,27	1,7	50
	15	1,20	3,64	1,7	55
	24	1,03	3,12	1,85	54

В работе [12] изменяли поверхность углеродных волокон, применяя метод химического модифицирования с помощью азотной и соляной кислот. Анализ средней прочности на растяжение углеродных волокон исходных и обработанных соляной и азотной кислотами, показывает, что значения прочности уменьшались с увеличением времени окисления с 5 до 20 минут (от 2143 МПа до 1531 МПа). Однако, было обнаружено, что это свойство значительно уменьшается в образцах, обработанных азотной кислотой, чем в обработанных соляной кислотой, что объясняется окислительными свойствами азотной кислоты.

На основании исследования, проведенного различными исследователями, можно сделать вывод, что обработка поверхности УВ имеет важное значение для улучшения его сцепления с различными матрицами. Модификация существенно влияет на характеристики волокна.

Модификация изменяет морфологию и увеличивает шероховатость поверхности волокна. Увеличение шероховатости увеличивает площадь поверхности на поверхности волокон, чтобы улучшить взаимодействие между волокном и матрицей, обработка поверхности также влияет на химическую структуру волокон и повышение химической связи с матрицей. Различные процедуры имеют различное влияние на поверхность волокна. Чтобы выбрать подходящий метод модификации в зависимости от применения и желаемых свойств, требуется оптимизация.

ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Варшавский В.Я. Углеродные волокна. М.: Варшавский, 2005. 500 с.
- [2] Awaja F. et al. Adhesion of Polymers // Prog. Polym. Sci. 2009. № 34. P. 948–968.
- [3] Morgan P. Carbon Fibers and Their Composites. L.: Taylor and Francis, 2005. 1166 p.
- [4] Goan I.C., Joo L.A., Sharpe G.E. Surface Treatment for Graphite Fibers // 27th Ann. Tech. Conf. Reinf. Plast. Comp. Inst., 1972. P. 1–6.
- [5] Donnet J.B., Ehrburger P. Carbon Fiber in Polymer Reinforcement // Carbon. 1977. № 15. C. 143–152.
- [6] Dauksys R.J. Carbon Fiber Treatment Which Affect Fiber Surface Morphology and Epoxy Bonding Characteristics // J. Adhes. 1973. № 5. P. 211–244.
- [7] Paredes J.I., Martinez-Alonzo A., Tascon J.M.D. Comparative study of the air and oxygen plasma oxidation of highly oriented pyrolytic graphite: a scanning tunneling and atomic force microscopy investigation // Carbon. 38 (2000), 1183-1197.
- [8] Shibagaki K., Motojima S. Surface properties of carbon micro-coils oxidized by a low concentration of oxygen gas // Carbon. 38 (2000), 2087-2093.
- [9] Zielke U., Hittinger K.J., Hoffman W.P. Surface oxidized carbon fibers: II. Chemical modification // Carbon. Vol. 34, № 8 (1996), 998-1005.
- [10] Shibagaki K., Motojima S., Umemoto Y., Nishitanib Y. Outermost surface microstructure of as-grown, heat-treated and partially oxidized carbon microcoils // Carbon. 39 (2001), 1337-1342.
- [11] Защитные группы в органической химии / Ред. Дж. МакОми. М.: Мир, 1976. 391 с.
- [12] Liliana Burakowski Noharaa*, Gilberto Petraconi Filhob, Evandro Luís Noharac, Maurício Urban Kleinked, Mirabel Cerqueira Rezende. Evaluation of Carbon Fiber Surface Treated by Chemical and Cold Plasma Processes. // Materials Research. – 2005. –V. 8, – N 3, – P. 281-286.

Мұстафа Л., Исмаилов М.

Көмірпластиктердің беріктігін арттыру мақсатында көміртекті талшықты түрлендіру әдістерін зерттеу

Түйіндеме. Көміртекті талшық пен көмірпластиктің беріктігін жоғарылату технологиясын жасау мәселесі техниканың көптеген салалары (ғарыш, авиация, қорғаныс, автокөлік, т.б.) үшін өзекті болып табылады. Көміртекті талшықты модификациялау беттерді тотықтырып өңдеу жолымен жүзеге асырылады және режимдерді таңдау арқылы қажетті қасиеттері бар композиттік материалдар аламыз.

Түйін сөздер: көмірпластик, көміртегі талшығы, модификация, беріктілік.

ӘОЖ 664.641.

A.S.Mukharbek, B.Zh.Muldabekova, G.K.Iskakova, A.A Tengelbayeva
(Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan)
E-mail: mukharbeka@mail.ru

STUDY OF THE EFFECT OF CHICKPEA FLOUR ON THE QUALITY OF SWEET BISCUITS

Abstract. The use of the new untraditional raw materials in order to increase the value of flour confectionery products is one of the main scientific and practical directions. Thus, researched production of flour confectionery and enrichment of their structure with proteins, vitamins and mineral additives. In this aspect the most valuable grain-legume is used. The recipe of preparation of flour confectionery products was created. Organoleptic and physical and chemical parameters of cookies with chickpea flour are researched.

Key words. flour confectionery products, chickpea flour, nutritional value, chemical structure, wheat flour.

A.C. Мұхарбек, Б.Ж. Мулдабекова, Г.К. Искакова, А.А. Тенгельбаева
(Алматы Технологиялық Университеті, Алматы қ, Қазақстан Республикасы)
E-mail: mukharbeka@mail.ru

ҚАНТТЫ ПЕЧЕНЬЕНІҢ САПАСЫНА НОҚАТ ҰНЫНЫҢ ТИГІЗЕТІН ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Ұнды кондитер өнімдерінің құндылығын арттыру мақсатында жаңа дәстүрлі емес шикізаттарды пайдалану-негізгі ғылыми практикалық бағыттардың біріне жатады. Осылайша, ұнды кондитер өнімдерін дайындап және оның құрамын ақуыздармен, дәрумендер және минералды заттармен байыту үшін зерттеулер жүргізілді. Бұл аспектіде ең құндысы дәнді-бұршақ дақылды қолданылды. Ұнды кондитер өнімдерін дайындаудың рецептурасы құрылды. Ноқат ұны қосылған печеньенің органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштері анықталды.

Түйін сөздер: ұнды кондитер өнімдері, ноқат ұны, тағамдық құндылық, химиялық құрам, бидай ұны.

Кіріспе.

Қазіргі кездегі экологиялық жағдайдың нашарлануына байланысты, денсаулыққа кері әсер тигізетін жұмыс орындарда жұмыс істейтін адамдардың көп болуына байланысты диеталық ұнды кондитерлік өнімдерді өндіру өзекті мәселе болып табылады. Бұл мақалада тағамдық талшықтармен, дәрумендермен, микроэлементтермен байытылған емдік сауықтыру қасиеті бар биологиялық белсенді заттар қосылған арнайы ұнды кондитерлік өнімге зерттеу жүргізілген. Экологиялық жағдайдың төмендеуінен халықтың денсаулығы нашарлады, сол себептен емдік және профилактикалық өнім өндіруге тура келді. Ең бастысы-өсімдік тектес қоспалары бар өнімдер. Құрамында тағамдық талшықтары және витаминдері, органикалық қышқылдары және микро элементтері бар биологиялық құнды өнімдер ағзаның қорғаныс күшін жоғарылатады. Бұл өнімдердің түрі тартымды және дәмі жақсы болады. Өндіріске жаңа технологияларды өндіру арқылы біз тағамдық талшықтарға, дәрумендерге және биологиялық белсенді заттарға бай жоғары сапалы өнімдер ала аламыз[1-2].

Дәнді бұршақ дақылдары ақуыз бен липидке, сонымен қатар көптеген маңызды ауыстырылмайтын аминқышқылдарымен және құрамындағы пайдалы заттарға бай екендігінен бидай ұнынан ерекшеленеді. Ноқатпен қоректену арқылы, қанның құрамы жаңарып отырады. Себебі, ноқат құрамында қанның түзілуін реттейтін негізгі компоненттер калий және кальций мөлшері көмектеседі. Ноқат құрамында селен элементінің болуы (28,5 мкг) ағзадағы қажет емес заттардың түзілуінің алдын алады, ал кальций мен калий тіс, сүйек және жүрек бұлшық еттерінің саулығын қамтамасыз етеді.

Ноқат құрамында йодтың көп мөлшерде болуы қалқанша бездердің бұзылуын болдырмайды. Ноқат ұны түрлі онкологиялық ауруларға қарсы тұра алатын құрамындағы селеннің көп болуымен дәнді дақылдардың арасында бірінші орынды алады[3-6].

Ноқат ұнында бидай ұнына қарағанда майдың мөлшері 3,7 есе жоғары. Ноқаттың құрамында лецитин, рибофлавин (В2 дәрумені), тиамин (В1 дәрумені), РР, А, В6 дәрумендерінің және фосфор мен калийдің көптігімен ерекшеленеді. Құрамында С дәрумені 2,2-ден 20мг аралығында болады. Ноқаттың құрамындағы көміртегілер 55,1-ден 75,3 % дейінгі аралықта кездеседі. Құрамында май қышқылдары болғандықтан (олардың ішінде линольді және олейнді қышқылдардың маңызы зор) холестериннің мөлшері азайып, атеросклероз бен жүрек - қан тамырлары ауруларына алып келетін тромболардың пайда болу қауіпін азайтады[7].

Зерттеудің мақсаты - табиғи талшықтарға, дәрумендерге, микроэлементтерге бай арнайы бағыттағы ұнды кондитер өнімдерін шығару. Ұнды кондитер өнімдерінің тағамдық және биологиялық құндылығын жоғарылату үшін дәнді-бұршақ дақылдарымен байыту.

Зерттеу объектісі және әдістері. Бидай ұны ұнды кондитер өндірісінде негізгі шикізаттардың бірі болып табылады. Ұнды кондитер өнімдеріне бидай ұнының бірінші сұрыптары қолданылады.

Ұнның сапасы физико-химиялық, көзмөлшерлік қасиеттеріне және құрамына қарай анықталады. МЕМСТ 27668-88 бойынша ұнның сапасын оның түсіне, иісіне, дәміне, желімше мөлшеріне және оның құрамына байланысты зерттеулер жүргізілді.

Зерттеу барысында келесі сапалық көрсеткіштердің нәтижесі алынды:

- органолептикалық (түсі, иісі, дәмі) және физика-химиялық қасиеттері (ылғалдылығы, күлділігі, қышқылдылығы, шикі желімшенің құрамы) анықталынды;
- дәнді-бұршақ дақылы ұнының химиялық және минералды (кальций, фосфор, темір) құрамы анықталды[8-9];

1-кесте. Дәнді-бұршақ дақылы ұнының сапалық көрсеткіштері

Көрсеткіштері	Бірінші сұрыпты бидай ұны	Ноқат ұны
Органолептикалық көрсеткіштері		
Түсі	Ақшыл сары крем түсті	Ақшыл сарғыш
Иісі	Бидай ұнына тән, бөгде иістері жоқ	Ноқат ұнына тән, бөгде иістері жоқ
Дәмі	Бидай ұнына тән, бөгде және қышқыл дәмі жоқ	Ноқат ұнына тән, бөгде және қышқыл дәмі жоқ
Физико-химиялық көрсеткіштері		
Ылғалдылығы, %	13,5	14,0
Күлділігі, %	0,71	3,55
Шикі желімшенің мөлшері, % көп емес	32,4	-

2-кесте. Бидай және ноқат ұндарының химиялық және минералдық құрамы

Көрсеткіштері	Бірінші сұрыпты бидай ұны	Ноқат ұны
Ақуыздың мөлшері, гр	11,69	20,1
Талшық, гр	4,9	3,7
Минералды заттар, мг:		
Кальций	17,1	193
Фосфор	79	444
Темір	1,14	11,8

2-кестеден көріп отырғанымыздай бидай ұнымен салыстырғанда, ноқат ұнының құрамында ақуыздың мөлшері – 1,7 есеге көп, ал кальций – 11,3 есеге, фосфор – 5,6 есеге және темір 10,4 есе көп. Печеньенің сапасына ноқат ұнының әсерін зерттеу үшін рецептураға камыр дайындауға 5%, 10%, 15% және 20% ноқат ұны қосылды.

Зерттеу барысында ұнды кондитер өнімдерін дайындау үшін дәнді-бұршақ дақылының оптималды нұсқасы анықталды және жаңа рецептура жасалды.

Зерттеу нәтижелері мен тұжырымы.

Тәжірибелік зерттеулер жүргізу үшін қантты печенъенің қамырын дайындаған кезде рецептурадағы бидай ұнына 5-20 % дейін ноқат ұны қосылады (3-кесте). Қантты печенъе қамырын илеу, оны пісіру зертханалық әдістемеге сәйкес жүргізіледі. Бақылау ретінде бірінші сұрып бидай ұнынан дайындалған үлгілер алынды. Алынған нәтижелер бойынша қантты печенъенің физико-химиялық және көзмөлшерлік сапа көрсеткіштеріне ноқат дақылның тигізетін әсері төмендегі кестеде келтірілген.

3-кесте. Бірінші сұрып бидай ұны мен ноқат ұны қосылған печененің сапалық көрсеткіштері

Көрсеткіштердің аталуы	Бақылау	5%	10%	15%	20%
Көз мөлшерлік көрсеткіштері:					
Дәмі мен хош иісі	Қантты печенъеге сай, бөтен дәмі және иісі жоқ		Қышқыл дәмі мен иісі бар		Қышқыл дәмі мен ащы иісі бар
Сыртқы көрінісі	Қантты печенъеге сай беті тегіс, жарықтары жоқ		Біркелкі тегіс емес, беті жарылған		Біркелкі тегісемес, беті жарылған
Түсі	Қантты печенъеге тән ақшыл сары	Сарғыш		Қанық сары түсті	Қою сарытүсті
Физико-химиялық көрсеткіштері:					
Ылғалдылығы, %	5,4	5,42	5,44	5,45	5,5
Сілтілігі, % көп емес	1,0	1,0	1,1	1,2	1,4
Су сіңімділігі, % аз емес	155	158	162	163	165
Шығымы	160	160	160	160	160

3-ші -кесте бойынша, дайын өнімде көзмөлшерлік және физико-химиялық көрсеткіштер анықталды. Өнімге 5 - 10% ноқат ұнын қосқанда сапасы жақсарып, өз пішінін сақтайтын, беті тегіс, дәмі мен иісі тартымды дайын өнім кезінде үгітілмелі, бақылау үлгісімен салыстырғанда өнімге толыққұнды сапа беретін пайыз, ал 10-15%, бұл кезде өнім біртегіс сары түсті, бақылау өнімге қарағанда дәмі ноқатқа сай, өз пішінін сақтамайтын, жұмсақ, беті тегіс болады. 20% қосқан жағдайда өнімге ащы дәм беріп, қышқылтым болады. Сонымен қатар, қосылатын ноқат ұнының мөлшерін жоғарлатқан сайын алынатын дайын өнімнің сапасы нашарлайтындығы анықталды. Бұл печенъеге қосылатын дәнді бұршақ дақылдарының мөлшері шектеулі екенін көрсетеді.

Ноқат ұны қосып дайындалған қантты печенъенің жаңа рецептурасы ұсынылды, ол 4-кестеде көрсетілген.

4-кесте. Ноқат ұнын қосып дайындалған қантты печенъенің рецептурасы

Шикізат атауы	Құрғақ зат мөлшері, %	Қ.З. %	100г ұнға шикізат мөлшері, г
1	2	3	4
I сұрыпты бидай ұны	87,0	87	95-90
Ноқат ұны	90,93	90,93	5-10
Қрахмал	87	8,7	10
Құмшекер	99,85	44,93	45
Инвертті шырын	78	3,9	5
Маргарин	84	20,16	24
Тұз	96,5	0,72	0,75
Сода	50	0,45	0,9
Аммоний	-	-	0,09

Ноқат ұны қосып дайындалған қантты печенъенің тағамдық және энергетикалық құндылығы, минералды заттар және дәрумендер мөлшері Алматы технологиялық университетінің ТҚҒЗИ зертханасында анықталды. Алынған нәтижелер 5-кестеде келтірілген.

5- кесте. Бидай және ноқат ұндары қоспасынан дайындалған қантты печенъенің тағамдық құндылығы

Көрсеткіштер атауы	Бақылау	Ноқат ұны қосылған печенье
1	2	3
Тағамдық құндылығы г/100г		
Ақуыз, %	13,8	15,1
Май, %	25,3	25,8
Көмірсулар, %	56,0	54,2
Ылғалдылығы, %	4,5	4,5
Күлділігі, %	0,4	0,4
Энергетикалық құндылығы, Ккал	507	509
Минералды заттар, мг/100г		
Кальций,мг	52,0	55,2
Магний,мг	27,2	23,1
Темір,мг	3,23	4,63
Дәрумендер, мг/100г		
РР,мг	2,23	2,07
С	-	0,1
Е	3,5	3,6
β- каратин	8	9

Алынған деректерді талдау барысында бидай ұнымен дәнді бұршақ дақылы қоспасынан дайындалған печеньеңің құрамында ақуыздың, дәруменнің минералдық заттардың мөлшері арта түсетінін дәлелденді. Бақылау сынамаcына қарағанда ноқат ұны қосылған өнімдегі ақуыздың мөлшері – 1,1% есе өскені анықталды.

Қантты печеньедегі майдың мөлшері - ноқат қосылған өнімде – 1,02% есе өскені анықталды. Ал көмірсуларының қоспасы ноқат ұнын қосқанда азайғаны байқалды. Егер бақылау сынамаcында көмірсудың мөлшері 56,0% болса, ноқат ұнында осы көрсеткіш 54,2% төмендеді, яғни 1,03% есе төмендеді.

Қантты печеньеңің физика-химиялық көрсеткіштеріне келетін болсақ, дәнді бұршақ дақылдары ылғалдылығымен күлділігіне айтарлықтай әсер етпейді.

Минералды заттардың мөлшері бақылау үлгісімен салыстырғанда ноқат ұны қосылған үлгіде– 1,06% есе артты. Темірдің мөлшері ноқат ұны қосылған үлгіде - 1,4% өсті. Сонымен қатар дәрумендердің мөлшері де өскені анықталды. Бұл өнімнің дәрумендік құндылығын арттыра түсті. Осылайша, ұнды кондитер қамырын дайындауда табиғи шикізат ретінде қоспа енгізу оның минералдық құндылығын айтарлықтай арттырады.

Алынған мәліметтердің нәтижесінде ноқат ұнын пайдаланып дайындалған печеньеңің бақылау үлгісімен салыстырғанда өзінің құрамында тірі ағзаларда маңызды рөл атқаратын элементтердің мөлшері бойынша неғұрлым толыққұнды болып келеді деп тұжырым жасауға болады.

Қорытынды: Алынған нәтижелер ұнды кондитер өндірісінде дәнді-бұршақ дақылы ноқат ұнын қосып байыту, өнім құрамындағы дәрумендер, минералды заттар және т.б. пайдалы заттардың мөлшерін арттырып, тағамдық және биологиялық құндылығы жоғары, емдік-профилактикалық мақсатта өнім өндіруге мүмкіндік беретіні анық.

ӘДЕБИЕТ

[1] Научные принципы создания технологий производства функциональных кондитерских изделий / Т.В. Савенкова, А.П. Ходак // Кондитерское производство. – 2007. – № 6. – С. 16-18.

[2] Нетрадиционные виды муки в технологии кексов [Текст] / С. И. Лукина, А. А. Журавлев, М. К. Садыгова, [и др.] // Хлебопродукты. – 2013. – № 10. – С. 44-45

[3] Исакова Г.К., Умирзакова Г.А., Мулдабекова Б.Ж. Расширение ассортимента макаронных изделий на основе использования нутовой муки // Материалы IV МНПК «Отечественная наука в эпоху изменений: постулаты прошлого и теории нового времени». – Екатеринбург, 2014. - С. 22-26.

[4] Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Грядунова Н.В., Сидоренко В.С., Наумкин В.В. Зернобобовые культуры – важный фактор устойчивого экологически ориентированного сельского хозяйства // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2016. - №1.- С.6-13.

[5] Германцева Н.И. Нут - культура больших возможностей // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. - 2014. - № 4-1. - С. 50-53.

[6] Тарасенко Н.А., Баранова З.А., Быкова Н.С., Третьякова Н.Р. Использование пищевых волокон в функциональных кондитерских изделиях // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 11. – С. 86-90;

[7] Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. - Х46 М.: ДеЛи принт, 2002. - 236 с.

[8] Дайрашева С.Т., Мулдабекова Б.Ж., Рустемова А.Ж. «Кондитер өндірісінің технологиясы» пәнінен зертханалық жұмыстардың әдістемелері. Тамақ өндірісінің жоғары оқу орындарының студенттеріне арналған оқу әдістемелік құралы. Алматы, АТУ, 2012. – 36 б.

[9] Мулдабекова Б.Ж., Исакова Г.К., Бек Р.Б. Нан, макарон және кондитер өндірісі технокимиялық бақылау пәніне арналған лабораториялық оқу құралы. -Алматы: «Полиграфия-сервис и К°», 2016. – 114 б.

Мухарбек А.С., Мулдабекова Б.Ж., Исакова Г.К., Тенгельбаева А.А.

Исследование влияния нутовой муки на качество сахарного печенья

Резюме. Использование нового нетрадиционного сырья с целью повышения ценности мучных кондитерских изделий является одним из основных научно-практических направлений. Таким образом, проведены исследования для изготовления мучных кондитерских изделий и обогащения их состава белками, витаминами и минеральными веществами. В этом аспекте использовалось самое ценное зернобобовые культуры. Создана рецептура приготовления мучных кондитерских изделий. Исследованы органолептические и физико-химические показатели печенья с нутовой мукой.

Ключевые слова: мучные кондитерские изделия, нутовая мука, пищевая ценность, химический состав, пшеничная мука.

ӘОЖ 81.93.29

K. Shalabayev, K. Alipbay, M. Bolatbek, Sh. Mussiraliyeva

(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

E-mail: mussiraliyevash@gmail.com

DEFINITION AND CLASSIFICATION OF EXTREMIST TEXTS IN VKONTAKTE SOCIAL NETWORK

Abstract. Online extremists in social networks pose a new threat to society. In this paper, the authors identify the content of the extremist grouping of incoming text using machine-learning methods, analyzing the content of extremist texts in the Kazakh and Russian languages, analyzing the previously defined groups in the social network Vkontakte. An algorithm for obtaining social network indicators has been developed. For classification, a corpus consisting of social network texts was created, and the analysis was performed using classification methods: Bayesian, support vector machine, logistic regression, etc.

Keywords. Extremism, trustful qualifier Bayes, Methods of Machine Learning, classification of Texts.

К. Шалабаев, К. Әліпбай, М. Болатбек, Ш. Мусиралиева

(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы)

E-mail: mussiraliyevash@gmail.com

ВКОНТАКТЕ ӘЛЕУМЕТТІК ЖЕЛІСІНДЕГІ ЭКСТРЕМИСТІК МӘТІНДЕРДІ АНЫҚТАУ ЖӘНЕ ЖІКТЕУ

Аннотация. Әлеуметтік желілердегі онлайн-экстремистер қоғам үшін жаңа қауіп болып табылады. Бұл жұмыста авторлар қазақ және орыс тіліндегі экстремистік мәтіндердің мазмұнын анықтау барысында Вконтакте әлеуметтік желісіндегі алдын ала анықталған топтарға талдау жасай отырып, машиналық оқыту әдістер көмегімен кіріс мәтіннің экстремистік топқа жату дәлдігін анықтайды. Әлеуметтік желідегі көрсеткіштерді алу алгоритмі құрылды. Жіктеу үшін әлеуметтік желіден алынған мәтіндерден тұратын корпус құрылып, аңқау Байес жіктеуіші, тірек векторлар машинасы, логистикалық регрессия, жіктеу ағаштары және кездейсоқ орман жіктеуіші сияқты машиналық оқыту әдістері пайдаланылды.

Түйінді сөздер. Экстремизм, аңқау Байес жіктеуіші, машиналық оқыту әдістері, мәтінді жіктеу.

КІРІСПЕ

Соңғы жылдарда әлеуметтік желі қолданушыларына қысым көрсету, жаңа мүшелерді тарту және зорлық-зомбылықты күшейту үшін құрылған онлайн-экстремистік топтардың саны мен көлемінің ұлғаюы байқалуда. Бұл топтарға Ирак және Сирия Ислам мемлекеті (ISIS) [1] ұлтшылдар және ұлтшылдардың жақтаушылары [2] сияқты, сондай-ақ, адамдарға қорқыту жасайтын кибер-содырлар жатады [3]. Лаңкестік топтардың қоғам қауіпсіздігіне қауіп төндіруі ерекше алаңдаушылық тудырады. ISIS (ИГИЛ) секілді террористік топтардың қауіп қатты болғаны соншалықты, АҚШ-тың экс-президенті Барак Обама «Құрама Штаттар осыдан былай серіктестермен бірге ИГИЛ-дің жек көрушілік насихатына, әсіресе желіде қарсыласуына қарсы әрекет жасауға өз үлесімізді қосамыз» деген болатын [4]. ИГИЛ-дің ғаламторда болуы жеке тұлғаларды радикалдандыруға және террор актілерін жасауға ынталандыруы мүмкін деген болжам бар [5].

Әлеуметтік желі жақында желідегі экстремистермен белсенді күресу үшін шаралар қабылдауға кірісті. Мысалы, ИГИЛ өз насихатын тарататын басты орынға айналған Твиттер ИГИЛ-ге өте агрессивті жауап беруде. 2016 жылдың тамыз айында Twitter 360,000-нан астам ИГИЛ-дің тіркеу-жазбаларын жауып тастаған және оның лаңкестікке байланысты тіркеу-жазбаларын күнделікті тоқтатылуы, 2015 жылдан бастап 80 пайызға жетті. Twitter экстремистік аккаунттарды анықтауда, бірінші кезекте оның пайдаланушылардың есептеріне негізделеді, бірақ ол бұл есептерді толтыру үшін арнайы спамға қарсы құралдарды қолдануға кірісті. Бұл құралдар Твиттерде лаңкестікке жол бермеу үшін тоқтатылған тіркеу-жазбалары үштен бірінен астамын автоматты түрде анықтауға көмектесті [6].

Twitter сияқты әлеуметтік желілердің күштері ИГИЛ секілді онлайн-экстремистік топтардың мүмкіндіктерін шектеуде тиімді. Дегенмен, барлық экстремистік қолданушылар тоқтатылмайды және тоқтатылғаннан кейін олар үнемі әлеуметтік желіге қайта оралады. Сонымен қатар, экстремистік топтардың қатерін азайтудағы табыстың көп бөлігі әлеуметтік желілердің өзара әрекеттесуіне негізделген. Мысалы, Твиттерде экстремистік аккаунттар жайында пайдаланушылардың есептерін қарауға арналған арнайы топтар бар [7]. Алайда, экстремистік пайдаланушылар басқа әлеуметтік желілерге көшіп жатса, бұл желілерді басқаратын компаниялар онлайн-экстремистермен күресу үшін осыншама күш жұмсауға немесе ресурстар бөлетіндігіне еш кепілдік бермейді. Сондықтан, билік органдарына әлеуметтік желі операторларының ынтымақтастығына сүйенбейтін онлайн-экстремистермен күресуге және кез келген әлеуметтік желіге қолдануға болатын мүмкіндіктер жиынтығы қажет.

Әдебиеттерге шолу

Лаңкестік топтардың желілеріндегі экстремистік бағыттағы ұйымдардың іс-қимылы мен мақсаттарын талдау үшін айтарлықтай зерттеулер жүргізілді. Ғалымдар [8] әлеуметтік желілердегі мәліметтерге интеллектуалды талдау, зерттеу тәсілдерін жүргізеді. Келесі ғылыми еңбекте [9] лаңкестік желілердегі жасырын мәтінді анықтау тәсілдері қарастырылған. Ғалымдардың бірігіп жасаған еңбегінде [10] ғаламтордағы жихадқа зерттеулер келтірілген және ұлттық қауіпсіздіктің киберлық инфрақұрылымы [11] жан-жақты зерттелген. Дегенмен, веб-форумдардың мазмұнын талдауға арналған зерттеулер жоқтың қасы. Келесі зерттеуде [12] ағылшын және араб тілдеріндегі сөйлесуді талдау үшін энтропияға арналған генетикалық алгоритммен (EWGA) синтаксистік, стилистикалық ерекшеліктер мен олардың үйлесімділігін зерттеген. Көптеген зерттеушілердің еңбектері ұйымдардың белгілі бір оқиғаларға және т.б. қатысты жалпы жұртшылық пікірлерін талдауға арналған.

Ғалымдардың [13-15] еңбектерінде жекеленген хабарламаларды талдау үшін, сондай-ақ тұтастай құжатта және құжаттар жинақтарында пікір қорытындыларын шығару үшін пікір білдіруге және сенімділікті талдау әдістеріне және тілдік үлгілерге терең шолу жасалған. Берілген жұмыстың мақсаты дискурстың автоматтандырылған синтаксистік, семантикалық және статистикалық талдауына (блогтар, форумдар және әлеуметтік желілердегі пікірталастар), стилі мен тақырыбына қарамастан, әлеуметтік шиеленістің болуын анықтау болып табылады.

Әлеуметтік желідегі көрсеткіштерді алу алгоритмі

Әлеуметтік желінің API функцияларын бағдарламада пайдалану үшін алдымен жүйеге тіркелуіміз керек.

Біздің бағдарламада қолданылатын қосымша түрі - Standalone. ВКонтакте API функцияларын кез-келген Standalone қосымшалардан қолдану үшін, OAuth 2.0 хаттамасына негізделген клиентті авторизациялау механизмін өтіміз керек. Клиент кез келген веб-браузерді қолдану мүмкіндігі бар Desktop / мобильді қосымша болуы мүмкін.

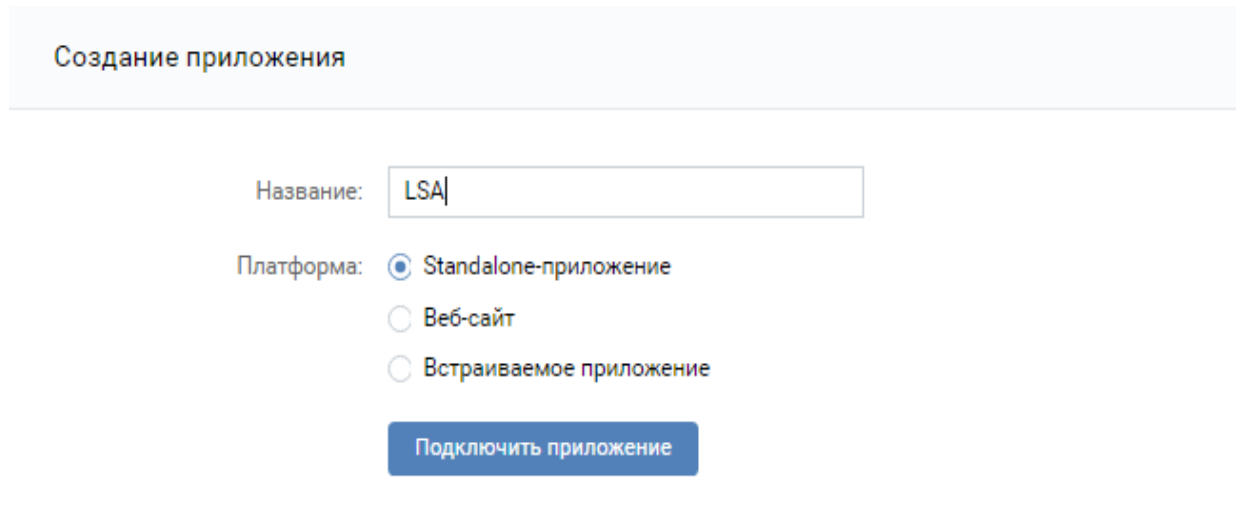
Қосымшаны тіркеу үрдісі үш қадамнан тұрады:

• Технические науки

1. Вконтакте developers желісінде аутентификация үрдісін өту.
2. Қолданушыларға қосымша мәліметтерін қолдануға рұқсат беру.
3. API қолдану үшін access_token кілтін қосымшада қолдану.

Вконтакте developers желісінде аутентификации үрдісін өту.

Standalone-қосымшасын құру үшін Вконтакте developers парақшасына өтеміз. Standalone-қосымшасын құру терезесін 1-суреттен көруге болады.



Создание приложения

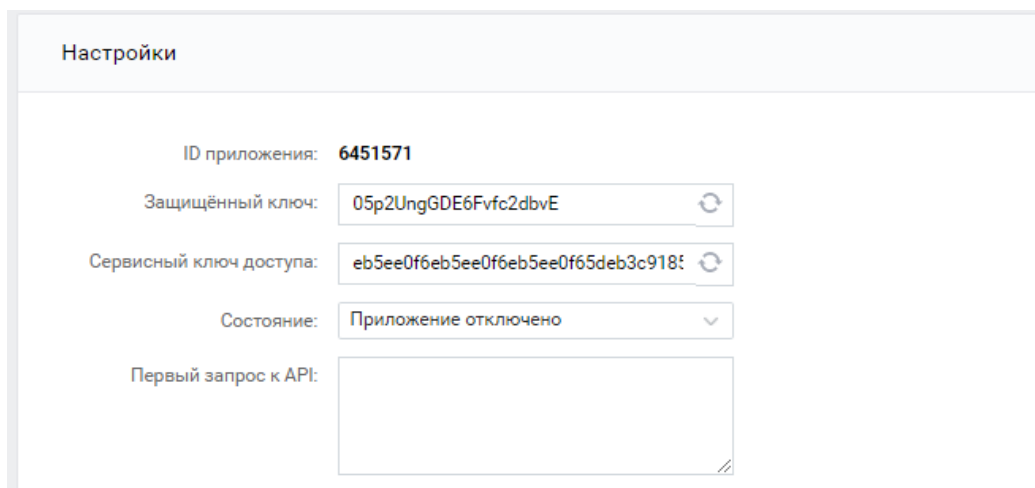
Название: LSA

Платформа: Standalone-приложение
 Веб-сайт
 Встраиваемое приложение

Подключить приложение

1-сурет. Standalone қосымшасын құру терезесі

Қосымшаны авторизациялау үрдісі кезінде API қолдану рұқсат кілті access_token-ді ашпау керек. Сондықтан бағдарлама кодының ортасында құпия кілті көрсетуден сақтану керек, себебі қылмыскерлер оны бағдарламаны декомпиляциялау арқылы ала алады. Қосымша баптауларын 2-суреттен көруге болады.



Настройки

ID приложения: 6451571

Защищённый ключ: 05p2UngGDE6Fvfc2dbvE

Сервисный ключ доступа: eb5ee0f6eb5ee0f6eb5ee0f65deb3c918

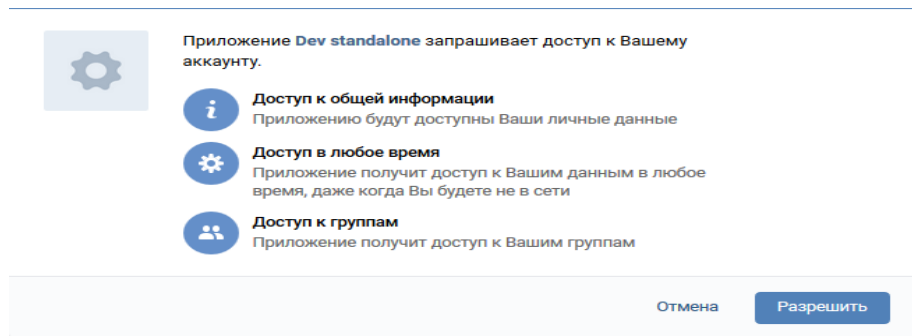
Состояние: Приложение отключено

Первый запрос к API:

2-сурет. Қосымша баптаулары

Қатынау құқықтарын беру

Қосымшаның сәтті авторизациясынан кейін, пайдаланушы браузері авторизация диалогын ашқан кезде көрсетілген REDIRECT_URI мекенжайына қайта бағытталады. Бұл жағдайда access_token API және басқа параметрлерге қатынау кілті сілтеме URL фрагментінде жіберіледі. Қатынау құқықтары терезесін 3-суреттен көруге болады.



3-сурет. Қатынау құқықтары терезесі

Пайдаланушы кіру немесе құпия сөзді өзгертсе немесе қол жеткізу параметрлерінде бағдарламаны жойған кезде access_token сұрауы қажет. Сонымен қатар, қайтарылған параметрлердің ішінен user_id - әлеуметтік желіде авторизацияланған пайдаланушының идентификаторы көрсетіледі.

Авторизация қатесі орын алғанда, бұл қате туралы ақпарат GET параметрлері ретінде REDIRECT_URI-ге беріледі:

http: // REDIRECT_URI? error = access_denied & error_description = The + user + or + authorization + server + denied + the + request.

Сәтті авторизациядан кейін API-ға сұраулар жасай аламыз.

Vkontakte API әдістерін шақыру үшін HTTPS протоколы арқылы көрсетілген URL мекенжайына POST немесе GET сұрауын жасау қажет:

https://api.vk.com/method/METHOD_NAME?PARAMETERS& access_token = ACCESS_TOKEN

METHOD_NAME - API функцияларының тізімінен әдіс атаулары,

PARAMETERS - API сәйкес әдісінің параметрі,

ACCESS_TOKEN – қосымшаны дұрыс авторизациялауы нәтижесінде алынған кілт.

Мысалы:

https://api.vk.com/method/getProfiles?uid=66748& access_token = 533bacf01e11f55b536a565b57531ac114461ae8736d6506a3

Мұндай сұраудың жауабы JSON форматында қабылданады.

API параметрлерін қолдану

Параметрлер GET және POST әдістерін пайдалануы мүмкін. Егер үлкен көлемдегі деректерді (2 килобайтты) аударсаңыз, POST әдісін пайдаланған жөн.

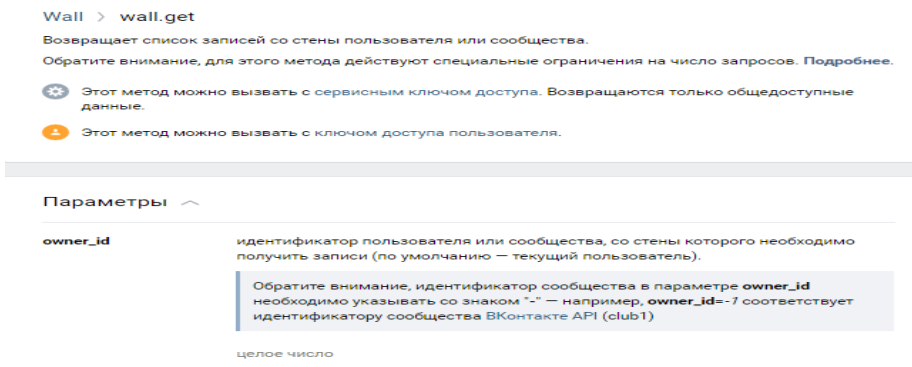
Әрбір әдіске қолдау көрсетілетін параметрлердің өз жиынтығы бар, бірақ барлық әдістер қабылдайтын параметрлер бар:

lang - әртүрлі деректер қайтарылатын тілді, мысалы, елдер мен қалалардың атауларын анықтайды;

v - пайдаланылатын API нұсқасын көрсетеді, мысалы, 4.95;

https - 1 - фотосуреттерге және басқа медиаларға https сілтемелерін алуға мүмкіндік береді. 0 - әдістері http сілтемелерін қайтарады.

Жалпы топтардың қабырғасынан деректерді алу үшін wall.get әдісі қолданылады. Wall.get әдісі терезесін 4-суреттен көруге болады.



4-сурет. Wall.get әдісінің терезесі

Вконтакте әлеуметтік желісіндегі топтардың деректерін алу кодының үзіндісі:

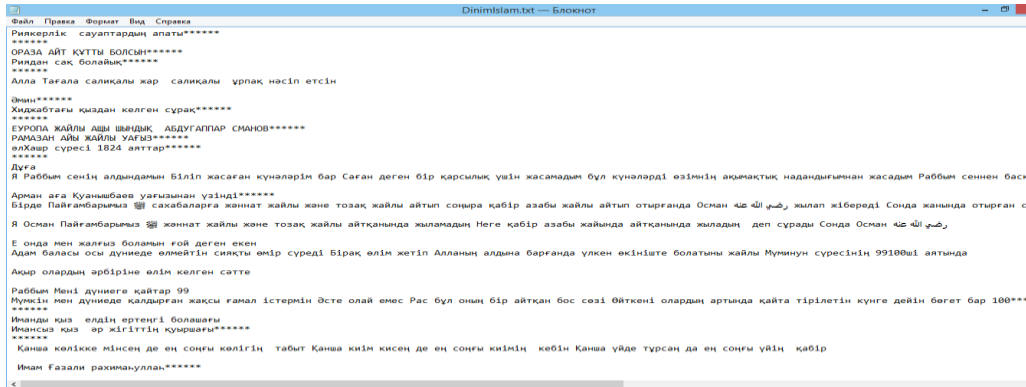
```
import requests
import json
from datetime import datetime
from time import sleep
def write_json(data):
    with open('New1.json','w',encoding='utf8') as file:
        json.dump(data, file, indent=2, ensure_ascii=False)
def main():
    start = datetime.now()
    group_id = '-30666517'
    tokenzi = '16b837e316b837e316b837e34616de002a116b816b837e34d1cb7902b7237d5c464f907'
    offset = 0
    date_x = 1516947754
    all_posts = []
    while True:
        sleep(1)
        r=requests.get('https://api.vk.com/method/wall.get?&v=5.71',
params={'owner_id':group_id,'access_token': tokenzi,'count': 100, 'offset':offset})
        posts = r.json()['response']['items']
        all_posts.extend(posts)
        oldest_post_date = posts[-1]['date']
        offset+=100
        print(offset)
        if oldest_post_date < date_x:
            break
        write_json(r.json())
if __name__ == '__main__':
    main()
```

JSON форматта қайтарылатын деректер түрі:

```
"response": {
  "count": 11572,
  "items": [{
    "id": 28508,
    "from_id": -90689018,
    "owner_id": -90689018,
    "date": 1525257849,
    "marked_as_ads": 0,
    "post_type": "post",
    "text": "Хазреті Әлидің дәрежесі \n \nБір күні Сахабалар хазреті Әлидің мәртебесін білу үшін
Пайғамбарымыздан былай деп сұрады: \n- Ей Расулаллах!.",
    "attachments": [{
      "comments": {
        "count": 0,},
      "likes": {
        "count": 13,
        "user_likes": 0,},
      "reposts": {
        "count": 0,
        "user_reposted": 0},
      "views": {
        "count": 274}
    },.....}
```

"Вконтакте" әлеуметтік желісіндегі экстремистік және діни топтарға талдау жүргізілді. 07.11.2018-29.01.2019 аралығында "Вконтакте" желісінде 170-ке жуық топтар талқыланды. Олардың ішінде 25 топтар бағдарламада қолданылды:

1. Alhamdulillah | Ислам
2. Allahu Akbar
3. Анти Вахабизм
4. Ислам және отбасы
5. Дінім Ислам
6. KZ Islam
7. Ислам діні
8. Ислам Жұмаққа жол



Жіктеу нәтижесінде берілген кіріс корпустағы мәтіндердің экстремистік топқа жату дәлдігі 1-кестеде келтірілген.

1-кесте. Кіріс мәтіндерін жіктеу нәтижелері

Машиналық оқыту әдісі	Дәлдік
Тірек векторлар машинасы	0,95
АңқауБайес жіктеуіші	0,96
Логистикалық регрессия	0,99
Жіктеу ағаштары	0,92
Кездейсоқ орман жіктеуіші	0,37

Кіріс мәтіндердің экстремистік топқа жату дәлдігімен қатар ең жиі кездесетін терминдер тізімі 2-кестеде көрсетілген.

2-кесте. Қазақ тіліндегі экстремистік мәтіндерде жиі кездесетін терминдер

Термин	Жиілігі	Термин	Жиілігі
Мұхаммад	20	саяяфиттер	4
Аллах	18	Тағала	11
Джихад	8	уәссәләм	7
Уәссәләту	7	Алла	16
Ислам	9	бауырлар	8
кәпірлер	4	ахи	4

Қорытынды

Берілген жұмыста қазақ және орыс тіліндегі мәтіндерге талдау жасалып, оларға машиналық оқыту әдістері көмегімен жіктеу жүргізілді.

Мәтіндер корпусын жинау үшін Вконтакте әлеуметтік желісі қолданылды.

Әлеуметтік желідегі көрсеткіштерді алу алгоритмі құрылды және жүйеге сәтті тіркелінді. Жіктеуіштердің көмегімен ең жоғары дәлдікті көрсететін жіктеуіштер анықталды.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Berger J. and Jonathan Morgan. The ISIS Twitter census: Defining and describing the population of ISIS supporters on Twitter. The Brookings Project on US Relations with the Islamic World, 3:20, 2015.
- [2] Amar Toor. Twitter may be cracking down on ISIS, but white nationalists are still thriving. <http://www.theverge.com/2016/9/5/12798196/twitter-nazi-white-nationalist-isis-study>, September 2015. Accessed: 2016-10-13.
- [3] Kristen V. Brown. Twitter just permanently suspended Milo Yiannopoulos, the internet's biggest troll. <http://fusion.net/story/327536/milo-yiannopoulos-nero-permanently-banned-from-twitter/>, July 2016. Accessed: 2016-10-13.
- [4] Scott Higham. Why the Islamic State leaves tech companies torn between free speech and security. https://www.washingtonpost.com/world/national-security/islamic-states-embrace-of-social-media-puts-tech-companies-in-a-bind/2015/07/15/0e5624c4-169c-11e5-89f3-61410da94eb1_story.html?kmap=1, July 2015. Accessed: 2016-10-13.
- [5] Russell Brandom. President Obama says Orlando killer was inspired by online extremism. <http://www.theverge.com/2016/6/13/11922034/orlando-attack-barack-obama-briefing-isis-internet-terrorism>, July 2016. Accessed: 2016-10-13.
- [6] Twitter. An update on our efforts to combat violent extremism. <https://blog.twitter.com/2016/an-update-on-our-efforts-to-combat-violent-extremism>, August 2016. Accessed: 2016-10-13.
- [7] Yasmeen Abutaleb. Twitter suspended 360,000 accounts for 'promotion of terrorism'. <http://www.reuters.com/article/us-twitter-terrorism-dUSKCN10T1ST>, August 2016. Accessed: 2016-10-13.
- [8] Memon N., Hu J., Hicks D., Chen H., "Social Network Data Mining: Research Questions, Techniques, and Applications", I: Data Mining for Social Network Data. red. / N.h Memon ; J. Xu ; D. Hicks ; H. Chen. Vol. 12 Springer Publishing Company, 2010, pp.1-7.
- [9] Memon N., Larsen H., Hicks D. and Harkiolakis N., "Detecting Hidden Hierarchy in Terrorist Networks: Some Case Studies", Intelligence and Security Informatics, Springer, pp. 477-489, 2008.
- [10] Chen H., Chung W., Qin J., Reid E., Sageman M., Weimann G., "Uncovering the dark Web: A case study of Jihad on the Web" in Journal of the American Society for Information Science and Technology, vol. 59 Issue 8, June 2008.
- [11] Raghu T. S., Chen H., "Cyberinfrastructure for homeland security: Advances in information sharing, data mining, and collaboration systems" in Journal: Decision Support Systems - DSS, vol. 43, no. 4, pp. 1321-1323, 2007.
- [12] Abbasi A., Chen H., Salem A., "Sentiment analysis in multiple languages: Feature selection for opinion classification in Web forums", in ACM Transactions on Information Systems (TOIS), vol. 26, Issue 3, June 2008
- [13] Bing Liu. "Sentiment Analysis: A Multifaceted Problem." Invited contribution to IEEE Intelligent Systems, 2010.
- [14] Bollen J., Mao H., and Zeng X.-J. Twitter mood predicts the stock market // Technical Report arXiv:1010.3003, CoRR, 2010. Http: <http://arxiv.org/pdf/1010.3003v1>
- [15] Pang B. and Lee L. Opinion Mining and Sentiment Analysis // Foundations and Trends in Information Retrieval, v.2 n.1-2, January, 2008 - pp.1-135.
- [16] Moreau, L., Groth, P., Miles, S., Vazquez-Salceda, J., Ibbotson, J., Jiang, S., Munroe, S., Rana, O., Schreiber, A., Tan, V., Varga, L.: The provenance of electronic data. Commun. ACM 51(4), 52–58 (2008)
- [17] Groth, P., Jiang, S., Miles, S., Munroe, S., Tan, V., Tsasakou, S., Moreau, L.: An Architecture for Provenance Systems. Technical report, University of Southampton (2006)
- [18] Ukustov, S., S. Fomenkov and A. Polovinkin, 2013. of the Russian Fundamental Research Fund. Wrong metrics of success for open source software
- [19] Witten, L.H., Frank, E., Hall, M.A.: Data mining: practical machine learning tools and techniques, Amsterdam, p. 560 (2005)
- [20] Foltz, P. W. 1996. Latent Semantic Analysis for text-based research. Behavior Research Methods, Instruments and Computers. 28 197-202.
- [21] Groth, P., Tan, V., Munroe, S., Jiang, S., Miles, S., Moreau, L.: Process Documentation Recording Protocol. Technical report, University of Southampton (2006)

Шалабаев К., Алипбай К., Булатбек М., Мусиралиева Ш.

Определение и классификация экстремистских текстов в социальной сети Вконтакте

Резюме. Онлайн экстремисты в социальных сетях представляют новую угрозу для общества. В данной работе авторы идентифицируют содержание экстремистской группировки входящего текста с помощью методов машинного обучения, анализируя содержание экстремистских текстов на казахском и русском языках, анализируя заранее определенные группы в социальной сети Вконтакте. Разработан алгоритм получения индикаторов социальных сетей. Для классификации было создан корпус, состоящий из текстов социальных сетей, и выполнен анализ с использованием методов классификации: Байеса, машины опорных векторов, логистической регрессии и др.

Ключевые слова. Экстремизм, доверчивые классификатор Байес, методы машинного обучения, классификация текстов.

УДК 539.3

N. Ashirbayev, Zh. Ashirbayeva, A. Abzhapbarov, P. Duisebayeva, Sh. Altynbekov
(M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan
ank_56@mail.ru)

**A FOREIGN PARTICULATE IMPACT ON THE WAVE FIELD PARAMETERS
IN THE ELASTIC BODY**

Abstract. The paper deals with the problem of the propagation of dynamic perturbations in an elastic body, consisting of a main body and a randomly located foreign inclusion. Formulated in terms of voltages and velocities, the problem is modeled numerically using the method of spatial characteristics. The concentration of dynamic stresses in the vicinity of the inhomogeneity is investigated. The results of the study brought to a numerical solution.

Keywords: plane strain, alien switching-on, stress, velocity, numerical solution

¹Н.К. Аширбаев, ¹Ж.Н. Аширбаева, ¹А. Абжапбаров, ¹П.С. Дуйсебаева, ¹Ш.Е. Алтынбеков
(¹Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
Республика Казахстан, г. Шымкент, ank_56@mail.ru)

**ВЛИЯНИЕ ИНОРОДНОГО ВКЛЮЧЕНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ ВОЛНОВОГО
ПОЛЯ В УПРУГОМ ТЕЛЕ**

Аннотация. В работе рассматривается задача о распространении динамических возмущений в упругом теле, состоящая из основного тела и произвольно расположенного инородного включения. Сформулированная в терминах напряжений и скоростей задача моделируется численно с помощью метода пространственных характеристик. Исследована концентрация динамических напряжений в окрестности неоднородности. Результаты исследования доведены до численного решения.

Ключевые слова: плоская деформация, инородное включение, напряжение, скорость, численное решение.

Введение. В последние годы все большую актуальность приобретает проблема разработки научно обоснованных и эффективных методов анализа работоспособности конструкций, имеющих вырезы, инородные включения и другие характерные особенности. Эти особенности делают необходимым развитие новых и усовершенствование традиционных методов расчета и проектирования конструкций. Это позволит использовать огромные преимущества математического моделирования – сочетать физический эксперимент с экономически более выгодным численным экспериментом и дать ответы на интересующие инженеров вопросы с наименьшими затратами средств и сил. Для осуществления этой возможности необходимо решить круг вопросов, связанных с построением математических моделей сред, учитывающих сложные особенности среды. С другой стороны, второй необходимой составляющей такого подхода является создание надежных и экономичных методов численного расчета соответствующих задач динамики [1-18].

Таким образом, потребности практики определяют круг актуальных научных и практических задач динамики сплошной среды, которые стали предметом исследования настоящей работы.

Постановка задачи. Пусть полоса с прямоугольным поперечным сечением конечных размеров содержит внутри себя произвольно расположенное прямоугольное инородное включение. Прямоугольное сечение исследуемого тела в системе декартовых координат x_1, x_2 занимает область $0 \leq x_1 \leq \ell$, $|x_2| \leq L$. Произвольно расположенное прямоугольное инородное включение заключено в промежутках $\ell_1 \leq x_1 \leq \ell_2$, $L_1 \leq x_2 \leq L_2$ (рисунок 1). Физико-механические свойства прямоугольной полосы ($i=1$) и инородного включения ($i=2$) характеризуются плотностью материала ρ_i , скоростями продольной и поперечной упругих волн a_i, b_i .

В начальный момент времени $t=0$ по наружной границе $x_1=0$, $|x_2| \leq L$ прямоугольной полосы, находящейся в состоянии статического равновесия, ударяется абсолютное жесткое тело, имеющее скорости перемещений $v_1^{(1)} = f(t)$ и $v_2^{(1)} = 0$. Задача заключается в определении внутри неоднородной среды $0 \leq x_1 \leq \ell$, $|x_2| \leq L$ полей напряжений и скоростей перемещений, вызванных

фронтами падающих и многократно отраженных, преломленных и дифрагированных упругих волн в моменты времени $t > 0$.

Математической моделью волнового процесса во внутренних точках неоднородной среды является линейная система динамических уравнений гиперболического типа, содержащей в качестве неизвестных безразмерные напряжения $p^{(i)}, q^{(i)}, \tau^{(i)}$, скорости перемещений $v_1^{(i)}, v_2^{(i)}$ [5]:

$$\begin{aligned} \rho_i \cdot v_{1,t}^{(i)} - p_{,1}^{(i)} - q_{,1}^{(i)} - \tau_{,2}^{(i)} &= 0, & \rho_i \cdot v_{2,t}^{(i)} - p_{,2}^{(i)} + q_{,2}^{(i)} - \tau_{,1}^{(i)} &= 0, \\ \frac{1}{\rho_i \cdot (a_i^2 - b_i^2)} \cdot p_{,t}^{(i)} - v_{1,1}^{(i)} - v_{2,2}^{(i)} &= 0, & \frac{1}{\rho_i \cdot b_i^2} \cdot q_{,t}^{(i)} - v_{1,1}^{(i)} + v_{2,2}^{(i)} &= 0, \\ \frac{1}{\rho_i \cdot b_i^2} \cdot \tau_{,t}^{(i)} - v_{1,2}^{(i)} - v_{2,1}^{(i)} &= 0; \end{aligned} \quad (1)$$

где

$$a_i = \frac{a_i^0}{a_m^0}, \quad b_i = \frac{b_i^0}{a_m^0}, \quad \rho_i = \frac{\rho_i^0}{\rho_m^0}, \quad (i=1,2).$$

Здесь $v_1^{(i)}(x_1, x_2, t), v_2^{(i)}(x_1, x_2, t)$ – составляющие вектора скорости перемещений в направлении координатных осей x_1 и x_2 . Переход к безразмерным переменным осуществлялся по формулам [5]:

$$\begin{aligned} t = \frac{t^0 \cdot a_m^0}{b^0}, \quad x_k = \frac{x_k^0}{b^0}, \quad v_k = \frac{v_k^0}{a_m^0} \quad (k=1,2), \quad p = \frac{\sigma_{11}^0 + \sigma_{22}^0}{2 \cdot \rho_m^0 \cdot a_m^0}, \\ q = \frac{\sigma_{11}^0 - \sigma_{22}^0}{2 \cdot \rho_m^0 \cdot a_m^0}, \quad \tau = \frac{\sigma_{12}^0}{\rho_m^0 \cdot a_m^0}. \end{aligned} \quad (2)$$

Верхний индекс «0» придается размерным величинам; b^0 – характерный размер; индекс i ($i=1,2$) соответствует основному прямоугольному телу, если $i=1$, и инородному включению, если $i=2$; индекс m относится к материалу, в котором скорость распространения продольных упругих волн является максимальной ($a_m^0 = \max_i a_i^0$); $\sigma_{11}^0, \sigma_{22}^0, \sigma_{12}^0$ – компоненты тензора напряжений.

Будем считать, что скорость распространения продольных упругих волн в основном прямоугольном теле является наибольшей.

Для определения волнового поля в неоднородной среде, вызванного динамическим воздействием на лицевой границе $x_1=0, |x_2| \leq L$ прямоугольной области, необходимо проинтегрировать при $t > 0$ гиперболическую систему дифференциальных уравнений (1) при нулевых начальных данных

$$v_1^{(i)} = v_2^{(i)} = p^{(i)} = q^{(i)} = \tau^{(i)} = 0 \quad (i=1,2) \quad (3)$$

и следующих граничных условиях для $t \geq 0$:

$$v_1^{(1)} = f(t), \quad v_2^{(1)} = 0 \quad \text{при} \quad x_1 = 0, \quad |x_2| \leq L, \quad (4)$$

$$p^{(1)} - q^{(1)} = 0, \quad \tau^{(1)} = 0 \quad \text{при} \quad |x_2| = L, \quad 0 \leq x_1 \leq \ell, \quad (5)$$

$$v_1^{(1)} = 0, \quad v_2^{(1)} = 0 \quad \text{при} \quad x_1 = \ell, \quad |x_2| \leq L, \quad (6)$$

$$p^{(1)} + q^{(1)} = p^{(2)} + q^{(2)}, \quad \tau^{(1)} = \tau^{(2)}, \quad v_1^{(1)} = v_1^{(2)}, \quad v_2^{(1)} = v_2^{(2)} \quad (7)$$

на контактных границах PG и QS и

$$p^{(1)} - q^{(1)} = p^{(2)} - q^{(2)}, \quad \tau^{(1)} = \tau^{(2)}, \quad v_1^{(1)} = v_1^{(2)}, \quad v_2^{(1)} = v_2^{(2)} \quad (8)$$

на контактных границах PQ и GS.

Методы. Поставленная задача решена методом пространственных характеристик, подробный алгоритм численной реализации которого изложен в [4]. Особенностью рассмотренного тела является то, что на контактных границах неоднородной среды, а также во внутренних угловых точках (P, G, Q, S) инородного включения нарушается «привычная» для динамических задач гладкость функций. В дополнение к известным соотношениям [4] получены расчетные соотношения на контактных границах неоднородной среды, а также во внутренних угловых точках (P, G, Q, S) инородного включения [5].

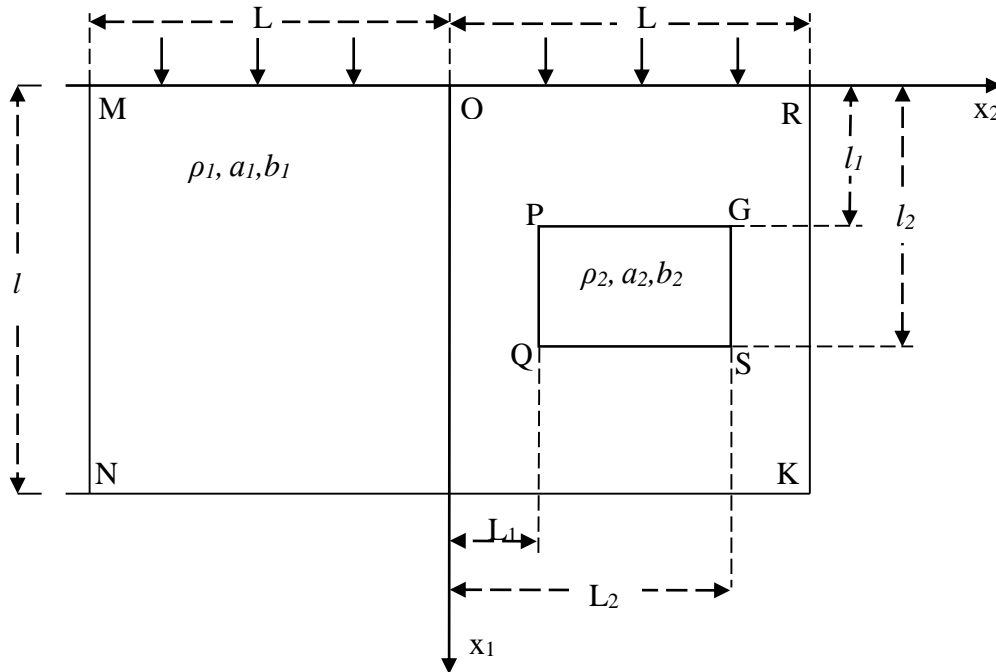


Рис. 1. Исследуемая область

Анализ численных результатов. Разработанная методика была численно реализована для прямоугольной полосы ($0 \leq x_1 \leq 14 \cdot h, |x_2| \leq 12 \cdot h$) с произвольно расположенным инородным включением ($4 \cdot h \leq x_1 \leq 10 \cdot h, 0 \leq x_2 \leq 8 \cdot h$) при жестком сцеплении разнородных материалов (задача 1). Материалом основного прямоугольного тела является сталь ($i=1, p_1^0 = 7.9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3, a_1^0 = 5817 \text{ м/сек}, b_1^0 = 3109 \text{ м/сек}$), а инородного включения – медь ($i=2, p_2^0 = 8.9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3, a_2^0 = 4557 \text{ м/сек}, b_2^0 = 2131 \text{ м/сек}$). Параметры волновых полей вычислялись при следующих значениях исходных данных: $\ell = 0.7, L = 0.6, \ell_1 = 0.20, \ell_2 = 0.50, L_1 = 0, L_2 = 0.40, h = 0.05, k = 0.025, f(t) = t \cdot e^{-t}$ при $t \geq 0$ и $f(t) = 0$ при $t < 0$. Для сравнения расчет был проведен и для однородной стальной полосы без инородного включения с теми же граничными условиями (задача 2).

Обсуждение. На рисунках 2-3 в плоскости $x_1/h \cdot x_2/h$ для момента времени $t = 50 \cdot k$ изображены изолинии касательного напряжения $\tau^{(i)} = const$ для двух задач 1 и 2.

При данном расположении инородного включения (задача 1) эффект несимметричности его относительно оси $x_2 = 0$ оказался существенным и хорошо проявляется взаимовлияние свободной поверхности $x_2 = 0.6$ полосы и инородного включения.

Сложный характер взаимодействия многократно отраженных, преломленных и дифрагированных волн устанавливается в результате построения изолиний касательного напряжения $\tau^{(i)} = const$ (рис. 2) в момент времени $t = 50 \cdot k$. В этом случае основной интерес представляют области больших градиентов

и изолинии нулевых касательных напряжений, которые являются геометрическим местом смены их знака. Сравнение изолинии касательных напряжений (рисунки 2 и 3) для задач 1 и 2 показывает, что образование локальных экстремумов касательных напряжений $\tau^{(i)}$ на контактных границах вблизи угловых точек инородного включения и их скачкообразное изменение в задаче 1 объясняется кусочной неоднородностью свойств материала и вызванных ими дополнительными дифракциями волн. Области больших градиентов для обеих задач локализованы в окрестности угловых точек прямоугольной полосы.

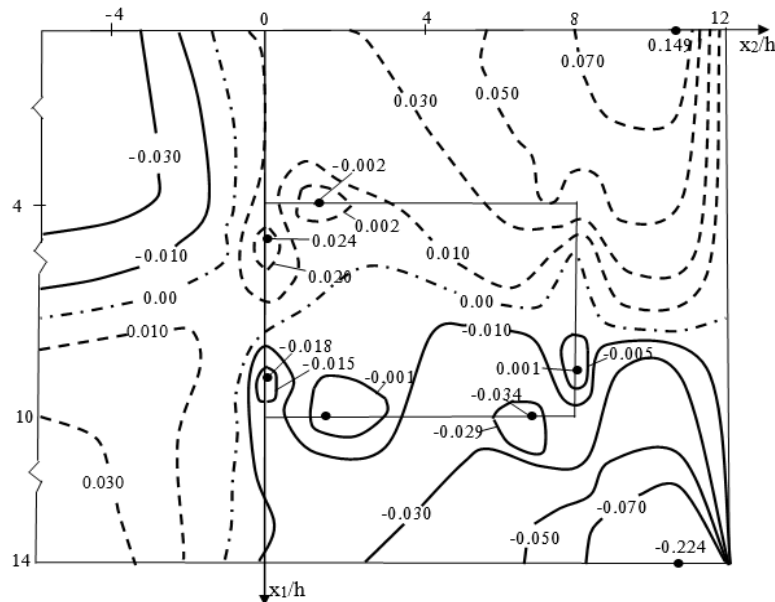


Рис. 2. Изолинии касательных напряжений $\tau^{(i)} = const$ в момент времени $t = 50k$ (задача 1)

Заключение. В результате проведенных исследований можно заключить, что разработанная методика расчета применительно к нестационарным динамическим задачам с произвольно расположенным инородным включением прямоугольной формы достаточно правильно передает основные закономерности и особенности протекающих волновых процессов и позволяет проводить исследование напряженно-деформированного состояния в неоднородных средах со сложной системой неоднородностей рассмотренных типов.

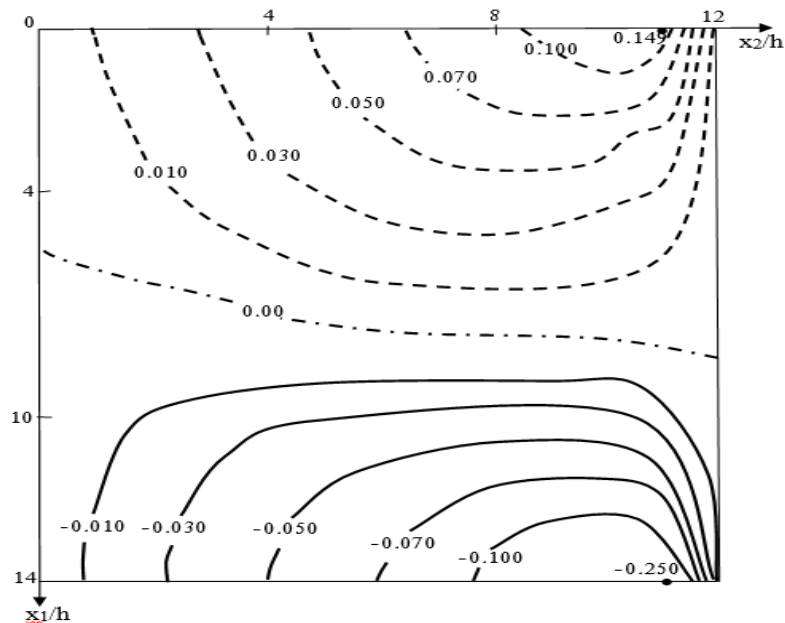


Рис. 3. Изолинии касательных напряжений $\tau^{(i)} = const$ в момент времени $t = 50k$ (задача 2)

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ержанов Ж.С., Каримбаев Т.Д., Байтелиев Т.Б. Двумерные волны напряжений в однородных и структурно-неоднородных средах.–Алма-Ата: Наука, 1983.–171 с.
- [2] Кукуджанов В.Н. Деформирование, повреждаемость и разрушение сред и материалов с дефектами и со структурами дефектов // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2011.– №4 (4). –С.1557–1558.
- [3] Alexeeva L.A., Sarsenov B.T. Mathematical model of massive dynamics in the neighborhood of disturbance focus // AIP Conference Proceedings, 2015.– Vol.1676, 020067, DOI: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4930481>.
- [4] Clifton R.J. A difference method for plane problems in dynamic elasticity// Quart. Appl. Math.- 1967.-Vol. 25.- No.1.- P. 97-116.
- [5] Аширбаев Н.К., Аширбаева Ж.Н. Расчетные соотношения динамической задачи для прямоугольной области с инородными включениями // Вестник КазНУ. – 2017. – №4 (122). – С.500–506.
- [6] Ashirbayev N., Ashirbayeva Zh., Abzhapbarov A., **Shomanbayeva M.** The features of a non-stationary state of stress in the elastic multisupport construction // AIP Conference Proceedings. 2016, V. 1759, 020039, <http://dx.doi.org/10.1063/1.4959653>.
- [7] Мамаев Ш.М., Борашева Н.Т. Численное исследование распространения динамических возмущений в составных стержнях сеточно-характеристическим методом // Известия НАН РК. – 2015.–№3(301).–С.145–154.
- [8] Ashirbayev N., Ashirbayeva Zh., Shomanbayeva M. "Features of the Wave Field in a Finite Body with a Noncentral Hole," in International Conference «Functional analysis in interdisciplinary applications» (FAIA2017), AIP Conference Proceedings 1880, edited by Tynysbek Kal'menov and Makhmud Sadybekov (American Institute of Physics, Melville, NY, 2017), 060013 (2017); <http://doi.org/10.1063/1.5000667>.
- [9] Gavrilov S.N., Herman G.C. Wave propagation in a semi-infinite heteromodal elastic bar subjected to a harmonic loading// J. Sound and Vibr. 2012.–331 с.– № 20.–P.4464-4480.
- [10] Kochaev A.L., Brazhe R.A. Mathematical modeling of elastic wave propagation in crystals: 3d-wave surfaces// Acta mechanica, 2011. – Vol.- 222 № 1-2.–P.193-198.
- [11] Parvanova S., Dineva P., Manolis George D. Elastic wave fields in a half-plane with free-surface relief, tunnels and multiple buried inclusions// Acta Mechanica. – 2014.– Vol.225.–P.1843–1865.
- [12] Lys E.V., Romenski E.I., Cheverda V. A., Epov M. I. Interaction of seismic waves with zones of concentration of initial stresses // Doklady Earth Sciences. - 2013.–Vol.449 (2).– P. 402-405.
- [13] Lesan D., Scalia A. On the deformation of orthotropic Cosserat elastic cylinders // Mathematics and Mechanics of Solids, 2011.–Vol. 16(2).–P.177–199.
- [14] Israilov M.Sh. Reduction of Boundary Value Problems of Dynamic Elasticity to Scalar Problems for Wave Potentials in Curvilinear Coordinates // Mechanics of Solids. – 2014.–Vol.46, №1.–P.104-108.
- [15] Yi-chao Chen. On the dynamic behavior of a class of Cauchy elastic materials// Mathematics and Mechanics of Solids. – 2016.–Vol16(5).– P.563–569.
- [16] Dan Sun, Song-Nan Luo The wave propagation and dynamic response of rectangular functionally graded material plates with completely clamped supports under impulse load/original Research Article// European Journal of Mechanics-A/Solids. – 2015.–Vol.30, №3.–P.396–408.
- [17] Ashirbayev N., Ashirbayeva Zh., Shomanbayeva M. Influence of heterogeneity of nature of border fixing on the propagation of two-dimensional waves// AIP Conference Proceedings. – 2015.–Vol. 1676, 020067, DOI: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4930493>.
- [18] Ashirbayev N., Ashirbayeva Zh., Sultanbek T., Bekmoldayeva R. Modeling and solving the two-dimensional non-stationary problem in an elastic body with a rectangular hole// AIP Conference Proceedings. – 2016.– V. 1759, 020078, <http://dx.doi.org/10.1063/1.4959692>.

Аширбаев Н.К., Аширбаева Ж.Н., Абжапбаров А., Дүйсебаева П.С., Алтынбеков Ш.Е.

Серпимді денедегі бөгде материалдың толқындық өрістің параметрлеріне әсері

Түйіндеме. Жұмыста негізгі дене мен еркін орналасқан басқа бөгде материалмен құралған серпимді денедегі динамикалық толқындардың таралу есебі қарастырылған. Кернеулер мен жылдамдықтар терминінде қойылған есеп айқын айырымдық схема, яғни, кеңістіктік сипаттамалар әдісімен шешілген. Біртекті емес аймақтарда динамикалық кернеуліктің концентрациясы зерттелген. Зерттеу нәтижелері сандық шешімге дейін жеткізілген.

Түйін сөздер: жазық деформация, бөгде дене, кернеу, жылдамдық, сандық шешім.

УДК 004.056.5

N.A. Kapalova, D.S. Dyusenbayev, K. Sakan, K. Algazy

(Institute of Information and Computational Technologies SC MES RK, Laboratory of Information Security,
Almaty, Kazakhstan)

E-mail: nkapalova@mail.ru, dimash_dds@mail.ru, kairat_sks@mail.ru, kunbolat@mail.ru

CRYPTANALYSIS OF THE «AL01» CRYPTOGRAPHIC ALGORITHM

Abstract. The article reflects the results of the differential and linear cryptographic analysis of the AL01 encryption algorithm. The study was carried out in two stages: in the first - the transformations involved in the algorithm are considered separately, and in the second: the study of the entire algorithm - in interaction with all transformations. Based on the results of the work carried out, the cryptographic resistance of the considered algorithm to attacks was studied in more detail by the methods of differential and linear cryptanalysis. The algorithm of the determining the degree of possession of the avalanche effect was analyzed.

Keywords: linear and differential cryptanalysis, avalanche effect, cryptographic strength.

Н. Капалова, Д. Дюсенбаев, Қ. Сақан, К. Алғазы

(Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты ҚР БҒМ ҒК,
Алматы, Қазақстан Республикасы)

E-mail: nkapalova@mail.ru, dimash_dds@mail.ru, kairat_sks@mail.ru, kunbolat@mail.ru

«AL01» ШИФРЛАУ АЛГОРИТМІНЕ КРИПТОГРАФИЯЛЫҚ ТАЛДАУ

Түйіндемe. Мақалада «AL01» шифрлеу алгоритміне жүргізілген сызықтық және дифференциалдық криптоталдаулар нәтижелері көрсетілген. Зерттеу жұмыстары екі кезеңнен тұрады. Бірінші кезеңде, алгоритмде қолданылған түрлендірулерге жеке-жеке жасалса, екінші кезеңде осы нәтижелерді ескере отырып толық алгоритмге талдау жүргізілген. Жұмыс нәтижесі арқылы аталған алгоритмнің криптоталдауларға беріктілік деңгейі баяндалған. Сонымен қатар мақалада шифрдың биттік шашырау әсері де зерттелген.

Кілт сөздер: сызықтық криптоталдау, дифференциалдық криптоталдау, S-блок, сызықты теңдеулер, шифрлеу алгоритмінің төзімділігі, биттік шашырау.

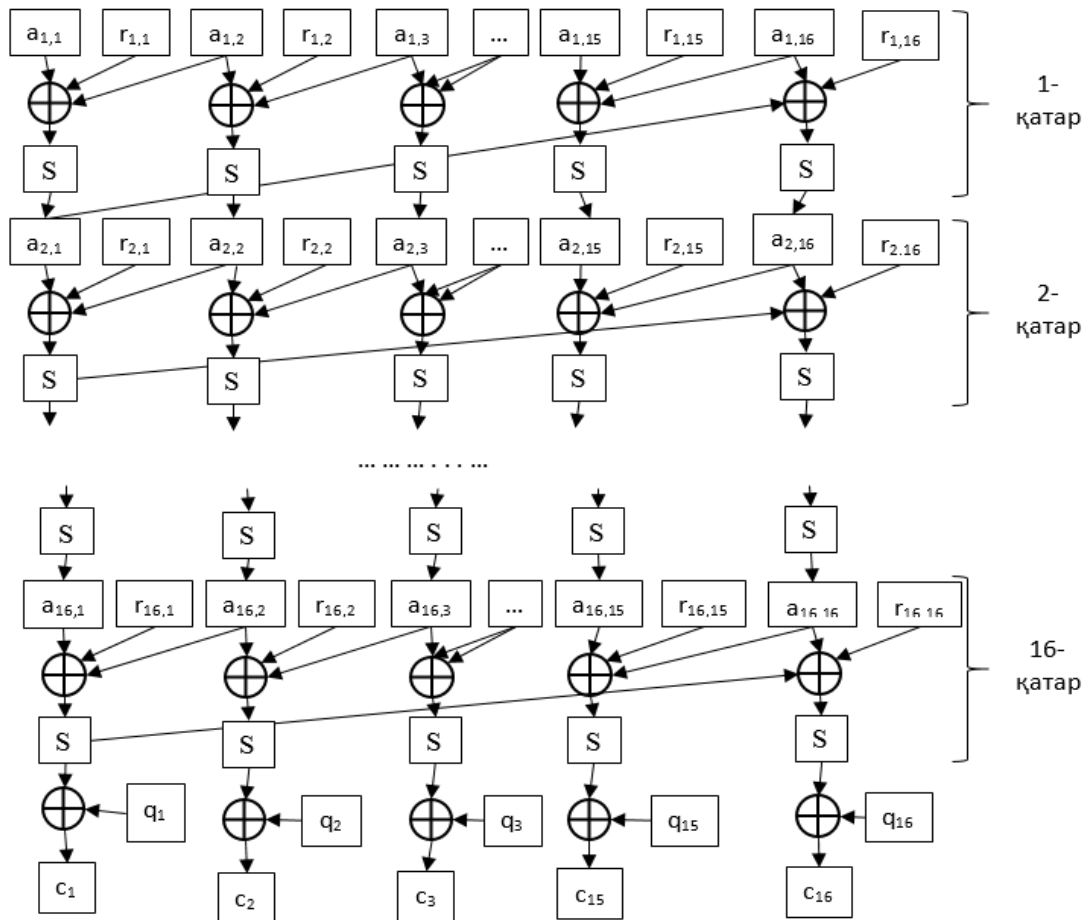
Кіріспе

Криптографиялық алгоритмдерге жүргізілетін кез-келген талдаудың мақсаты – жабатын кілтті табу мүмкіндігі кілттерді толық теру мүмкіндігінен жоғары немесе төмен екенін бағалау. Статистикалық криптоталдаулар (сызықтық немесе дифференциалдық) жүргізу нәтижесінде алынатын мәндер, сызықтық емес S-блок түрлендіруіне тікелей қатысты. Сондықтан, шифрды статистикалық бағалағанда, алынған шифрдың кірісінен шығысына дейінгі аралықтағы шифрдың орындалу тізбегіне қатыналатын S-блоктардың санына қатысты статистикалық мән есептеледі. Ол осы тізбек арқылы кілттердің кейбір элементтерін анықтау ықтималдығын көрсетеді.

Осы айтылғандарды тексеру үшін талдауды келесі екі бөлікке бөліп қарастырайық. Біріншіден, алгоритмде қолданылатын әрбір функция үшін жеке статистикалық талдаулар жасау. Екіншіден, бірінші есеп нәтижелерін ескере отырып, толық алгоритмге талдау жасау немесе жоғарыдан бағалау арқылы бізге қажетті тізбекті анықтау мүмкіндігін қарастыру, яғни алгоритмге жасалған шабуылдың қандайда бір жағдайында кілт элементтерін анықтау мүмкіндігінің ықтималдығын есептеу.

1. «AL01» шифрлеу алгоритмінің жалпы схемасы

«AL01» алгоритмінің бір раундтық жұмыс істеу схемасы төмендегі 1-суретте көрсетілген.



1-сурет. «AL01» алгоритмінің бір раундтық жұмыс істеу схемасы

2. «AL01» алгоритміне сызықтық криптоалдау

«S-блок» алмастыруының кіріс және шығыс мәндері арқылы ықтимал сызықтық теңдеулер құру үшін, «S-блок» алмастыруына арнайы криптоалдау қарастырылады. Ең жоғары ауытқуы 0,0625-ке тең, өйткені сызықтық теңдеулердің кездесу саны 112-ден 144-ге дейінгі аралық, ал мүмкін болатын аралық 0,4375-тен 0,5625-ге дейінгі ықтималдықтар аралығында. Сондықтан, 0,5625 ықтималдықпен төмендегі 1275 теңдеудің әрқайсысы ақиқат болып саналады. 640 өрнектің ықтималдығы 0,5625 болғандықтан теңдеудің оң жағы 0-ге тең, ал 635 өрнектің ықтималдығы 0,4375 болғандықтан теңдеудің оң жағы 1-ге тең.

$$\begin{aligned}
 x_8 \oplus y_7 \oplus y_8 &= 1 \\
 x_8 \oplus y_2 \oplus y_3 \oplus y_5 &= 1 \\
 x_8 \oplus y_1 \oplus y_3 \oplus y_4 \oplus y_6 \oplus y_7 &= 1 \\
 x_8 \oplus y_1 \oplus y_2 \oplus y_4 \oplus y_5 \oplus y_6 \oplus y_8 &= 1 \\
 x_8 \oplus y_1 \oplus y_2 \oplus y_4 \oplus y_5 \oplus y_6 \oplus y_7 &= 0 \\
 x_7 \oplus y_2 \oplus y_5 \oplus y_7 &= 0 \\
 x_7 \oplus y_1 \oplus y_6 &= 1 \\
 &\dots \\
 x_1 \oplus x_2 \oplus x_3 \oplus x_4 \oplus x_5 \oplus x_6 \oplus x_7 \oplus x_8 \oplus y_2 \oplus y_4 \oplus y_5 \oplus y_6 \oplus y_8 &= 0 \\
 x_1 \oplus x_2 \oplus x_3 \oplus x_4 \oplus x_5 \oplus x_6 \oplus x_7 \oplus x_8 \oplus y_2 \oplus y_3 \oplus y_7 \oplus y_8 &= 0 \\
 x_1 \oplus x_2 \oplus x_3 \oplus x_4 \oplus x_5 \oplus x_6 \oplus x_7 \oplus x_8 \oplus y_2 \oplus y_3 \oplus y_6 \oplus y_7 &= 0
 \end{aligned}$$

Мұндағы, x_i - «S-блок» алмастыруының кіріс биттері және y_i - «S-блок» алмастыруының шығыс биттері, ал i индексі биттің орынын көрсетеді. Егер «S-блок» алмастыруының алдында «XOR» амалы орындалатын болса, онда кіріс биттері ашық мәтін мен кілттің элементтерінің қосындысынан тұрады, яғни жоғарыдағы теңдеулерді ашық мәтін арқылы өрнектеп жаза аламыз:

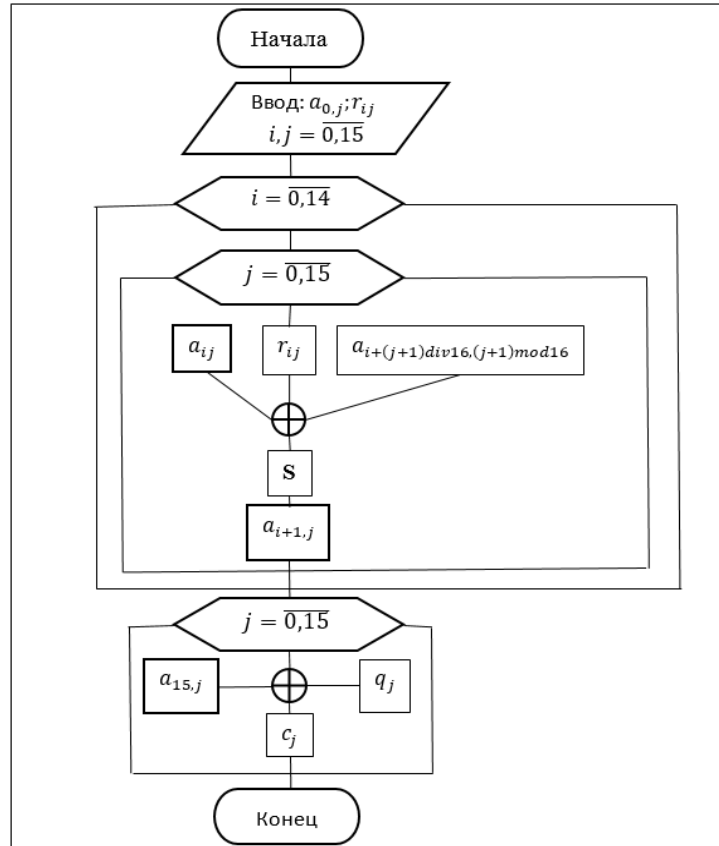
$$a_{i,1,8} \oplus a_{i,2,8} \oplus a_{i+1,1,7} \oplus a_{i+1,1,8} = r_{i,8} \oplus 1$$

$$a_{i,1,8} \oplus a_{i,2,8} \oplus a_{i+1,1,2} \oplus a_{i+1,1,3} \oplus a_{i+1,1,5} = r_{i,8} \oplus 1$$

$$a_{i,1,8} \oplus a_{i,2,8} \oplus a_{i+1,1,3} \oplus a_{i+1,1,4} \oplus a_{i+1,1,6} \oplus a_{i+1,1,7} = r_{i,8} \oplus 1$$

мұндағы, $a_{i,j,k}$ – схема бойынша i -ші қатардағы j -ші байттың k -ші битінің бульдік мәні, $r_{i,j}$ – кілттің i -ші байтының j -ші битінің бульдік мәні.

1-суретте көрсетілген схеманың блок-схемасы келесідей болады.



2-сурет. «AL01» алгоритмінің бір раундтағы блок-схемасы

Мысалдар арқылы осы көрсетілген «AL01» алгоритмінің бір раундтағы жұмыс істеу схемасын ескере отырып, статистикалық бағалау жасайық. Бағалауымыз кілтті толық теру мүмкіндігінен кем болса, онда алгоритм қарастырылған криптоталдаудан өтпеді немесе алгоритм берік емес дейміз. Ал кері жағдайда, қарастырылған алгоритм криптоталдауға берік болып саналады.

Мысалы, (1) теңдеуі бірінші қатардың және (2) теңдеуі екінші қатардың «S-блоктың» сызықтық талдауының ең үлкен статистикалық мәні бойынша таңдап алынған теңдеулері төмендегідей болсын:

$$x_8 \oplus x_{16} \oplus y_{1,7} \oplus y_{1,8} = k_{1,8} \oplus 1 \tag{1}$$

$$y_{1,7} \oplus y_{1,8} \oplus y_{2,4} \oplus y_{2,5} \oplus y_{2,6} = k_{2,7} \oplus k_{2,8} \oplus 1 \tag{2}$$

Ықтималдықтары 0,5625 болатын екі теңдеуді қосатын болсақ, онда ықтималдығы $p = 0,5 + 2^{-7} = 0,5078125$ болатын $x_8 \oplus x_{16} \oplus y_{2,4} \oplus y_{2,5} \oplus y_{2,6} = k_{1,8} \oplus k_{2,7} \oplus k_{2,8}$ теңдеуін аламыз. $N = \left(\frac{1}{0,5+2^{-7}-0,5}\right)^2 = 2^{14}$, мұндағы $N - 0,977$ ықтималдықпен осы екі теңдеуді шешуге мүмкіндік туғызатын ашық мәтіндер жұптарының саны.

Егер $a_{i,j} \oplus r_{i,j} \oplus a_{i+1,j}$ қосындындағы $a_{i+1,j}$ мүшесін нөл деп ескеріп, $a_{i,j} \oplus r_{i,j}$ өрнегін схема бойынша басынан соңына дейін тігінен қарасак, онда теңдеудің ақиқат болуының ықтималдығы $p = 0,5 + 2^{15} \times (2^{-4})^{16} = 0,5 + 2^{-49}$ және саны $N = \left(\frac{1}{0,5+2^{-49}-0,5}\right)^2 = 2^{98}$. Белгілі ашық мәтіндердің көмегімен $X(x_1, x_2, \dots, x_8) \oplus Y(c_1, c_2, \dots, c_8) = K(r_{1,1}, r_{1,2}, \dots, r_{16,8})$ теңдеуін 0,977 табысты

ықтималдықпен қанағаттандырылады. Мұндағы, $X(x_1, x_2, \dots, x_8)$ – бір байттық ашық мәтін, $Y(c_1, c_2, \dots, c_8)$ – бір байттық шифрмәтін және $K(r_{1,1}, r_{1,2}, \dots, r_{16,8})$ – раундтық кілттер. Бұл жерде жоғарғы максималды мән бойынша бағалағанымызды көрсеттік. Жоғарыда айтылған үшінші қосынды $a_{i+1,j}$ біз таңдағандай барлық кезде нөл бола бермейді.

3. «AL01» алгоритміне дифференциалдық криптоталдау

Дифференциалдық криптоталдауды жоғарыдан бағалайық. Ол үшін таңдалған ашық мәтіндердің жұптарының айырымның нөл болмауы тек бір байттың көлемінде болсын және басынан аяғына дейін тігінен (вертикальды), айырымдары бойынша тартқанда «S-блок» алмастыруларының нөлденбей қалуларының саны неқұрлым аз, соншалықты ықтималдығы жоғары болады. Өйткені, статистикалық үлестірімділігі тек осы функцияның көлемінде ғана ықтималдығы 1-ден төмен болады, ал қалған сызықтық функцияларда 1-ге тең.

Сондықтан, алдымен «S-блок» алмастыруына талдау қарастырылады. Таңдалған «S-блок» алмастыруының талдау нәтижесіндегі айырымдардың кездесуі саны 2 мен 4. Әрбір кіріс айырымдарына сәйкес шығыс айырымдары 4 рет кездесуі ең үлкен ауытқуы болғандықтан, осы $\frac{4}{256} = 0,015625$ ықтималдығын аламыз. Дифференциалдық криптоталдауды бастамастан бұрын, түсінікті болу үшін таңдап алынған ашық мәтіннің жұбына берілген кілт арқылы алгоритмнің басынан аяғына дейін, әрбір қадамның кіріс және шығыс айырымдарын бақылап шығайық. Содан соң дифференциалдық талдаудың бағалауын қарастырамыз.

1-мысал.

Бастапқы кілт: 0x81754b8c671be306adee86fc52174dcd

Берілген бастапқы кілттен «Алгоритм ПСП-1», «Алгоритм ПСП-2» және «Алгоритм ПСП-3» алгоритмдерін пайдалана отырып, раундтық кілттерді алу жолы төмендегідей:

1. Бастапқы кілттен «Алгоритм ПСП-1» бойынша келесі жаңа кілт аламыз:

0xc9f996fd56924f3eab6caca2c974ddf977

2. Алынған кілттен 256 байттық раундтық кілттерді «Алгоритм ПСП-2» бойынша, және де содан тағы бір 16 байтты кілтті «Алгоритм ПСП-3» бойынша аламыз. Бұл алгоритм толығымен BR05236757 жоба бойынша дайындалған есепте баяндалған.

Алгоритмнің бірінші раундтық кілттері келесідей болады (бұдан әрі мәтінде он алтылық санау жүйесіндегі «0x» белгілеуін қалдырып отырамыз):

1) Алгоритм ПСП-2 бойынша алынған 256 байтты кілт:

```
9c bd a4 73 0f 3d 16 d7 a1 1f af 10 e4 60 24 e0
f2 5e 52 ec 8b 0f 2f 20 e2 03 62 d3 a7 db f3 50
f4 f2 40 ec d6 ce e0 a5 d8 6d 92 f3 f6 5a bd 2d
cd f1 0a b9 19 8f 9d 1b 06 ff 9d e6 3f ee cd ce
08 f6 43 57 0d 63 ae 4d fb da 00 91 b0 45 34 a9
66 d2 54 65 e2 a5 97 17 75 1a e1 18 be 27 d6 3b
65 2f 7b 1e 24 94 df 83 d7 b5 3b 71 d4 bc 18 29
a3 2c ad 56 1d 31 95 10 31 00 2f e3 c5 e8 18 a2
25 94 3b e3 a6 b8 7b 01 a8 63 b5 28 4c 2d 96 0e
12 c6 12 9d fe 2b 82 cc d4 d0 b0 35 6a 1f b3 c6
70 bf 36 65 9e fd b5 ed ec fd 96 c4 cc 33 f3 24
58 20 ee 49 ed 20 74 a5 a5 3e ba 7e 8c f9 b4 de
cb a4 03 e2 f0 98 b0 d1 17 fe 10 cc 3b df 7a 94
e7 36 ca ef ea 62 e7 95 ac a1 78 a8 e0 85 a9 0e
9e db 3b f4 c8 e6 3e 12 b7 21 29 77 34 ab 57 90
1d 93 ca 9f 72 f8 4b 6d 0e b4 f4 4b 08 5f 2d c7
```

2) Алгоритм ПСП-3 бойынша алынған 16 байтты кілт:

9e 8f a3 2d b8 f9 7c 7a 97 6f 4a e4 3c ab 6c b7

Таңдалған екі ашық мәтін төмендегідей болсын:

b8 7f 0b 39 b8 7f 0b 39 b8 7f 0b 39 b8 7f 0b 39

b8 7f 0b 39 b8 7f 0b 39 b8 7f 0b 39 b8 7f 0b 38

Онда, жұп ашық мәтіндердің айырымы келесідей болады:

00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01

Әрбір ашық мәтінді шифрлеп, олардың әрбір қатардағы ($i = 1..16$) мәндерінің айырымдарын аламыз. Ол төмендегідей болып шықты:

```
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 c6 14
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 70 2c df
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 fd 4e 3a a6
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 d5 2a aa 9a 33
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 91 64 92 39 4b c3
00 00 00 00 00 00 00 00 00 80 1e e3 76 fe 11 b1
00 00 00 00 00 00 00 00 d1 8a ee 43 04 e0 d9 26
00 00 00 00 00 00 65 9f c8 3f 1f 3a 04 7a 93
00 00 00 00 00 30 af 0c fb f5 99 a9 4a e1 d9
00 00 00 00 00 22 ca 83 14 c0 fa 07 d5 94 86 38
00 00 00 00 dc 9a 50 f2 93 ed 56 1d 43 48 75 c7
00 00 00 5a ce b7 ec bc 5b e9 d8 7b a9 34 9d 25
00 00 05 2d 66 a1 17 a5 89 62 e6 81 91 f2 a0 63
00 0c 3c d7 4e 62 be a7 6b c9 bb 55 5b 0b 81 24
df 31 fe 9a 5b c8 d0 0c 87 05 1b 5a 3e 8a 55 52
fc da 78 52 f8 f8 58 26 2a 08 9f c6 1f 28 04 a8
```

Бір раундтан кейінгі мәндердің айырымы алынды және ол нәтиже мынаған тең:

```
fc da 78 52 f8 f8 58 26 2a 08 9f c6 1f 28 04 a8
```

Дифференциалдық талдауға көшейік. Жоғарыдан бағалау үшін «S-блок» түрлендіруінен кейін әр түрлі байттар саны неғұрлым аз қатысуын қамтамасыз ету қажет. Сондықтан бұл жерде тағы бір сұраққа жауап іздеу керек. Айтылған шарт орындалу үшін ашық мәтін жұптарының айырмасын қандай етіп таңдағанда қол жеткіземіз? Осы сұраққа жауап беру үшін келесі мысалды қарастырамыз.

2-мысал. Ашық мәтін жұптарының айырымы төмендегідей болсын:

```
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01 .
```

Ескерту: Дифференциалдық талдаудың шарты бойынша таңдалған ашық мәтін жұптарына сәйкес шифрмәтіннің жұптары берілуі тиіс.

$a_i \oplus a_{i+1} \oplus r_i \oplus b_i \oplus b_{i+1} \oplus r_i = a_i \oplus a_{i+1} \oplus b_i \oplus b_{i+1}$ - «S-блок» түрлендіруінің кірістегі айырымы.

$S(a_i \oplus a_{i+1} \oplus r_i) \oplus S(b_i \oplus b_{i+1} \oplus r_i)$ - «S-блок» түрлендіруінің шығысындағы айырымы. Сондықтан, кірістегі айырым нөл болса, онда шығыстағы айырым да нөл болады. Егер кірістегі айырым нөл болмаса, онда шығыстағы айырым кілттің мәніне сәйкес әртүрлі мән қабылдайды.

Осыдан шығатыны, берілген ашық мәтін жұбының айырымының соңғы байты бойынша кадамдап талдауды жалғастырайық. «S-блок» түрлендіруінің кіріс айырымы $0x01$ болғандықтан, ең жоғары $\frac{4}{256} = 2^{-6}$ ықтималдықпен сәйкес қойылатын шығыс айырымы $0xA1$ болады. Екінші қатарда $a1$ айырымы 2^{-6} ықтималдықпен $0xC6$ айырымына сәйкес қойылады. Сонда екі қатардағы жалпы ықтималдық 2^{-12} -не тең болады. Дәл осылай қайталай берсек, онда он бесінші қатарда ықтималдық 2^{-90} -не тең болады. Он алтыншы қатардағы он алтыншы байттың ықтималдығы 2^{-96} жетіп, және осы қатардағы бірінші байтында ықтималдығы 2^{-96} жеткендіктен, олардың жалпы ықтималдығы 2^{-192} болады.

Ашық мәтін жұбының бір байты үшін оның кірісінен шығысына дейінгі аралықтағы 16 қатардан өткендегі шифрдың орындалу тізбегіндегі мәндер төмендегідей:

```
01 → A1 → C6 → 3F → 37 → BB → B5 → BE → E8 → B4 → 82 → 38 → 1F → 56 → 64 → 85 → 1D.
```

Сонымен, он алтыншы қатардан кейін әр байттың тұтастай алгоритм бойынша түрлендірулер ықтималдығы 2^{-192} -ге жетіп отыр. Осыған сүйенсек, бұл ықтималдылық осы кілт ұзындығына сәйкес толық теру ықтималдылығы 2^{-128} –ден әлдеқайда аз. Бұл тұжырым өз кезегінде дифференциалдық талдаудың көмегімен алгоритмге жасалатын криптосоққы еш нәтиже бермейтінін көрсетеді.

4. AL01 алгоритмінің биттік шашырауы қасиеті

Мақаланың осы бөлімінде аталған шифрлау алгоритмінің биттік шашырау қасиетін кілт пен ашық мәтіндерге қатысты зеттеулер жүргізілген. Төменгі AL01 алгоритмінің ашық мәтіннің әртүрлі орындағы бір ғана биттің өзгеруіне қатысты шифрмәтіннің биттік шашырауы төменгі 1-кестеде көрсетілген.

1-кесте. **Биттік шашыраудың ашық мәтінге қатысты алынған статистикалық мәндері**

<i>i</i>	<i>k_i</i>	<i>i</i>	<i>k_i</i>	<i>i</i>	<i>k_i</i>	<i>i</i>	<i>k_i</i>	<i>i</i>	<i>k_i</i>	<i>i</i>	<i>k_i</i>	<i>i</i>	<i>k_i</i>	<i>i</i>	<i>k_i</i>
1	0,49	17	0,52	33	0,45	49	0,46	65	0,5	81	0,41	97	0,55	113	0,48
2	0,58	18	0,57	34	0,51	50	0,54	66	0,52	82	0,55	98	0,41	114	0,39
3	0,53	19	0,52	35	0,5	51	0,44	67	0,44	83	0,5	99	0,52	115	0,52
4	0,41	20	0,52	36	0,53	52	0,48	68	0,48	84	0,54	100	0,51	116	0,48
5	0,53	21	0,49	37	0,57	53	0,53	69	0,49	85	0,48	101	0,46	117	0,47
6	0,41	22	0,5	38	0,51	54	0,53	70	0,52	86	0,46	102	0,55	118	0,47
7	0,48	23	0,41	39	0,49	55	0,46	71	0,45	87	0,55	103	0,55	119	0,45
8	0,57	24	0,46	40	0,47	56	0,45	72	0,43	88	0,56	104	0,56	120	0,52
9	0,51	25	0,48	41	0,51	57	0,46	73	0,59	89	0,46	105	0,44	121	0,49
10	0,55	26	0,45	42	0,55	58	0,50	74	0,46	90	0,49	106	0,53	122	0,52
11	0,5	27	0,47	43	0,47	59	0,49	75	0,51	91	0,45	107	0,49	123	0,49
12	0,5	28	0,48	44	0,53	60	0,49	76	0,5	92	0,45	108	0,52	124	0,56
13	0,46	29	0,53	45	0,34	61	0,49	77	0,49	93	0,5	109	0,51	125	0,49
14	0,56	30	0,51	46	0,47	62	0,53	78	0,53	94	0,6	110	0,48	126	0,48
15	0,49	31	0,49	47	0,47	63	0,43	79	0,45	95	0,39	111	0,48	127	0,59
16	0,54	32	0,53	48	0,54	64	0,51	80	0,55	96	0,55	112	0,52	128	0,52

1-кестеден алынған статистикалық мәндерге сүйенсек, яғни хи-квадрат 66,421875-ке, ал еркіндік дәрежесі (степень свободы) 127-ге тең болуы себепті, шифрлау алгоритмінің биттік шашырауы қасиеті жақсы нәтижеге ие болып отыр.

AL01 алгоритмінің кілттің әртүрлі орындағы бір ғана биттің өзгеруіне қатысты шифрмәтіннің биттік шашырауы 2-кестеде көрсетілген.

2-кесте. **Биттік шашыраудың кілтке қатысты алынған статистикалық мәндері**

<i>i</i>	<i>k_i</i>	<i>i</i>	<i>k_i</i>	<i>i</i>	<i>k_i</i>	<i>i</i>	<i>k_i</i>	<i>i</i>	<i>k_i</i>	<i>i</i>	<i>k_i</i>	<i>i</i>	<i>k_i</i>	<i>i</i>	<i>k_i</i>
1	0,44	17	0,51	33	0,48	49	0,47	65	0,51	81	0,55	97	0,53	113	0,56
2	0,54	18	0,44	34	0,51	50	0,54	66	0,53	82	0,44	98	0,46	114	0,54
3	0,44	19	0,42	35	0,49	51	0,44	67	0,42	83	0,46	99	0,41	115	0,52
4	0,58	20	0,5	36	0,5	52	0,51	68	0,43	84	0,48	100	0,51	116	0,52
5	0,52	21	0,42	37	0,52	53	0,46	69	0,49	85	0,48	101	0,54	117	0,51
6	0,54	22	0,49	38	0,52	54	0,48	70	0,52	86	0,55	102	0,48	118	0,55
7	0,55	23	0,45	39	0,51	55	0,53	71	0,54	87	0,53	103	0,49	119	0,40
8	0,51	24	0,51	40	0,41	56	0,37	72	0,44	88	0,55	104	0,51	120	0,45
9	0,46	25	0,51	41	0,51	57	0,56	73	0,48	89	0,44	105	0,47	121	0,45
10	0,56	26	0,52	42	0,5	58	0,48	74	0,54	90	0,54	106	0,57	122	0,55
11	0,48	27	0,51	43	0,51	59	0,48	75	0,51	91	0,46	107	0,49	123	0,54
12	0,58	28	0,52	44	0,49	60	0,51	76	0,46	92	0,40	108	0,5	124	0,53
13	0,55	29	0,55	45	0,48	61	0,55	77	0,45	93	0,51	109	0,47	125	0,55
14	0,55	30	0,43	46	0,55	62	0,48	78	0,54	94	0,62	110	0,45	126	0,46
15	0,45	31	0,45	47	0,52	63	0,48	79	0,49	95	0,44	111	0,48	127	0,52
16	0,55	32	0,55	48	0,49	64	0,45	80	0,47	96	0,45	112	0,48	128	0,44

Осы мәндер арқылы есептелінген хи-квадрат 67,75-ке, ал еркіндік дәрежесі 127-ге тең болуы себепті аталған шифрлау алгоритмы биттік шашырау қасиеті бойынша оң нәтиже берді.

Қарастырылған «AL01» шифрлеу алгоритміне жүргізілген сызықтық және дифференциалдық криптоталдаулар нәтижелеріне қарап, аталған алгоритмнің осы талдаулауларға беріктілігіне көз жеткіздік. 1-ші және 2-кестелердегі мәндердің биттік шашырауының ашық мәтін мен кілттерге қатысты жоғарғы дәрежеде орындалуы алгоритмнің оң тұстарының бірі екендігін көрсетті.

Қорытынды

Қарастырылған еңбекте «AL01» шифрлеу алгоритміне жүргізілген сызықтық және дифференциалдық криптоталдаулар нәтижелері көрсетілген. Осы алгоритмнің жоғарыдағы талдаулар

түрлеріне қаншалықты берік екендігіне көз жеткізілді. Сондай-ақ, алгоритмнің биттік шашырауы қасиетіне жүргізілген зерттеулерден алынған нәтижелер алгоритмнің практикада қолдану мүмкіндігін арттыра түспек.

Жүргізілген ғылыми зерттеу жұмысы «Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институтында» орындалып жатқан «Жалпы мақсаттағы желілер мен инфокоммуникациялық жүйелерде ақпаратты жіберу және сақтау кезінде оны криптографиялық қорғау үшін бағдарламалық және бағдарламалық-аппараттық кешендерді құрастыру» BR05236757 жобасы аясында жүзеге асты.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Biham E., Shamir A. Differential cryptanalysis of DES-like cryptosystems (англ.). – 1990.
- [2] Matsui, M. «Linear cryptanalysis method for DES cipher» (PDF). Advances in Cryptology - EUROCRYPT 1993. Archived from the original (PDF) on 2007-09-26. Retrieved 2007-02-22.
- [3] Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си. — Москва: Триумф, 2002.
- [4] Бабенко Л. К., Ищукова Е.А. Современные алгоритмы блочного шифрования и методы их анализа. Москва: «Гелиос АРВ», 2006.
- [5] Авдошин С. М., Савельева А. А. Криптоанализ: современное состояние и перспективы развития. Приложение к журналу «Информационные технологии». — 03/2007. — N 3.: 25.07.2019).
- [6] Ростовцев А.Г., Маховенко Е.Б. Теоретическая криптография. АНО НПО "Профессионал", 2005.
- [7] Дюсенбаев Д.С., Алғазы К.Т. «Симметриялық криптографиялық алгоритмдердің S-блоктарына талдау» Материалы Международной научной конференции Института информационных и вычислительных технологий МОН РК «Современные проблемы информатики и вычислительных технологий», 28-29 июня 2016. Алматы: 5-9 с.
- [8] Дюсенбаев Д.С., Алғазы К.Т. S-блоқтаға жүргізілген сызықтық және дифференциалдық криптоталдаудың нәтижелері Мат. Междун. Научн. Конф. Информатика и прикладная математика, посвященной 25-летию Независимости Республики Казахстан и 25-летию Институт информационных и вычислительных технологий, 2016. 14-17 с.
- [9] Капалова Н.А., Алғазы К.Т., Дюсенбаев Д.С. Линейный и дифференциальный криптоанализ s-блоков. Труды 13-й Международной школы-семинара "Проблемы оптимизации сложных систем" в рамках международной конференции IEEE SIBIRCON, Новосибирск, 18-22.сент.2017. [Электрон.ресурс]-<http://conf.nsc.ru/opcs2017/ru/proceedings>.

Капалова Н., Дюсенбаев Д., Сақан Қ., Алғазы К.

Криптографический анализ алгоритма шифрования «AL01»

Аннотация. В статье отражены результаты проведенного дифференциального и линейного криптографического анализа алгоритма шифрования «AL01». Исследование проведено по двум этапам: в первом – преобразований, участвующие в алгоритме, рассмотрены по отдельности, во-втором: исследование алгоритма в целом – во взаимодействии со всеми преобразованиями. По итогам проведенной работы более подробно изучена криптографическая стойкость рассматриваемого алгоритма к атакам методами дифференциального и линейного криптоанализа. А также проведен анализ алгоритма по определению степени обладания лавинным эффектом.

Ключевые слова: линейный криптоанализ, дифференциальный криптоанализ, лавинный эффект, криптостойкость алгоритма шифрования.

УДК 1082

N.S. Zaurbekov, A.A. Asylbekov, A.K. Kozybayev, Zh.S. Nabiyeva
(Almaty University of Technology, Kazakhstan, Almaty
E-mail: asilbek_k@mail.ru)

MODEL ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF HYDROMODUL AND MALT BILL ON THE BEER BODY

Abstract. The necessity of wide application of mathematical modeling in these industries of beer output and productivity. In the composition of the dry substances in a mixture influence the size of the basic processes of mathematical modeling Hydromodul beer and water. As a result, Microsoft Excel-regulatory determine their optimal values using a modeling method.

Key words: the module, extract, regression, correction, dispraxia, multicollinearity, simulation, modeling, computer modeling.

Н.С. Зәуірбеков, А.А. Асылбеков, А.К. Қозыбаев, Ж.С. Набиева
 (Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы)
 E-mail: asilbek_k@mail.ru

**ГИДРОМОДУЛЬДІҢ ЖӘНЕ СУСЫЗ ҚОСПАНЫҢ СЫРАНЫҢ
 ЭКСТРАКТИВТІЛІГІНЕ ӘСЕРІН МОДЕЛЬДЕУ**

Андатпа. Сыра өндірістеріндегі шығымы мен өнімділігін математикалық модельдеуді кеңінен қолдану қажеттілігі көрсетілген. Гидромодульдің және сусыз қоспаның сыраның құрамындағы құрғақ заттардың мөлшерінің әсерін математикалық модельдеудің негізгі процестері келтірілген. Нәтижесінде, Microsoft Excel бағдарламасында перспективті-нормативті модельдеу әдісін қолдану арқылы олардың оптимальды мәндерін анықтаған.

Негізгі сөздер: гидромодуль, экстрактивтілік, регрессия, коррекция, диспрессия, мультиколлинеарлық, модельдеу, компьютерлік модель.

Кіріспе

Қазіргі қоғамда болып жатқан ақпараттық дамудың өңделу, жеткізілу, сақталу заңдарының негізін ұғыну және дұрыс болжамдау үшін болашақ маманға компьютерлік модельдеу, ақпаратты өңдеу аса қажет. Кез-келген технологиялық жүйе қарапайым нысанда нақты жүйенің ең маңызды қасиеттерін көрсететін сандық әдістердің кең ауқымын қолдана отырып белгілі математикалық модель ұсыныланады. Математикалық және статистикалық әдістер заманауи технологиялық сапаны бақылауды және өнімнің шығымын арттыруға мүмкіндік береді. Сыраны өндіру үшін қолданатын шикізат шығынын толық компьютерлік модельдеу. Таңдап алынған сыра ассортиментінің оңтайлы құрамын тауып, өндірілген өнімнің шығымын көбейту жолдарын компьютерлік модельдеу арқылы қарастыраттыруға болатындығы көрсетілген [1,2].

Зерттеу нысандары мен әдістері

Зерттеу нысаны ретінде сыра өндірісінің гидромодулі, сусыз қоспасы және сыраның экстрактивтілігі алынды. Көрсеткіштер жүйесін жасау барысында технологиялық процессті оңтайландыратын факторларға аса назар аударылды.

X-гидромодуль, Y-себу нормасы, Z- экстрактивтілігі.

Тәжірибе нәтижесінде үш факторда орташа мәнге келтірілген.

Нәтижелер және оларды талдау

Жоспарларудың математикалық талдау жасау барысында зерттеу белгілі жоспар бойынша жүрді. Төмендегі 1 кестеде зерттеу нәтижелері келтірілген. Осы бойынша берілген факторларға математикалық математикалық моделдеу жасалынды [3,4].

Кесте 1. Зерттеу нәтижелерінде алынған гидромодульдің, себу нормасының, экстрактивтілігінің мәндері

Гидромодуль	Себу нормасы	Экстрактивтілік
5	95	16
5	85	15
5	75	14
5	65	13
4	95	13,1
4	85	12,5
4	75	11,9
4	65	10
3	95	13,2
3	85	13
3	75	11,2
3	65	9,8

1. Регрессия теңдеуін бағалау.

Регрессия коэффициенттерін бағалаудың векторын (S) ең кіші квадраттар әдісімен анықтаймыз:

$$s = (X^T X)^{-1} X^T Y$$

Регрессия теңдеуі (регрессия теңдеуін бағалау)

$$Y = -1.1817 + 1.35X_1 + 0.1063X_2$$

у-экстрактивтілігі, x1-гидромодуль, x2-қоспа нормасы

2. Коррекциялық жұптық коэффициенттерінің матрицасы – R (2 кесте). Бақылау саны n = 12. Тәуелсіз айнымалы модельдің саны 2ге тең, ал бірлік векторын ескерсек онда регрессорлар белгісіз коэффициенттерінің санына тең. Белгіні ескерсек Y, матрицаның өлшемі 4тең болады. Тәуелсіз айнымалының матрицасы X, өлшемі (12 x 4) [4,5.] Коррекцияның жұптық коэффициенттері:

$$r_{xy} = \frac{\overline{x \cdot y} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{s(x) \cdot s(y)}$$

$$r_{yx_1} = \frac{51.8 - 4 \cdot 12.725}{0.816 \cdot 1.758} = 0.627$$

$$r_{yx_2} = \frac{1031.292 - 80 \cdot 12.725}{11.18 \cdot 1.758} = 0.676$$

$$r_{x_1 x_2} = \frac{320 - 80 \cdot 4}{11.18 \cdot 0.816} = 0$$

Кесте 2. Коррекциялық жұптық коэффициенттерінің матрицасы - R:

-	y	x1	x2
y	1	0.627	0.6763
x1	0.627	1	0
x2	0.6763	0	1

Мультиколлинеарлықты тестілеу және жою. Мультиколлинеарлық – факторлар арасындағы байланыс. Мультиколлинеарлық өлшем ретінде келесі теңсіздіктерді сақтау қабылдануы мүмкін: $r(x_j y) > r(x_k x_j)$; $r(x_k y) > r(x_k x_j)$.

Егер бір теңсіздік сақталмаған болса, онда x_k немесе x_j , онда нәтижелі көрсеткішпен байланысының жиілігі Y аз болады [7,6]. Ең маңызды x_i факторларын іріктеу үшін мынадай шарттар іріктеледі:

- нәтижелі белгі мен факторлық байланыс фактораралық байланыстан жоғары болуы тиіс;

- факторлар арасындағы байланыс 0.7-ден аспауы тиіс. Егер матрицада корреляцияның фактораралық коэффициенті бар болса, $r_{x_j x_i} > 0.7$, онда бұл модельде көпше регрессияның мультиколлинеарлығы бар;

- белгінің жоғары фактораралық байланысы кезінде олардың арасындағы корреляция коэффициентінің аз факторлары іріктеледі. Біздің жағдайда барлық жұп корреляция коэффициенттері $|r| < 0.7$, факторлардың мультиколлинеарлығының болмауын айтуға болады.

Мультиколлинеарлықты зерттеудің ең толық алгоритмі Фаррар-Глоубер алгориті болып табылады, оның көмегімен мультиколлинеарлықтың үш түрін белгілейді:

1. Барлық факторларды (χ^2 - хи-квадрат).

2. Барлық факторды қалғандарынан (Фишера критериясы).

3. Әрбір факторлар жұбын (Стьюдент критериясы).

1. Статистикалық критерийлердің бірінші түрі бойынша Фаррар-Глоубер әдісімен мультиколлинеарлыққа айнымалыларды тексересіз ("хи-квадрат"). Фаррара-Глоубердің статистикалық мәнін есептеудің формуласы:

$$\chi^2 = -[n-1-(2m+5)/6] \ln(\det[R]) = -[12-1-(2*2+5)/6] \ln(0.149) = 18.06$$

$m = 2$ – факторлар саны, $n = 12$ – бақылау саны, $\det[R]$ – корреляциясының жұп коэффициенттерінің матрицасын анықтағыш [8,9]. Оны кесте мәнімен салыстырамыз $v = m/2(m-1) = 1$ еркіндік мәні болғанда және α мәнділік деңгейі бойынша. Егер $\chi^2 > \chi^2_{\text{табл}}(1; 0.05) = 3.84146$

2. Статистикалық критерийлердің екінші түрі бойынша мультиколлинеарлыққа айнымалыларды тексереміз (Фишер критериясы).

F- Фишер критериясын шығарамыз:

$$F_k = (d_{kk} - 1) \frac{n-m}{m-1}$$

мұндағы d_{kk} – матрица элементінің диагонали. Өлшемдердің есептелген мәндері кесте $v_1 = n-m$ и $v_2 = m-1$ түріндегі еркіндік дәрежесімен және мәнділік деңгейімен салыстырылады α . Егер $F_k > F_{\text{табл}}$, кесте болса, онда k -айнымалы басқалармен мультиколлинеарлы [8,9].

$$v_1 = 12 - 2 = 11; v_2 = 2 - 1 = 1. F_{\text{табл}}(11; 2) = 19.4$$

$$F_1 = (6.691 - 1) \frac{12-2}{2-1} = 31.3$$

$F_1 > F_{\text{кесте}}$, болғанда айнымалы басқалармен мультиколлинеарлы.

$$F_2 = (3.631 - 1) \frac{12-2}{2-1} = 14.47$$

$F_2 \leq F_{\text{кесте}}$ болғанда, x_1 – айнымалы басқалармен мультиколлинеарлы емес.

$$F_3 = (4.06 - 1) \frac{12-2}{2-1} = 16.83$$

$F_3 \leq F_{\text{кесте}}$ болғанда, x_2 – айнымалы басқалармен мультиколлинеарлы емес.

3. Айнымалыларды мультиколлинеарлыққа статистикалық критерияның (Студент критериясы) үшінші түрімен тексереміз. Ол үшін корреляцияның меншікті коэффициенттерін табамыз. Қорыта айтқанда бірде-бір факторларды регрессиялық теңдеулерді құруға қолдануға болмайды. Стандартты масштабтағы регрессия моделі.

Стандартты масштабтағы регрессия моделі зерттелетін белгілердің барлық мәндері формулалар бойынша стандарттарға ауысатынын болжайды.

$$t_j = \frac{x_{ji} - \bar{x}_j}{S(x_j)}$$

мұндағы x_{ji} – айнымалы бақылау мәні x_j дегі.

$$t_y = \frac{y_i - \bar{y}}{S(y)}$$

Осылайша, әрбір стандарттаған айнымалы санаудың басталуы оның орташа мәнімен біріктіріледі, ал өзгерту бірлігі ретінде оның орташа квадраттық ауытқуы – S қабылданады.

Егер табиғи масштабтағы айнымалылардың арасындағы байланыс сызықтық болса, онда санаудың басы мен өлшем бірліктерінің өзгеруі бұл қасиетін бұзады, сондықтан стандартталған айнымалылар сызықтық қатынаспен байланысты $t_y = \sum \beta_j t_{x_j}$ болады. β -коэффициенттерді бағалауға МНК қолданады. Бұл ретте қалыпты теңдеулер дүйесі төмендегі түрде болады:

$$t_{y1} = \beta_1 + t_{x1} \beta_2 + \dots + t_{x1} \beta_m$$

$$t_{y2} = t_{x2} \beta_1 + \beta_2 + \dots + t_{x2} \beta_m$$

$$t_{ym} = t_{xm} \beta_1 + t_{xm} \beta_2 + \dots + \beta_m$$

Біздің деректер үшін (корреляция коэффициенттерінің жұптарының матрицаларынан аламыз)

$$0.627 = \beta_1 + 0\beta_2$$

$$0.676 = 0\beta_1 + \beta_2$$

Бұл сызықты теңдеулер дүйесін Гаусс әдісімен шешеміз:

$$\beta_1 = 0.627; \beta_2 = 0.676;$$

Стандартталған масштабтағы берілген теңдеу:

$$ty = \beta_1 tx_1 + \beta_2 tx_2$$

β -коэффициентінің есебін төмендегі формуламен есептейміз:

$$\beta_1 = \frac{r_{yx1} - r_{yx2} r_{x1x2}}{1 - r_{x1x2}^2} = \frac{0.627 - 0.676 \cdot 0}{1 - 0^2} = 0.627$$
$$\beta_2 = \frac{r_{yx2} - r_{yx1} r_{x1x2}}{1 - r_{x1x2}^2} = \frac{0.676 - 0.627 \cdot 0}{1 - 0^2} = 0.676$$

Регрессия теңдеуінің стандартталған түрі былай:

$$ty = 0.627x_1 + 0.676x_2$$

Осы жүйеден табылған β -коэффициенттер формулалар бойынша табиғи масштабтағы регрессия коэффициенттерінің мәнін анықтауға мүмкіндік береді.

$$b_j = \beta \cdot \frac{S(y)}{S(x_j)}$$
$$a = \bar{y} - \sum b_j \cdot \bar{x}_j$$

3. Регрессиялық теңдеудің параметрлерін талдау.

Алынған регрессия теңдеуін статистикалық талдауға көшеміз: теңдеудің маңыздылығын және оның коэффициенттерін тексеру аппроксимацияның абсолюттік және салыстырмалы қателерін зерттеу үшін:

Дисперсияның араласпаған бағасы үшін келесі есептеулерді жүргіземіз: Аппроксимацияның орташа қатесі:

$$A = \frac{\sum |\epsilon_j Y|}{n} \cdot 100\% = \frac{0.548}{12} \cdot 100\% = 4.57\%$$

Дисперсияның қатесі тең:

$$se^2 = (Y - Y(X))T(Y - Y(X)) = 5.543$$

Араласпаған дисперсияның бағасы тең:

$$s^2 = \frac{1}{n - m - 1} \cdot se^2 = \frac{1}{12 - 2 - 1} \cdot 5.543 = 0.6159$$

Орта квадратты ауытқудың бағасы (Y -бағасы үшін стандартты қате):

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0.6159} = 0.785$$

Кесте 7

$k = S^2 \cdot (X^T X)^{-1}$ векторының коварнациялық матрицасының бағасын табамыз

Модель параметрлерінің дисперсиясы $S^2 i = K_{ii}$, демек осы қатынаспен анықталады, бұл басты диагональда жатқан элементтер.

$$S_{b0} = \sqrt{3.911} = 1.978$$
$$S_{b1} = \sqrt{0.077} = 0.277$$
$$S_{b2} = \sqrt{0.000411} = 0.0203$$

Түбірдің көпше корреляциялық коэффициенті (Түбірдің көпше корреляциялық индексі).

$$R = \sqrt{1 - \frac{s_e^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}} = \sqrt{1 - \frac{5.543}{37.08}} = 0.9222$$

Көптеген корреляция коэффициентін корреляцияның жұп коэффициенттерінің матрицасы арқылы анықтауға болады [10,11].

$$R = \sqrt{1 - \frac{\Delta_r}{\Delta_{r11}}}$$

мұндағы Δ_r -жұп коэффициенттерінің матрицасын анықтағыш; Δ_{r11} -фактор аралық матрицаны анықтағыш.

Көптеген корреляция коэффициенті

$$R = \sqrt{1 - \frac{0.149}{1}} = 0.9222$$

Басқа формуланы қолданғанда осыған ұқсас нәтиже аламыз.

$$R = \sqrt{1 - (1 - r_{yx1}^2)(1 - r_{yx2|x1}^2)}$$

$$R = \sqrt{1 - (1 - 0.627^2)(1 - 0.868^2)} = 0.9222$$

Y және X_i факторының арасындағы белгілердің байланысы күшті. Детерминациялық коэффициент.

$$R^2 = 0.92222 = 0.8505$$

Объективті бағалау түзетілген детерминация коэффициенті болып табылады.

$$\bar{R}^2 = 1 - (1 - R^2) \cdot \frac{n-1}{n-m-1}$$

$$\bar{R}^2 = 1 - (1 - 0.8505) \cdot \frac{12-1}{12-2-1} = 0.817$$

Осы коэффициент неғұрлым бірге жақын болса, онда регрессия теңдеу Y-дың мәнін көбірек түсіндіреді. Жаңа түсіндіруші айнымалылардың моделіне қысым түсірілсе детерминация коэффициенті өсе бастағанға дейін жүзеге асырылады.

5.Регрессия теңдеулерінің коэффициенттеріне байланысты гипотезаларды тексеру (регрессияның көпше теңдеуі параметрлерінің маңыздылығын тексеру).

$v = n - m - 1$ саны еркіндік дәрежелерінің саны деп аталады. Статистикалық сенімділікті қамтамасыз ету үшін көптеген сызықтық регрессияны бағалау кезінде жоақылау саны соңғы өлшем бойынша 3 рет бағаланатын параметрлердің санынан асып түсуі талап етіледі деп саналады [12,13,14].

t-статистика

$$T_{табл}(n-m-1; \alpha/2) = (9; 0.025) = 2.262$$

$$t_i = \frac{b_i}{S_{b_i}}$$

$$t_0 = \frac{-1.182}{1.978} = 0.598 < 2.262$$

b₀ - регрессиясы коэффициентінің статистикалық маңыздылығы расталмайды.

$$t_1 = \frac{1.35}{0.277} = 4.866 > 2.262$$

b₁ - регрессиясы коэффициентінің статистикалық маңыздылығы расталады.

$$t_2 = \frac{0.106}{0.0203} = 5.244 > 2.262$$

b₂ – регрессиясы коэффициентінің статистикалық маңыздылығы расталады.

Регрессия теңдеуінің коэффициенттері үшін сенімді интервал.

Сенімділік 95% болатын регрессия коэффициенттерінің сенімді интервалдарын анықтаймыз:

$$(b_i - t_i \cdot S_{b_i}; b_i + t_i \cdot S_{b_i})$$

$$b_0: (-1.182 - 2.262 \cdot 1.978; -1.182 + 2.262 \cdot 1.978) = (-5.655; 3.292)$$

$$b_1: (1.35 - 2.262 \cdot 0.277; 1.35 + 2.262 \cdot 0.277) = (0.722; 1.978)$$

$$b_2: (0.106 - 2.262 \cdot 0.0203; 0.106 + 2.262 \cdot 0.0203) = (0.0604; 0.152)$$

6. Жалпы регрессия теңдеуінің сапасын тексеру.

$$R^2 = 1 - \frac{s_e^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} = 1 - \frac{5.543}{37.08} = 0.8505$$

F-статистика. Критерий Фишера.

Жалпы маңыздылық туралы гипотезаны тексереміз және түсіндіретін айнымалылардың регрессиясын барлық коэффициенттерін нөлге бір мезгінде теңдігі туралы гипотезаны тексереміз [15,16].

$$H_0: R^2 = 0; \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_m = 0.$$

$$H_1: R^2 \neq 0.$$

Бұл гипотезаны тексеру Фишердің таралу F-статистикасының көмегімен жүзеге асырылады.(оңжақты тексеру)

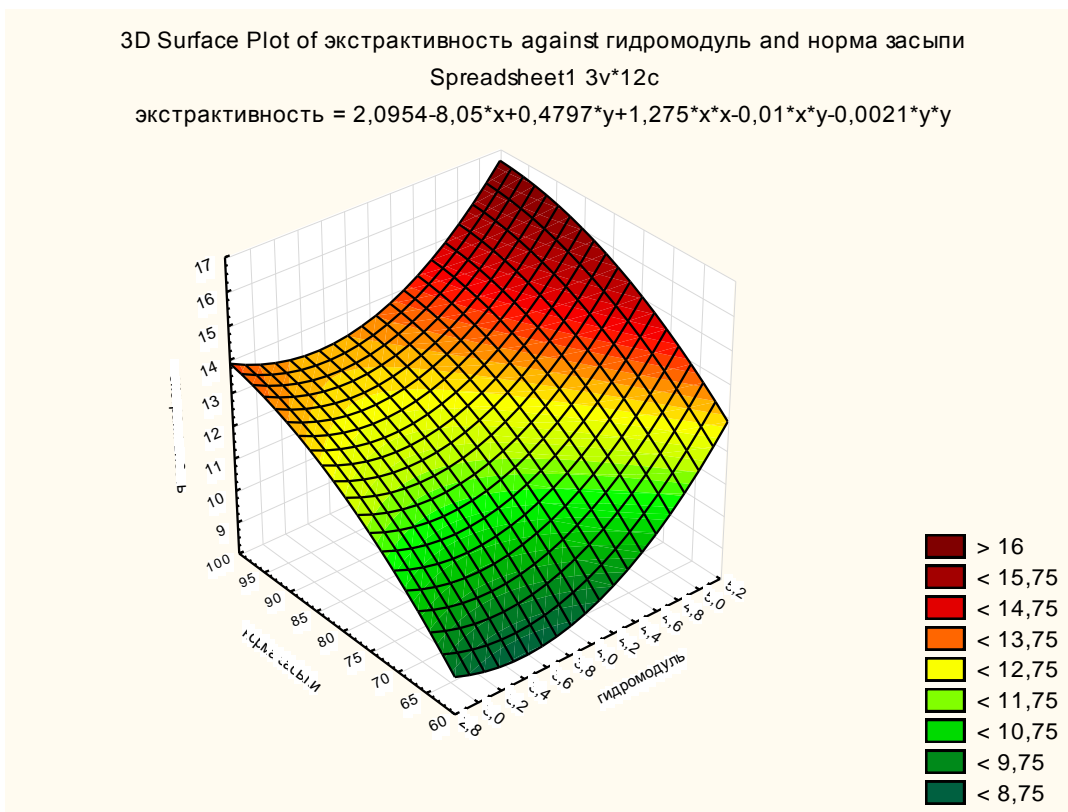
Егер $F < F_{кр} = F_{\alpha}$; $n-m-1$ болма, онда H_0 – гипотезадан ауытқуға негіз жоқ.

$$F = \frac{R^2}{1-R^2} \cdot \frac{n-m-1}{m} = \frac{0.8505}{1-0.8505} \cdot \frac{12-2-1}{2} = 25.606$$

Бос дәрежедегі кестенің мәні $k_1 = 2$ и $k_2 = n - m - 1 = 12 - 2 - 1 = 9$, $F_{кр}(2;9) = 4.26$

Егер нақты мән $F > F_{кр}$ болса, онда статистикалық детерминация коэффициенті маңызды және регрессия тендеуі статистикалық сенімді (яғни коэффициенттері бірге маңызды). Қорытынды. Есептеу нәтижесінде көптеген репрессия тендеулері алынды:

$Y = -1.1817 + 1.35X_1 + 0.1063X_2$. Яғни параметр моделдерінің интерпретациялануы мүмкін: 1-ші өлшем бірлігінде X_1 -дің ұлғаюы Y -тің 1.35 өлшем бірлігіне ұлғаюына алып келеді; ал 2-ші өлшем бірлігінде X_2 -нің ұлғаюы Y -тің 0.106 өлшем бірлігіне ұлғаюына алып келеді. Тендеудің статистикалық мәні детерминация коэффициентінің және Фишер критерийінің көмегімен тексерілді. Сонымен зерттеу нәтижесі мынаны көрсетті Y -тің мәнінің 85.05% вариабельділігін X_j - факторының өзгеруімен түсіндіріледі.



Сурет-1. Сыра өндіру процессінің экстрактивтілігіне гидромодуль қисығы мен себу нормасының әсерінің STATISTICA бағдарламасындағы графикалық суреті

Шегі сары аймақ болып табылады, гидромодуль қисығында оптимум 4 және себу нормасы 80-85, ал экстрактивтілігі 12,0-ге тең.

Адекваттылық бағдарламаның қамтамасыз ету көмегімен ANOVA жүйесінде тексерілді, Statistica 10.0-ға тең.

Қорытынды

Статистикалық өңдеу сыра өндіру процессінің экстрактивтілігіне гидромодуль мен себу нормасының тікелей әсерінің бар екендігін көрсетті.

Сыра өндірісінің экстрактивтілігінің технологиялық процесстерін оңтайландырудың параметрлерін математикалық сипаттап, ғылыми негіздеуге мүмкіндік берді.

ӘДЕБИЕТ

[1] Макарова Н.В., Трофимец В.Я. Статистика в Excel: учеб. пособие - Финансы и статистика, 2015.-368 с.
[2] Боровиков В.П., Боровиков И.П. STATISTICA - Статистический анализ и обработка данных в среде Windows.-2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финин, 2016. – 608 с.
[3] Бешенков С.А.,Ракитина Е.А. Моделирование и формализация. Методическое пособие. - Москва: Лаборатория Базовых Знаний, 2004-336 с.

- [4] Ивлев А.Н. Охрана авторских прав в Интернет: проблема, которая выдумана Электронный ресурс. / А.Н. Ивлев // Право и Интернет. — Режим доступа : <http://russianlaw.net/law/doc/a68.htm> (дата обращения: 01.09.2016).
- [5] Бешенков С.А., Ракитина Е.А. Лаборатория базовых знаний. Моделирование и формализация. Методическое пособие. М.: 2017-336с
- [6] Быков М.Ю., Гагарина Л.Г. Математическая модель системы частичного кэширования динамических страниц. Журнал «Техника и технология», номер 2, 2015.
- [7] Ван Хейк Бернард. JDBC: Java и базы данных. М.: Лори, 2015.
- [8] Гиббонз Пол. Платформа .NET для Java-программистов. СПб: Питер, 2014.
- [9] Библиотеки в мире Интернет: матер, науч.-практ. семинаров / сост. : Э. Н. Белоножка. — Великий Новгород, 2016. — 118 с.
- [10] Елманова Н. Управление информационным наполнением М^Ь-сайтов Электронный ресурс. / Н. Елманова // КомпьютерПресс. — Режим доступа: <http://compress.ru/article.aspx?id=10953&iid=440> (дата обращения : 01.09.2017).
- [11] С. Н. Колупаева. Математическое и компьютерное моделирование. Учебное пособие. – Томск, Школьный университет, 2015. – 208с.
- [12] Официальный сайт издательства "Открытые Системы". Интернет университет информационных технологий. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/> . Дата обращения: 5.10.2016
- [13] А. В. Могилев, Н. И. Пак, Е. К. Хеннер. Информатика. Учебное пособие. – М.: Центр «Академия», 2015. – 816с.
- [14] Van Poppel G., Spanhaak S., Ockhuizen T. Effect of beta-carotene on immunological indexes in healthy male smokers //The American Journal of Clinical Nutrition.- 2013.- Vol.57, №3.- P.402-407.
- [15] Закгейм А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. – М.: Химия, 2014. – 237 с.
- [16] Д. А. Поселов. Информатика. Энциклопедический словарь. – М.: Педагогика-Пресс, 2015. 648с.

Заурбеков Н.С., Асылбеков А.А., Козыбаев А.К., Набиева Ж.С.

Моделирование влияния гидромодуля и засыпи на экстрактивность пива

Аннотация. Показана необходимость широкого применения математического моделирования выхода и производительности пива в производствах. Приведены основные процессы математического моделирования концентрации сухих веществ пива гидромодуля и засыпи. В результате, с помощью программы Microsoft Excel и способа перспективно-нормативного моделирования установлены их оптимальные значения.

Ключевые слова: гидромодуль, экстрактивность, регрессия, коррекция, дисперсия, мультикол-линейный, моделирование, компьютерная модель.

УДК 628.351

Sh. Sagidollakzy

(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: sagidullina@mail.ru)

NON-DRAINAGE TECHNOLOGY USING BIOFLOCCULATING AGENT IN THE PETROCHEMICAL INDUSTRY

Abstract Industrial wastewaters cause severe environmental pollution, and in recent years, much work has been devoted to this topic searching less costly depollution methods. Several biomaterials have recently been explored to be used for the bio-sorption and bio-coagulation-flocculation of pollutants from wastewaters. In the last years, there has been an advanced research regarding the use of biological materials in the wastewater treatment such as, chitosan, Moringaoleifera, algae, cactus plants etc. The main results obtained in these studies for the depollution of oil refinery wastewaters by using cactus juice, have shown very high removal percentages in the range of (86-99) %, (62-76) % and (67-95) % forturbidity, COD and color removal, respectively, by coagulation-flocculation process. Thus, the biomaterials have proved to be efficient in the pollutant removal, and there for ether is need to explore the scaling up of the reported works, from the laboratory scale to community pilot plants, and eventually to industrial levels.

Keywords: bio-flocculant, coagulation-flocculation, turbidityremoval, COD removal

Ш. Сағидоллақызы

(Satpaev University, Алматы, Казахстан)

E-mail: sagidullina@mail.ru)

МУНАЙ-ХИМИЯ САЛАСЫНДА БИОФЛОКУЛЯНТТЫ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ АҒЫНСЫЗ ТЕХНОЛОГИЯ

Аннотация Промышленные сточные воды вызывают серьезное загрязнение окружающей среды, и в последние годы много работы было посвящено этой теме в поисках менее дорогостоящих методов удаления загрязняющих веществ. В последние годы были продвинуты исследования, касающиеся использования биологических материалов для очистки сточных вод, таких как хитозан, *Moringaoleifera*, водоросли, растения и т. д. Основные результаты, полученные в этих исследованиях для удаления загрязнений сточных вод нефтеперерабатывающего завода с использованием биоматериала показали очень высокий процент удаления в диапазоне (86-99)%, (62-76)% и (67-95)% стойкости, ХПК и удаления цвета, соответственно, в процессе коагуляции-флокуляции. Таким образом, биоматериалы доказали свою эффективность в удалении загрязняющих веществ, и для получения эфира необходимо изучить расширение масштабов сообщаемых работ - от лабораторного масштаба до экспериментальных установок в сообществах и, в конечном итоге, до промышленных уровней.

Ключевые слова: биофлокулянт, коагуляция-флокуляция, удаление мутности, удаление ХПК.

Очистка сточных вод в эти последние годы стала очень важной задачей для нынешних обществ. Основной целью является устранение городских и промышленных сточных вод без ущерба для здоровья и окружающей среды. Одним из важных источников загрязнения является нефтеперерабатывающая промышленность. Обработка сточных вод с нефтехимической отрасли является одной из основных проблем, вызывающих экологическую озабоченность. Потоки отходов, которые выходят без какой-либо обработки, создают экологическую проблему, такую как угроза водной жизни из-за их высокого содержания органических веществ. Характеристика в значительной степени зависят от типа обрабатываемой нефти, в результате чего образуются как высокоорганические, так и органические загрязнители. Многие методы обработки были испытаны в борьбе с загрязнением в сточных водах, было предложено большое разнообразие физико-химических процессов (коагуляция/флокуляция, адсорбция, фотокатализ, электрокоагуляция, мембранная фильтрация) [1]. Очистка сточных вод нефтеперерабатывающего завода приобретает все большее значение, ее можно очищать либо отдельно, либо совместно химическими или биологическими средствами. Методы биологической очистки предлагают простую и экономически эффективную альтернативу химическим методам. Процесс коагуляции является одним из наиболее эффективных методов удаления загрязняющих веществ из сточных вод. Проблемы с химической обработкой заключаются в повышенных расходах на обработку и производстве химического осадка, который трудно поддается обработке [2]. В настоящее время два основных химических продукта используются в процесс коагуляции; сульфат алюминия ($Al_2(SO_4)_3$) и сульфат железа ($Fe_2(SO_4)_3$), называемый квасцами и железом соответственно [3], но использование этих химических продуктов имеет некоторые недостатки для здоровья человека и экосистем [4]. Для решения этой проблемы было разработано много типов природных реагентов для удаления загрязняющих веществ из сточных вод, они обладают преимуществами биоразлагаемости и без риска для здоровья людей, поэтому для очистки сточных вод используется ряд биоматериала.

Повышение ценности сока кладовых кактусов, для исследования, поступает из окрестностей города Мохаммеда на западе Марокко, кладода немедленно доставляется в лабораторию для извлечения сока. Их многократно промывали водой для удаления грязных частиц, кладки опунций выполняли вручную. Биокоагулянт хранили в стеклянной бутылке в холодильнике при 4°C для дальнейшего использования; он относительно стабилен и может поддерживать свою емкость коагулянта вне любой системы хранения в течение нескольких дней.

Биокоагулянт представляет собой вязкую жидкость зеленого цвета, pH = 6,5, смешивается с водой, объемная плотность 1008 кг/л и содержит около 96% воды [5].

Удаление мутности является наиболее важным параметром, повышающим эффективность обработки путем коагуляции. процесс флокуляции, 85% - максимальное удаление эффективность достигается путем добавления при высокой загрязняющей нагрузке. Однако чрезмерное количество флокулянтной дозы, превышающее оптимальное значение в стоках, может привести к диспергированию агрегированной частицы, а также нарушить осаждение частиц [6]. Такое поведение

может быть объяснено энергетическим барьером отталкивания, возникающим между флокулянт и загрязняющим веществом, при более высокой дозе флокулянта, что приводит к возникновению препятствий в образовании хлопьев [7].

Природные флокулянты работают лучше при низкой нагрузке загрязнения по сравнению с высокой нагрузкой загрязнения. Несколько исследований подтвердили эффективность всего биоматериала в удалении мутности сточных вод [8]. Кроме того, Bouatayetal. Протестировали кактус в качестве экологичного флокулянта для очистки текстильных сточных вод, и их результаты показали, что удаление мутности составило 91,66% [9]. Кроме того, Yéwêgnon изучил использование кактуса для очищения очень мутных поверхностных вод; Результаты показали, что эффективность удаления мутности варьировалась от 89% до 93% [10]. Наконец, Belbahloul продемонстрировал, что применение слизи или пектина в качестве биофлокулянта показало более 98% флокулянтной активности в глинистой суспензии [11].

Реализация данного исследования позволила выделить влияние сока ОФИ на очистку двух промышленных стоков с различной нагрузкой загрязнения (низкая и высокая нагрузка загрязнения). Мы можем сделать вывод, что использование ОФИ с низкой нагрузкой загрязнения может немного уменьшить ХПК сточных вод, больше, чем при использовании с высоким загрязняющая нагрузка.

Выводы

Таким образом, результаты показали, что использование биоматериала в качестве естественного коагулянта было более эффективным при удалении мутности, ХПК и цвета от нагрузок с низким уровнем загрязнения. Следовательно, это уменьшило 99% мутности, 76% ХПК и 95% удаления цвета из-за низкой нагрузки загрязнения, тогда как из-за высокой нагрузки загрязнения использование кактуса уменьшило 86% мутности, 62% ХПК и 67%. удаления цвета. Из этой работы можно сделать вывод, что природные коагулянты можно эффективно использовать для обработки с низкой загрязняющей нагрузкой.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] A. Anouzla, S. Souabi, M. Safi, H. Rhal, Y. Abrouki, A. Majouli, St. Cerc. St. SICBIA. 11 (2010) 255-264.
- [2] S. Aslan, L. Miller, M. Daha, Bioresource. Techno. 100 (2009) 659.
- [3] H. Betatache, A. Aouabed, N. Drouiche, H. Lounici, Ecol. Eng. 70 (2014) 465-469.
- [4] B. Bolto, J. Gregory, Water. Res. 24 (2007) 2301-2324.
- [5] A. Abid, A. Zouhri, A. Ider, S. Kholtei, Revue des Energies Renouvelables. 12-2 (2009) 321-330
- [6] M. Chatoui, S. Lahsaini, S. Souabi, M. A. Bahlaoui, S. Hobaizi, A. Pala, J. Mater. Environ. Sci. 7 (2016) 3906-3915.
- [7] Mishra, M. Bajpai, J. Hazardous. Materials. 118 (2005) 213-217
- [8] N. Adjeroud, F. Dahmoune, B. Merzouk, J. Leclerc, K. Madani. Separ. & Purif. Techno. 144 (2015) 168-176.
- [9] F. Bouatay, F. Mhenni, J. Water. Resource. And. Protection. 5 (2013) 1242-1246.
- [10] A. E. I. Yéwêgnon, P. A. Cokou, Y. K. Alain, A. D. Comlan, P. A. Martin, M. Daouda, C.K.S. Dominique, J. Water. Resource and Protection. 5 (2013) 1242-1246.
- [11] M. Belbahloul, A. Zouhri, A. Anouar, Inter. J. Sci Eng. Tech. 3 (2014) 734-737.

Сагидоллақызы Ш.

Мұнай-химия саласында биофлокулянтты қолдану арқылы ағынсыз технология

Резюме: Промышленные сточные воды вызывают серьезное загрязнение окружающей среды, и в последние годы много работы было посвящено этой теме в поисках менее дорогостоящих методов удаления загрязняющих веществ. В последние годы были продвинутые исследования, касающиеся использования биологических материалов для очистки сточных вод, таких как хитозан, *Moringaoleifera*, водоросли, растения и т. д. Основные результаты, полученные в этих исследованиях для удаления загрязнений сточных вод нефтеперерабатывающего завода с использованием биоматериала показали очень высокий процент удаления в диапазоне (86-99)%, (62-76)% и (67-95)% стойкости, ХПК и удаления цвета, соответственно, в процессе коагуляции-флокуляции. Таким образом, биоматериалы доказали свою эффективность в удалении загрязняющих веществ, и для получения эфира необходимо изучить расширение масштабов сообщаемых работ - от лабораторного масштаба до экспериментальных установок в сообществах и, в конечном итоге, до промышленных уровней.

Ключевые слова: биофлокулянт, коагуляция-флокуляция, удаление мутности, удаление ХПК.

К. Baisylbayeva, Zh. Saksenbayeva
(Kazakh National University of Al-Farabi
baisylbaeva.k@gmail.com, zhsaksenbaeva@gmail.com)

CREATING IT SYSTEM IMITATING THE BEHAVIOR OF PEOPLE AFTER AN EARTHQUAKE

Abstract. This article describes the task of developing an information system for imitating the behavior of people after an earthquake. This model is based on a model based on the theory of agents and their behavior. An analysis of available information systems used in emergency situations is also presented. The works of foreign and domestic authors working out various models are considered. In addition, the article describes the basic requirements for the three categories of users.

Key words: earthquake, information system, agents, behavior imitation.

К.Д. Байсылбаева, Ж.С. Саксенбаева
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби
baisylbaeva.k@gmail.com, zhsaksenbaeva@gmail.com)

О СОЗДАНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИМИТАЦИИ ПОВЕДЕНИЯ ЛЮДЕЙ ПОСЛЕ ЗЕМЛЯТРЕСЕНИЯ

Аннотация: В этой статье описывается задача разработки информационной системы имитации поведения людей после землетрясения. В основе данной системы разрабатывается модель на основе теории агентов и их поведения. Также представлен анализ имеющихся информационных систем, использующихся при чрезвычайных ситуациях. Рассмотрены работы зарубежных и отечественных авторов разработки различных моделей. Кроме того, в статье описаны основные требования к трем категориям пользователей.

Ключевые слова: землетрясение, информационная система, агенты, имитация поведения.

Сейсмическая история Казахстана говорит о нескольких серьезных землетрясениях на территории страны. Это Кеминское землетрясение 1911 года, произошедшее в долинах рек Чон-Аксу, Чон-Кемин и Чилик (сила толчков в нынешнем Алматы - 10-11 баллов, погибли около 450 человек, более 5 тыс. домов и юрт были разрушены), а также серия землетрясений в Алматы, названных по географической привязке эпицентров: Кемино-Чуйское (1936 г.), Чиликское (1967 г.), Сары-Камышское (1970 г.), Джамбулское (1971 г.) и т. д.

Но лишь XX веком статистика землетрясений в Алматы и прилегающих областях не ограничивается. Одним из самых разрушительных землетрясений в истории РК считается Верненское - в мае 1887 года (общая площадь разрушений составила более 2 тыс. км²). Сегодня правление землетрясениями в РК находятся в компетенции Института сейсмологии, основанного в 1976 году

Алматы является районом, подверженным землетрясениям. Хотя крупные землетрясения редки, второстепенные происходят часто, и существует глубокая озабоченность тем, что большое землетрясение могло разрушить город.

В период с 2001 по 2011 годы в Казахстане произошло 5 мощных землетрясений, магнитуда которых превысила 6 баллов.

Декабрь 2003 года - в 310 км на юго-восток от г. Алматы (Сюмбинское) было зафиксировано землетрясение магнитудой 5,7. Толчки ощущались в Райымбекском районе Алматинской области. На ограниченной территории в пределах эпицентральной зоны интенсивность его проявления на поверхности земли достигла 7 баллов по шкале MSK-64. Наиболее сильно пострадал населённый пункт Сумбе, располагавшийся в 20 км от эпицентра землетрясения. Были разрушены частные строения из самана. Отдельные дома получили разрушения 4 степени в виде проломов в стенах и их отхода от потолка.

22 мая 2003 года - мощное землетрясение в 300 км от Алматы интенсивностью в эпицентре 7-8 баллов. Повреждения получили 8600 зданий на территории площадью более 500 кв. км. В результате землетрясения погибли 3 человека (дети), 26 получили ранения, 20 820 человек остались без крова.

15 февраля 2005 года. В 360 км от Алматы произошло землетрясение магнитудой 7-8 баллов.

26 апреля 2008 года. В поселке Рыбцех Теректинского района Западно-Казахстанской области в результате землетрясения магнитудой 7, получили различные степени повреждения 432 и 123 жилых

дома соответственно, а также ряд объектов социального назначения. Суммарный материальный ущерб превысил 670 млн тенге.

13 июня 2009 года. Землетрясение интенсивностью 7 баллов произошло в Городе Текели. В результате толчков саманные жилые дома повсеместно получили тяжёлые повреждения в виде глубоких больших сквозных трещин и частичное обрушение. По заключению специально созданной комиссии, ущерб от землетрясения составил 400 млн тенге. По данным МЧС РК, к сейсмоопасным регионам относятся Алматинская, Восточно-Казахстанская, Жамбылская, Южно-Казахстанская области, а также город Алматы [1].

Ежегодно землетрясения вызывают много жертв, в связи с этим очень важным фактором является выживание людей и как ведут себя люди после землетрясения. В этом плане компьютерное моделирование является полезным и мощным инструментом, которое помогает оценивать различные сценарии, тем самым помогая местным органам власти разрабатывать свои политики управления рисками и информационные системы. В основе информационной системы является модель, имитирующая мобильность пешеходов после землетрясения. В то время как большинство зданий разрушаются во время основного толчка, мобильность любого оставшегося в живых может существенно повлиять на шансы их выживания после землетрясения. Модель направлена на воспроизведение поведения, принятого людьми.

Таким образом, основной задачей информационной системы является формирование сценариев поведения людей, предоставление информации о физических и человеческих повреждениях, количестве людей в опасных зонах и плотность на м², времени на эвакуацию.

Методология исследования состоит из нескольких этапов: 1) полевые исследования - в виде опроса населения, с целью оценки поведения людей; 2) построение модели – разработка формальной модели; 3) разработка ПО – компьютерная реализация; 4) моделирование – охватывает определение сценариев, анализ результатов. Сценарии которые были определены: пессимистические ситуации в течение дня и ночное время, оптимистические ситуации в течение дня и ночное время, неадекватные ситуации в течение дня и ночное время. В пессимистических ситуациях люди не меняют свою деятельность, они продолжают делать то же самое. В оптимистических ситуациях люди идут в безопасные места. В неадекватных ситуациях люди движутся, но они идут в опасные места.

Данное исследование направлено на разработку общей модели кризисной мобильности. Исследование характеризуется междисциплинарным сотрудничеством между географией, психологией и компьютерной наукой. Что люди делают перед землетрясением? Являются ли эти действия подходящими? Каким будет результат, если население будет знать как правильно себя вести в подобных случаях? Ответы на эти вопросы будут в форме модели и ПО, это и есть теоретическая и практическая значимость исследования.

Ожидаемый результат: получить эффективную информационную систему, которая моделирует поведение людей после чрезвычайных ситуации, которая также предоставляет информацию о физических и человеческих повреждениях, количестве людей в опасных зонах и плотность на м², времени на эвакуацию.

Анализ работ

Исследования поведения людей в период землетрясения и после проводится уже на протяжении многих лет.

Одним из таких работ является программа AMEL.

Модель была создана для имитации движения пешеходов после землетрясения в районе Сиуфи, Бейрут, Ливан. Модель состоит из шести объектов: Quake, Street, Building, Green_space, Obstacle и Human. Взаимодействия между ними описаны в параграфах ниже и проиллюстрированы на рисунке 1.

Агент Quake представляет собой землетрясение, в частности его интенсивность и время, когда это происходит. В настоящее время агент землетрясения не взаимодействует с другими агентами. Агенты Street, Building и Green_space представляют собой элементы инфраструктуры района (улицы, здания и зеленые насаждения). Уличные агенты представленный взвешенным графиком: каждая улица является ребром, и каждое пересечение является вершиной. Дополнительный вес применяется к улице, если он заблокирован повреждением. График используется для определения знаний каждого человека (убеждений) уличной сети.

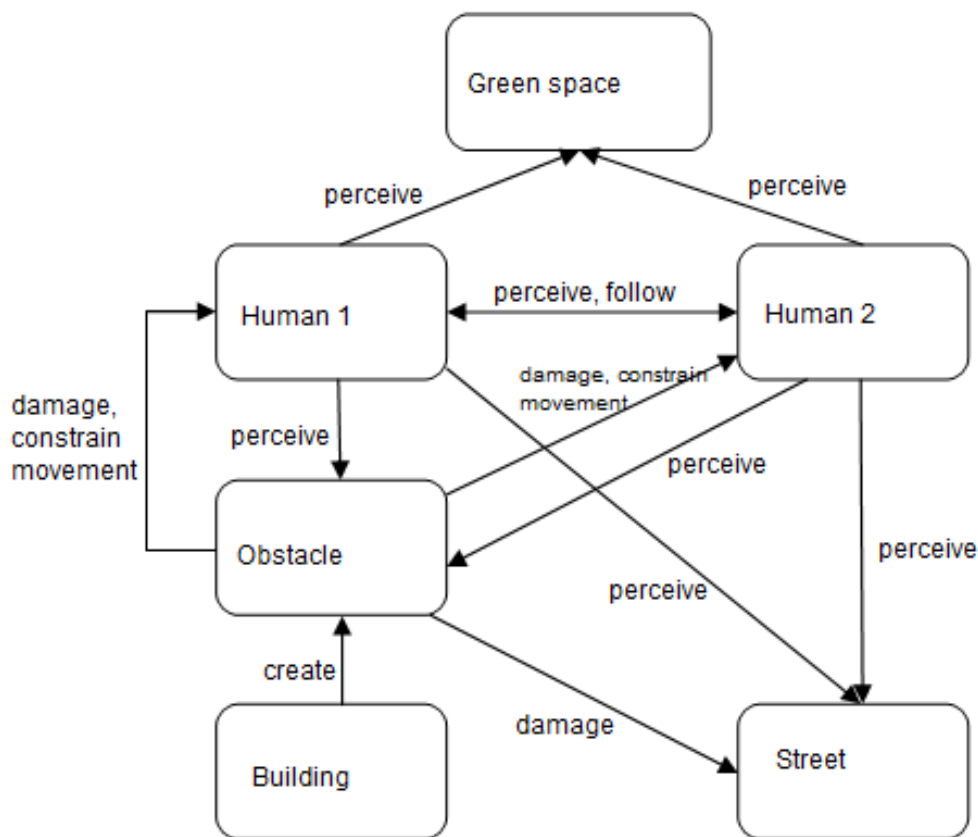


Рис. 1. Модель AMEL [2]

BDI агентами в социальных симуляциях занимается Кэрол Адам, один из ученых Гренобль Альп университета Франции. «BDI-агенты были использованы с большим успехом для моделирования людей и создания человеческих символов в имитируемых средах. Ключевой причиной этого успеха является то, что парадигма BDI основана на народной психологии, это означает, что основные концепции агента легко сопоставляются с языком, который люди используют для описания своих рассуждений и действий в повседневных разговорах». Такое прямое совпадение между понятиями и формальные концепции, используемые в модели, являются именно тем, что пропагандируется принципом KIDS. Это также предоставляет многочисленные преимущества: «близкое соответствие между основными концепциями BDI и естественной терминологией что моделирование экспертов используется для описания их аргументации, облегчающей захват знаний, представление и отладки».

Моделирование ускользающей паники (Helbing et al.) предлагают модель поведения толпы в случае аварийного выхода. Они нацелены на моделирование паники когда давление толпы может быть опасным и найти решения для эвакуации опасных мест (например, заполненные комнаты). Авторы (Carole Adam, Benoit Gaudou) предпочли представлять агенты как частицы в силовом поле: все физические и социальные взаимодействия с другими агентами и окружающей средой представлены в виде сил. Движение частиц, представляющих человека существа описываются электромагнитно-подобными уравнениями.

Реконструкция моделирования выживаемости в группе (Sun et al.) предлагают дать реальные познавательные способности агентам, участвующим в симуляции Sessoni, чтобы сделать его более познавательно реалистичным. Кроме того, они внедряют социальные институты, которые налагают обязательства на агентов и санкций в случае нарушения; например, агент может быть наказан, если он отказывается вносить питание если необходимо в центральный магазин. Благодаря этим дополнениям к оригинальной модели авторы (Carole Adam, Benoit Gaudou) стремятся изучить взаимодействия между индивидуальным сознанием и социальными институтами.

Когнитивная архитектура CLARION, в основном основанная на работе Солнца в когнитивных науках. Она реализует механизмы для неявного и явного обучения, среди множества других когнитивных возможностей.

Существует значительное количество внедренных систем BDI (например, JACK, Jason, ZAPL, Gorite, JADEX и т. Д.), поддерживающие создание агентов. Тело плана может состоять из: действий которые могут

напрямую влиять на окружающую среду, и подцелей, которые при необходимости будут расширены в другие планы. Эта вложенность целей внутри планов позволяет построить структуру иерархии плана и цели с ветвями от узла цели приводя к планам, способным достичь этой цели, и ветвям от узла плана, ведущему к целям, которые должны быть достигнуты для завершения этого плана [3, 14, 15, 16].

Обзор информационных систем. Приведём примеры некоторых информационных систем, которые используются при чрезвычайных ситуациях.

Проект Simulation Simulator для спасателей RoboCup привлек ряд исследователей, которые были разработаны в интеллектуальных агентах, таких как полицейские силы, пожарные бригады и группы скорой помощи в сценарии реагирования на стихийные бедствия (Skinner and Ramchurn, 2010) [4].

Аналогичным образом были разработаны другие работы, такие как исследовательский проект RESCUE (Hawe, Coates, Wilson and Crouch, 2011) и EQ-Rescue (Fiedrich, 2006) для оценки различных планов спасения или оптимизации распределения ресурсов во время чрезвычайной ситуации. Эти работы, как и многие подобные симуляции, сосредоточены конкретно на аспектах реагирования и спасения, на основных направлениях и на распределении ресурсов [5].

В Москве применяется автоматизированная информационная система мониторинга прогнозирования ЧС техногенного и природного характера (АИСМП ЧС). Данная программа отображает карты с изменением масштаба, набора информации и перемещением по ней, космических и аэрофотоснимков, стереоизображений из любого источника, отображает и редактирует характеристику объектов с контролем ввода, выбором значений из справочников, функционирует как через интернет в виде тонкого клиента, так и в локальной сети и на локальном компьютере [6].

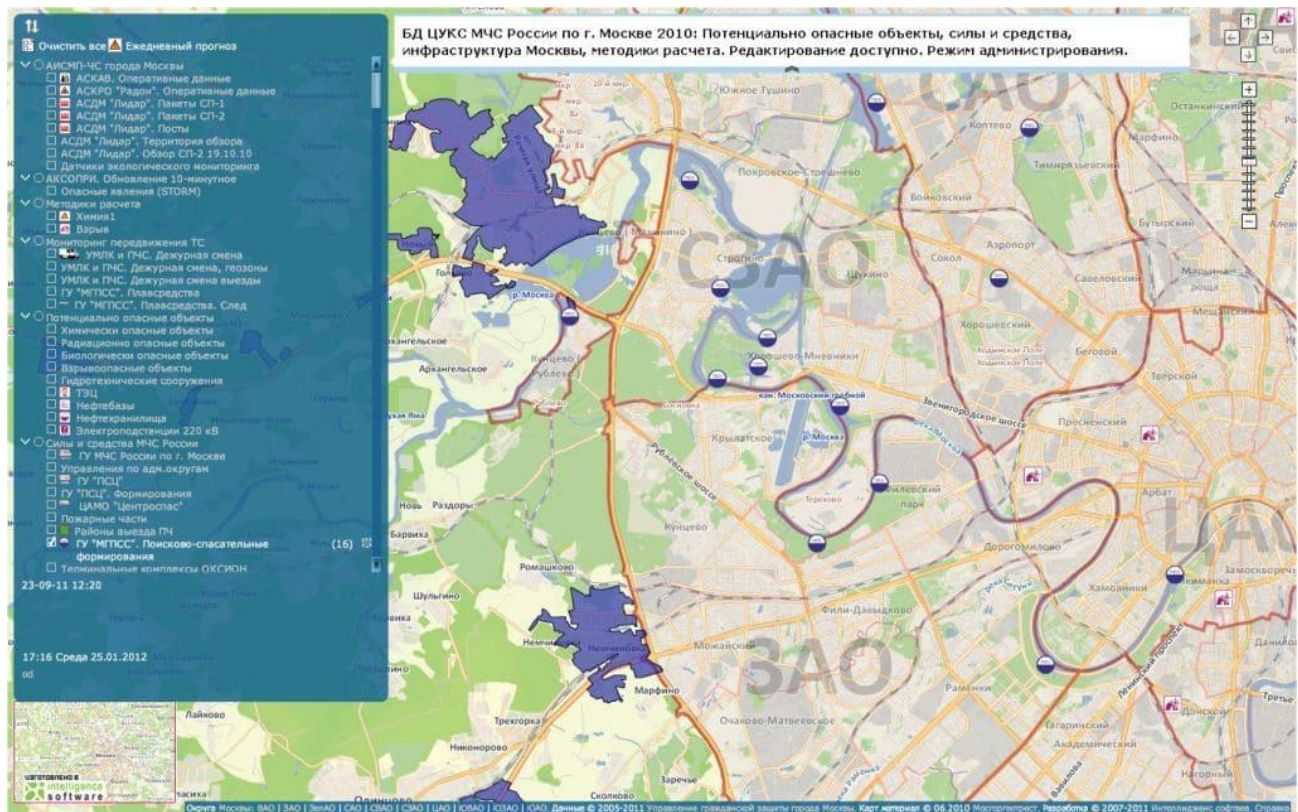


Рис. 2. Основные возможности автоматизированной информационной системы мониторинга (АИСМП ЧС) [5]

Еще одним примером является разработанная программа для Ливана - AMEL, для реализации которой была использована платформа GAMA [4]. Данная программа была применена к определенному району города Бейрут и формирует различные будущие сценарии, которые могут помочь местным органам власти ориентироваться на информационные кампании.

Агенты и модели поведения агентов. В настоящее время использование агентов при моделировании человеческих систем имеет ряд преимуществ по сравнению с другими подходами.

Во-первых, агрегированные системы способны захватывать возникающие явления, которые являются репрезентативными для сложных адаптивных систем.

Во-вторых, они дают естественное описание системы, которое делает базовый подход ближе к реальности.

Наконец, они гибкие, что позволяет нам работать в социальных сетях или путем объединения подгрупп.

Разработаны сотни агентских социальных тренажеров. Они использовались для прогнозирования будущих ситуаций, для учебных инструментов, для разработки и формализации теорий или для тестирования новых технологических схем или новых способов организации. Здесь фокусируемся на использовании симулятора для понимания и прогнозирования поведения человека в зависимости от их уровня уязвимости. Использование моделирования на основе агентов в качестве способа оценки чрезвычайных ситуаций становится все более популярным в последние годы.

Поскольку люди являются наиболее важными объектами, на котором мы фокусируемся, человеческие агенты представляют людей в районе. После землетрясения агенты могут решить двигаться дальше или оставаться в своем текущем местоположении. Они могут стать неформальными лидерами, которые знают безопасные районы и могут направлять других агентов к своим целям. Агенты также могут стать последователями по их собственным зонам восприятия, а затем следуют за агентом. Если последователь не может найти лидера, он блуждает. Человеческие агенты могут наблюдать препятствия и другие агенты внутри своего радиуса. После встречи с большим препятствием, человеческий агент может действовать по-разному. Если это лидер, он будет выбирать другой способ достижения цели. Если это странник, он выберет другую цель. Каждый агент обновляет свои уличные знания, помня, какие улицы заблокированы, поэтому их можно избежать в будущем [11,12].

Препятствующие агенты могут влиять на поведение агентов человека. В этой работе фокусируемся на препятствиях, вызванных землетрясением, особенно зданиями, поврежденными землетрясением. Основываясь на уровне повреждений зданий: больших, средних и малых. Большие препятствия разрушают все улицы и людей в этих зонах, поэтому никакой агент не может преодолеть эти препятствия. В малых и средних областях люди подвергаются опасности. Это означает, что агент находится в опасной зоне и существует высокий риск получения травмы. Средние препятствия могут сдерживать движение агентов, делая их медленнее.

У строительных агентов есть признаки повреждения. Уличные агенты рассматриваются как взвешенный график, где каждая улица является краем, и каждое пересечение является вершиной. Каждая незатронутая улица имеет небольшой вес (например, длину улицы), но заблокированные улицы имеют гораздо больший вес, чем обычные улицы. Используя этот подход с взвешенным графиком, у каждого агента есть свое представление о состоянии улиц. Моделирование начинается после того, как все человеческие агенты решили свою цель и заканчивается, когда все лидеры достигли своих целей [12,13].

Из опроса синтезируется 6 моделей поведения [11,12]:

1. Двигаться без изменения активности.
2. Остаться на месте без изменения активности.
3. Остаться на месте без изменения активности. Это охватывает людей, которые все еще там, и продолжают выполнять те же действия (например, те, кто находится дома и не имеют работы).
4. Изменить активность, чтобы перейти в безопасное место. Это охватывает людей, которые намеренно перемещаются в безопасное место.
5. Изменить активность, чтобы перейти в небезопасное место. Это охватывает людей, которые намеренно переходят в небезопасное место.
6. Изменить активность и остаться на месте. Это охватывает людей, которые планировали куда-то пойти, но из-за землетрясения они находятся там, где они есть.
7. Подражать другим. Это касается поведения лидеров-последователей. Моделирование начинается, когда все агенты определены. Таким образом, с точки зрения мобильности поведения 1, 3 и 4 эквивалентны (агент перемещается), а поведения 2 и 5 также эквивалентны (агент не перемещается).

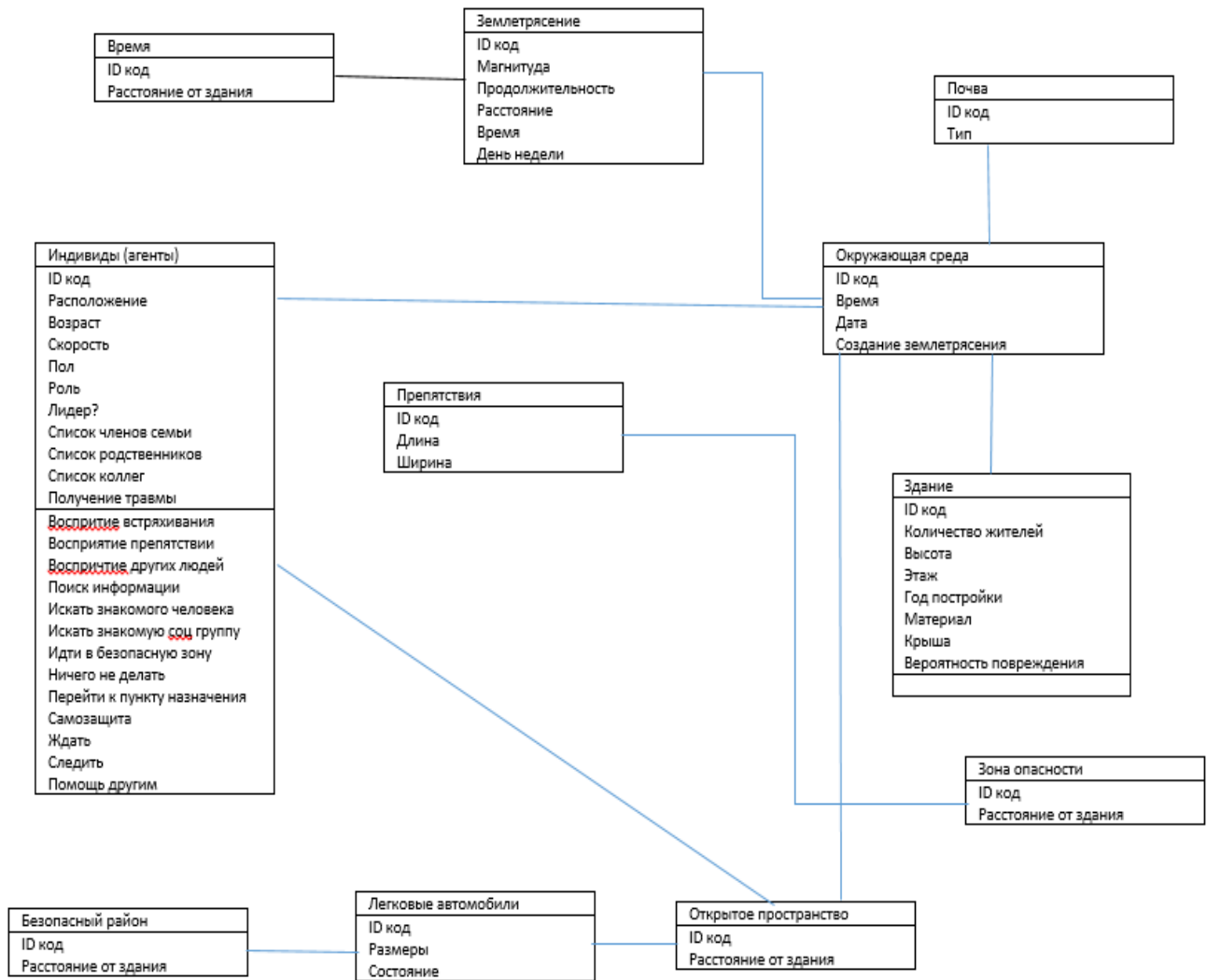


Рис. 3. Формальная модель [2]

Таким образом, встает задача о разработке модели поведения людей на основе модели поведения агентов с учетом, что у каждого агента есть своя точка зрения на состояние дорожной инфраструктуры.

Определим основные требования к информационной системе.

Цель разработки информационной системы заключается в формировании эффективной модели поведения людей после землетрясения, в которой будет отражены многие данные по человеческим и стропильным агентам.

Выделим три категории пользователей: администратор, служащий, ответственный за безопасность.

Администратор в системе будет иметь возможность изменить параметры модели, формировать базу данных, вводить дополнительные модели.

Служащий учреждения в системе имеет возможность:

- проходить обучение (тренировки) на симуляторе при различных ситуациях;
- получать статистические данные о пройденных тренировках;
- формировать личную траекторию обучения.

Сотрудник государственного учреждения по технике безопасности (ответственный за безопасность) в системе имеет возможность:

- права на тренировки на симуляторе при различных ситуациях;
- получать статистические данные для дальнейшего анализа и совершенствования системы безопасности в учреждениях;
- определять места, в которые необходимо направлять дополнительные силы;
- формировать базу данных о служащих учреждений;

- формировать протокол об исследовании на предмет безопасности в организациях;
- вводить новые объекты (здания, сооружения).

Интерфейс системы должен быть удобен и понятен и повторять реальную ситуацию, когда люди знают о маршрутах. Система должна иметь возможность ввода информации о физических и человеческих повреждениях, количестве людей в опасных зонах и плотность на м², времени на эвакуацию и многих других параметров модели.

Таким образом, можно отметить, что создание такой информационной системы позволит организациям, структурным подразделениям в учреждениях, отвечающих за безопасность, проводить обучение сотрудников, особенно в части поведения после землетрясения. В такой системе возможно формирование различных сценариев, исходя из общих правил поведения и индивидуальных характеристик агентов. При этом следует в формировании модели поведения людей учитывать психологические аспекты страха людей, возможность разрушений строительных конструкций, групповое поведение людей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] https://bnews.kz/ru/news/obshchestvo/infografika_samie_silnie_zemletryaseniya_v_kazahstane
- [2] Developing a model of evacuation after an earthquake in Lebanon. Hong Van Truong, Elise Beck, Julie Dugdale, and Carole Adam
- [3] BDI agents in social simulations: a survey. Carole Adam. Grenoble Informatics Laboratory, University Grenoble Alpes, France
- [4] <http://gama-platform.org/>
- [5] <https://fireman.club/statyi-polzovateley/avtomatizirovannaya-informacionnaya-sistema/>
- [6] <http://rescuesim.robocup.org/competitions/agent-simulation-competition/>
- [7] Crisis mobility of pedestrians: from survey to modelling, lessons from Lebanon and Argentina. Elise Beck, Julie Dugdale, Hong Van Truong, Carole Adam and Ludvina Colbeau-Justin
- [8] <https://almaty.zagranitsa.com/article/2267/bez-paniki-vse-o-zemletriaseni>
- [9] Arthur M. Sackler Colloquium of the National Academy of Sciences. "Adaptive Agents, Intelligence, and Emergent Human Organization: Capturing Complexity through Agent-Based Modeling". Cambridge
- [10] Bonabeau, E. (2000) in Application of Simulation to Social Sciences, eds. Ballot, G., Weisbuch, G. (Hermes Sciences, Paris), pp.451-461
- [11] Bonabeau E. "Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems". In: Adaptive Agents, Intelligence, and Emergent Human Organization: Capturing Complexity through Agent-Based Modeling. Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS) U S A. 2002 May 14; 99(Suppl 3): pp. 7280-7287.
- [12] Developing a model of evacuation after an earthquake in Lebanon. Hong Van Truong, Elise Beck, Julie Dugdale, and Carole Adam
- [13] Gilbert, N. | 2004 [Agent-based social simulation: dealing with complexity.](http://cress.soc.surrey.ac.uk/web/sites/default/files/user-uploads/u1/pdfs/ABSS%20-%20dealing%20with%20complexity-1-1.pdf) <http://cress.soc.surrey.ac.uk/web/sites/default/files/user-uploads/u1/pdfs/ABSS%20-%20dealing%20with%20complexity-1-1.pdf>
- [14] Hawe, G. I., Coates, G., Wilson, D. T. and Crouch, R. S. | ? [Agent-based simulation for large scale emergency response: A survey of usage and implementation.](#) ACM Compyt. Surv., Durham University
- [15] Winter, H. | 2012 [Modeling crowd dynamics during evacuation situations using simulations.](#) STOR601: Project 2. Lancaster University. STOR-i. May 22, 2012.
- [16] Adam, C. and Gaudou, B. | 2016 [BDI agents in social simulations: a survey.](#) Knowledge Engineering Review. To appear. 2016. and Research Report, (RR-LIG-050), LIG, Grenoble, France, 2016.
- [17] Beck, E., Dugdale, J., Truong, H. V., Adam, C. and Colbeau-Justin, L. | 2014 [Crisis mobility of pedestrians: from survey to modelling, lessons from Lebanon and Argentina.](#) Chapter, Information Systems for Crisis Response and Management in Mediterranean Countries, Volume 196 of the series Lecture Notes in Business Information Processing pp. 57

Байсылбаева К.Д., Саксенбаева Ж.С.

Жер сілкінісінен кейін адамдардың мінез-құлқын имитациялаудың ақпараттық жүйесін құру

Аңдатпа. Бұл мақала жер сілкінісінен кейін адамдардың мінез-құлқын модельдеу үшін ақпараттық жүйені құру міндетін сипаттайды. Бұл модель агенттер теориясына және олардың мінез-құлқына негізделген модельге негізделген. Сондай-ақ төтенше жағдайларда пайдаланылатын қол жетімді ақпараттық жүйелерді талдау. Түрлі үлгілерді зерттейтін шетелдік және отандық авторлардың шығармалары қарастырылады. Сонымен қатар, мақалада пайдаланушылардың үш санатына қойылатын негізгі талаптар сипатталады.

Кілттік сөздер: Жер сілкінісі, ақпараттық жүйелер, агент, өзін-өзі ұсату имитациясы.

УДК: 621.762.3

¹N.M. Mukhamedova, ²E.A. Kozhahmetov, ³M.K. Skakov,

¹R.M. Mukhamedzhanova, ⁴Sh.R. Kurbanbekov

(¹ Branch IAE RSE NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan

² D. Serikbayev EKSTU, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

³ National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan, Kurchatov, Kazakhstan

⁴ H.A. Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkistan, Kazakhstan

E-mail: bakayeva@nnc.kz)

THE EFFECT OF MECHANOACTIVATION ON ORTHORHOMBIC PHASE FORMATION IN THE Ti-Al-Nb SYSTEM

Abstract. The paper presents the results of determining the high-energy machining effect on orthorhombic phase Ti₂AlNb formation in a getter material based on the Ti-Al-Nb system. It was revealed that with an increase in the duration of mechanical activation from 10 to 30 minutes the quantitative content of the orthorhombic phase Ti₂AlNb increases to 3%. Subsequent annealing in a chamber furnace of powder mixtures of getter material increases the amount of orthorhombic phase Ti₂AlNb after mechanical activation from 3% to 9%.

Key words: intermetallic compounds, mechanical activation, orthorhombic phase.

¹Н.М. Мухамедова, ²Е.А. Кожаметов, ³М.К. Скаков,

¹Р.М. Мухамеджанова, ⁴Ш.Р. Курбанбеков

(¹ Филиал Институт Атомной Энергии РГП НЯЦ РК, г. Курчатов, Республика Казахстан

² ВКГТУ им Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан

³ Национальный ядерный центр Республики Казахстан, г. Курчатов, Республика Казахстан

⁴Международный казахско-турецкий университет им. Х.А. Яссауи, г. Туркестан, Республика Казахстан

E-mail: bakayeva@nnc.kz)

ВЛИЯНИЕ МЕХАНОАКТИВАЦИИ НА ОБРАЗОВАНИЕ ОРТОРОМБИЧЕСКОЙ ФАЗЫ В СИСТЕМЕ Ti-Al-Nb

Аннотация. В работе представлены результаты по определению влияния высокоэнергетической механической обработки на процесс образования орторомбической фазы Ti₂AlNb в материале-геттере на основе системы Ti-Al-Nb. Выявлено, что с увеличением продолжительности проведения механоактивации от 10 до 30 мин возрастает количественное содержание орторомбической фазы Ti₂AlNb до 3%. Проведение последующего отжига в камерной печи порошковых смесей материала-геттера увеличивает количество орторомбической фазы Ti₂AlNb после механоактивации от 3 % до 9%.

Ключевые слова: интерметаллические соединения, механическая активация, орторомбическая фаза.

Введение

Водородная энергетика является перспективной альтернативой использованию невозобновляемых источников энергии, таких как нефть и газ. В первую очередь потому, что использование водорода является экологически чистым технологическим процессом. Одной из основных причин, препятствующих широкому применению водорода в энергетике, является проблема его мобильного хранения и транспортировки [1-4].

Интерметаллические гидриды имеют подходящую для прикладного использования кинетику поглощения/выделения водорода в мягких условиях и поэтому в наибольшей мере подходят для создания систем хранения водорода. На сегодняшний день одними из наиболее технологичных и перспективных для использования в водородной энергетике являются сплавы на основе алюминиды титана, который имеет необходимую для удержания водорода орторомбическую фазу Ti₂AlNb. Одним из основных критериев, влияющим на образование орторомбической фазы Ti₂AlNb, является метод механоактивации, который позволяет «раздвинуть» пустоты для размещения атомов водорода [1-10].

Механическая активация (МА) порошковых смесей представляет собой обработку в высокоскоростных планетарных шаровых мельницах, в которых частицы смеси подвергаются механическому удару с силой, достаточной для раскалывания хрупких компонентов и пластической

деформации вязких компонентов. При такой обработке не только уменьшается размер реагентов, но и увеличивается площадь контакта между ними, происходит очистка поверхности контакта от оксидных пленок и других примесей, накапливаются дефекты кристаллической структуры, и все это приводит к возрастанию химической активности реакционных смесей [11-12]. При этом на стадии активации может произойти частичное или полное растворение одного реагента в другом.

Применение метода МА на стадии получения порошка для систем Ti-Al-Nb позволяет активизировать процессы спекания, сформировать неравновесную структуру с высокой плотностью микро- и макроскопических дефектов кристаллической структуры и ячеистой дислокационной структурой [13-14]. Кроме того, порошки после МА могут иметь наноразмерные частицы [15], а также наблюдается значительное снижение температуры спекания, роста зерен и перемычек вследствие высокой поверхностной диффузии. Таким образом, МА позволяет не только оптимизировать структуру и фазовый состав получаемых сплавов и интерметаллические соединения, но и снизить температуру консолидации, соответственно сократить энергозатраты.

Проведение последующей термической обработки порошковой смеси после проведения МА также способствует снижению температуры консолидации смеси и увеличению содержания орторомбической фазы Ti_2AlNb , которая влияет на сорбционные свойства материалов-геттеров.

В связи с этим, целью данной работы является определение влияния механоактивации и последующего термического отжига порошковых смесей на процесс образования орторомбической фазы Ti_2AlNb для создания конкурентоспособных материалов, используемых при хранении и транспортировке водорода.

Материалы и методы исследования

В качестве исходных сырьевых материалов для получения Ti-Al-Nb-композиата использовались порошки Ti (99,9 %), Nb (99,96 %) и Al (99,98 %). Соотношение порошков в формируемой композиции составило 44,4 масс% титана, 12,52 масс% алюминия и 43,08 масс% ниобия. Механоактивация порошков проводилась на планетарной мельнице Retch PM 100 CM. Параметры проведения механоактивации приведены в таблице 1.

Таблица 1. **Параметры механоактивации**

Параметр	Режим		
	МА 1	МА 2	МА 3
Ускорение, ед. g	30	30	30
Продолжительность, мин	10	20	30
Диаметр шаров, мм	10		
Количество шаров, шт	60		
Масса порошка, г	15		
Материал стакана	нерж. сталь		
Среда измельчения	аргон		

Для определения фазового состава и расчета параметров кристаллической решетки использовался рентгеновский дифрактометр EMPYREAN. Исследования образцов проходили при следующих условиях: излучение CuK_{α} , напряжение и ток 45 kV/40 mA;

Отжиг полученных порошковых образцов производился в камерной печи SNOL 8,2\1100 с выдержкой в инертной среде. Температура и время отжига образцов были выбраны на основании состояния треугольников Гиббса для тройной системы Ti-Al-Nb [16] и представлены в таблице 2.

Таблица 2. **Режимы получения образцов**

Параметр	Режим 1	Режим 2	Режим 3
Температура, °C	800	900	1027
Продолжительность, мин	120	120	120
Среда испытания	аргон		

Результаты и обсуждение

Результат фазовой идентификации образцов смесей после механоактивации представлен на рисунке 1. Анализ рентгенограмм образцов выявил ряд сложностей в определении фазового состава,

связанных с наложениями большинства сильных линий определяемых фаз. Уровень фоновой линии дифрактограммы образца режима МА-2 примерно на 15% ниже уровня фона дифрактограмм образцов режимов МА-1 и МА-3. При условии одинаковости подготовки образцов для рентгенографирования отличия в уровне фона может свидетельствовать об отличиях в элементном составе образца от остальных. Линии, отвечающие фазе Nb и твердому раствору водорода в ниобии α - (Nb,H), максимальны в образце режима МА-1, однако линии этой фазы сдвинуты влево – это свидетельствует об искажениях в параметрах решетки фазы твердого раствора.

Интенсивности реперных линий (чистых линий, без наложений линий других фаз) металлического титана и алюминия на всех дифрактограммах находятся на одном уровне.

Для дифрактограмм образцов после механоактивации характерно присутствие пиков малой интенсивности, которые по положениям и относительным интенсивностям совпадают со штрих-диаграммой орторомбической фазы Ti_2AlNb . Однако большая часть реперных линий орторомбической фазы Ti_2AlNb совпадает с положениями пиков линий металлического титана, алюминия и ниобий-содержащих фаз Nb и (Nb, H).

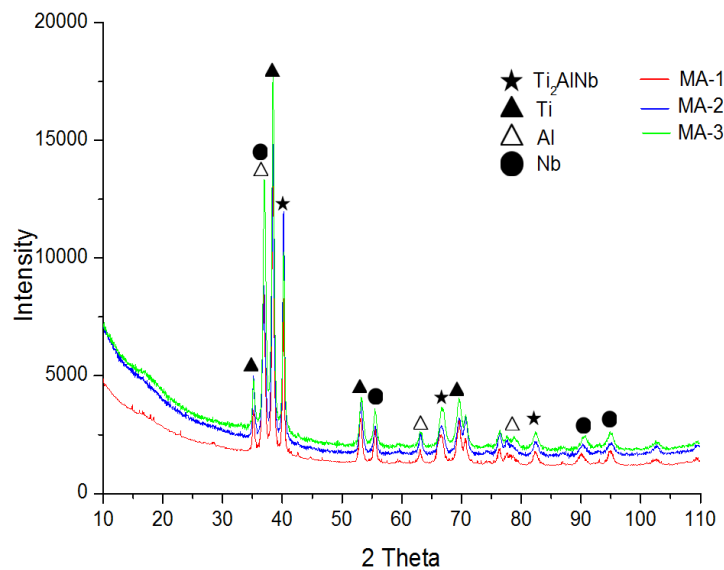


Рис. 1. Дифрактограмма смеси после проведения механоактивации

Оценка количественного содержания фаз определяется полуколичественным методом соотношения интенсивности. Результаты оценки содержания фаз представлены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты оценки содержания фаз в образцах материалов смесей режимов МА-1, МА-2, МА-3 и в материале исходной смеси

Фаза / Образец	Содержание принятых фаз, %				
	00-044-1294	00-035-0789	01-080-2282	01-089-2769	96-152-2559
	α -Ti	Nb	(Nb, H)	Al	Ti_2AlNb
Исх. смесь	80	13	7	-	-
МА-1	74	13	10	1	2
МА-2	83	8	6	-	3
МА-3	79	8	9	1	3

Оценка структурных параметров осуществлялась с использованием данных о межплоскостных расстояниях (положениях пиков), ширины и площади пиков, идентифицированных как пики титана, ниобия и гидрида ниобия. Оценка погрешностей величин рассчитывалась по методу наименьших квадратов. Сложность определения структурных параметров заключалась в том, что некоторые линии имели взаимные пересечения.

Параметр решетки a_{Ti} гексагонального α -Ti растет при механоактивации, но выделить зависимость при изменении режимов не удалось. Параметр c_{Ti} одинаков в пределах погрешности

определения для образцов режимов МА-1 и МА-2. В образце режима МА-3 уровень параметра c_{Ti} ниже предела погрешности.

Наблюдается тенденция роста параметра решетки a_{Nb} кубического ниобия от исходного образца (3,304 Å) до образцов с разными временами механоактивации (3,307 Å).

Параметры решетки $a_{(Nb,H)}$ гидрида ниобия оценены в предположении кубической решетки. Параметр решетки исходной смеси максимален, по мере увеличения времени механоактивации параметр решетки гидрида ниобия уменьшается в пределах погрешности.

Параметр решетки c_{Ti} титана и $a_{(Nb,H)}$ гидрида ниобия отличаются для образца МА-3.

Усредненные параметры ширины линий h_{Ti} титана не отличаются в пределах погрешностей по времени механоактивации, но существенно отличаются ширины линий от исходного образца.

Наблюдается увеличение ширины линий h_{Nb} ниобия с увеличением времени механоактивации. Значения h_{Nb} для всех образцов после механоактивации более чем в 2 раза отличаются от значений h_{Nb} исходного образца.

Значительных отличий ширины линий гидрида ниобия исходного материала и материалов после механоактивации не наблюдается.

Изменение дифрактограмм в зависимости от температуры термической обработки представлено на рисунке 2 (а, б, в).

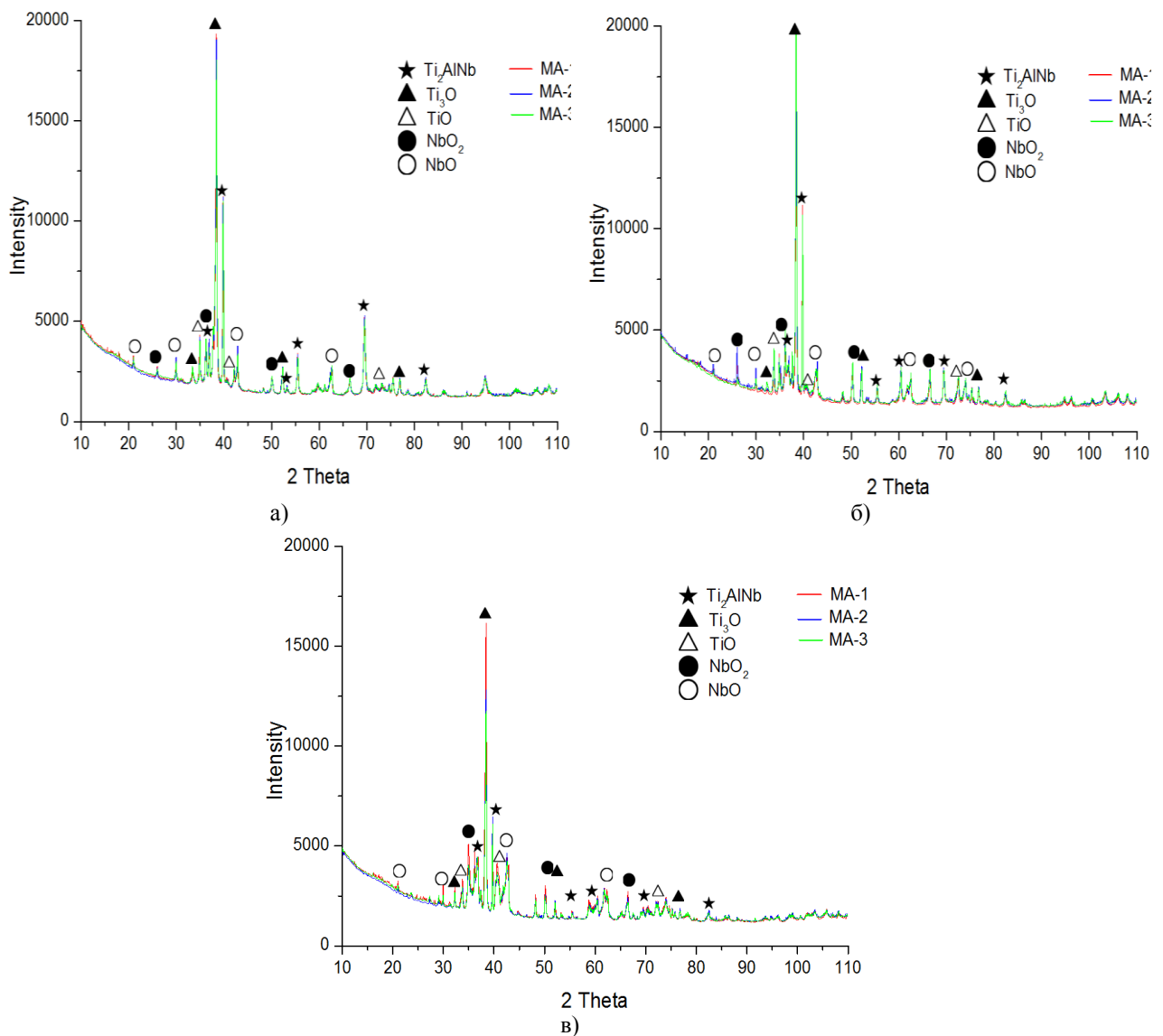


Рис. 2. Дифрактограмма смеси после проведения термического отжига при температурах а) 800 °С; б) 900 °С; в) 1027 °С

Из множества карточек дифрактометрических данных, соответствующих фазам оксидов титана и ниобия были выбраны несколько карточек по принципу максимального и минимального содержания кислорода (по степени максимального соответствия по угловому положению и интенсивностям пиков). Это поможет пронаблюдать изменения фазового состава.

Результаты фазового анализа порошков после термической обработки при различных температурах следующие:

- 1) Ожидаемо возросло содержание окислов титана и ниобия (Ti_3O , TiO , NbO , NbO_2);
- 2) С увеличением температуры термообработки интенсивность пиков ниобия уменьшается, растет интенсивность пиков, соответствующих фазе NbO_2 ;
- 3) Увеличение температуры термообработки негативно сказывается на качестве дифрактограмм (снижается разрешаемость пиков, уровень интенсивности профиля дифрактограммы понижается, большинство пиков дифрактограмм уширяется и отрисовка их профиля затруднена) - это связано с изменением фазового состава, а именно, с появлением фаз окислов и, возможно, с уменьшением размеров кристаллитов. В связи с этим, затруднена обработка дифрактограмм, полученных от порошков, прошедших термическую обработку при температурах выше $1000^\circ C$.

Заключение

По результатам проведенных работ можно сделать следующие выводы:

Установлено, что фазовый состав материалов смесей $Ti-Al-Nb$, прошедших механоактивацию при различных режимах, представлен фазами $\alpha-Ti$, Nb (ОЦК решетка), твердый раствор водорода в ниобии (Nb, H) (ОЦК решетка).

Выявлено, что для дифрактограмм образцов после механоактивации характерно присутствие пиков малой интенсивности, которые по положениям и относительным интенсивностям совпадают со штрих-диаграммой орторомбической фазы Ti_2AlNb . Количественное содержание этой фазы в образцах после механоактивации на уровне 2-3 %.

Определено, что фазовый анализ материалов указанных смесей после термической обработки претерпел значительные изменения. Появились фазы оксидов титана и ниобия.

Установлено, что в образцах, предварительно прошедших механоактивацию, после воздействия на них последующей термической обработки при температурах $800 - 1027^\circ C$, содержание орторомбической фазы Ti_2AlNb возрастает до уровня 6-9 %.

Работа выполнена в рамках научно-технической программы «Развитие атомной энергии в РК» по теме «Исследование перспективных материалов на основе системы $Ti-Al-Nb$ для хранения и транспортировки водорода».

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Тарасов Б.П., Лотоцкий М.В. Водород для производства энергии: проблема и перспективы // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». – 2006. – № 8(40). – С.72-90.
- [2]. Ажажа В.М., Тихоновский М.А., Шепелев А.Г., Курило Ю.П., Пономаренко Т.А., Виноградов Д.В. Материалы для хранения водорода: анализ тенденций развития на основе данных об информационных потоках // Вопросы атомной науки и техники. – 2006. – № 1. – С.145-152.
- [3]. Горынин И.В. Исследования и разработки ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» в области конструкционных наноматериалов // Российские нанотехнологии. – 2007. – том 2. – №3-4. – С.36-57.
- [4]. Рочагов А.С., Колобов Ю.Р., Вадченко С.Г., Голосова О.А., Бажко С.А., Московских Д.О. Получение титановых материалов с градиентной пористостью методом электроискрового плазменного спекания // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12 – С.947-951.
- [5]. Yartys V.A., Lototsky M.V. An overview of hydrogen storage methods. In: Hydrogen Materials Science and Chemistry of Carbon Nanomaterials // NATO Science Series II. Kluwer Academic Publishers. – 2004. – Vol. 172. – P.75-104.
- [6]. E. David. An overview of advanced materials for hydrogen storage // Journal of Materials Processing Technology. 2005. V. 162. P. 169-177.
- [7]. А.О. Деменок, А.А. Ганеев, О.Б. Деменок, Б.А. Кулаков Выбор легирующих элементов для сплавов на основе алюминидов титана // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия 2013, том 13, № 1 с.95-102
- [8]. Lototsky M.V., Yartys V.A., Pollet B.G., Bowman R.C. Metal hydride compressors: a review // Int. J. Hydrogen Energy. 2014. V. 39. P. 5818-5851.
- [9]. B.K. Karakozov, M.K. Skakov, Sh.R. Kurbanbekov, V.V. Baklanov, A.A. Sitnikov, D.V. Dudinac, V.I. Maly, and V.I. Yakovlev, Effect of spark plasma sintering temperature on structure and phase composition of $Ti-Al-Nb$ -based alloys // Materialpruefung/Materials Testing, Volume 59, November 2017, P.1033-1036/

- [10]. B.K. Karakozov, M.K. Skakov, Sh.R. Kurbanbekov, V.V. Baklanov, A.A. Sitnikov, D.V. Dudinac, V.I. Maly, and V.I. Yakovlev. Structural and Phase Transformations in Alloys during Spark Plasma Sintering of Ti + 23.5 at % Al + 21 at % Nb Powder Mixtures // *Inorganic Materials.* – Volume 54 (1). – p. 37-41.
- [11]. Kyong-Ho Sim, Guofeng Wang, Jong-Min Ju, Jianlei Yang, Xiao Li, Microstructure and mechanical properties of a Ti-22Al-25Nb alloy fabricated from elemental powders by mechanical alloying and spark plasma sintering, *Journal of Alloys and Compounds*, Volume 704, 15 May 2017, Pages 425-433.
- [12]. M. Adeli, S. H. Seyedein, M. R. Aboutalebi, M. Kobashi, N. Kanetake, Implementation of DSC analysis in reaction kinetics during heating of Ti-50 at.%Al powder mixture, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, May 2017, Volume 128, Issue 2, pp 867-87
- [13]. M. Rozmus, M. Blicharski and S. Dymek «Microstructure and mechanical properties of Nb15Al10Ti alloy produced by mechanical alloying and high temperature processing», *Journal of Microscopy*, 2010, V. 237, Pt. 3, p. 501-505
- [14]. Ping Zhang, Xiping Guo, Y and Al modified silicide coatings on an Nb-Ti-Si based ultrahigh temperature alloy prepared by pack cementation process, *Surface and Coatings Technology*, Volume 206, Issues 2-3, 25 October 2011, Pages 446-454
- [15]. X.F. Ding, J.P. Lin, L.Q. Zhang, Y.Q. Su, G.L. Chen, Microstructural control of TiAl-Nb alloys by directional solidification, *Acta Materialia*, Volume 60, Issue 2, January 2012, Pages 498-506
- [16]. V.T. Witusiewicz, A.A. Bondar, U. Hecht, T.Ya. Velikanova. The Al-B-Nb-Ti system IV. Experimental study and thermodynamic re-evaluation of the binary Al-Nb and ternary Al-Nb-Ti systems // *Journal of Alloys and Compounds.* – 2009. – № 472. – P. 133-161.

Мухамедова Н.М., Кожахметов Е.А., Скаков М.К., Мухамеджанова Р.М., Курбанбеков Ш.Р.

Тi-al-nb жүйесінде орторомбты фазаның пайда болуына механоактивацияның әсері

Түйіндеме. Жұмыста Ti-Al-Nb жүйесінің негізінде геттере материалында Ti₂AlNb орторомбты фазаның пайда болу үдерісіне жоғары энергетикалық механикалық өңдеуді белгілеу бойынша нәтижелер ұсынылды. 10-нан 30 мин дейін механоактивацияны жүргізу ұзақтылығын арттыру арқылы Ti₂AlNb орторомбты фазаның санды құрамы 3% дейін артатыны белгіленді. Геттера-материалының ұнтақты қоспалары камералық пеште кейінгі босаңдатуды жүргізуі, механоактивациядан кейінгі Ti₂AlNb орторомбты фазаның санын 3 % дан 9% дейін арттырады.

Түйінді сөздер: интерметаллидті қосылуы, механикалық активация, орторомбты фаза.

УДК 004.8

К. Baisylbayeva

SIMPLIFYING THE EXTRA EFFORTS TO DETERMINE SEMANTIC SIMILARITY OF THE TEXT

Abstract. This paper is intended to simplify many unnecessary efforts to determine the semantic similarity of the text. For the construction of the corpus was used a collection of poems “The Seasons. Poems of Russian poets about nature. «Currently, semantic similarities are widely studied and developed as one of the directions of computational linguistics. Over the past 20 years, various methods have been invented. Recent discoveries using the latest neural networks have further increased interest in this area.

Key words. Semantics, neural networks, semantic similarity, classifier

К.Д. Байсылбаева

(Алматы қ., әл-Фараби атындағы ҚазҰУ,
baisylbaeva.k@gmail.com)

**СЕМАНТИКАЛЫҚ ҰҚСАСТЫҚТЫ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН АНЫҚТАУДЫҢ
МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ**

Аңдатпа. Бұл жұмыс мәтіннің семантикалық ұқсастығын анықтауда көптеген артық жұмыстарды жеңілдетуге бағытталған. Корпус тұрғызу үшін "Времена года. Стихи русских поэтов о природе" жинағы пайдаланылды. Қазіргі таңда семантикалық ұқсастықтардың мөлшері компьютерлік лингвистиканың бір бағыты ретінде кеңінен зерттелуде және дамуда. Соңғы 20 жылдың ішінде сан түрлі әдістер ойлап табылды. Ең соңғы шыққан семантикалық ұқсастықты тілдің нейрожүйелік үлгілерін қолдана отырып алынған соңғы нәтижелер бұл бағытқа деген қызығушылықты одан ары арттыра түсті.

Кілттік сөздер. Семантика, нейрожүйе, семантикалық ұқсастық, классификатор

Түрлі принциптерге талдау жүргізілді. Корпус тұрғызу үшін "Времена года. Стихи русских поэтов о природе" жинағы пайдаланылды. Жинақ құрамында А. Фет, А. Пушкин, К. Бальмонт, С. Есенин сынды атақты орыс жазушыларының өлең шумақтары бар. Қарастырылған алгоритмдер өзара салыстырылды, практикалық та теориялық та тұрғыдан зерттелді, n-грамм көмегімен де жақсы нәтижеге қол жеткізуге болатындығы анықталды. Жасалып жатқан алгоритм мәтіннің семантикалық ұқсастығын анықтауда көптеген артық жұмыстарды жеңілдетуге бағытталған. [4]-[6]

Семантикалық ұқсастықтың мөлшері- бұл лексемалардың семантикалық ұқсастығын сандық бағалауға арналған ұқсастықтың ерекше өлшем бірлігі. Мұндай өлшем бірлік семантикалық қарым-қатынастағы синонимия, гипонимия, ассоциативность, когипонимия) сөз жұптары үшін зор мәнге ие.

Семантикалық ұқсастықтың өлшем бірлігі табиғи тілде мәтінді өңдеу тапсырмаларында кеңінен қолданылады, мысалы, мәтіндердің ұқсастығын, іздеу сұраныстарын кеңейту үшін, сұрақтарға автоматты жауап беру үшін, сөздердің семантикалық күрделілігін шешу үшін пайдаланылады. Семантикалық ұқсастықтың өлшемдері лингвистикалық және филологиялық зерттеулерде де кеңінен қолданыста.

Қазіргі таңда семантикалық ұқсастықтардың мөлшері компьютерлік лингвистиканың бір бағыты ретінде кеңінен зерттелуде және дамуда. Соңғы 20 жылдың ішінде сан түрлі әдістер ойлап табылды. Ең соңғы шыққан семантикалық ұқсастықты тілдің нейрожүйелік үлгілерін қолдана отырып алынған соңғы нәтижелер бұл бағытқа деген қызығушылықты одан ары арттыра түсті (Mikolov et al., 2013). Семантикалық ұқсастықты анықтайтын заманауи әдістер Lee (1999), Curran (2004), Sahlgren, M. (2006), Agirre et al. (2009), Ferret (2010), Van de Cruys (2010), Panchenko (2013) және Baroni (2014) жұмыстарында жақсы сипатталған. [1]

Ағылшын және орыс тілдері үшін семантикалық ұқсастықтар метрикасы саласындағы тапсырмалардың күйі.

Есептеуіш лексикалық семантика (computational lexical semantics)- сөз немесе атаулар тобы сияқты лексикалық бірліктердің есептеуіш үлгілерін зерттейтін компьютерлік лингвистика бөлімі. Осы саладағы зерттеулердің өзектілігі мен белсенділігі қолданбалы тапсырмалардың нәтижелерінің қолданысына қарай түсіндіріледі. Көп жағдайда семантикалық ұқсастық метрикалары және сөздер арасындағы семантикалық қарым-қатынастар мәтінді автоматты өңдеу жүйелерінің сан қилы түрлерін құруда пайдалы болып табылады. Мұндай жүйелердің сынамалы метрикасы болып ақпараттық-іздеу жүйелері (Hsu et al., 2006), сұрақ-жауаптық жүйелері (Sun et al., 2005), омонимияны шешу жүйелері (Patwardhan et al., 2003), мәтіндерді классификациялау жүйелері (Panchenko, 2013) және мәтін ұқсастығын бағалау жүйелері (Mihalcea et al., 2006; Tsatsaronis et al., 2010) табылады.

Тәжірибеде тілге қатысты лексикалық-семантикалық білімнің кеңінен қолданылуы, тілдегі семантикалық ұқсас ұғымдардың әртүрлі тәсілдермен айқындалуы мүмкін екендігімен түсіндіріледі. Мысалы, «автокөлік», «мәшине» және «жеңіл көлік» сөздері бір мәтінде бірдей мағынаны беруі мүмкін. Алайда, есептеуіш жүйеге сәйкестіктің анық тапсырмасының көмегісіз аталған үш сөздің мағыналарының эквиваленттігі туралы тривиал емес шешімге келуге болады. Аталған облыста белсенді зерттеулер соңғы жиырма жылдықта жасалған болатын. Көптеген ғалымдар әртүрлі метрикалар ұсынып және қолданыста бар метрикаларға салыстыру жұмыстарын жүргізіп талдау жасаған болатын, мысалы Resnik (1995), Lee (1999), Curran (2004), Sahlgren (2006), Agirre et al. (2009), Ferret (2010), Van de Cruys (2010), Panchenko (2013) и Baroni (2014). Алайда ең алғашқы жұмыстар осы саладағы 60-шы жылдардың ортасына қарай жарық көре бастаған, мысалы Rubenstein and Goodenough (1965). [1]

Табиғи тілде мәтінді автоматтандырылған талдау тапсырмаларында жанрлық типін және стилистикалық сипаттамаларын анықтауда қиындықтар туындауы мүмкін. Бұл проблемамен зерттеуші көптеген жағдайларда жолығуы мүмкін: поэтикалық мәтіндерді автоматтандырылған кешенді талдаудан бастап, әлеуметтік желілердегі террорлық қауіп бар хабарламаларды анықтау барысында. [2]

Мәтіннің жанрлық типін анықтауды автоматтандыру облысындағы зерттеулер 2010 жылдардың басында басталған болатын. [Лесцов, 2014] жұмысында XVIII ғ. ағылшындық ақын-сентименталисттердің еңбектерінің негізінде жолдаулар мен өлең шумақтарының жанрын анықтау алгоритмі ұсынылған болатын. Бұл уақыт аралығының таңдалу себебі де бар: 18 ғасырдың поэзиясындағы классицизм өзінің қатаң жанрлық канондарымен ерекшеленген болатын, бұл өз кезегінде алгоритмдерді өңдеуді жеңілдетті.

Екі өлең шумақтарының семантикалық ұқсастығын анықтау үшін классификатор құру: берілген тапсырманы орындау үшін жыл мезгілдеріне арналған өлең шумақтарының жинағы алынады.

Қойылған тапсырманы орындау үшін жыл мезгілдеріне арналған өлең шумақтарынан тұратын корпес құрылады, соның негізінде нақты семантикалық үлгі тұрғызылады, ол өз кезегінде тапсырма нәтижесін нақты қылады әрі семантикалық ұқсастықты анықтайтын ең дұрыс классификаторды құруға мүмкіндік береді. Жыл мезгілдеріне ғана арналған өлең шумақтарына талдау жасайтын болғандықтан басқа жанрдағы өлең шумақтары есепке алынбайды, корпусқа кірмейді.

Одан кейін стилистикалық дифференциалданған лексемалардан тұратын сөздік құру мүмкіндігі қарастырылады.

Сандық тәжірибелерді сипаттау. Тәжірибені жүзеге асыру үшін жоғарыда аталған жыл мезгілдеріне қатысты өлең шумақтарынан тұратын корпус пайдаланылады.

Сонымен қатар, n-грамм ($n = 2, 3$) сөздіктер құрастырылады. Ол сөздердің өзара бір-бірімен байланысын анықтау үшін қажетті.

Жұмыстың мақсаты, қойылған тапсырманы орындау үшін жаңа алгоритм жасау болып табылады, сонымен қоса оның теориялық және практикалық негіздемесі болуы да қажетті шарт.

Тақырыптың өзектілігі:

- Мәліметтерді интеллектуалды талдау жүйелерін құру және алгоритмдерін өңдеу, жыл мезгілдеріне арналған өлең шумақтарының өзара семантикалық ұқсастығын анықтау, ақпаратты іздеу және шығару, мәтіндердің тақырыбын анықтау, мәтіндік құжаттарды кластеризациялау және классификациялау күрделі тапсырмалардың бірі болып табылады.[2]

- Келіп түсетін мәтіндік ақпараттардың интенсивтілігінің үздіксіз ұлғаюы мәтінді семантикалық қысу тапсырмасын күрделі ете түседі. Риторикалық маркерлердің, байланыстырушылардың және кілт сөздерінің арасындағы байланыс семантикалық иерархияны береді, ол өз кезегінде табиғи тілдегі мәтінді өңдеуге қатысты түрлі тапсырмаларды орындауға мүмкіндік береді және мәтіндердің ұқсастығын және тақырыбын анықтаудағы маңызды элементтердің бірі болып табылады.

Зерттеу мақсаты

- Мәтіндердің өзара семантикалық ұқсастығын анықтайтын жаңа әдіс құру болып табылады.

Зерттеу тапсырмасы

- Риторикалық құрам териясын пайдалана отырып мәтіннің ұқсастығын анықтайтын жаңа әдіс құру

- Талдау жүргізу негізінде қосалқы лингвистикалық база құру

- Мәтіннен қажетті немесе маңызды сөздерді, сөз тіркесетрін шығару үшін арналған әдісті ұсыну

- Құрылған үлгі, әдіс және алгоритмдерді мәтіннің семантикалық ұқсастығын анықтау үшін қажетті кешен түрінде жүзеге асыру

- Ұсынылған әдістердің тиімділігін растайтын есептеуіш тәжірибелер жүргізу

Семантикалық ұқсастықты анықтайтын көптеген тәсілдемелер WordNet семантикалық желісін немесе Web-дерек көздерін қолдануға негізделген. Пристон университетінде жасалған WordNet семантикалық желісін құру барысында «синсеттер» - ұқсас мағыналы сөздерді біріктіретін синонимиялық қатарлар қолданылады. Әрбір «синсет» синонимдер немесе синонимиялық сөз тіркестерінің тізімінен және өзара байланысты анықтап тұратын нұсқағыштардан тұрады. Бірнеше мағынасы бар сөздер бірнеше «синсетке» кіреді және әртүрлі синтаксистік және лексикалық класстарға жатқызылады. [3]

WordNET желісін еркін қолдану ақпараттық іздеу алгоритмдерін оқыту үшін қажетті база ретінде қолданатын көптеген зерттеулердің пайда болуына алып келді. Осы тәжірибелердің негізінде аталған семантикалық желінің көптеген кемшіліктері анықталды.

WordNET семантикалық желісін қолданудағы негізгі проблемалардың бірі болып көп мағыналы болмысты сипаттау күрделілігі табылады. Соңғы жаңартылған нұсқасында ең көп қолданыстағы сөзді таңдауға немесе қажетті мағынасын таңдауға мүмкіндік берілген. Сонымен қоса WordNET практикалық қолданысындағы маңызды проблемалардың бірі болып «теннистік проблема» табылады: бір пәндік облысқа тиесілі синсеттер WordNET құрылымында бір-бірінен өзара алшақ орналасқан болады, ол өз кезегінде көпмағыналылық мәселесін шешуде қиындықтар туғызады.

Осылайша, аталған семантикалық желіні қолдану шектелген, себебі ол нақты бір пәндік аймақта қолданылмайды, жалпы табиғи тілдегі лексика мен семантиканы қамтиды. Сонымен қатар, аталған базаны нақты қолдану да шектелген, себебі оның құрамында тек қана жиі кездесетін сөздер ғана бар. Кейбір пәндік аймақтарға қатысты арнайы сөздер тіпті жоқтың қасы, сондықтан оларды өңдеу мүлдем мүмкін емес.

Web-дерек көздерін қолданатын тәсілдемені қарастырып көрейік. Семантикалық ұқсастықты анықтауға кедергісін тигізетін 2 фактор болады. Ол факторлар синонимия және полисемия болып табылады.

Синонимия – бірнеше сөздердің мағынасы жағынан бір-біріне ұқсас болу жағдайы, мысалы, «автокөлік» және «мәшине»

Полисемия – бір сөздің бірнеше мағынасының болу жағдайы, мысалы, «диск» сөзін алуға болады.

Синонимия проблемасы болып, құжаттың құрамында бір синоним болса, оның тағы бір синонимының болу ықтималдығының төмендігі табылады. Бұл дегеніміз веб-контентті қолдану негізінде аталған тәсілдеме көмегімен есептелген синоним арасындағы байланыс қате мән береді, синоним сөздердің саны жалпы ағымдағы нақты санынан төмен болып шығады. [3]

Сипатталған әдістің негізгі кемшіліктері ретінде төмендегі факторларды келтіруге болады:

- Мәтіндік жиынтықтарды есептеу күрделілігі;
- Аралық есептеулердің үлкен көлемі.

Әдістің тиімділігі мынада:

- Сақтауға қажетті мәліметтердің аз көлемін талап етеді
- Нәтиже алу жылдамдығы өте жоғары
- Әдіс реляциондық қойма үшін оңтайландырылған. [3]

Аталған тақырып бойынша жұмыстар жүргізілуде және төмендегідей этаптарға бөлінген болатын: ақпарат жинау, корпус тұрғызу, биграммалар құру, түрлі әдістерді қарастыру, қажетті әрі оңтайлы әдісті таңдау, ақпаратты іздеу және шығаруға арналған программа кодын жазу, семантикалық ұқсастықты анықтауға арналған программа кодын жазу және соңғы саты бойынша нейрожүйелерді қолдана отырып семантикалық ұқсастықты анықтайтын программа жазу және оны қолданысқа енгізу. [4]-[8]

Негізгі қойылған тапсырманы орындаудағы басты тәсілдеме нейрожүйелер негізіндегі шешім болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. https://nlpub.ru/Мера_семантической_близости
2. Автоматизированная классификация русских поэтических текстов по жанрам и стилям. В.Б.Бархнин, О.Ю.Кожемякина, И.С.Пастушков, Е.В.Рычкова.
3. Определение семантической близости термов с помощью контекстного множества. Бондарчук Д.В. Уральский государственный университет путей сообщения ул. Колмогорова, 66, Екатеринбург, Свердловская обл., 620034, Россия
4. Dyusembaev A., Grishko M. Construction of a Correct Algorithm and Spatial Neural Network for Recognition Problems with Binary Data. COMPUTATIONAL MATHEMATICS AND MATHEMATICAL PHYSICS, Vol.: 58 No.: 10 p.: 1673-1686, 2018
5. Dyusembaev A., Grishko M. On Correctness Conditions for Algebra of Recognition Algorithms with -Operators over Pattern Problems with Binary Data. DOKLADY MATHEMATICS Vol.: 98 No. 2 p.: 421-424, 2018.: 236-239
6. Dyusembaev A., Kaliyazhdarov D. On exact solutions of recognition problems based on the neural-network approach. DOKLADY MATHEMATICS Vol. 91, No. 2, p. 236-239, 2018
7. Dyusembaev A. An approach to the solution of recognition problems using neural networks. DOKLADY MATHEMATICS, Vol.: 95, No.: 2 p.: 125-128, 2018
8. Fedotov, A. M.; Murzakhmetov, A. N.; Dyusembaev, A. E. EXPANSION OF IDEAS AND PROCESSES IN SOCIAL AND BIOLOGICAL COMMUNITIES. EURASIAN JOURNAL OF MATHEMATICAL AND COMPUTER APPLICATIONS Vol: 6 No: 4 Стр.: 17-28 , 2018

Байсылбаева К.Д.

Упрощение излишних усилий по определению семантического сходства текста

Резюме. Эта работа предназначена для упрощения многих излишних усилий по определению семантического сходства текста. Для построения корпуса была использована сборник стихотворений «Времена года. Стихи русских поэтов о природе». В настоящее время семантические сходства широко изучаются и развиваются как одно из направлений компьютерной лингвистики. За последние 20 лет были изобретены различные методы. Недавние открытия с использованием новейших нейросетей еще больше усилили интерес к этому направлению.

Ключевые слова. Семантика, нейросети, семантическое сходство, классификатор

УДК 621.18.01

B. Torekul, A. Adiluly, B.T. Bakhtiyar, D. Umyshev, M. Otinshiyeva
(Almaty University of Power Engineering and Telecommunication, Kazakhstan, Almaty)
d.umyshev@aes.kz

METHODS OF HEAT TRANSFER ENHANCEMENT IN THE CONVECTION SECTION OF THE BOILERS

Abstract. Consideration of the main methods of heat transfer enhancement and investigation of heat transfer intensity in the convection section of the boiler

Key words: heat transfer enhancement, pipes, heat transfer coefficient.

Б.Торекул, А. Адилулы, Б.Т.Бахтияр, Д.Умышев, М.Отыншиева
(Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Республика Казахстан)
d.umyshev@aes.kz

МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА В КОНВЕКТИВНОЙ ЧАСТИ КОТЛОВ

Аннотация. Рассмотрение основных способов интенсификации теплообмена и исследование интенсивности теплообмена в конвективной части котла

Ключевые слова: интенсификация теплообмена, трубы, коэффициент теплоотдачи.

Введение

Активное исследование и внедрение в промышленность различных методов интенсификации теплообмена обусловлены достижением больших практических результатов за счет уменьшения массы теплообменной аппаратуры или значительного повышения ее эффективности.

— В настоящее время интенсификация конвективного теплообмена является одной из перспективных и сложных проблем теории переноса. Традиционно считается, что эта задача наиболее актуальна для теплоносителей, которым присущи высокие значения чисел Рейнольдса. Практически все основополагающие монографии на тему интенсификации конвективного теплообмена [1,6,7,9] посвящены этой проблеме применительно именно к большим числам Re и лишь немногие - при ламинарном течении [2,5].

1.1. Основные методы интенсификации.

Однако элементарные объемы жидкости, перемещаясь по сложным траекториям в пристенной области, могут переносить теплоту более эффективно, чем количество движения из-за различий распределении полей температуры и вектора скорости. Очевидно, что такая ситуация может возникнуть как результат продуманного интенсифицирующего воздействия на процесс теплообмена, как следствие свойств жидкости или как совместный результат того и другого.

Разработаны и исследуются самые различные методы интенсификации теплообмена. Принципиально их классифицируют на две категории [8]:

1) активные методы интенсификации: механическое воздействие на поверхность теплообмена (вращение или вибрация поверхности, перемешивание жидкости и т. п.); воздействие на поток электрическим магнитным или акустическим полем, пульсациями давления; вдув или отсос рабочей среды через пористую поверхность др.




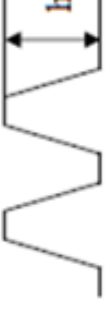

2) пассивные методы, в основе которых - воздействие на поток формой поверхности теплообмена: применение вставных интенсификаторов (винтовых, локальных и пластинчатых закручивателей потока), различное оребрение поверхности теплообмена и др.

Рассматриваемые в данной монографии методы интенсификации конвективного теплообмена относятся ко второй категории, и их, в свою очередь, можно условно разделить на следующие основные группы: придание потоку жидкости вращательно-поступательного движения; разрушение пристенных слоев жидкости.


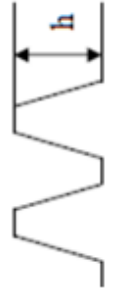


Таблица 1.1
Результаты исследований по интенсификации теплообмена в трубах

Способ интенсификации теплообмена	Относительная длина канала	Диапазон чисел Re	Среда	Результатирующее уравнение	Источник
Проволочный спиральный завихритель ($0,35 < D/S < 1,76$)	$35,3 D$	$1,7 \cdot 10^3$ – $2 \cdot 10^4$	Вода	$Nu = 0,3Re^{0,6} Pr^{0,43} (d/D)^{0,135}$	[132]
Ленточный завихритель ($0,13 < D/S < 1,51$)	$35,3 D$	$1,7 \cdot 10^3$ – $2 \cdot 10^4$	-/-	$Nu = 1,84Re^{0,44} Pr^{0,43} (d/D)^{0,33}$	[132]
Ленточный завихритель ($0 < D/S < 0,25$)	$56,7 D$	10^4 – $4 \cdot 10^4$	-/-	$Nu = 0,21Re^{0,8} Pr^{-0,43} (Pr_{ст}/Pr_{ж})^{0,25} K$ $K_T = 1 + 1,13 \cdot 10^{-5} (\frac{D}{S}) Re^{1,2}$	[104]
Проволочный спиральный завихритель ($d = 0,052; 0,63; 0,072$)	$68 D$	$3 \cdot 10^3 - 3 \cdot 10^5$	-/-	$Nu = 0,175Re^{0,7} Pr^{0,43} (d/D)^{-0,35}$	[390]
Ленточный завихритель ($2,5 < D/S < 11$)	$20 D$	160-5000	Воздух	$Nu = 0,3Re^{0,6} Pr^{0,43} (d/D)^{0,125}$ (обработка В.К.Шукина)	[382]

Таблица 1.2
Энергетическое сравнение шероховатых труб ($Pr = 0,72$)

Автор	Q/Q_0	Re	Профиль выступа	$Nu-Re^m$ при m	ξ – Re^m при n	Вид канала
В.М.Бузник	1,4	10^4	 Крыловой $h/R = 0,19$	0,7	-	Круглая труба, $D = 25$ мм
В.Нуннер	1,5 1,43	10^4 10^5	 $h/R = 0,16$	-	0	Круглая труба, $D = 50$ мм
Р.Кох	1,3-1,17	10^4 -			-	
В.М.Ангуфьев	1,22 1,37	10^4 10^5	 $h/R = 0,13$	0,92		Круглая труба
Э.К.Калинин и др.	1,42 1,36 1,5 1,36	10^4 10^5 10^4 10^5	 $h/R = 0,43$ $h/R = 0,105$	0,8	0,25 0,2	Круглая труба $D = 10$ мм

Продолжение таблицы 1.2

В.К.Мигай	1,51-1,46	10 ⁴ 10 ⁵		0,87	Круглая труба D= 20 мм (при сравнении данные пересчитаны на D = 10 мм)
Б.М. Теверовский	1,42-1,5	10 ⁴ 10 ⁵		1	Круглая труба
Р.Л.Вебб и др.	1,36-1,17	10 ⁴ —		0	
В.К.Мигай	1,5-1,18	10 ⁴ 10 ⁵		0,8	Круглая труба D= 20 мм
В.К.Мигай и П.Г.Быстров	1,67	10 ⁴	<i>Полухольцевой</i>		

Первый способ заключается в создании закрученного движения потока с помощью ленточных, шнековых и пластинчатых завихрителей. Такие завихрители воздействуют на весь поток. Второй способ состоит в воздействии на пристенную область течения за счет искусственной шероховатости в виде различного типа накаток на внутренней стенке труб, проволочных спиралей и т.п.

Исследователями накоплен обширный экспериментальный материал по теплообмену в трубах с различными типами завихрителей, охватывающий высокий диапазон изменения нагрузок физических свойств сред [4,6,9,11,12].

Для некоторых способов интенсификации при помощи ленточных завихрителей выполнены интересные обобщения опытных данных в [7,11]. Основные результаты этих работ представлены в табл. 1.1. Аналогичное сравнение энергетической эффективности различных видов шероховатых труб, выполненное В.К. Мигаем [7] для сред с числом $Pr < 1$, дано в табл. 1.2. В обеих таблицах используются общепринятые обозначения. Подробные ссылки на литературные источники для табл. 1.2 приведены в [219]. Как видно из табл. 1.1 и 1.2, методы интенсификации, основанные на применении шероховатых каналов, весьма эффективны.

Что касается процессов теплообмена, связанных с испарительным охлаждением, необходимо указать и третью категорию способов его интенсификации, основанную на традиционном стремлении разработчиков к максимальному увеличению поверхности теплообмена. Эта категория способов ориентирована на принудительное обновление поверхности контакта теплоносителей и, как показывают данные многочисленных исследований [9], является не менее привлекательной для конструкторов и проектировщиков.

Методам оценки эффективности способов интенсификации конвективного теплообмена посвящено достаточно большое количество работ [4,6,8]. Но, к сожалению, к настоящему времени не выработана единая методика выбора наиболее эффективного способа интенсификации теплообмена для более или менее общего случая, наиболее общей и предпочтительной представляется методика, изложенная в работах [1,2,6,8].

1.2. Сравнительная эффективность методов

Для сопоставления тепловой эффективности различных по конструкции интенсификаторов на основании экспериментов, проведенных разными авторами при различных средних температурах потока среды и в разных диапазонах чисел Рейнольдса и Прандтля, возможно использование соотношения:

$$(Nu/Nu_0) = f(Re), \quad (1.1)$$

где индекс «0» означает гладкую поверхность теплообмена. Зависимость (1.1) характеризует увеличение коэффициента

теплоотдачи в трубе с интенсификатором по сравнению с коэффициентом теплоотдачи в гладкой трубе.

На рис. 1.1 представлены результаты обработки опытных данных различных авторов [4,5,9,12,13,15] в виде зависимости Nu/Nu_0 от числа Re , при этом значения чисел Нуссельта были приведены к числам Рейнольдса, соответствующим гладкой трубе. Такая сравнительная оценка опытных данных разных авторов позволяет сделать вывод, что с точки зрения тепловых эффектов наиболее перспективны методы интенсификации конвективного теплообмена вязких средах, воздействующие на пристенную область применения интенсификаторов теплообмена по числу Рейнольдса. Как видно из рис. 1.1, наибольшие эффекты увеличения теплоотдачи возникают в диапазоне чисел Re до 3000, т.е. в ламинарной области течения и в области слаборазвитой турбулентности.

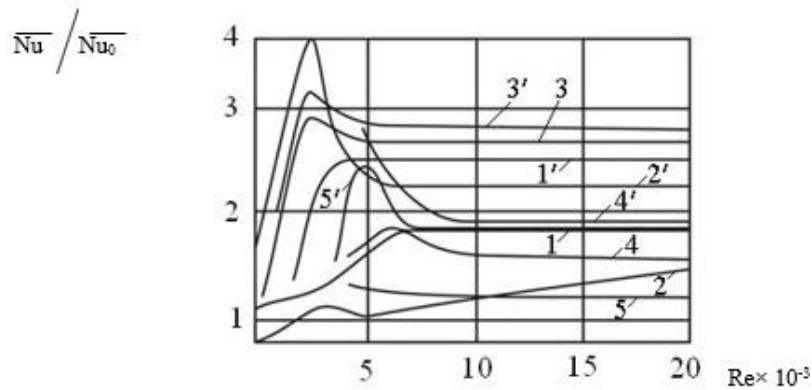


Рис. 1.1. Сопоставление опытных данных по теплоотдаче в трубах с интенсификаторами теплообмена:
 1, 1' – шнековый завихритель, $\varphi = 45$ и 75° [7]; 2, 2' – поперечная накатка, $d/D = 0,983$ и $0,875$ [15];
 3, 3' – спиральная накатка, $S/D = 3,25$ и 1 [7]; 4, 4' – проволочный спиральный завихритель, $S/D = 2,17$ и $0,724$ [11]; 5, 5' – ленточный завихритель, $S/D = 19$ и $3,16$ [6].

Для методов, основанных на применении искусственной периодической шероховатости, это связано с возникновением и развитием вихрей за элементом выступа. С постепенным развитием турбулентности значение Nu/Nu_0 несколько снижается, оставаясь, тем не менее, значительно выше единицы. При числах $Re > 8000$ превалирующее влияние на теплообмен начинает оказывать турбулентность, в то время как роль вихрей постепенно снижается.

Что касается интенсификаторов (ленточных, шнековых и т.п.), то их применение, на основании имеющихся опытных данных, будет более перспективным для сред с большей вязкостью [7,9].

Использование любого из известных методов сопровождается также ростом гидродинамического сопротивления. Поэтому для сопоставления полной теплогидродинамической эффективности различных по конструкции интенсификаторов часто целесообразно применение известного соотношения:

$$(Nu / Nu_0) / (\xi / \xi_0) = f(Re), \tag{1.2}$$

характеризующего относительное увеличение интенсивности теплообмена в трубе с интенсификатором на единицу дополнительно затраченной энергии.

Сравнение эффективности различных методов интенсификации теплообмена, также выполненное В.К. Мигаем в [8], приведено на рис. 1.2. Здесь $I = (Nu / Nu_0) / (\xi / \xi_0)$. Автор указывает, что при малых значениях чисел Рейнольдса трубы с кольцевыми выступами обладают наилучшими показателями.

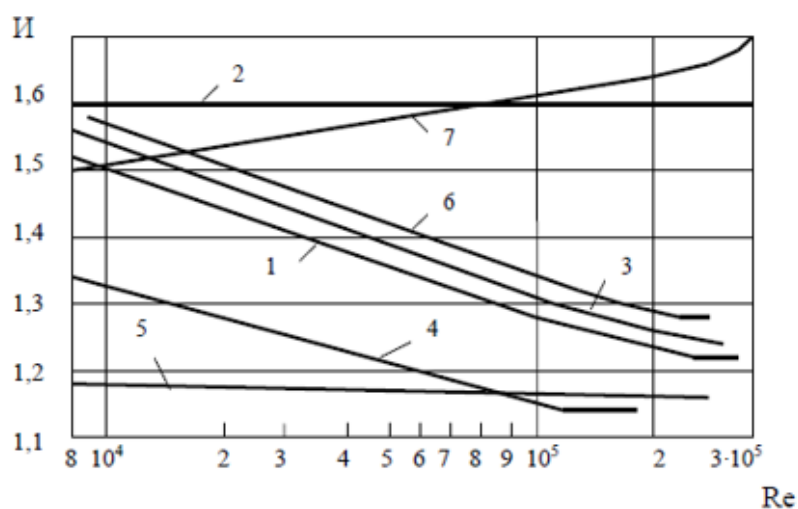


Рис. 1.2. Сравнительная эффективность различных методов интенсификации теплообмена: 1–7 – трубы соответственно: с кольцевыми выступами, типа конфузур – диффузур, со спиральными вставками, спирально-профилированные, с волнистой осью, с перфорированными вставками, с обтекаемыми выступами.

Сравнительная оценка теплоотдачи для различных типов интенсификаторов выполнена в [12] и представлена на рис. 1.3. Здесь K^* - соответствующие каждому эксперименту критериальные уравнения для расчета чисел Nu (более подробно см. [12]). Как видно из рис. 1.3, эффективным способом интенсификации, по мнению авторов, является применение многозаходных спиральных канавок на внутренней поверхности труб, созданных методом электрохимической обработки. Следует отметить, что разработанные последующих главах математические модели и методы расчета позволяют теоретически исследовать и такие способы интенсификации.

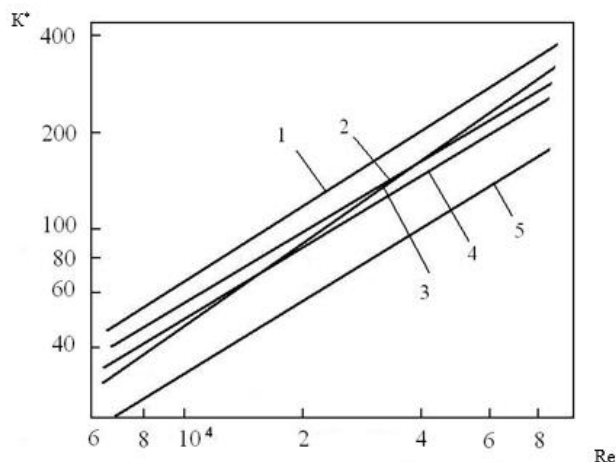


Рис. 1.3. Теплоотдача в трубах с различными типами интенсификаторов: 1 – спиральные канавки; 2 – ленточный завихритель; 3 – винтовой змеевик; 4 – лопаточный завихритель; 5 – гладкая труба.

Приведенный выше краткий сравнительный анализ известных работ показал целесообразность применения практически всех пассивных методов интенсификации теплообмена для ламинарного режима течения. Очевидна весьма высокая эффективность дискретной шероховатости в данных условиях при ее несомненной технологичности.

Детальной проработке физических, теоретических и практических аспектов данного метода интенсификации теплообмена посвящено большое число работ таких видных ученых, как Г.А. Дрейцер, В.К. Мигай и другие, но в основном для турбулентного и переходного режимов течения. Г.А. Дрейцером и др. [3,5,7,9] также изучен вопрос об эффектах солеотложения на шероховатых поверхностях теплообмена, где показано преимущество этих поверхностей и в этом плане перед гладкими трубами и каналами.

Разумеется, выбор метода интенсификации теплообмена в каждом случае индивидуален и определяется назначением аппарата, его конструкцией, свойствами рабочего тела и тому подобными факторами.

Заключение

Проанализированы современные методы интенсификации конвективной части котлов. Рассмотрены современные способы интенсификации теплообмена в котлах малой и большой мощности. На основе собственных исследований и анализа работ авторов были выявлены и сопоставлены между собой эффективность использования оребрения и гладкотрубных поверхностей. По собранным данным выявлен явный недостаток и все плюсы использования тех или иных методов интенсификации. На примере разобраны наилучшие методы интенсификации при турбулентном и ламинарном потоке в конвективной части котла.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Абдульманов С.Х., Овчинников А.А., Николаев Н.А. Закономерности движения капель в вихревых проточных аппаратах с тангенциальными завихрителями // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 1978. – № 11. – С. 1689.
- [2] Антуфьев В.М. Эффективность различных форм конвективных поверхностей нагрева. – М.: Энергия, 1966.
- [3] Войнов Н.А., Николаев Н.А. Тепломассообменные аппараты со стекающей пленкой: учеб. пособие. – Казань: КГТУ, 1997.

- [4] Вопросы механики вращающихся потоков и интенсификация теплообмена в ЯЭУ. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 163 с.
- [5] Воронин Г.И., Дубровский Е.В. Эффективные теплообменники. – М.: Машиностроение, 1973. – 95 с.
- [6] Воронцов Е.Г., Тананайко Ю.М. Теплообмен в жидкостных пленках. – Киев: Техника, 1972.
- [7] Галустов В.С., Чуфаровский А.И. Повышение эффективности систем охлаждения оборотной воды: инф. бюлл. по водному хозяйству. – М.: СЭВ, 1984. – №1. – С. 27-31.
- [8] Гидродинамика и теплообмен в атомных энергетических установках / В.И. Субботин, М.Х. Ибрагимов, П.А. Ушаков [и др.] – М.: Энергоатомиздат, 1984.
- [9] Дубровский Е.В. Метод относительного сравнения теплогидродинамической эффективности теплообменных поверхностей // Изв. АН СССР. Сер. Энергетика и транспорт. – 1977. – №6. – С. 118-127.
- [10] Modelling and experimental study on wood chips boiler system with fuel drying and with different heat exchangers. Doctoral Dissertation [Электронный ресурс] / J. Yrjola // Helsinki University of Technology. Department of Mechanical Engineering. Laboratory of Applied Thermodynamics. Режим доступа до дисертації <http://lib.tkk.fi/Diss/2006/isbn9512284391/isbn9512284391.pdf>.
- [11] Neshumayev D., Tiikma T. Radiation heat transfer of turbulator inserts in gas heated channels / D. Neshumayev, T. Tiikma // Heat Transfer Research. – 2008. – vol. 39(5). – P. 403 – 412.
- [12] Исаченко В. П. Теплопередача / Исаченко В. П., Осипова В. А., Сукомел А. С. – Энергоиздат, 1981. – 412 с.

Торекұл Б., Әділұлы А., Бахтияр Б.Т., Умышев Д., Отыншиева М.

Қазандардың конвективті бөлігіндегі жылу алмасуды интенсификациялау әдістері

Түйіндеме. Жылу алмасуды интенсификациялаудың негізгі тәсілдерін қарастыру және қазандықтың конвективті бөлігіндегі жылу алмасу қарқындылығын зерттеу

Түйінді сөздер: жылу беру интенсификациясы, құбыр, жылу беру коэффициенті.

УДК 681.5; 338.2; 004.9

D.O. Baizhanova

NJSC «K.I. Satbayev KazNRTU», Almaty, Kazakhstan; Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan, e-mail: dina.bayzhanova@mail.ru

BACKGROUNDS FOR SOFTWARE AND DATA SUPPORT OF BALANCED SCORECARD

Abstract. Development and implementation of balanced scorecard (BSC) for modern companies is one of the important tasks of strategic management. Definition of strategic goals, strategic map, and definition of tasks for each level of structural units of the company are associated with the solution of many complex tasks. The difficulties are mainly associated with the difficulties of formalizing the processes of the external and internal environment of the company, modeling and forecasting trends in these processes.

Key words: BSC (balanced scorecard), strategic goals, external and internal environment, business environment, information software, error resistance, automation of processes, protection and integrity of the information base, reliability of software systems.

Д.О. Байжанова

(КазНИТУ имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан; Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Республика Казахстан, e-mail: dina.bayzhanova@mail.ru)

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ СБАЛАНСИРОВАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Аннотация. Разработка и внедрение системы сбалансированных показателей (ССП) для современных компаний является одной из важных задач стратегического менеджмента. Определение стратегических целей, составление стратегической карты, определение задачи для каждого уровня структурных единиц компании сопряжены с решением множества сложных задач. Сложности в основном связаны с трудностями формализации процессов внешней и внутренней среды компании, моделирования и прогнозирования тенденций изменения этих процессов.

Ключевые слова: SSP (система сбалансированных показателей), стратегические цели, внешняя и внутренняя среда, бизнес-среда, информационно-программное обеспечение, устойчивость к ошибкам, автоматизация процессов, защиты и целостности информационной базы, надежность программных систем.

Введение. В процессе разработки ССП приходится решить много вопросов, связанных как с внешней средой деятельности, так и внутренними процессами компании. Наряду со сбором и обработкой большого объема разнотипной информации, потребуется выполнять большую творческую работу по оценке обстановки и прогнозированию тенденций изменения политической и экономической обстановки, рыночной среды, технологии производства, влияние интеграционных процессов и научно-технического прогресса на деятельность компании и т.д. Несколько десятков лет тому назад предприятие выполняли все эти работы в масштабах своей страны. В настоящее время, всю эту работу приходится выполнять с учетом интеграционных и глобализационных процессов ведения бизнеса в мировом масштабе, что, несомненно, многократно усложняет и увеличивает объем проводимых работ.

Функциональные и системные характеристики информационно-программного обеспечения ССП. Опыт разработки ССП показывает, что ручным способом, без поддержки информационных систем можно разработать ССП для небольших компаний [1]. Для средних и больших компаний требуется разработать информационное обеспечение ССП. В настоящее время существует ряд инструментальных средств и информационных систем, предназначенных для поддержки процесса разработки ССП [2,3,4,5,6,7,8]. Информационные системы ССП отличаются разными уровнями системных и функциональных возможностей:

- информационная поддержка процесса разработки ССП;
- автоматизация выполнения отдельных процедур разработки ССП;
- комплексная автоматизация процесса разработки ССП;
- автоматизации процесса разработки ССП в рамках глобальной автоматизации управления компанией.

Системы для информационной поддержки процесса разработки ССП являются простыми системами сбора, обработки, хранения и документирования информации. Основная работа по разработке ССП выполняется специалистами - экспертами. Вероятность допущенных ошибок, несогласованности стратегических целей, показателей и т.д. достаточно высокая и сильно зависит от профессионального уровня разработчиков ССП.

Глобальным решением ускорения процесса разработки ССП и предотвращения ошибок является создание инструментальных средств для исследования и оценки бизнес-среды, эффективности принятых решений, оптимальности разработанных процедур и на основании этих автоматизация процесса разработки ССП. Задачи разработки ССП относятся к классу трудно формализуемых задач. Поэтому для их решения разрабатываются модели, создаются различные сценарий для исследования процессов и оценки эффективности принятых решений.

Создание автоматизированной системы для комплексного решения вопросов разработки ССП является сложной задачей, и нет оснований предполагать, что она решится в ближайшее время. Скорее всего, эта задача будет рассматриваться как частная задача автоматизации управления компанией, поскольку основные понятия и разработанные процедуры ССП сильно связаны с внутренними процессами организации деятельности компании. С этой точки зрения разработка ССП должна быть проведена в рамках разработки глобальной системы планирования и управления компанией.

Существующие информационные системы автоматизации процесса разработки ССП отличаются друг от друга не только функциональными возможностями, но и по многим системным характеристикам, которые являются не менее важными для использования этих систем. Рассмотрим основные характеристики информационно-программного обеспечения ССП, по которым можно оценить его качество:

1) Уровень автоматизации процесса разработки ССП (функциональная полнота системы). Данный параметр является исключительно важным и сильно влияет на процесс разработки ССП. Чем выше уровень автоматизации, тем выше качества разработки, тем меньше объем ручных работ и времени, необходимого для разработки ССП. Освобождение разработчика ССП от рутинных работ позволяет сосредоточить основное внимание на творческую часть разработки ССП.

2) Сложность эксплуатации системы. Системы автоматизации разработки ССП включают в себе многочисленные инструментальные средства для сбора, обработки и хранения информации, создания моделей процессов и процедур, оптимизации параметров, выполнения множества целевых задач и создания документации и т.д. Во всех этих процедурах разработчик принимает непосредственное участие и, естественно, должен иметь знания и навыки работы с системой. Часто бывают случаи, когда легче разработку вести ручным способом, чем тратить время на изучение предлагаемых на рынке системы. Сложность заключается как в изучении, так и в выборе подходящей системы. Системы

отличаются друг от друга по многим характеристикам и по стоимости и не легко разобраться во всем этом и сделать правильный выбор.

3) Возможность адаптации к различным условиям и платформам разработки ССП. Известно, что разработка ССП для каждого типа компании имеет много специфичных сторон. Нет универсальной системы создания ССП для любого типа компании. Это означает, что системы разработки ССП должны иметь возможность адаптации в широких пределах, как в функциональном отношении, так и в платформах реализации. Инициализация и настройка системы на конкретные задачи разработки ССП является важной задачей.

4) Техническая и программная платформы работы системы. Для эксплуатации любой программной системы необходимо обеспечить соответствующих условий ее функционирования. Эти условия определяются требованиями системы к вычислительным и сетевым ресурсам. Система может работать на отдельном компьютере, на сервере локальной сети компании или на облачной платформе глобальной сети.

5) Временные характеристики. Параметр является важным в случаях выполнения большего объема работы, требующего много ресурсов и машинного времени.

6) Устойчивость к ошибкам пользователей системы. Ошибки пользователя (оператора) неизбежны при работе любой программной системе, в которой человек принимает прямое участие. Для защиты от таких ошибок должны быть предусмотрены специальные средства. Несмотря на большого прогресса в направлении предотвращения и исправления ошибок, к сожалению, можно отметить, что их невозможно полностью исключить.

7) Пользовательский интерфейс работы с системой должен быть простым и понятным, с подсказками и проверками для правильной ориентации пользователей при принятии решений и вводе данных (дружеский интерфейс).

8) Обеспечение защиты и целостности информационной базы ССП. Созданная информационная база ССП должна быть защищена от вирусов, вредоносных программ, случайных и преднамеренных действий пользователей, приводящих к искажению данных. Поскольку защитные системы обеспечивают сохранность и целостность информационной базы ССП не в полной мере, то должны быть предусмотрены средства восстановления ее корректности и целостности.

9) Обеспечение конфиденциальности, многоуровневого доступа к данным и процедурам ССП, предотвращение несанкционированных доступов. База данных и процедуры ССП имеют иерархическую структуру, для каждого уровня в иерархии инфраструктуры компании имеется своя информационная среда и процедуры работы с этой средой. Поэтому должна быть предусмотрена многоуровневая система доступа, для того, чтобы пользователи каждого уровня имели доступ к информации и пользовались процедурой своего уровня. Кроме того, нужно иметь систему предотвращения несанкционированного доступа к базе данных ССП, имея ввиду, что информация в ССП является служебной и может представлять ценность для конкурентов.

10) Надежность работы системы. Надежность программных систем определяется вероятностью нарушения их функционирования из-за программных ошибок или некорректности данных. Следует отметить, что не все программные ошибки обнаруживаются в процессе отладки и испытания программного обеспечения. Ошибки, которые возникают редко и имеют вероятностный характер, трудно обнаруживаются. Последствиями этих ошибок могут быть нарушения правильности вычислительного процесса и некорректность результатов обработки информации, искажение базы данных и т.д.

11) Возможность модификации и функционального расширения. Система должна иметь модульную структуру, быть открытой для модернизации и добавления новых функций со стороны пользователя. Данная возможность особенно важна, поскольку идеология ССП находится в процессе развития, многие понятия уточняются, задачи формализуются, добавляются новые функции.

12) Стоимость системы. Стоимость программных пакетов ССП на одну лицензию начинается от 2 000\$ до 150 000\$ и больше. В последнее время, с появлением облачных сервисов стало возможным разработать ССП в облачной среде, что намного дешевле, чем приобретение программного обеспечения разработки ССП.

Целесообразность закупа и использования конкретного пакета программного обеспечения ССП может быть определена после сравнения существующих программных пакетов по вышеприведенным характеристикам.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Крылов С. И. Сбалансированная система показателей и информационные технологии. Международный бухгалтерский учет. 28(370), 2015. - С. 54-63.
- [2] Емельянов С.В. Информационные технологии и вычислительные системы: Математическое моделирование. Прикладные аспекты информатики. М. 2015. - 96 с.
- [3] Ермаков С. М. Современное развитие стохастических вычислительных методов // Тезисы докладов Международного конгресса «Нелинейный динамический анализ 2007». Санкт-Петербург. Россия. 2007. 274 с
- [4] Ермаков С.М. Стохастические и квазистохастические вычисления. Вестник СПбГУ. Сер. 1. 2011. Вып. 3. стр. 105-110.
- [5] Информационные системы в экономике: Учебник под ред. Г.А. Титоренко. - Юнити-Дана, 2008. 463 с.
- [6] Карминский А. М., Черников Б. В. Применение информационных систем в экономике: учебное пособие М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2012. 320 с.
- [7] Одинцов Б. Е., Романов А. Н. Проблемы создания информационных систем управления эффективностью бизнес. Вестник финансового университета. Экономика и управление народным хозяйством № 6, 2014, стр. 23-36.
- [8] Сбалансированная система показателей: краткий обзор рынка программного обеспечения, часть I, часть 2. Журнал BPM World, 30 августа 2004, 16 с.
- [9] Agarwal R., Dhar V. Editorial - Big data, data science, and analytics: The opportunity and challenge for IS research. Information Systems Research, 2014, no. 25 (3), pp. 443-448.
- [10] Abou-El-Enein M., Romhild A., Kaiser D. and others. Good Manufacturing Practices (GMP) manufacturing of advanced therapy medicinal products: a novel tailored model for optimizing performance and estimating costs // Cytotherapy. March 2013. V. 15. No. 3. pp. 362-383.
- [11] Balanced Scorecard Usage Survey 2014. Summary of Findings, Intrafocus, 2GC.
https://2gc.eu/assets/files/site/Survey_Files/2014_Survey_Document_Final.pdf.
- [12] Fan L. X., Cai M. Y. Axiomatic design theory: further notes and its guideline to applications. Int. J. Materials and Product Technology, 2015, vol. 51, no. 4, pp. 359-374.
- [13] Hiob M., Peither T., Reuter U. GMP Focus. Principles of Equipment Qualification. A Guide for Drug and Device Manufacturers. // Maas&Peither AG - GMP Publishing. First edition 2017
- [14] Mochen Y., Gediminas A., Gordon B., Yuqing R. Mind the Gap: Accounting for Measurement Error and Misclassification in Variables Generated via Data Mining // Information Systems Research, January. 2018
- [15] Provost F., Fawcett T. Data Science for Business. O'Reilly Media, 2013. 414 p.
- [16] Raj A. A review on corrective action and preventive action (CAPA). African Journal of Pharmacy and Pharmacology, 2016, vol. 10 (1), pp. 1-6.
- Rodriguez J. CAPA in the Pharmaceutical and Biotech Industries. Woodhead Publishing, 2015. 248 p. UFA2020 Overview: Universal Financial Access by 2020. 2013, Internet resource: <http://www.worldbank.org>.
- [17] Vasant D. Data science and prediction. Communications of the ACM, 2013, vol. 56, pp. 64-73.
- [18] Free and Top Balanced Scorecard Software in 2017. Internet resource: <https://www.predictiveanalyticstoday.com/open-source-balanced-scorecard-software/>

Байжанова Д.О.

Теңгерімді көрсеткіштер жүйесін ақпараттық-бағдарламалық қамтамасыз етуді құрудың алғышарттары Түйіндеме. Қазіргі уақытта теңдестірілген көрсеткішті жүйе бойынша жұмыстарды автоматтандыру және қолдау мақсаты бар ақпараттық және бағдарламалық жүйелер әзірленуде. Бұл жұмыста осы жүйелерді әзірлеудің негізгі алғышарттары және сапа көрсеткіштері қарастырылады.

Түйінді сөздер: ТКЖ (теңдестірілген көрсеткіштер жүйесі), стратегиялық мақсаттар, сыртқы және ішкі орта, бизнес-орта, ақпараттық-бағдарламалық қамтамасыз ету, қателіктерге тұрақтылық, процестерді автоматтандыру, ақпараттық базаның қорғалуы мен тұтастығы, бағдарламалық жүйелердің сенімділігі.

УДК 331.4(075.8)

A Baykenzheyeva, A. Imangaliyeva

(Department of Life Safety and Ecology, Kazakh Academy of Transport and Com-munication,
Almaty city, Kazakhstan. E-mail: aigul_bkz@mail.ru)

RISK ASSESSMENT IN THE SYSTEM OF MANAGEMENT OF LABOR PROTECTION AT THE ENTERPRISE

Abstract: the article indicates the goals and objectives of risk management at industrial enterprises. The basic definitions of hazards and risks are given. In addition, they reviewed risk assessment methods related to the implementation of OSH management systems.

Key words: hazard, hazard identification, risk, acceptable risk, acceptable methods of production risk assessment, health status, risk assessment and management system, occupational safety and health.

А.С. Байкенжеева, А.К. Имангалиева

(Казакская академия транспорта и коммуникации им. М. Тынышпаева,
Алматы, Республика Казахстан
aigul_bkz@mail.ru)

ОЦЕНКА РИСКОВ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Аннотация: в статье рассматриваются цели и задачи управления рисками на производственных предприятиях. Приведены основные определения опасностей и риска. А также рассмотрены методы оценки рисков на основе внедрения в Систему управления охраной труда Системы менеджмента профессиональной безопасности и здоровья для обеспечения необходимого уровня состояния здоровья и безопасности работающих на производственных предприятиях РК.

Ключевые слова: опасность, идентификация опасности, риск, приемлемый риск, приемлемый методы оценки производственного риска, состояние здоровья, система оценки и управления рисками, профессиональная безопасность и здоровье.

Введение

На любом производственном предприятии — заводе, фабрике, перерабатывающем, сельскохозяйственном, или логистическом объекте — ключевую роль в обеспечении жизнедеятельности и здоровья людей играет правильная организация безопасности и охраны труда как работников, так и людей, касающихся деятельности предприятия или являющихся потребителями услуг. В последнее время для обеспечения необходимого уровня состояния здоровья и безопасности работников производственные организации внедряют у себя системы управления рисками для обеспечения здоровья и безопасности как работников организации, так и временных работников, контрактников, посетителей и любого лица, находящегося на рабочем месте.

Цели и задачи управления рисками

Цель управления рисками – выявить и предотвратить превышение допустимого уровня опасности на производственном объекте.

Задачами управления являются – идентификация опасностей на рабочем месте и определение параметров существующих рисков; выбор мер по снижению уровня риска на рабочих местах; демонстрация работникам и/или их представителям, контролирующим уполномоченным органам, что опасность на рабочем месте изучена и приняты меры по снижению ее уровня; и, конечно, систематический анализ принятых мер по снижению уровня риска, для того чтобы разработать мероприятия для снижения показателей рисков до приемлемых значений.

Прежде, чем ставить цели и разрабатывать задачи, необходимо разграничить понятия опасности и риска.

В стандарте по OHSAS 18001 даны основные определения опасности, риска и его оценки.

Опасность – источник или ситуация с потенциальным вредом в виде травмы или ухудшения состояния людей или их сочетания.

Идентификация опасности – процесс признания того, что опасность существует, и определения её характеристик.

Инцидент – связанное с работой событие, в ходе которого возникает или может возникнуть травма или ухудшение состояния здоровья или смерть.

Риск - комбинация вероятности наступления установленного опасного события и его последствий.

Приемлемый риск – риск, сниженный до уровня, который может поддерживать организация, учитывая свои правовые обязательства и свою собственную политику в области охраны труда.

Допустимый риск – риск, который был снижен до уровня, приемлемого для организации с учётом требований законодательства и её собственной политики в области OHSAS.

Оценка риска – общий процесс оценивания величины риска и решение вопроса, является ли уровень риска приемлемым или нет.

Самая ранняя попытка создать практический перечень профессиональных рисков была предпринята А.Д. Брандтом в вышедшей в 1946 году книге «Технология промышленной гигиены», который составил перечень приблизительно 1 300 профессий с перечислением рисков, присущих каждой профессии. Общее количество их составило приблизительно 150, большая часть из них была связана с опасностью неблагоприятного воздействия химических веществ. В 1964 г. вышла книга У. Хаддона, Е. Сачмана и Д. Кляйна «Способы и методы исследования несчастных случаев», в которой авторы сделали попытку классифицировать различные типы несчастных случаев. В 1973 году в книгу Дж. М. Стеллмана и С.М. Даума «Работа опасна для вашего здоровья» включена «Таблица неблагоприятных факторов в различных профессиях». В 1973 году Школой медицины Тель-Авивского университета составлен перечень приблизительно 1 000 потенциальных профессиональных рисков, которые могут иметь место примерно для 2 000 различных профессиях (Alexander Donagi, Avraham Aladjem., 2005).

При проведении оценки риска необходимо планировать:

- обеспечение ресурсами;
- назначение компетентного персонала, обучение и подготовка его;
- участие работников в проведении оценки риска;
- обеспечение доступа к необходимой информации и ресурсам;
- составление списка рабочих мест;
- определение способа предоставления результатов заинтересованным сторонам.

Также необходимо назначить ответственных лиц за подготовку и согласование действий. Оценка риска применима для всех рабочих мест, для всех производственных работ, а также для редко выполняемых работ.

Методы оценки рисков

Интересны методы оценки рисков, используемых за рубежом. Московский Экспертно-аналитический центр Технологии труда дает краткое сравнение этих методов.

Метод «5 шагов оценки рисков»

1 шаг. Выявить опасности для здоровья или безопасности, присущие виду деятельности или рабочему месту.

2 шаг. Выявить тех, кто и в какой степени может пострадать от выявленных опасностей.

3 шаг. Оценить риски и принять решение относительно достаточности принимаемых профилактических мер.

4 шаг. Вести записи.

5 шаг. Корректировать проведенные оценки по мере необходимости.

Данный метод наиболее распространен в зарубежных странах. Его преимущество в простоте и в том, что он основан на общепринятых системных принципах, носит постоянный характер, позволяет планировать и осуществлять мониторинг выявленных опасностей, а также быстро реагировать на изменяющиеся условия производственной среды. Существует несколько методик по оценке рисков с использованием пятишаговой модели. Этот метод может использоваться в организациях любого вида деятельности и размеров.

Метод опросных листов

Этот метод также довольно распространен, и широко применяется на предприятиях за рубежом, а также в ряде российских организаций. Преимущества в простоте и гибкости использования. Работодатель может сам составить перечень опасностей и на основе отметок о их наличии на рабочих

местах и планировать меры по устранению или снижению риска повреждения здоровья на рабочем месте. Особенно удобен для использования на предприятиях малого и среднего бизнеса. Применительно к РФ и РК можно в качестве опасностей, перечисленных в опросных листах, использовать перечень вредных и/или опасных факторов, утвержденный нормативными документами, а также перечень факторов, измеряемых при проведении аттестации рабочих мест.

Фактически можно сказать, что этот метод представляет собой некий аналог специальной оценки условий труда, только более простой, т. к. проводится без использования измерительных приборов, а просто позволяет зафиксировать наличие либо отсутствие на рабочем месте тех или иных опасностей.

Недостаток — в отличие от метода пяти шагов не носит системный характер, что затрудняет планирование и мониторинг.

Метод Файн-Кинни

Этот метод выражается формулой:

$R = \text{Подверженность} \times \text{Вероятность} \times \text{Последствия}$

В методе Файн-Кинни степень подверженности варьируется от 0 (= никогда нет подверженности) до 10 (= постоянная подверженность). Вероятность варьируется от 0 (= абсолютно невозможно) до 10 (= это случится). Последствия варьируются от 1 (= минимальные, небольшое повреждение) до 100 (= катастрофа).

Проведение анализа рисков таким способом должно вести к классификации рисков в сфере промышленной безопасности и здоровья по степени серьезности, например:

$R = 0 - 20$ небольшой риск, возможно приемлемый

$R = > 400$ очень высокий риск, немедленное прекращение деятельности

Таким образом, метод Файн-Кинни классифицирует профессиональный риск по пяти группам:

1. Очень легкий
2. Небольшой
3. Средний
4. Высокий
5. Крайне высокий

В зависимости от полученного коэффициента и итоговой классификации расставляются приоритеты в отношении мер, которые необходимо принять для устранения или снижения риска повреждения здоровья на рабочем месте, и составляется план мероприятий.

Довольно широко используется как за рубежом, так и в РФ.

Преимущества — простота в расчетах и наглядность. Возможность графического отображения карты опасностей, выявленных на рабочем месте. Из-за своей простоты может использоваться на предприятиях малого и среднего бизнеса.

Недостаток – субъективность при проведении оценки вероятности.

Система Элмери

Эта система очень схожа с использованием опросных листов. Система построена на использовании метода наблюдения за условиями труда на рабочем месте. При наблюдении заполняются Карты наблюдений, и по итогам рассчитывается коэффициент безопасности рабочего места.

Наблюдение проводится по следующим основным параметрам:

- производственный процесс;
- машины и оборудование;
- порядок и чистота на рабочем месте;
- факторы окружающей среды;
- эргономика;
- проходы и проезды;
- возможности для спасения и оказания первой помощи.

В карте наблюдений делаются следующие отметки:

– состояние объекта наблюдения (пункт) признается «хорошим» и ставится «+» в графу, если он отвечает минимальному уровню (по мнению наблюдателя) требований безопасности. Если состояние объекта не соответствует требованиям охраны труда, то ставится отметка «-»;

– если по какой-либо причине нет возможности оценить данный показатель или методом наблюдения его нельзя определить, то в соответствующей графе карты наблюдений указывается отметка «отсутствует» или «0».

Коэффициент безопасности для каждого рабочего места рассчитывается по формуле:

$$Kб = \frac{\text{пункты «хорошо»}}{\text{пункты «хорошо»} + \text{пункты «плохо»}} \times 100 (\%).$$

Данная система наблюдения рекомендована Федерацией независимых профсоюзов России. Также довольно распространена в зарубежных странах.

Преимущества — простота в использовании и расчете коэффициента, может использоваться на предприятиях малого и среднего бизнеса.

Недостатки – недостаточная информативность итогового коэффициента. Невозможность определить, какой именно фактор или факторы явились основной причиной повышенного риска на рабочем месте. Также зачастую присутствие только одной опасности может быть критичным для конкретного рабочего места, но коэффициент риска при этом будет низким.

Существует и много других методов оценки риска, например, *метод «галстук – бабочка»*, в котором выбирается для анализа только одно событие. Определяются источники риска и анализируются возможные последствия. Метод ориентирован на средства управления, направленные на предупреждение или уменьшение последствий опасных событий, и оценку их эффективности. Однако данный подход не отражает совокупность событий.

Применяют и метод *матрица последствий и вероятностей*. Выявленные факторы риска разбиваются по двум критериям. Как высока вероятность негативного события и как велик вред в случае эскалации.

В мире распространена практика, согласно которой риск оценивается как сочетание вероятности возникновения опасного события или воздействия (воздействий) и серьезности последствий этого события или воздействия (воздействий).

При этом риск рассчитывается по формуле:

$$R = f(P, B),$$

где P – серьезность последствий, B – вероятность.

Критерий “серьезность последствий” имеет следующую градацию:

- фатальная;
- значительная;
- высокая;
- средняя;
- очень низкая.

Критерий “вероятность” имеет следующую градацию:

- неизбежно,
- вполне вероятно;
- вероятно;
- маловероятно;
- практически невозможно.

В зависимости от сочетания этих критериев риск оценивается как:

- недопустимый (высокий) риск;
- умеренный (средний) риск;
- малый риск, или приемлемый;
- незначительный (низкий) риск.

Но если каждому критерию дать значение, например, от 1 до 5. тогда можно преобразовать формулу для определения последствий:

$$R = CP \times B$$

И результат риска тогда можно выразить в количественном значении. Пределы его значений соответственно будут находиться в интервале значений от 1 до 25.

Заклучение

Для обеспечения необходимого уровня состояния здоровья и безопасности работников производственные организации внедряют у себя Системы управления рисками для обеспечения здоровья и безопасности работников.

В этой связи стандарт OHSAS 18001 предполагает реализацию следующих трех этапов:

- идентификация опасностей;
- оценка рисков, связанных с такими опасностями;
- определение мер, необходимых для управления рисками (минимизация, защита, контроль и др.).

Все риски, связанные с каждой из идентифицированных опасностей, следует оценивать и упорядочивать по приоритетам регулирования и контроля на основе оцененных уровней риска.

Риски, которые признаны неприемлемыми, должны быть использованы как база для разработки целей и задач в области охраны труда.

Конечно, применение стандарта OHSAS 18001 не решает абсолютно всех проблем предприятия в области охраны труда. В частности, в стандарте отсутствуют конкретные методики расчета уровня риска. Поэтому каждое предприятие вправе самостоятельно разрабатывать методы оценки риска.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Трудовой кодекс Республики Казахстан, 2015г.
- [2] Государственный стандарт РК «Система стандартов безопасности труда». Система управления охраной труда в организациях. Руководство по оценке и управлению рисками. СТ РК 12.0.002-2016
- [3] СТ РК 1500-2006 Менеджмент риска. Термины и определения.
- [4] ГОСТ 12.0.230-2007 Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования.
- [5] Н Сачков. Роль оценки рисков в системе управления охраной труда. Охрана труда в РФ, N 05/ февраль 2019г.
- [6] М.М. Алексеев. Практические подходы к оценке рисков в системе управления охраной труда. Опубликовано в портале «trudohrana.ru»

Байкенжеева А.С., Имангалиева А.К.

Кәсіпорындағы еңбек қауіпсіздігін басқару жүйесінің тәуекелдерін бағалау

Түйіндемe: мақалада өнеркәсіп кәсіпорындарында тәуекелдерді басқару мақсаттары мен міндеттері талқыланады. Тәуекелдер мен тәуекелдердің негізгі анықтамалары берілген. Сондай-ақ, тәуекелдерді бағалау әдістері Қазақстанның өнеркәсіптік кәсіпорындарында еңбек қауіпсіздігі мен еңбекті қорғаудың қажетті деңгейін қамтамасыз ету үшін Еңбекті қорғауды басқару жүйесіндегі Еңбекті қорғау және денсаулықты басқару жүйесін енгізу негізінде қарастырылады.

Түйінді сөздер: қауіптілік, қауіпті сәйкестендіру, тәуекел, қолайлы тәуекел, өндірістік тәуекелдерді бағалаудың қолайлы әдістері, денсаулық жағдайы, тәуекелдерді бағалау және басқару жүйесі, еңбекті қорғау және денсаулық.

ӘОЖ 006.032

A.Yesmaganbetova, D.Dautkanova, O.Duisenbekova, A.Myrzhykbayeva
(Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan.
e-mail: eaigera@mail.ru)

IMPROVING THE QUALITY OF MANAGEMENT DECISIONS DURING THE DEVELOPMENT OF INHABITED AREAS

Abstract. To improve the quality of management decisions in the development of inhabited areas, the article indicates the need for modernization and technical and economic adjustments of the cadastral system in the field of rights registration, in accordance with the requirements of the international standard ISO 19152 - Geographic information - Land Administration Domain Model (LADM).

Keywords: cadastre, ISO 19152, management, urbanization, state land cadaster.

А.Б. Есмаганбетова, Д.Р. Даутканова, О.О. Дуйсенбекова, А.Д. Мыржыкбаева
(Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы)

ЕЛДІ-МЕКЕНДЕРДІ ДАМЫТУДАҒЫ БАСҚАРУ ШЕШІМДЕРІНІҢ САПАСЫН АРТТЫРУ

Аңдатпа. Мақалада елді-мекендерді дамытудағы басқару шешімдерінің сапасын арттыру барысында дүниежүзілік тәжірибедегі кадастр жүйесі мен құқықты тіркеу саласында көрсетілетін қызметтер құрамының

еркін дамуы мен кеңеюіне бастама ретінде ISO 19152 - Geographic information – Land Administration Domain Model (LADM) стандартының талаптарына сай бірыңғай мемлекеттік тіркеу жүйесінің мәліметтер базасының құрылымына технико-экономикалық түзетулер мен жүйені модернизациялау жүргізу қажеттігі көрсетілген.

Түйін сөздер: кадастр, ISO 19152, басқару, урбанизация, мемлекеттік жер кадастры.

Елді-мекендерді дамытудағы басқарушылық шешімдердің сапасын арттыру қажеттілігі – заманауи әлем мәселелерінен туындап отыр, ал оның ішінде урбанизация – ерекше рөл атқарады.

Біріккен ұлттар ұйымының мәліметі бойынша, қазір әлем халқының 56 пайызы қалаларда тұрады. Болашақта халық санының өсуі қала тұрғындары санының өсуіне байланысты болады, қала тұрғындары болжам бойынша 2030 жылы әлем халқының - 60 пайызын, ал 2050 жылға қарай - 68 пайызды құрайды. [1]

ҚР Ұлттық экономика министрлігінің статистика комитетінің соңғы деректері (2-кесте) бойынша, жарты жылда еліміздің қала тұрғындары 1% -ға, ауыл тұрғындары 0,1% өскендігін байқауға болады. [2]

Жалпы, жылдың бірінші жарты жылдығының қорытындылары бойынша Қазақстандықтардың саны - 18,27 миллионға жеткен.

1-шілдеге дейін, елдегі тұрғындардың саны 18,27 миллион адамды құрады. Бұл ағымдағы жылдың басынан 115,1 мыңға артық (1-кесте).

Ескеретін жайт, жарты жылда халық санының табиғи өсімі - 125,9 мың адамды, ал елде көші-қон «жоғалуы» - 10,8 мың адамды құрады (1-кесте).

1-кесте Республика тұрғындары санының өсу динамикасы

Елді-мекен аталуы	Жалпы, мың адам		Өсімі, мың адам		
	1 шілде 2018 жыл	1 қаңтар 2018 жыл	жалпы	табиғи	миграциялық
Қазақстан	18272,5	18157,3	114,9	125,9	-11,00
Ақмола	740	738,9	1,1	2,2	-1,10
Ақтөбе	863,5	857,7	5,8	6,8	-1,00
Алматы	2026,6	2017,3	9,3	17,4	-8,10
Атырау	627,2	620,7	6,5	6,5	0,00
БҚО	649,5	646,9	2,5	3,4	-0,90
Жамбыл	1120,8	1117,2	3,5	9,5	-6,00
Қарағанды	1380	1380,5	-0,5	4,2	-4,70
Қостанай	874,3	875,6	-1,3	1	-2,30
Қызылорда	788,8	783,2	5,6	7,2	-1,60
Маңғыстау	669,2	660,3	8,8	8,2	0,60
Павлодар	754,4	754,9	-0,4	2,2	-2,60
СҚО	556,8	558,6	-1,8	0,1	-1,90
Түркістан	1956,5	1977	-20,5	21,1	-41,60
ШҚО	1381,9	1383,7	-1,9	3,4	-5,30
Астана	1048	1030,6	17,4	12,3	5,10
Алматы	1829	1802	27	10,1	16,90
Шымкент	1006	952,2	53,8	10,3	43,50

ҚР ҰЭМ СК мәліметтерінен алынған

Агломерация және урбанизация үдерістері елдің 2020 жылға дейінгі аумақтық және кеңістіктік дамуының болжау схемасында және Қазақстан Республикасының басқа да даму бағдарламаларында айқын көрінеді. [3]

Осылайша, қала тұрғындарының саны жыл басынан бері 1% -ға (105,5 мың адам) 10,53 млн. артты. Сонымен қатар, ағымдағы жылдың бірінші жартыжылдығында ауыл тұрғындарының саны тек 0,1% -ға (барлығы 9,6 мың адамға), 774 млн. Қазақстандыққа дейін өскен.

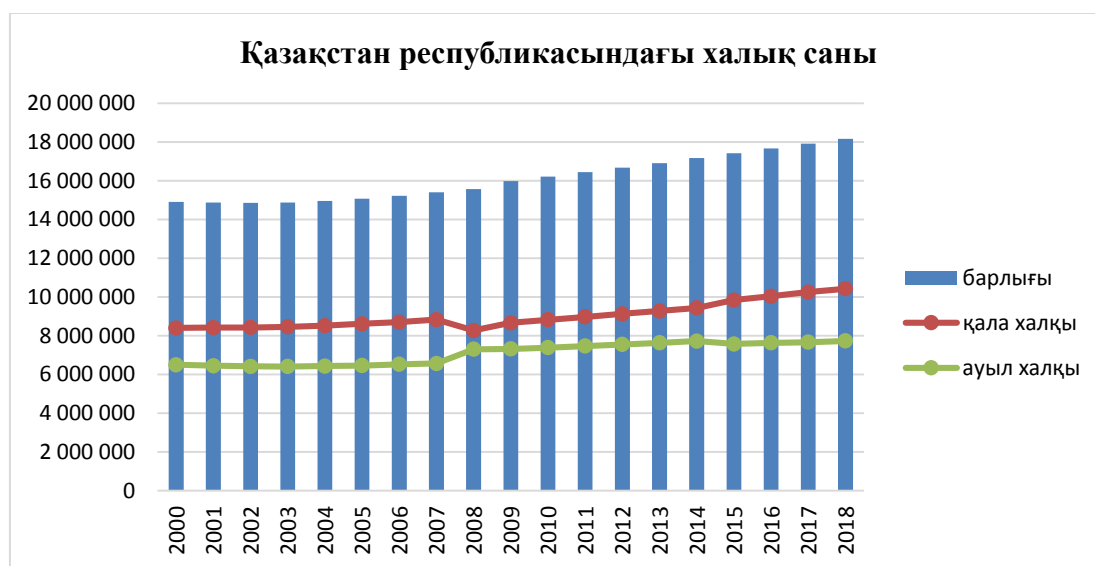
2-кесте. Қала және ауыл тұрғындары санының динамикасы тұрғындарының саны

Елді-мекен аталуы	Қала тұрғындары, мың адам			Ауыл тұрғындары, мың адам		
	1 шілде 2018 жыл	1 қаңтар 2018 жыл	өсуі / кемуі	1 шілде 2018 жыл	1 қаңтар 2018 жыл	өсуі / кемуі
Қазақстан	10529,1	10423,7	1,0%	7743,4	7733,9	0,1%
Ақмола	348,7	348,7	0,0%	391,3	390,3	0,3%
Ақтөбе	551,1	545,3	1,1%	312,4	312,4	0,0%
Алматы	460,5	464,5	-0,9%	1566,1	1552,8	0,9%
Атырау	298,6	296,9	0,6%	328,6	323,8	1,5%
БҚО	336,5	333,3	1,0%	313	313,7	-0,2%
Жамбыл	444,5	443,9	0,1%	676,3	673,3	0,4%
Қарағанды	1099	1099,1	0,0%	281	281,4	-0,1%
Қостанай	474	472,8	0,3%	400,4	402,8	-0,6%
Қызылорда	349,1	346,2	0,8%	439,6	437	0,6%
Маңғыстау	270,8	269,2	0,6%	398,4	391,1	1,9%
Павлодар	533,1	533,5	-0,1%	221,3	221,4	0,0%
СҚО	251,4	250,9	0,2%	305,4	307,7	-0,7%
Түркістан	381,1	388,8	-2,0%	1575,4	1588,2	-0,8%
ШҚО	847,7	845,8	0,2%	534,2	538	-0,7%
Астана	1048	1030,6	1,7%	-	-	-
Алматы	1829	1802	1,5%	-	-	-
Шымкент	1006	952,2	5,7%	-	-	-

ҚР ҰЭМ СК мәліметтерінен алынған

Бұдан байқайтынымыз, ауыл тұрғындарының үлесі жыл сайын жүйелі түрде төмендеп бара жатыр.

Осылайша, биылғы жылдың басында ауыл тұрғындары барлық Қазақстандықтардың 42,6% -ын құраса, бір жыл бұрын 42,8%, бес жыл бұрын - 45,1%, ал он жыл бұрын 46,9% құраған (1-сурет).



1-сурет

Бұл өз кезегінде, шектеулі жер ресурстары - жер үсті құрылыстарының тығыз орналасуына және конфигурациясының күрделене түсуіне, сонымен қатар жер асты кеңістіктерін де пайдалануға әкеп соқтыруда. Сонымен бірге, қала тұрғындары санының көбеюі көліктік инфрақұрылымды: көпір, жер үсті және жер асты жаяу жүргіншілер жолы, метрополитен желілері мен станцияларын жобалау, құрылысын салу және жаңарту өзектілігі арта түседі [4].

Осы объектілердің жиынтығы, олардың толық тізбесі белгілі бір елге байланысты, жер учаскелері мен оларда орналасқан күрделі құрылыс объектілерімен қатар жылжымайтын мүлік объектілеріне жатады. [5]

Мұндай объектілерге меншік құқығын қамтамасыз ету, салық салу және осындай мүлікті басқару үшін жылжымайтын мүлік объектілері (жылжымайтын мүлік кадастрының) туралы мәліметтерді үлгілер түрінде сақтайтын тиісті мемлекеттік ақпараттық ресурстар әзірленеді [6]. Компьютерлік ортада қалалық (және басқа) аумақтарды дамытуды жоспарлауда қолданылатын мұндай үлгілердің жиынтығын геокеңістік деп атайды [7].

Алынған ғылыми нәтижелерді талдай отырып, жылжымайтын мүлік кадастрларында сақталған деректерді пайдаланудың тиімділігі олардың толықтығы, көрнектілігі дәлдігі мен дұрыс координаттық сипаттамасына тікелей байланыстылығын білдіреді.

Біздің елімізде жер ресурстарын басқару және мемлекеттік жер кадастры жұмыстарын жүргізу саласындағы қолданыстағы мемлекеттік жер кадастрының автоматтандырылған ақпараттық жүйесі (МЖК ААЖ) 2002-2007 жылдар аралығында техникалық талаптарға сай отандық мамандармен әзірленген. Ол уақытта жылжымайтын мүлікті басқару саласына арналған халықаралық стандарт болмады. Сәйкесінше, дүниежүзілік тәжірибедегі кадастр жүйесі мен құқықты тіркеу саласындағы көптеген қызметтер түрі отандық жүйеде жоқ. Ал бұл көрсетілетін қызметтер құрамының еркін дамуы мен кеңеюіне шектеу болып тұр. Мысалы, 3D және 4D кадастрын енгізу, бұлтты технологияларды пайдалану (ағылш. Cloud computing) және т.б.

LADM стандарт ретінде алғаш рет 2009 жылы халықаралық стандарттау ұйымының комиссиясымен ISO/TC211 қарастырылды. Соңғы баспасы 2012 жылдың қараша айында қабылданды [5]. Стандартқа жалпы шолу авторлармен [6] келтірілген.

LADM стандартына «ISO 19152:2012» сериясы берілген. 19100 сериялы стандарттар географиялық ақпараттық жүйелерге жатады. Стандарт «Жер әкімшілігі» деп аталатын шешімін табу қиын проблемалық саланың концептуалдық сызбасын ұсынады. Сызба 3 негізгі мәліметтер пакетінен құралған: Party субъектілері (жеке және заңды тұлғалар), құқықтар мен міндеттер Administrative және кеңістіктегі нысандар Spatial Unit. Әр пакет барлық деңгейінде кластар жиынтығын құрайды. Бірінші деңгейдегі Party пакеті 6 кластан тұрады. Мысалы, LA_Party (азаматтық құқық субъектілері – азаматтар, заңды тұлғалар және т.б.), LA_Group Party (азаматтық құқықтың тұрақты субъектілері), LA_Party Member (құқық иеленушілер тобына кіретін субъект). Пакет Administrative 15 кластан тұрады. Мысалы, LA_Right (жылжымайтын мүлікке құқық), LA_Restriction (жылжымайтын мүлікті пайдалану құқығына шектеулер), LA_Responsibility (жылжымайтын мүлікті ұқыпты пайдалану жауапкершілігі), LA_Mortgage (ипотека құқы). Пакет Spatial Units 19 класты құрайды. Мысалы, LA_Spatial Unit (кеңістіктік бірліктер), LA_Spatial Unit Group (кеңістіктік бірлік топтары), LA_Legal Space Building Unit (құқықтық шегі бар капиталды құрылыстар), LA_Legal Space Utility Network (физикалық шекаралары сәйкес келуі міндетті емес инженерлік құрылыстарды орналастыруға арналған құқықтық кеңістіктер). LA_Spatial Unit класы Surveying геодезиялық түсірілімнің мәліметтерін, геометрия мен Spatial Representation топологиясының мәліметтерін сақтайтын төменгі деңгейдің пакетімен байланысқан.

Модель арнайы кластардан да құралған. Мысалы, Versioned Object класы LADM-ге тарихқа айналған, жойылған мәліметтерді бейнелеу үшін енгізілген. Қажет болған жағдайда модельді өзгертілу тарихын есепке ала отырып қайта жаңғыртуға болады. Әр пакетке немесе пакетшеге мәліметтерді әртүрлі деңгейдегі (ұлттық, аймақтық, локальды) түрлі ұйымдар енгізе алады. Бұл модельдің маңыздылығын көрсетеді: әр түрлі ұйымдар өздерінің енгізген мәліметтеріне жауапты, яғни стандартталған әкімшілік және техникалық үрдісі негізінде жүйенің жаңартылып отыруына септігін тигізе алады.

LADM «Жер әкімшілігі» деп аталатын шешімін табу қиын проблемалық саланың концептуалдық сызбасын ұсынады. Стандарттың мақсаттары көрсетілген келесідей бағыттарды қамтиды:

1. барлығына ортақ жер әкімшілігінің онтологиясын құру;
2. жер әкімшілігін бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеуді қолдау;
3. жер әкімшілік жүйесіндегі кадастрлық мәліметтермен алмасуды жеңілдету;

4. жер әкімшілігі мәліметтерінің сапасын басқаруды қолдау [7].

LADM жер әкімшілігі жүйесіне арналған жалпы стандарт болып есептеледі. Ол бағдарламалық қосымшалардың дамуына ықпал етеді және тұрақты дамуға тікелей байланысты жер әкімшілігі жүйесін құруды жеделтеді. LADM жер әкімшілігінің, сонымен қатар су нысандарына қатысты, тағы жер қабатының үсті мен астында орналасқан нысандардың негізгі ақпараттық құрылымдарын қамтиды [8].

LADM халықаралық және ұлттық жүйе негізінде жер әкімшілігінің формальды немесе формальды емес түрлі юрисдикциялық процедуралары мен тәжірибесінде жалпы мінездеме беретін, әрі қолданыста қарапайым жалпыға ортақ терминологиясын анықтайды [9]. Бұдан басқа, стандарт ұлттық және аумақтық жер әкімшілігінің негізін қамтамасыз ете отырып, әр түрлі деректерден алынған ақпаратты қажетті форматта интеграциялауға мүмкіндік береді [10].

LADM жерді иелену мен пайдаланудың формальды және дәстүрлі формаларын, сонымен қатар жер пайдаланудың формальды емес жерге қызығушылықтарын интеграциялай алады. Бұл стандарт FAO, UN-ABITAT тарапынан сонымен қатар біраз елдердің қолдауына ие болды [11]. Көптеген елдер осы стандартқа негізделген бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеуге кірісіп кетті [12,13,14.15]. Стандарт ұлттық заң актілеріне өзгеріс енгізуге бағытталмаған, яғни кез-келген құқықтық өзгертулерсіз қолдануға мүмкіндік береді. Әр елдің жаһандық болжамы мен кадастрлық жүйесінің үйлесімділігін есепке ала отырып болашақта ұлттық мемлекеттік тіркеу жүйесінің дамуы үшін осы стандартпен анықталған жылжымайтын мүлік кадастрының моделіне сүйену орынды.

Қорытынды. Жоғарыда атап өткендей, еліміздің МЖК ААЖ жүйесі отандық мамандармен 2002-2007 жылдар аралығында кезең-кезеңімен енгізілген болатын. Алайда ол уақытта, мемлекеттік жер кадастрын жүргізу саласында ешқандай халықаралық стандарттар болмағандықтан көптеген қызметтер түрі ескерілмеген. Сонымен қатар, еліміздегі бірыңғай мемлекеттік тіркеу жүйесінің мазмұны мен терминологиясы да халықаралық стандарттарға сай емес. Дүниежүзілік тәжірибедегі кадастр жүйесі мен құқықты тіркеу саласында көрсетілетін қызметтер құрамының еркін дамуы мен кеңеюіне бастама ретінде Geographic information – Land Administration Domain Model (LADM) стандартын игеру жұмыстарын отандық мамандармен зерттеу қажет, сонымен қатар аталған стандарттың талаптарына сай бірыңғай мемлекеттік тіркеу жүйесінің мәліметтер базасының құрылымына технико-экономикалық түзетулер мен жүйені модернизациялау жоспарын әзірлеу қажет.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] <http://www.unic.ru/event/2019-04-01/v-mire/naselenie-mira-rastet-stareet-i-perezzhaet-v-goroda>
- [2] http://stat.gov.kz/faces/wcnav_externalId/homeNumbersPopulation?lang=ru
- [3] ҚР Президентінің 2011 жылғы 21 шілдедегі № 118 Жарлығымен бекітілген «Елді аумақтық кеңістікте дамытудың 2020 жылға дейінгі болжамды схемасы»
- [4] Киселева А. О., Ключниченко В. Н. Разработка информационных форм ведения баз данных о недвижимом имуществе для целей кадастра // Вестник СГГА. – 2012.
- [5] Земельный кодекс Республики Казахстан от 20 июня 2003 года № 442-ІІ (с изменениями и дополнениями по состоянию на 24.05.2018 г.)
- [6] Әліпбеки О.Ә., Молдабеков М.М. Перспективы развития геоинформационных ресурсов Казахстана. // Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан - ISSN 2224-5227 - №5 - 2014
- [7] Карпик, А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий : монография / А. П. Карпик. – Новосибирск : СГГА, 2004. – 260 с.
- [8] Geographic Information – Land Administration Domain Model (LADM) (EN ISO19152:2012) // European Committee for Standardization
- [9] C. Lemmen and Peter van Oosterom, The Land Administration Domain Model Standard // 5th Land Administration Domain Model Work-shop 24-25 September 2013, Kuala Lumpur, Malaysia
- [10] Филиппова А.П. Зарубежный опыт функционирования кадастровых информационных систем // Земельный вестник России, № 1-2, 2005 – с.63-68.
- [11] The Land Administration Domain Model (LADM): Motivation, standardisation, application and further development. Peter van Oosterom Christiaan Lemmen / Land Use Policy Volume 49, December 2015
- [12] Kean Huat Soon, Representing Roles in Formalizing Domain Ontology for Land Administration // 5th Land Administration Domain Model Workshop 24-25 September 2013, Kuala Lumpur, Malaysia
- [13] СН РК 3.01-00-2011 Инструкция о порядке разработки, согласования и утверждения градостроительных проектов в Республике Казахстан.
- [14] Гутгарц Е. Регистрация прав на недвижимость в 2016 году. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.prostopravo.com.ua

[15] Ивчатова Н.С. Сравнительный анализ учетно-регистрационных систем недвижимости в различных странах. // Интерэкспо Гео-Сибирь. (Экономика и экономические науки)., - 2016, - С. 3-12.

Есмаганбетова А.Б., Даутканова Д.Р., Дуйсенбекова О.О., Мыржыкбаева А.Д.

Повышение качества управленческих решений при развитии населенных пунктов

Резюме. Для повышения качества управленческих решений при развитии населенных пунктов в статье указана необходимость модернизации и технико-экономические коррективы кадастровой системы в области регистрации прав, в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 19152 - Geographic information – Land Administration Domain Model (LADM).

Ключевые слова: кадастр, ISO 19152, управление, урбанизация.

УДК 681.5

М.А. Beisenbi, A.M. Turgunbekov, N.M. Kisikova, A.U. Sadvakasova
(Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Republic of Kazakhstan
beisenbi@mail.ru, 2azat_007_91@mail.ru, knms@mail.ru)

CONTROL SYSTEM OF THE UNSTABLE MODES OF SPACE AIRCRAFT

Abstract. An approach to the development of systems management of the space aircraft with the increased potential of robust stability with the choice of the law of management in a class of one-parametrical structural and steady displays is offered.

The research of robust stability of a control system of the space aircraft is based on a direct method of A.M. Lyapunov. Creation of functions of Lyapunov are based on a gradientnost of system and potentiality of functions of Lyapunov. On this basis the gradient and high-speed method of vector functions of Lyapunov is offered.

Key words: synthesis, control system, gradient-velocity, Lyapunov vector-functions, deterministic chaos regime, strange attractor, structurally stable maps.

М.А. Бейсенби, А.М. Тургунбеков, Н.М. Кисикова, А.У. Садвакасова
(Евразийский Национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Астана, Республика Казахстан
beisenbi@mail.ru, 2azat_007_91@mail.ru, knms@mail.ru,)

**СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ НЕУСТОЙЧИВЫМИ РЕЖИМАМИ
КОСМИЧЕСКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Аннотация. Предлагается подход к разработке систем управление КЛА с увеличенным потенциалом робастной устойчивости с выбором закона управления в классе однопараметрических структурно-устойчивых отображений.

Исследование робастной устойчивости системы управления КЛА базируется на прямом методе А.М. Ляпунова. Построение функций Ляпунова основаны на градиентности системы и потенциальности функций Ляпунова. На этой основе предлагается градиентно-скоростной метод вектор-функций Ляпунова.

Ключевые слова: синтез, система управления, градиентно-скоростной, вектор-функций Ляпунова, режим детерминированного хаоса, странный аттрактор, структурно-устойчивые отображения.

Для современных задач управления космическим летательным аппаратом (КЛА) характерны всевозрастающая сложность: требования устойчивости и высокие качества систем управления в условиях многомерности, неопределенности и нелинейности реальных КЛА. Одним из основных свойств нелинейных динамических систем в современных условиях является функционирование в режиме детерминированного хаоса с порождением «странные аттракторы» [1,2,3].

При исследовании часто КЛА линеаризируется и в линейных системах уже детерминированный хаос проявляется в форме неустойчивости. Хаотические и неустойчивые режимы КЛА в основном являются нежелательными и вредными, вызывающие вибрации «разноса», которые могут привести к авариям [4,5,6]. Поэтому проблема подавления или исключения из режима функционирования КЛА, хаотических или неустойчивости путем синтеза законов управления является актуальной, но нерешенной проблемой [5,6].

Реальные КЛА функционирует в условиях существенной неопределенности и увеличение потенциала робастной устойчивости, путем синтеза закона управления в классе структурно

устойчивых отображений [7,8,9] из теорий катастроф [10,11], является одним из ключевых факторов, гарантирующих системе защиту от режима неустойчивости.

Настоящая статья посвящена разработке систем управления с повышенным потенциалом робастной устойчивости КЛА с неопределенными параметрами, с подходом к синтезу систем управления в классе однопараметрических структурно-устойчивых отображений [12,13,14,15], позволяющих предельно увеличенный потенциал робастной устойчивости системы.

Исследование систем управления КЛА с повышенным потенциалом робастной устойчивости проводится градиентно-скоростным методом вектор-функций Ляпунова [16,17,18], основанные на градиентности системы и потенциальности [10] вектор-функций Ляпунова [19,20]. Это позволило по уравнению состояния системы управления КЛА построить функцию Ляпунова и исследовать системы по прямому методу А.М. Ляпунова [19,21].

Пусть линейный симметричный космический летательный аппарат описывается уравнением:

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = x_2 \\ \frac{dx_2}{dt} = a_{23}x_3 \\ \frac{dx_3}{dt} = x_4 \\ \frac{dx_4}{dt} = -a_{43}x_3 - a_{44}x_4 + b_{45}u_5 + b_{46}u_6 \\ \frac{dx_5}{dt} = x_6 \\ \frac{dx_6}{dt} = a_{61}x_1 - a_{65}x_5 - a_{66}x_6 \end{cases} \quad (1)$$

где x_1, x_2, x_3 и x_4 - соответственно угол поворота вокруг оси, угловая скорость вращения объекта, угол поворота двигателя-маховика и угловая скорость двигателя маховика, x_5 и x_6 - соответственно измеренные значения датчика угла и измеренные значения датчиком угловой скорости; Уравнения системы векторно-матричной форме записывается

$$\frac{dx}{dt} = Ax + Bu \quad (2)$$

где

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & a_{23} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -a_{43} & -a_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ a_{61} & 0 & 0 & 0 & -a_{65} & -a_{66} \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & b_{45} & b_{46} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$a_{23} = \frac{1}{J}; a_{43} = 2 \frac{\xi_M}{T_{21}}; a_{44} = \frac{1}{T_M^2}; a_{61} = K_M; a_{65} = 2 \frac{\xi_d}{T_d}; a_{66} = \frac{1}{T_d^2}; b_{45} = 1; b_{46} = 1$$

Закон управления задается в виде:

$$u_5 = -x_5^3 + k_5 x_5, u_6 = -x_6^3 + k_6 x_6, \quad (3)$$

Уравнения (2) с учетом (3) развернутой форме представляется уравнением

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = x_2 \\ \frac{dx_2}{dt} = a_{23} x_3 \\ \frac{dx_3}{dt} = x_4 \\ \frac{dx_4}{dt} = -a_{43} x_3 - a_{44} x_4 - b_{45} x_5^3 + b_{45} k_5 x_5 - b_{46} x_6^3 + k_6 x_6 \\ \frac{dx_5}{dt} = x_6 \\ \frac{dx_6}{dt} = a_{61} x_1 - a_{65} x_5 - a_{66} x_6 \end{cases} \quad (4)$$

Из уравнения состояния (4) определяем установившиеся состояния системы x_{s1} , как решение системы алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} x_{2s} = 0 \\ a_{23} x_{3s} = 0 \\ x_{4s} = 0 \\ a_{43} x_{3s} - a_{44} x_{4s} - b_{45} x_{5s}^3 + b_{45} k_5 x_{5s} - b_{46} x_{6s}^3 + k_6 x_{6s} = 0 \\ x_6 = 0 \\ a_{61} x_{1s} - a_{65} x_{5s} - a_{66} x_{6s} = 0 \end{cases} \quad (5)$$

Система (5) имеет тривиальные решения

$$x_{1s} = 0; x_{2s} = 0; x_{3s} = 0; x_{4s} = 0; x_{5s}^1 = 0; x_{6s}^1 = 0, \quad (6)$$

и нетривиальные решения определяются решениями уравнений

$$x_{5s}^2 - k_5 = 0; x_{6s}^2 - k_6 = 0; x_{1s} = 0; x_{2s} = 0; x_{3s} = 0; x_{4s} = 0, \quad (7)$$

При отрицательных значениях k_5 и k_6 уравнений (7) имеет мнимые решения, что не может соответствовать какой-либо физически возможной ситуации [].

При $k_5 > 0$ и $k_6 > 0$ уравнений (7) допускает следующие решения

$$x_{1s} = 0; x_{2s} = 0; x_{3s} = 0; x_{4s} = 0; x_{5s}^{2,3} = \pm \sqrt{k_5}; x_{6s}^{2,3} = \pm \sqrt{k_6}, \quad (8)$$

Эти установившиеся состояния (8) сливаются с (6) при значениях параметров системы управления $k_5 = 0$ и $k_6 = 0$ и отходят от него при $k_5 > 0$ и $k_6 > 0$. Установившиеся состояния (6) и (8) одновременно не существуют.

Устойчивость стационарных состояния (6) и (8) системы (4) исследуется градиентно-скоростным методом вектор функций А.М. Ляпунова []. Сначала исследуем стационарные состояния (6). Из уравнения состояния (4) определяем компоненты вектор градиента для вектор функции Ляпунова $V(x) = (V_1(x), \dots, V_6(x))[\dots]$.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_1} = 0, \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_2} = -x_2, \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_3} = 0, \dots, \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_6} = 0 \\ \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_1} = 0, \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_2} = 0, \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_3} = -a_{23}x_3, \dots, \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_6} = 0 \\ \frac{\partial V_3(x)}{\partial x_1} = 0, \frac{\partial V_3(x)}{\partial x_2} = 0, \frac{\partial V_3(x)}{\partial x_3} = 0, \frac{\partial V_3(x)}{\partial x_4} = -x_4, \dots, \frac{\partial V_3(x)}{\partial x_6} = 0 \\ \frac{\partial V_4(x)}{\partial x_1} = 0, \frac{\partial V_4(x)}{\partial x_2} = 0, \frac{\partial V_4(x)}{\partial x_3} = a_{43}x_3, \frac{\partial V_4(x)}{\partial x_4} = a_{44}x_4, \\ \frac{\partial V_4(x)}{\partial x_5} = b_{45}x_5^3 - b_{45}k_5x_5, \frac{\partial V_4(x)}{\partial x_6} = b_{46}x_6^3 - b_{46}k_6x_6, \\ \frac{\partial V_5(x)}{\partial x_1} = 0, \frac{\partial V_5(x)}{\partial x_2} = 0, \frac{\partial V_5(x)}{\partial x_3} = 0, \dots, \frac{\partial V_5(x)}{\partial x_6} = -x_6, \\ \frac{\partial V_6(x)}{\partial x_1} = -a_{46}x_1, \frac{\partial V_6(x)}{\partial x_2} = 0, \frac{\partial V_6(x)}{\partial x_3} = 0, \frac{\partial V_6(x)}{\partial x_4} = 0, \\ \frac{\partial V_6(x)}{\partial x_5} = a_{65}x_5, \frac{\partial V_6(x)}{\partial x_6} = a_{66}x_6 \end{array} \right. \quad (9)$$

Из (4) определяем компоненты разложение вектора скорости по координатам системы:

$$\left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{dx_1}{dt}\right)_{x_1} = 0, \left(\frac{dx_1}{dt}\right)_{x_2} = x_2, \left(\frac{dx_1}{dt}\right)_{x_3} = 0, \dots, \left(\frac{dx_1}{dt}\right)_{x_6} = 0 \\ \left(\frac{dx_2}{dt}\right)_{x_1} = 0, \left(\frac{dx_2}{dt}\right)_{x_2} = 0, \left(\frac{dx_2}{dt}\right)_{x_3} = a_{23}x_3, \dots, \left(\frac{dx_2}{dt}\right)_{x_6} = 0 \\ \left(\frac{dx_3}{dt}\right)_{x_1} = 0, \left(\frac{dx_3}{dt}\right)_{x_2} = 0, \left(\frac{dx_3}{dt}\right)_{x_3} = 0, \left(\frac{dx_3}{dt}\right)_{x_4} = x_4, \left(\frac{dx_3}{dt}\right)_{x_5} = 0, \left(\frac{dx_3}{dt}\right)_{x_6} = 0 \\ \left(\frac{dx_4}{dt}\right)_{x_1} = 0, \left(\frac{dx_4}{dt}\right)_{x_2} = 0, \left(\frac{dx_4}{dt}\right)_{x_3} = -a_{43}x_3, \left(\frac{dx_4}{dt}\right)_{x_4} = -a_{44}x_4, \\ \left(\frac{dx_4}{dt}\right)_{x_5} = -b_{45}x_5^3 + b_{45}k_5x_5, \left(\frac{dx_4}{dt}\right)_{x_6} = -b_{46}x_6^3 + b_{46}k_6x_6 \\ \left(\frac{dx_5}{dt}\right)_{x_1} = 0, \left(\frac{dx_5}{dt}\right)_{x_2} = 0, \left(\frac{dx_5}{dt}\right)_{x_3} = 0, \dots, \left(\frac{dx_5}{dt}\right)_{x_6} = x_6 \\ \left(\frac{dx_6}{dt}\right)_{x_1} = a_{61}x_1, \left(\frac{dx_6}{dt}\right)_{x_2} = 0, \left(\frac{dx_6}{dt}\right)_{x_3} = 0, \left(\frac{dx_6}{dt}\right)_{x_4} = 0, \\ \left(\frac{dx_6}{dt}\right)_{x_5} = -a_{65}x_5, \left(\frac{dx_6}{dt}\right)_{x_6} = -a_{66}x_6 \end{array} \right. \quad (10)$$

Полную производную по временной вектор функции Ляпунова находим, как скалярное произведение вектора градиента (9) на вектор скорости (10)

$$\begin{aligned} \frac{dV(x)}{dt} = & -x_2^2 - (a_{23}x_3)^2 - x_4^2 - (a_{43}x_3)^2 - (a_{44}x_4)^2 - (b_{45}x_5^3 - b_{45}k_5x_5)^2 - \\ & - (b_{46}x_6^3 - b_{46}k_6x_6)^2 - x_6^2 - (a_{61}x_1)^2 - (a_{65}x_5)^2 - (a_{66}x_6)^2 \end{aligned} \quad (11)$$

Полная производная по времени от вектор функции Ляпунова (11) является знакоотрицательной функцией. По компонентам вектора градиента (9) построим вектор функций Ляпунова в скалярной форме:

$$\begin{aligned} V(x) = & \frac{1}{4}b_{45}x_5^4 - \frac{1}{2}b_{45}k_5x_5^2 + \frac{1}{2}a_{65}x_5^2 + \frac{1}{4}b_{46}x_6^4 - \frac{1}{2}b_{46}k_6x_6^2 + \frac{1}{2}a_{66}x_6^2 - \frac{1}{2}x_6^2 - \\ & - \frac{1}{2}a_{61}x_1^2 - \frac{1}{2}x_2^2 - \frac{1}{2}a_{23}x_3^2 + \frac{1}{2}a_{43}x_3^2 - \frac{1}{2}x_4^2 + \frac{1}{2}a_{44}x_4^2, \end{aligned} \quad (12)$$

Функцию (12) преобразуем с учетом, что $x_1 = x_5$ и $x_2 = x_6$ к виду:

$$\begin{aligned} V(x) = & \frac{1}{4}b_{45}x_1^4 - \frac{1}{2}(b_{45}k_5 - a_{65} + a_{61})x_1^2 + \frac{1}{4}b_{46}x_6^4 - \frac{1}{2}(b_{46}k_6 - a_{66} + 2)x_2^2 - \\ & - \frac{1}{2}(a_{23} - a_{43})x_3^2 - (1 - a_{44})x_4^2 \end{aligned} \quad (13)$$

Условия положительной определенности функций (13) записывается в виде.

$$\begin{cases} b_{45} > 0, b_{46} > 0, \\ b_{45}k_5 - a_{65} + a_{61} < 0 \\ b_{46}k_6 - a_{66} + 2 < 0 \\ a_{23} - a_{43} < 0 \\ 1 - a_{44} < 0 \end{cases} \quad (14)$$

Установившиеся состояния (6) будет устойчивой при выполнении условия (14).

Исследуем робастную устойчивость стационарного состояния (8) градиентно-скоростным методом вектор-функции Ляпунова. Для этого уравнения состояния (4) представим в отклонения относительно установившегося состояния (8):

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = x_2 \\ \frac{dx_2}{dt} = a_{23}x_3 \\ \frac{dx_3}{dt} = x_4 \\ \frac{dx_4}{dt} = -a_{43}x_3 - a_{44}x_4 - b_{45}x_5^3 + 3b_{45}\sqrt{k_5}x_5^2 - b_{45}k_5x_5 - b_{46}x_6^3 + 3b_{46}\sqrt{k_6}x_6^2 - b_{46}k_6x_6 \\ \frac{dx_5}{dt} = x_6 \\ \frac{dx_6}{dt} = a_{61}x_1 - a_{65}x_5 - a_{66}x_6 \end{cases} \quad (15)$$

Из (15) определяем компоненты вектора градиента от вектор-функции Ляпунова

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_1} = 0, \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_2} = -x_2, \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_3} = 0, \dots, \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_6} = 0 \\ \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_1} = 0, \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_2} = 0, \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_3} = -a_{23}x_3, \dots, \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_6} = 0 \\ \frac{\partial V_3(x)}{\partial x_1} = 0, \frac{\partial V_3(x)}{\partial x_2} = 0, \frac{\partial V_3(x)}{\partial x_3} = 0, \frac{\partial V_3(x)}{\partial x_4} = -x_4, \dots, \frac{\partial V_3(x)}{\partial x_6} = 0 \\ \frac{\partial V_4(x)}{\partial x_1} = 0, \frac{\partial V_4(x)}{\partial x_2} = 0, \frac{\partial V_4(x)}{\partial x_3} = a_{43}x_3, \frac{\partial V_4(x)}{\partial x_4} = a_{44}x_4, \\ \frac{\partial V_4(x)}{\partial x_5} = b_{45}x_5^3 - 3b_{45}\sqrt{k_5}x_5^2 + b_{45}k_5x_5, \frac{\partial V_4(x)}{\partial x_6} = b_{46}x_6^3 - 3b_{46}\sqrt{k_6}x_6^2 - b_{46}k_6x_6, \\ \frac{\partial V_5(x)}{\partial x_1} = 0, \frac{\partial V_5(x)}{\partial x_2} = 0, \frac{\partial V_5(x)}{\partial x_3} = 0, \dots, \frac{\partial V_5(x)}{\partial x_6} = -x_6, \\ \frac{\partial V_6(x)}{\partial x_1} = -a_{46}x_1, \frac{\partial V_6(x)}{\partial x_2} = 0, \frac{\partial V_6(x)}{\partial x_3} = 0, \frac{\partial V_6(x)}{\partial x_4} = 0, \\ \frac{\partial V_6(x)}{\partial x_5} = a_{65}x_5, \frac{\partial V_6(x)}{\partial x_6} = a_{66}x_6 \end{array} \right. \quad (16)$$

Из (14) определяем разложение компонентов вектора скорости по координатам системы

$$\left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{dx_1}{dt} \right)_{x_1} = 0, \left(\frac{dx_1}{dt} \right)_{x_2} = x_2, \left(\frac{dx_1}{dt} \right)_{x_3} = 0, \dots, \left(\frac{dx_1}{dt} \right)_{x_6} = 0 \\ \left(\frac{dx_2}{dt} \right)_{x_1} = 0, \left(\frac{dx_2}{dt} \right)_{x_2} = 0, \left(\frac{dx_2}{dt} \right)_{x_3} = a_{23}x_3, \dots, \left(\frac{dx_2}{dt} \right)_{x_6} = 0 \\ \left(\frac{dx_3}{dt} \right)_{x_1} = 0, \left(\frac{dx_3}{dt} \right)_{x_2} = 0, \left(\frac{dx_3}{dt} \right)_{x_3} = 0, \left(\frac{dx_3}{dt} \right)_{x_4} = x_4, \left(\frac{dx_3}{dt} \right)_{x_5} = 0, \left(\frac{dx_3}{dt} \right)_{x_6} = 0 \\ \left(\frac{dx_4}{dt} \right)_{x_1} = 0, \left(\frac{dx_4}{dt} \right)_{x_2} = 0, \left(\frac{dx_4}{dt} \right)_{x_3} = -a_{43}x_3, \left(\frac{dx_4}{dt} \right)_{x_4} = -a_{44}x_4, \\ \left(\frac{dx_4}{dt} \right)_{x_5} = -(b_{45}x_5^3 - 3b_{45}\sqrt{k_5}x_5^2 + b_{45}k_5x_5), \left(\frac{dx_4}{dt} \right)_{x_6} = -(b_{46}x_6^3 + b_{46}\sqrt{k_6}x_6^2 + b_{46}k_6x_6) \\ \left(\frac{dx_5}{dt} \right)_{x_1} = 0, \left(\frac{dx_5}{dt} \right)_{x_2} = 0, \left(\frac{dx_5}{dt} \right)_{x_3} = 0, \dots, \left(\frac{dx_5}{dt} \right)_{x_6} = x_6 \\ \left(\frac{dx_6}{dt} \right)_{x_1} = a_{61}x_1, \left(\frac{dx_6}{dt} \right)_{x_2} = 0, \dots, \left(\frac{dx_6}{dt} \right)_{x_5} = -a_{65}x_5, \left(\frac{dx_6}{dt} \right)_{x_6} = -a_{66}x_6 \end{array} \right. \quad (17)$$

Полные производные по времени от вектор функции Ляпунова имеет вид:

$$\begin{aligned} \frac{dV(x)}{dt} = & -x_2^2 - (a_{23}x_3)^2 - x_4^2 - x_6^2 - (a_{23}x_3)^2 - (a_{43}x_3)^2 - (a_{44}x_4)^2 - \\ & - (b_{45}x_5^3 - 3b_{45}\sqrt{k_5}x_5^2 + b_{45}k_5x_5)^2 - (b_{46}x_6^3 - 3b_{46}\sqrt{k_6}x_6^2 + b_{46}k_6x_6)^2 - \\ & - (a_{61}x_1)^2 - (a_{65}x_5)^2 - (a_{66}x_6)^2, \end{aligned} \quad (18)$$

Функция (18) является знакоотрицательной функцией. По компонентам вектора градиентов (16) построим вектор-функции Ляпунова скалярной форме:

$$\begin{aligned} V(x) = & -\frac{1}{2}x_2^2 - \frac{1}{2}a_{23}x_3^2 - \frac{1}{2}x_4^2 - \frac{1}{2}a_{43}x_3^2 + \frac{1}{2}a_{44}x_4^2 + \frac{1}{4}b_{45}x_5^4 - \\ & - b_{45}\sqrt{k_5}x_5^3 + \frac{1}{2}b_{45}k_5x_5^2 + \frac{1}{4}b_{46}x_6^4 - b_{46}\sqrt{k_6}x_6^3 + \frac{1}{2}b_{46}k_6x_6^2 - \\ & - \frac{1}{2}x_6^2 - \frac{1}{2}a_{61}x_1^2 + \frac{1}{2}a_{65}x_5^2 + \frac{1}{2}a_{66}x_6^2, \end{aligned} \quad (19)$$

Функция (19) по виду не позволяет определить положительную или отрицательную определенность. Но функция (19) удовлетворяет условиям леммы Марса из теории катастроф [], поэтому с учетом, что $x_1 = x_5$ и $x_2 = x_6$, можем после известных формальных процедур [] заменить квадратичной формой

$$V(x) \approx \frac{1}{2}(a_{65} - a_{61} - b_{45}k_5)x_1^2 - \frac{1}{2}(b_{46}k_6 + a_{66} - 2)x_2^2 + \frac{1}{2}(a_{43} - a_{23})x_3^2 + \frac{1}{2}(a_{44} - 1)x_4^2, \quad (20)$$

Условия положительной определенности (20) в (21) записывается в виде:

$$\begin{cases} b_{45} > 0, b_{46} > 0, \\ b_{45}k_5 + a_{65} - a_{61} > 0 \\ b_{46}k_6 + a_{66} - 2 > 0 \\ a_{43} - a_{23} > 0 \\ a_{44} - 1 > 0 \end{cases} \quad (21)$$

Стационарное состояние (8) является устойчивой при выполнении системы неравенств (21). Из системы неравенств (14) и (21) очевидно, что система управления (4) обеспечивает робастную устойчивость при отрицательной области изменения коэффициентов определяемые неравенствами (14), и при положительной области изменения параметров, определяемые системой неравенств (21). Система (4) является системой с повышенным потенциалом робастной устойчивости. Стационарное состояние (6) существует и является устойчивой при изменении параметров в области (14), а стационарное состояние (8) появляется и существует при потере устойчивости состояния (6) и они одновременно не существует.

Заключение

Универсальным для исследования устойчивости систем управления КЛА является метод функций Ляпунова. Широкое применение данного метода сдерживается отсутствием универсального подхода к выбору или построению функций Ляпунова и трудностями их алгоритмической реализации.

В статье предлагается метод увеличения потенциала робастной устойчивости системы управления КЛА с неопределенными параметрами с подходом к выбору законов управления в классе однопараметрических структурно-устойчивых отображений.

Исследование системы управления КЛА т.е. увеличение потенциала робастной устойчивости показаны, градиентно-скоростным методом вектор-функции Ляпунова. Данный метод основывается на градиентности системы управления КЛА и потенциальности функций Ляпунова. Это позволяет построить вектор функцию Ляпунова по уравнению состояния системы управлени КЛА и исследовать системы по прямому методу А.М. Ляпунова.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Лоскутов А. Ю., Михайлов А. С. Основы теории сложных систем – М. Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2007 – 620 с.
- [2] Брок У. Теория хаоса – М.: Наука 2011 – 424 с.
- [3] Chaos in chemistry and biochemistry / Eds R.J. Field, L. Gyorgyi // World Scientific. 1992.
- [4] Андриевский Б.Р. Фрадков А.Л. Избранные главы теории автоматического управления. Гл.13, Управление нелинейными колебательными и хаотическими системами. Спб.: Наука, 1999.
- [5] Андриевский Б.Р. , Фрадков А.Л. Управление хаосом. Методы и приложения. Часть 1. Методы//А иТ.2003.5.С.3-45.
- [6] Лоскутов А.Ю. Хаос и управление динамическими системами// Нелинейная динамика и управление/ под ред. С.В. Емельянова, С.К. Емельянова, С.К. Коровина. -М.: Физмат-лит., 2001,-Т.1.-С.163-216.
- [7] Бейсенби М. А. Исследование робастной устойчивости систем автоматического управления методом функции А. М. Ляпунова. – Астана, 2015 – 204 с.
- [8] Бейсенби М. А. Увеличение потенциала робастной устойчивости системы управления космическим летательным аппаратом (КЛА). – Астана, 2015 – 160 с.
- [9] Бейсенби М. А. Методы повышения потенциала робастной устойчивости систем управления. – Астана, 2011 – 292 с.
- [10] Гилмор Р. Прикладная теория катастроф. В 2 – х томах. Т. 1. – М.: Мир, 1984
- [11] Постон Т., Стюарт И. Теория катастроф и ее приложения. – М.: Наука, 2001, № 6
- [12] Beisenbi M., Uskenbayeva G., Satibaldina D., Martsenyuk V., Shaikhanova A. Robust stability of spacecraft traffic control system using Lyapunov functions. 16th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS 2016). – P.743-748.
- [13] Beisenbi M., Shukirova A., Uskenbayeva G., Yermekbayeva J., Robust stability of spacecraft traffic control system using Lyapunov functions. Journal of Teoretical and Applied Information Technology. V(88), №2, pp.252-260., 2016.
- [14] Beisenbi M., Uskenbayeva G. Construction and researching aircraft high potential of robust stability control system in the form of single-parameter structurally stable mapping. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology. V(12), №5, pp. 599-606, 2016.
- [15] Beisenbi M., Yermekbayeva J., Shukirova A., Shukirova R. Design of Control Systems with the Increased Potential for Aircraft Model. Indian Journal of Science and Technology. Vol. 8(32). November, 2015. – P.1-7.
- [16] Beisenbi M.A., Yermekbayeva J.J. Construction of Lyapunov function to examine Robust Stability for Linear System. International Journal of Control, Energy and Electrical Engineering (CEEE), V (1) pp. 17-22. Publisher Copyright – IPCO-2014.
- [17] Beisenbi M.A., Abdrakhmanova L., Oinarov A. Design of spacecraft control systems in the class of two-parameteric structurally stable mappings using Lyapunov function // International Journal of Advancements in Mechanical and Aeronautical Engineering (IJAMAE). – Volume 2, Issue 1(ISSN:2372-4153). – 2015. – P.66-72.
- [18] Beisenbi M., Mukataev N The second Lyapunov function method in construction of control systems with the increased potential of robust stability in the class of catastrophe “Hyperbolic umbilic”. Applied mechanics and materials. V.799-800. 2015. P.1132-1136., ISSN 1662-7482, 1660-9336.
- [19] Малкин И. Г. Теория устойчивости движения М.: Наука, 1966 – 534 с.
- [20] Воронов А.А., Матросов В. М. Метод векторных функций Ляпунова в теории устойчивости – М.: Наука, 1987 – 252 с.
- [21] Воронов А. А. Устойчивость, управляемость, наблюдаемость. М.: Наука, 1979 – 336 с.

Бейсенби М.А., Тургунбеков А.М., Кисикова Н.М., Садвакасова А.У.

Ғарыштық ұшу аппаратының орнықсыз режимдерін басқару жүйесі

Түйіндеме. Бір параметрлі құрылымдық орнықты бейнелер класындағы басқару заңын таңдап, робастты орнықтылық потенциалын жоғарылатып ҒҰА басқару жүйесін құруға арналған тәсілі ұсынылады.

А.М. Ляпуновтың түзу әдісі негізінде ҒҰА басқару жүйелерінің робастты орнықтылықтығы зерттелді. Ляпунов функцияларының потенциалдығы және жүйе градиенттігі негізінде Ляпунов функциялары құрылады. Ляпуновтың вектор-функцияларының градиент-жылдамдық әдісі осы негізінде ұсынылады.

Кілт сөздер: синтезтеу, басқару жүйесі, градиентті-жылдамдық, Ляпуновтың вектор-функциясы, анықталған хаос режимі, ерекше аттрактор, құрылымдық орнықты бейнелер.

N.A. Baekeshev, T. Tyseyev
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.)

PEROVSKITE STRUCTURAL CONDUCTORS PROPERTIES AND APPLIANCE

Abstract. A brief description of the main types and principles of solid-state proton conductors with a perovskite structure is given. A good understanding of these items allows you to make connections with the required electrical properties for the use in renewable and sustainable energy devices. For some classes of protonic conductors, some trends and highlights of scientific achievements are presented. Also evaluated are recent results and a future outlook for these compounds. The high proton conductivity of electrolytes based on barium and zirconate on the basis of data obtained recently in the literature has taken these compounds to a special position among the most studied conductive ceramic materials.

Keywords: perovskites, proton conductivity, constant energy.

Н.А. Баекешев, Т. Тусеев
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан)

СВОЙСТВА ПЕРОВСКИТНО- СТРУКТУРНЫХ ПРОВОДНИКОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Аннотация. Дается краткое описание основных типов и принципов твердотельных протонных проводников с перовскитной структурой. Хорошее понимание этих предметов позволяет производить соединения с требуемыми электрическими свойствами для применения в возобновляемых и устойчивых энергетических устройствах. Для некоторых классов протонических проводников приведены некоторые тенденции и основные моменты научных достижений. Также оцениваются последние результаты и будущая перспектива этих соединений. Высокая протонная проводимость электролитов на основе бария и цирконата на основании данных, полученных в последнее время в литературе, взяла эти соединения в особое положение среди наиболее изученных проводящих керамических материалов.

Ключевые слова: перовскиты, протонная проводимость, постоянная энергия.

Введение

Минеральный перовскит был обнаружен в Уральских горах, Россия, Густавом Роузом в 1839 году и получил это имя в честь русского минералога Льва Алексеевича фон Перовского. Хотя название перовскита первоначально использовалось для описания минерального CaTiO_3 , в настоящее время он обычно используется для обозначения определенной группы оксидов общей формулы ABO_3 и аналогичной кристаллической структуры [1]. По сравнению с другими оксидными семействами, такими как пироклор, соединения, относящиеся к перовскиту, могут быть синтезированы с использованием самых разных комбинаций химических элементов, поскольку катионы большого и небольшого ионного радиуса хорошо вписываются в кристаллическую структуру и дополнительно эта структура очень толерантна к образованию вакансий. В этих оксидах с формулой ABO_3 А-сайт может быть заполнен катионами $M + (\text{Na}, \text{K})$, $M2 + (\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba})$ или $M3 + (\text{Fe}, \text{La}, \text{Gd})$, и В-сайт может быть занят либо $M5 + (\text{Nb}, \text{W})$, $M4 + (\text{Ce}, \text{Zr}, \text{Ti})$, либо $M3 + (\text{Mn}, \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ga})$. В результате сочетания различных ионов материалы могут представлять собой изоляционное, полупроводниковое, ионно-проводящее и сверхпроводящее поведение, пригодные для технологических применений в сенсорных устройствах, огнеупорах, электронных компонентах, твердооксидных топливных элементах (ТОТЭ), каталитических мембранных реакторах для водорода производство и т. д.

В таблице 1 перечислены свойства и применения некоторых общепринятых перовскитов [2].

Таблица 1. Свойства и применение перовскитов

Свойства	Применение	Материал
Протонная проводимость	ТОТЭ электролит	BaCeO_3 , SrCeO_3 , BaZrO_3
	Датчик водорода	
	Добыча / производство H_2	
Ионная проводимость	Твердый электролит	$(\text{La}, \text{Sr}) (\text{Ga}, \text{Mg}) \text{O}_3\text{-}\delta$
Смешанная проводимость	ТОТЭ электрод	$\text{La}(\text{Sr}, (\text{Ga}) \text{MnO}_3\text{-}\delta$, LaCoO_3 $(\text{La}, \text{Sr})(\text{Co}, \text{Fe})\text{O}_3\text{-}\delta$

Сегнетоэлектрические /пьезоэлектрические	Пьезоэлектрический преобразователь	BaTiO ₃ , Pb(Zr, Ti)O ₃ Pb(Mg, Nb)O ₃
	Термистор, привод	
Каталитическая	Катализатор	LaFeO ₃ , La(Ce, Co)O ₃
Электрический / диэлектрик	Многослойный конденсатор	BaTiO ₃ , BaZrO ₃
	Диэлектрический резонатор	
	Тонкопленочный резистор	
Магнитные	Магнитная память	GdFeO ₃ , LaMnO ₃
	Ферромагнетизм	
Оптические	Электрооптический модулятор	(Pb, La) (Zr, Ti)O ₃ YAlO ₃ , KNbO ₃
	Лазер	
Сверхпроводимость	Сверхпроводник	Ba(Pb, Bi)O ₃ , BaKBiO ₃

Основная часть

Твердые электролиты с перовскитной структурой, такие как серный барий (BaCeO₃) и цирконат бария (BaZrO₃), применяются в различных электрохимических устройствах. Во всех из них электролит выполняет три основные функции: 1) разделение двух камер, окислителя и сторон редуктора; 2) электронный изолятор, чтобы заставить электрический ток проходить через внешнюю цепь; 3) высокую проводимость ионов до обеспечить баланс для электронного тока во внешней цепи. Применение протон-проводящей керамики может быть классифицировано в соответствии с двумя фундаментальными функциями: 1) электродвижущая сила, основанная на градиенте химического потенциала, и 2) электрохимический перенос водорода, управляемый внешним источником энергии. Используя протон-проводник в качестве электролита в градиенте химического потенциала, генерируемое напряжение можно использовать в качестве источника электрической энергии (ТОТЭ) или сигнала, который зависит от химического потенциала водорода в заданной камере (датчике). Протонные проводники также могут выступать в качестве пути для предпочтительного переноса водорода, когда присутствует внешняя движущая сила. Эта функция может быть использована в качестве экстракции водорода из смешанных газов или получения водорода из углеводородов или спиртов [3].

Когда цитрат бария подвергается воздействию водяного пара, кислородные вакансии заполняются гидроксильными группами. Это означает, что протоны включены в структуру перовскита, как описано уравнением образования дефектов. Кроме того, термодинамические параметры можно также оценить по константам равновесия, связанным с реакциями создания дефектов. При оценке образования дефектной химии и ее связи с транспортными свойствами следует учитывать некоторые переменные процесса, такие как концентрация легирующей примеси, температура, парциальное давление воды и кислорода. Эти переменные тесно связаны с концентрацией носителей заряда (кислородные вакансии, протоны, электроны и дырки) и, например, при более высоких температурах и в условиях окисления было показано, что протоны, кислородные вакансии и электронные дыры могут сосуществовать [4].

Твердый оксидный топливный элемент представляет собой устройство преобразования энергии, которое вырабатывает электричество и тепло от химической реакции между топливом (H₂, природный газ, этанол, биодизель) и окислителем (O₂). В этом конкретном типе электрохимического преобразователя основными компонентами, ответственными за реакции восстановления и окисления (электроды) и ионным транспортом (электроды и электролит), являются твердотельные проводящие керамики [5]. Подобно аккумулятору, он образован двумя электродами (катодом и анодом), разделенными электролитом, но в отличие от батареи он не нуждается в подзарядке, требуя непрерывной подачи определенным топливом для электрогенерации. Топливо, такое как H₂, этанол или биодизель, подает анод и окисляется, высвобождая электроны во внешнюю цепь в направлении катода, создавая постоянный ток (dc). Полученные виды H⁺ распространяются через мембрану протонного проводника на катод, где в присутствии кислорода и электронов из внешнего контура они реагируют с молекулами O₂, приводящими к образованию водяного пара, как показано на рисунке 1 [6].

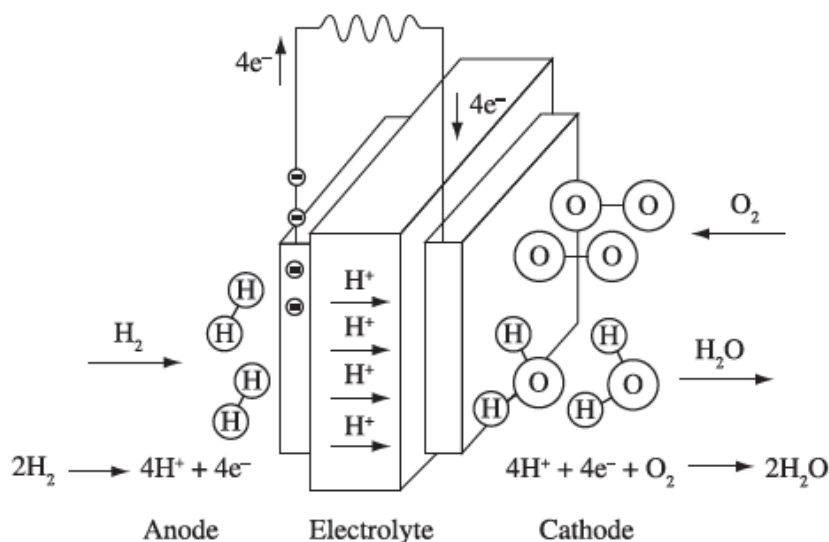


Рис. 1. Представление твердооксидного топливного элемента на основе протонного проводника электролита.

Мотивацией для изучения твердых электролитов на основе бариевых цератов или цирконатов бария в твердооксидных топливных элементах является возможность снижения рабочей температуры (500-700 ° С) относительно высокотемпературных твердооксидных топливных элементов на основе проводников ионов кислорода (800 -1000 ° С). Это позволяет минимизировать реакцию на интерфейсах, что подразумевает более высокое напряжение Nernst (E). Кроме того, протонные проводящие мембраны позволяют образовывать водяной пар на стороне катода, избегая разбавления топливных паров, и другим важным фактором для оптимизации потенциала ячейки (E) [7].

Большое количество потребляемого во всем мире водорода производится из каталитического риформинга природного газа и используется для производства аммония, удобрений, метанола, а также в процессе переработки нефти. В последние годы особое внимание уделяется развитию технологий производства водорода, главным образом потому, что это возобновляемое топливо с высокой плотностью энергии, необходимое для поставки некоторых устройств для производства энергии, таких как твердооксидные топливные элементы [8]. Альтернативные процессы для производства водорода были разработаны на основе возобновляемых видов топлива, например: фотоэлектролиз, фотобиологические процессы, электролиз воды, термолиз и т. д. Изначально H₂ может быть также получен путем парового риформинга или частичного окисления многих других видов топлива, метанол, этанол и биодизель [9]. В присутствии метана и водяного пара, например, продукты каталитического риформинга представляют собой H₂ и CO. Затем необходимо выделять водород из газовой смеси для достижения подходящего уровня чистоты, подлежащего коммерциализации. В общем, для надлежащей конверсии природного газа в H₂ необходима высокая температура в диапазоне от 800 до 950°С [10]. Изучение керамических мембран структуры перовскита привлекло большое внимание, главным образом, из-за возможности снижения этого температурного режима (500-700°С), а также из-за низкой стоимости по отношению к обычно используемым палладиевым мембранам. Другим большим преимуществом при использовании протонных проводящих мембран, таких как цирконат бария, является возможность одновременного выполнения в одном и том же электрохимическом устройстве как процессов риформинга, так и разделения газов [11].

В идеальном случае твердый электролит должен обладать ионной и электронной проводимостью, чтобы избежать дополнительной энергии перехода протонов в катодное направление, минимизируя потери энергии. Поскольку легированный иттрием цирконат бария является преимущественно ионным проводником, смесь металлических частиц с электролитом была предложена в качестве альтернативы увеличению его электронной проводимости. При высокой рабочей температуре существует возможность использования недорогих катализаторов (например, Ni) на обеих противоположных поверхностях мембраны. Помимо стимулирования окисления топлива и последующего получения водорода, молекулы H₂ также окисляются на поверхности катализатора, генерируя протоны и электроны $2H + + 2e^-$, которые распространяются через смешанный проводник до электрокатализатора, соответствующего катоду, где протоны восстанавливаются для получения H₂, что можно наблюдать на рисунке 2 [12].

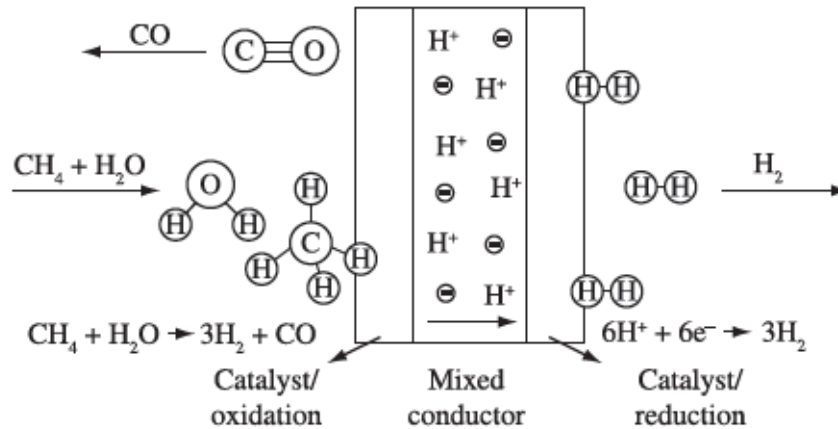


Рис. 2. Иллюстрация получения водорода из смеси метанового электролита

В идеальной структуре перовскита с пространственной группой $PM-3m$ места, соответствующие А-катиону, расположены в вершинах элементарной ячейки, катионы В-участка в центре и ионы кислорода на гранях. Однако эта структура редко достигается при окружающих условиях температуры и давления из-за различий между ионными радиусами А, В и О. Для описания искажения структуры перовскита из идеальной конфигурации был введен коэффициент толерантности Гольдшмидтат, основанный на геометрической упаковке зарядовых сфер [13].

Заключение

В общем, протонные проводники с перовскитной структурой привлекли большое внимание в течение последних нескольких лет из-за их высокой применимости в электрохимических устройствах для производства энергии и производства водорода. Поэтому исследование и знание свойств химии дефектов и переноса протонов в этих керамических электролитах представляют большой интерес и имеют важное значение для расширения возможностей применения в промышленном масштабе [14].

В частности, для цератов и цирконатов с барием в их общей формуле требуемые типично высокие температуры спекания были препятствием для гарантии желаемой стехиометрии и во избежание вредных эффектов из-за дефицита бария по электрическим свойствам спеченного материала. Отсутствие методов химического синтеза действительно имеет значение, и методы обработки керамической порошковой продукции являются ограничивающими факторами, которые привели к тому, что эти материалы были настолько мало изучены. Получение наночастиц с морфологическим контролем и высокой поверхностной активностью может быть ранним отправлением для получения керамических мембран с высокой относительной плотностью при более низких температурах ($<1300^\circ\text{C}$) [15].

Химическая нестабильность твердых электролитов на основе керата бария в атмосфере, обогащенной CO_2 при высоких температурах, взяла несколько исследовательских групп для использования цирконата бария в качестве альтернативного электролита в исследовательской работе для применения. Манипуляция элементами в структуре BaCeO_3 путем введения катионов легирующей примеси, главным образом на В-сайтах, была альтернативой минимизации химической реактивности, а также для оптимизации ионной проводимости этого материала. Хотя в нескольких сообщениях прокомментирована относительно низкая проводимость цирконатов по отношению к кератам бария, некоторые результаты показывают, что большое удельное электросопротивление, обусловленное высокой плотностью границ зерен, может быть уменьшено просто за счет роста зерна. Значения электропроводности относительно высоких ($\sim 1 \times 10^{-2} \text{ см}^{-1}$) при промежуточных температурах (450°C) были достигнуты как для соединений на основе BaCeO_3 , так и для BaZrO_3 , что привело к тому, что протонные проводники с перовскитной структурой наиболее изученные керамические твердые электролиты.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Bassano A, Buscaglia V, Viviani M, Bassoli M, Buscaglia MT, Sennour M et al. Synthesis of Y-doped BaCeO_3 nanopowders by a modified solid-state process and conductivity of dense fine-grained ceramics. *Solid State Ionics*. 2009; 180(2-3):168-174.

- [2] Orlov AV, Shlyakhtin OA, Vinokurov AL, Knotko AV, Tret'yakov YD. Preparation and properties of fine BaCeO₃ powders for low-temperature sintering. *Inorganic Materials*. 2005; 41(11):1194-1200.
- [3] Nomura K and Kageyama H. Transport properties of Ba(Zr_{0.8}Y_{0.2})O_{3-δ} perovskite. *Solid State Ionics*. 2007; 178(7-10):661-665.
- [4] Yang L, Wang S, Blinn K, Liu M, Liu Z, Cheng Z et al. Enhanced Sulfur and Coking Tolerance of a Mixed Ion Conductor for SOFCs: BaZr_{0.1}Ce_{0.7}Y_{0.2-x}Yb_xO_{3-δ}. *Science*. 2009; 326(5949):126-129.
- [5] Yamazaki Y, Sanchez RH and Haile SM. High Total Proton Conductivity in Large-Grained Yttrium-Doped Barium Zirconate. *Chemistry of Materials*. 2009; 21(13):2755-2762.
- [6] Beckel D, Bieberle-Hütter A, Harvey A, Infortuna A, Muecke UP, Prestat M et al. Thin films for micro solid oxide fuel cells. *Journal of Power Sources*. 2007; 173(1):325-345.
- [7] Joo HJ and Choi MG. Simple fabrication of micro-solid oxide fuel cell supported on metal substrate. *Journal of Power Sources*. 2008; 182(2):589-593.
- [8] Shin J, Li P and Mazumder J. Pulsed laser deposition of the yttria-stabilized zirconia films. *Thin Solid Films*. 2008; 517(2):648-651.
- [9] Infortuna A, Harvey AS and Gauckler LJ. Microstructures of CGO and YSZ thin films by pulsed laser deposition. *Advanced Functional Materials*. 2008; 18(1):127-135.
- [10] Koep E. Microstructure and electrochemical properties of cathode materials for SOFCs prepared via pulsed laser deposition. *Journal of Power Sources*. 2006; 161(1):250-255.
- [11] Shim HJ, Park SJ, An J, Gür MT, Kang S and Prinz FB. Intermediate-Temperature Ceramic Fuel Cells with Thin Film Yttrium-Doped Barium Zirconate Electrolytes. *Chemistry of Materials*. 2009; 21(14):3290-3296.
- [12] D'Epifani A, Fabbri E, Di Bartolomeo E, Licoccia S and Traversa E. Synthesis and characterization of BaZr_{0.8}Y_{0.2}O₃ protonic conductor for intermediate temperature solid oxide fuel cells (IT-SOFCs). *Solid State Ionics*. 2007; 972:31-36.
- [13] D'Epifani A, Fabbri E, Di Bartolomeo E, Licoccia S and Traversa E. Design of BaZr_{0.8}Y_{0.2}O_{3-δ} protonic conductor to improve the electrochemical performance in intermediate temperature solid oxide fuel cells (IT-SOFCs). *Fuel Cells*. 2008; 8(1):69-76.
- [14] Shin J, Li P and Mazumder J. Pulsed laser deposition of the yttria-stabilized zirconia films. *Thin Solid Films*. 2008; 517(2):648-651.
- [15] Beckel D, Bieberle-Hütter A, Harvey A, Infortuna A, Muecke UP, Prestat M et al. Thin films for micro solid oxide fuel cells. *Journal of Power Sources*. 2007; 173(1):325-345.

Баекешев Н.А., Тусеев Т.

Перовскитті құрылымды протондық өткізгіштердің қасиеттері және олардың қолданылуы

Түйіндемe. Құрылымдары перовскитті болып келетін қатты денелі протонды өткізгіштердің негізгі типтерінің және принциптерінің қысқаша сипаттамасы берілген. Осы принциптерді түсіну қалпына келтірілетін және тұрақты энергетикалық құрылғыларда қолдану үшін электрлік қасиеттері қойылатын талаптарға сай болатын қосылыстарды өндіруге мүмкіндік береді. Протондық өткізгіштердің кейбір кластары үшін ғылыми жетістіктердің жаңа басым бағыттары мен негізгі қағидалары келтірілген. Сондай-ақ осы қосылыстарға қатысты зерттеулердің соңғы нәтижелері мен болашақтағы мүмкіндіктері бағаланады. Соңғы уақытта жазылған әдебиеттердегі мәліметтерге сүйене отырып, барий мен цирконаттың негізіндегі электролиттердің жоғары протондық өткізгіштігі ең жиі және толық зерттелінген өткізгіш керамика материалдардың арасынан ерекше орынға ие болып табылады.

Кілттік сөздер: перовскиттер, протондық өткізгіштік, тұрақты энергия.

УДК 84.01.11

M.A. Zhumanov, I.N. Kuatbek

SYSTEM ANALYSIS OF THE QUALITY FEATURES OF PRODUCTS

Abstract. The relevance of product quality management in the conditions of market relations in any enterprise is determined by the fact that it fully meets all the needs of consumers and is aimed at ensuring such a level of quality of products and services. Quality is one of the most commonly used terms nowadays, but at the same time it is the most complex, broad and universal category covering certain features and aspects. The quality of products or services, as one of the most important indicators of the efficiency of the enterprise, in the domestic and foreign literature there is no unambiguous interpretation. For example, in the 9000 series of international standards, quality is defined as the sum of the properties and characteristics of a product or service that is based or capable of meeting the intended needs. Therefore, in today's world, analyzing and systemizing the elements of quality is one of the important problems.

Key words: effectiveness, efficiency, quality management system (QMS), international standardization, economic efficiency.

М.А. Жуманов, И.Н. Қуатбек

(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы)

ӨНІМНІҢ САПА ЭЛЕМЕНТТЕРІН ТАЛДАУ

Түйін. Кез келген кәсіпорындардағы нарықтық қатынастар жағдайында өнім сапасын басқарудың өзектілігі оның тұтынушылардың барлық сұраныстарын толық қанағаттандыра алуы мен өнім мен қызмет көрсету сапасының осындай деңгейін қамтамасыз етуге бағытталуымен айқындалады. Сапа қазіргі уақытта ең көп қолданылатын терминдердің бірі болып табылады, бірақ сонымен бірге, ол белгілі бір ерекшеліктері мен аспектілерін қамтитын ең күрделі, кең және әмбебап санат болып табылады. Өнім немесе қызмет сапасы кәсіпорын жұмысының тиімділігінің маңызды көрсеткіштерінің бірі ретінде отандық және шетелдік әдебиетте бір мағыналы түсіндірмесі жоқ. Мысалы, 9000 сериялы халықаралық стандарттарда сапа оларға негізделген немесе болжамды қажеттіліктерді қанағаттандыру мүмкіндігін беретін өнімнің немесе қызметтердің қасиеттері мен сипаттамаларының жиынтығы ретінде анықталады. Сол себепті де, қазіргі заманда сапа элементтерін талдай отырып оны жүйелендіру маңызды мәселелердің бірі болып отыр.

Түйінді сөздер: нәтижелілік, тиімділік, сапа менеджменті жүйесі (СМЖ), халықаралық стандарттау, экономикалық тиімділік.

Сапа ұғымы - бірқатар шетелдік әдеби көздерде тұтынушылардың талаптарына сәйкестігі ретінде қарастырылады, ал кейде пайдалануға жарамдылығы ретінде анықталады. Нарық және бәсекелестік жағдайында өнімнің әр түрлі елдері өнімнің немесе қызметтердің жоғары сапасын ұлттық байлықтың ең маңызды көзі ретінде қабылдайды. Осылайша, кәсіпорында өнімнің немесе қызметтердің сапасын басқарудың тиімді қолданыстағы жүйелерін құру және енгізу қазіргі уақытта өзекті міндеттердің бірі болып табылады. Өнімнің немесе қызметтердің сапасын басқарудың осындай жүйелерін әзірлеу үшін кәсіпорын қызметінің барлық жақтарын қамтитын сапа менеджменті жүйесі (СМЖ) қажет: басқарушылық және өндірістік функциялар, өндірістік және ұйымдастырушылық құрылымдар, еңбек және әлеуметтік процестер, ақпараттық жүйелер және т. б. Әрине, СМЖ әзірлеудің басты бағыты бөлшектерді, тораптарды, құрастыру бірліктерін және дайын бұйымдарды қамтуы тиіс.

Көптеген жағдайларда СМЖ әзірлеу және енгізу туралы шешімге кәсіпорынның жоғары басшылығы өз қалауы бойынша емес, оны өнімді тұтынушылар, отандық және шетелдік серіктестер, ҚР және басқа елдердің нормативтік құқықтық актілері, халықаралық ынтымақтастықтар мәжбүр етеді. Мүлдем жоқ немесе тиімсіз жұмыс істейтін СМЖ тұтынушылардың осы кәсіпорынның өз мақсатына сәйкес келмейтін және тартымсыз дизайны бар, қысқа мерзімділігімен ерекшеленетін немесе жиі жөндеуді талап ететін бұйымдарын тұтынуды тоқтатуға әкеледі. Өнімді өткізуді қысқарту және пайданың төмендеуі немесе толық болмауы кәсіпорын өнімнің немесе қызметтердің сапасын арттыру туралы, яғни СМЖ әзірлеу және енгізу туралы шешім қабылдауға мәжбүр етеді. Сол кезде кәсіпорын басшылығының алдында СМЖ енгізу жоспарларын әзірлеу, кадрларды іріктеу, СМЖ әзірлеу әдістемесін анықтау, бағдарламаны жүзеге асыру мерзімдері және т. б. мәселелер туындайды.

Барлық өнеркәсіптік кәсіпорындарда өнімнің сапасын бақылау қызметі бар, ол әкімшілік тұрғыдан, әдетте, өзі бақылайтын өндірістік аппаратқа бағынбайды. Іс жүзінде әрдайым бұл қызметті үлкен өндірістік тәжірибесі бар басшы басқарады. Оның басты міндеті шығарылатын бұйымдардың сапасы, сондай-ақ өндіріс көлемінің экономикалық негізделген нормалары мен техникалық нормалар сақталатын түрлі өндірістік процестерді осындай келісуге қол жеткізу. Сапаны бақылау функциясына сондай-ақ өнім сапасын бақылау кіреді.

Бір қарағанда, кәсіпорын өнімінің сапасын бақылау қызметінің басшысы СМЖ басшысы лауазымына ең қолайлы кандидат болып табылады. Алайда, СМЖ міндеттері өнімнің сапасын бақылау қызметіне қарағанда әлдеқайда кең және жетекшінің үлкен өндірістік жұмыс тәжірибесі оң емес, теріс фактор болуы мүмкін. Бұл өзінің мәні бойынша кәсіпорындағы өнімнің сапасын бақылау қызметі, бақылау қызметі ретінде бастапқыда өз өнімдерін тапсырушылар ретінде өндірістік бөлімшелермен қақтығыс қарым-қатынасқа түсетіндігіне байланысты. Басқаша айтқанда, бұл нарықтық жағдайдың аналогы, сатушы тауарды қымбат сатуға ұмтылады, ал сатып алушы тауарды арзанырақ сатып алуға ұмтылады. Егер бақылаушы өнімнің ақауын анықтамаса, онда ол нашар жұмыс істеді дегенді білдіреді.

Кәсіпорындағы СМЖ қызметін кәсіпорын алдында тұрған СМЖ енгізу және қолдау мәселелерінің барлық кешенін түсінетін адам басқаруы тиіс. Осы лауазым үшін ең үздік басқарушы кандидат ретінде оның директоры немесе ірі өнеркәсіптік кәсіпорын директорының бірінші орынбасары жұмыс тәжірибесі бар онда теориялық білімі мен практикалық тәжірибесі бар адам болып табылады. Өзінің ұйымдастырушылық жағдайы бойынша СМЖ қызметі кәсіпорын басшысының

бірінші орынбасарына (бас инженерге) тікелей бағынуы тиіс, өйткені осы қызмет көтерген мәселелер кәсіпорынның барлық бөлімшелерінің орындауы үшін міндетті.

Кәсіпорында сапа менеджменті жүйесі өзі емес, сапалы өнім өндіру үшін қажет. СМЖ кәсіпорынның барлық бөлімшелеріне қатысты болса да, өнеркәсіптік кәсіпорынның келесі құрылымдарына аса көңіл бөлу қажет.

1. Кәсіпорынның өндірістік бөлімшелері.

Нақты СМЖ сапалы бұйымдар шығаруды ұйымдастыруда өндірістік бөлімшелерге көмек көрсету үшін құрылады. "Сапаны бақылау сапа жасамайды, оны өндіріс жасайды" деген ескі ереже белгілі. СМЖ-нің басты міндеті сапалы өнім шығаруды жүзеге асыруға өндіріс процесіне тікелей қатысатын барлық тұлғалар жауапты болатын жүйені әзірлеу.

2. Кәсіпорынның өткізу қызметі.

Өткізу қызметі тұтынушылармен тікелей байланысты, сондықтан ол өнім сапасының стандарттарын орнатуда басты рөл атқарады. Өткізу қызметінің қызметкерлері СМЖ-ға қажеттілікті кәсіпорынның басқа қызметтерінің өкілдерімен салыстырғанда аса өткір сезеді.

3. Материалдық-техникалық жабдықтау қызметі.

Дайын өнім дайындалған материалдардан жақсы болуы мүмкін емес. Кәсіпорынның СМЖ-да сатып алу материалдарына, шикізатқа және жиынтықтаушы бұйымдарға қойылатын техникалық талаптар мен басқа да өлшемдер неғұрлым толық және нақты көрсетілуі тиіс.

4. Кәсіпорынның конструкторлық және технологиялық қызметтері.

СМЖ талаптары бұйымның техникалық сипаттамаларында, сызбалар мен ерекшеліктерде іске асырылуы тиіс.

Өзінің қызметтік жағдайына байланысты жоғары басшылық кәсіпорында сапа менеджменті жүйесін енгізу қажеттілігін түсінеді. Алайда орта және әсіресе төмен басқару буыны үшін өндірістің жылдамдығына ұмтылу тән, бұл өнім сапасының ең аз рұқсат етілген деңгейіне әкеп соғады. Бұл ретте СМЖ-нің осы басшылардың негізгі өндірістік функцияларына қосымша әр түрлі құжаттаманы жүргізу бойынша талаптары тек тітіркенуге ғана емес, сонымен қатар СМЖ-ға енгізілген идеялардың айқын да, жасырын да бас тартылуына әкеп соқтыруы мүмкін. Сондықтан кәсіпорынның СМЖ басшыларының негізгі міндеті СМЖ міндеттеріне орта және төмен басқарушы персоналдың қызығушылығын қалыптастыру болып табылады. Олар осы жүйенің құрамдас бөлігі болуға және жұмысшыларды сапалы өнім шығаруға қол жеткізуге басқаруға және бағыттауға тиіс. Бұл, тіпті ауыр өндірістік тапсырманы орындау кезінде де орта және төмен басқарушы персонал сапалы өнім шығару процесінде пайда болған ауытқуларды жою үшін өндірісті үзе алатынын білдіреді.

Сапалы өнім шығарудың негізгі буыны жұмысшылар болып табылады. Ешқандай сапа менеджменті жүйесі барлық жұмысшылар сапалы өнім шығару қажеттілігіне көз жеткізгенге дейін табысқа ешқашан ие болмайды. Жұмысшылар өздері жасап жатқан жұмысқа жауапкершілікті сезінген кезде ғана өндірілген өнімнің сапасы СМЖ-де келтірілген талаптарға сәйкес келетініне толық сенімділік танытсақ болады.

Сайып келгенде СМЖ енгізу кәсіпорын жұмысының тиімділігін арттыру үшін және оның табыстылығын арттыру үшін қажет. СМЖ енгізу бойынша кез келген іс-әрекеттер материалдық, қаржылық, зияткерлік және ресурстардың басқа да түрлерінің шығындарына әкеледі. Сондықтан СМЖ енгізу процесін тиісті есептерді жүргізумен инвестициялық процесс ретінде қарастыру қажет.

Кәсіпорында өнім сапасын басқару жүйесі келесі функцияларды қамтиды:

1. Стратегиялық, тактикалық және жедел басқару функциялары.

2. Шешім қабылдау, басқарушы әсер ету, талдау және есепке алу функциялары, ақпараттық бақылау.

3. Өнімнің өмірлік циклінің барлық сатылары үшін арнайы және жалпы функциялар.

4. Ғылыми-техникалық, өндірістік, экономикалық және әлеуметтік факторлар мен жағдайлар бойынша басқарманың функциялары.

СМЖ енгізу нәтижесінде кәсіпорындарда өнім сапасын басқару жүйесі әзірленеді, ол келесі ережелерді қамтиды.

1. Басшылықтың міндеттері (сапа саласындағы саясат, ұйым).

2. Құжаттама және жоспарлау жүйесі.

3. Талаптар құжаттамасы және олардың орындалуы.

4. Әзірлеу кезіндегі сапа (жоспарлау, құзыреттілік, құжаттама, тексеру, нәтиже, өзгерістер).

5. Сатып алу кезіндегі сапа (құжаттама, бақылау).

6. Бұйымдарды белгілеу және оларды бақылау мүмкіндігі.

7. Өндіріс кезіндегі сапа (жоспарлау, нұсқаулықтар, біліктілік, бақылау).
8. Сапаны тексеру (кіру кезіндегі тексерулер, операция аралық бақылау, соңғы бақылау, сынау құжаттамасы).
9. Сынақ құралдарын бақылау.
10. Түзету іс-шаралары.
11. Сақтау, тасымалдау, орау, жөнелту кезіндегі сапа.
12. Сапаны құжаттау.
13. Сапаны сақтауға арналған жүйені фирмаішілік бақылау.
14. Оқыту.
15. Статистикалық әдістерді қолдану.
16. Қабылданатын шаралар жүйесі мен сапасын талдау.

Техникалық бақылау бөлімімен кәсіпорында сапаны кешенді бақылау қарастырылған. Бұл түр өнім берушілердің келіп түскен материалдарын тексеруден бастап сатудан кейінгі бақылауға дейінгі барлық кезеңдерде сапаны бақылауды көздейді.

Кәсіпорында техникалық бақылаудың негізгі объектілері ретінде қарастырылады:

- тараптан келіп түсетін негізгі және қосалқы материалдар;
- сырттан алынатын жартылай фабрикаттар;
- баспадан түскен қолжазбалар мен түпнұсқалар;
- техникалық құжаттама;
- технологиялық процестер, операциялар, оларды орындау режимдері;
- цехтан цехқа немесе учаскеден учаскеге берілетін жартылай фабрикаттар;
- өндіріс процесіндегі технологиялық тәртіп;
- жабдықтар мен құралдардың жай-күйі;
- дайын өнім және т. б.

Жұмысымызды қорытындылай келе, біз, кез-келген ұйым немесе кәсіпорынға СМЖ керек екеніне көз жеткізе отырып, сондай-ақ оның ұйым үшін қымбатқа соғатынына, сонымен қатар СМЖ енгізгенмен жұмысшылардың оның мақсатын толық түсінбейінше ол өз нәтижесін бермейтініне тоқталдық.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Аршакуни В. Л., Өндірістерді сертификаттаудың жаңа ережелері / В. Л. Аршакуни, В. В. Устинов // Сертификаттау. – 2005. – № 1.
- [2] Варепо Л. Г., Полиграфиядағы стандарттау және сапаны басқару негіздері, 2007.
- [3] Окрепилов В. В., Сапаны басқару / В. В. Окрепилов. – СПб. : Ғылым, 2000.
- [4] «ISO 9001 – Сапа менеджменті жүйесі» - халықаралық стандарты.

Жуманов М.А., Куатбек И.Н.

Анализ системы элементов качества продукции

Резюме. Актуальность управления качеством продукции в условиях рыночных отношений на любых предприятиях определяется тем, что она в полной мере удовлетворяет все потребности потребителей и направлена на обеспечение такого уровня качества продукции и услуг. Качество является одним из наиболее часто используемых терминов в настоящее время, но вместе с тем, это самая сложная, широкая и универсальная категория, охватывающая определенные особенности и аспекты. Качество продукции или услуг, как один из важнейших показателей эффективности работы предприятия, в отечественной и зарубежной литературе отсутствует однозначное толкование. Например, в международных стандартах серии 9000 качество определяется как совокупность свойств и характеристик продукции или услуг, которые основаны или позволяют удовлетворить предполагаемые потребности. Поэтому в современном мире, анализируя и систематизировать элементы качества, является одной из важных проблем.

Ключевые слова: результативность, эффективность, система менеджмента качества (СМК), международная стандартизация, экономическая эффективность.

L. Vakhitova , O. Kisselyova , S.Kapparov

(Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev, Almaty, Kazakhstan,
E-mail: vakhitovaLV@mail.ru, kisaolya.77@mail.ru)

**RENOVATION OF RAILWAY TRANSPORT INFRASTRUCTURE
TO ENSURE HIGH SPEED RUNNING**

Abstract. The article discusses the problems and prospects for the development of railway transport infrastructure of the railway transport for the implementation of high-speed traffic in the Republic of Kazakhstan

Key words: Infrastructure of passenger transport, high-speed lines, double track inserts, nonstop movement, single track sections, double track sections

One of the main factors for the development and for the improving the efficiency of the railway industry of the Republic of Kazakhstan is the organization of high-speed passenger traffic, as stated in the program for the development and integration of the infrastructure of the transport system of the Republic of Kazakhstan until 2020 [1] and the development strategy of JSC NC KTZh until 2025 [2]. The main aim of these programs is to accelerate the pace of economic growth and improve the quality of life of the population of Kazakhstan by creating a network of high-speed rail services, providing the optimum ratio of passengers for speed and safety, comfort and fare. This program provides for the introduction of a new logistic model for organizing high-speed routes between major settlements throughout the Republic of Kazakhstan [3].

Passenger traffic speed in the railway industry of the republic is significantly low as can be judged by the statistics of the average speed on the Kazakh railways. In the republic, the average train speed is 50 kilometers per hour, compared to Russia where it is 70, while in China it is 90, and in Japan - over 140 kilometers per hour.

Prospects for the development of railway transportation in Kazakhstan involve the development of an extensive transport infrastructure and the construction of new high-speed roads, as well as the improvement of existing roads [4].

The analysis of speed indicators in the context of the offices of JSC "KTZH - Freight transportation" (figures 1 and 2) shows that the average local speed of freight trains on the network is 38.7 km/h, and technical speed is 46.4 km/h; the average local speed of passenger trains on the network is 57.5 km/h (92.5 km/h for passenger trains "Talgo"), and the technical speed is 67.3 km/h (101.9 km/h for passenger trains "Talgo").

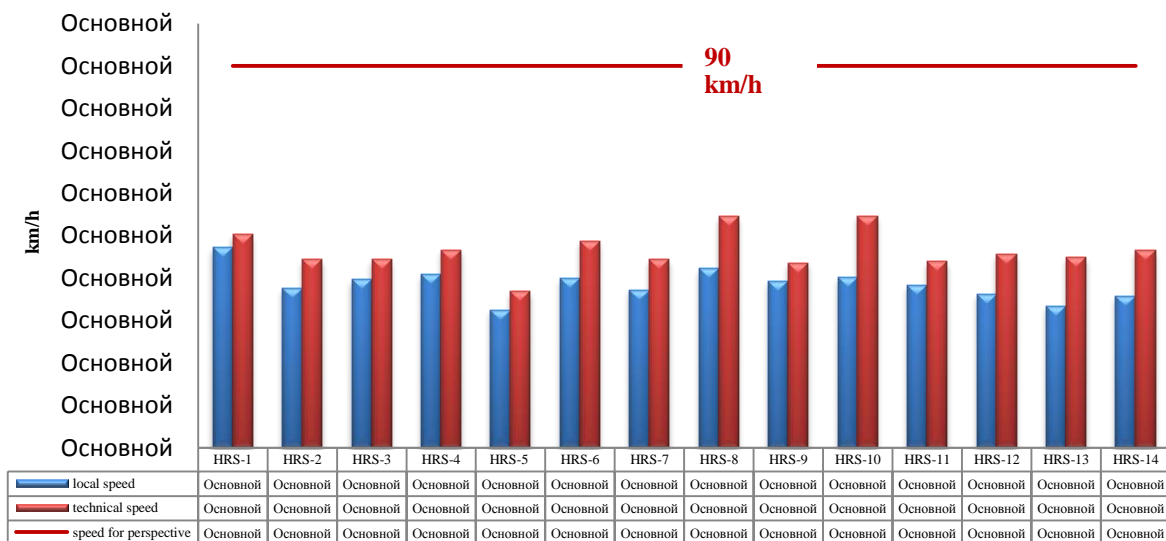


Figure 1. Values of speeds of freight trains in branches JSC "KTZH - Freight transportation"

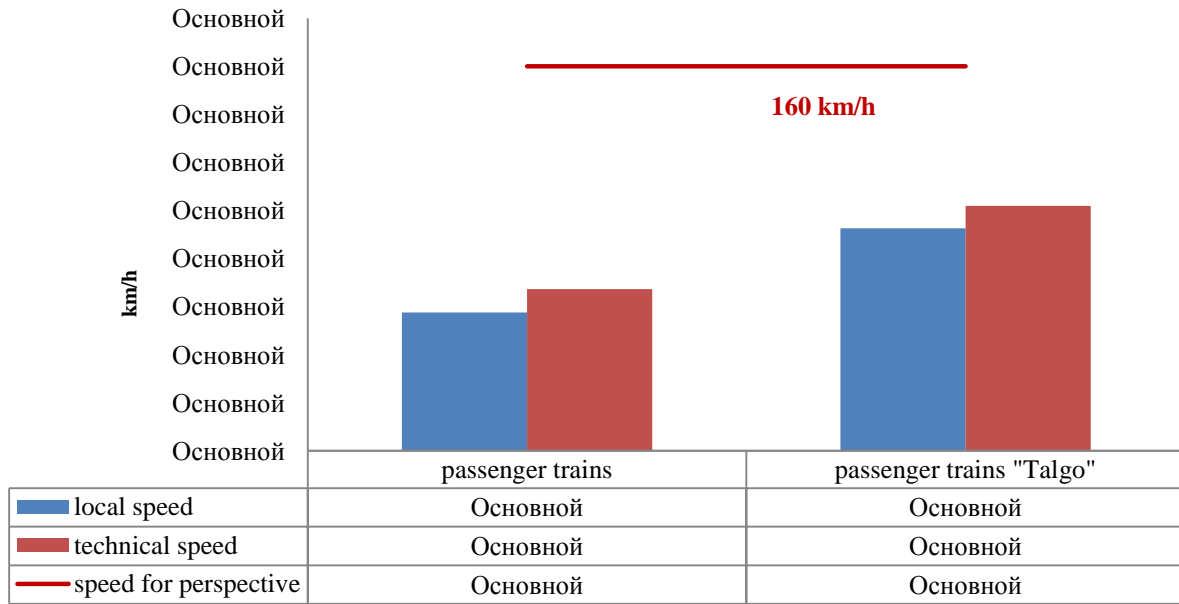


Figure 2. The values of the speeds of passenger trains on the network of JSC "NC"KTZH"

Analysis of the reasons for the speed low of passenger and freight trains shows that the main factors hindering the increase in speed are:

- condition of railway track (excessive wear of turnouts, the presence of defective fasteners and sleepers);
- line plan with insufficient lengths of transition curves, the presence of small radius curves;
- station devices that need to be modernized or rebuilt;
- communication status, signaling and other devices that affect the speed of trains.

High-speed movement of passenger trains in the Republic of Kazakhstan is carried out on the same railway lines, on which freight trains and suburban passenger trains are run, including on lines where freight traffic is very intensive. On such lines, ordinary passenger trains move at the same speeds as freight trains and only fast trains can achieve their full potential the highest speeds allowed for them [5].

Prospects for the development of railway transport in Kazakhstan involve the development of an extensive transport infrastructure and the construction of new high-speed routes, as well as the improvement of existing routes in order to increase their speed limit.

To increase the speed of passenger and freight trains on the network of JSC NC "KTZh", a number of organizational, technological advancements and reconstruction activities are required. In this connection it is necessary to ensure the gradual development of the infrastructure of the railway transport of the Republic of Kazakhstan for the organization of the mixed movement of trains on sections with high speeds.

To increase the speed of trains to 160 km/h, it is necessary to perform a an extensive reconstruction of track infrastructure:

- easing existing steep slopes;
- flattening the curves of small radius;
- replacement of switches to new ones allowing higher train speeds;
- increase in bearing capacity of bridges and overpasses [6].

To solve this problem, nowadays, technologies have been developed for laying a continuous joint with rail lashes of great length and reinforced concrete sleepers.

The main stages of the development of railway transport infrastructure include:

- reconstruction of curved railway sections;
- improvement of signaling systems;
- electrification of single-track railway lines with the introduction of more powerful locomotives;
- lengthening of station tracks;
- construction of double-track inserts on single track sections;
- construction of second tracks on single track sections with double track inserts

Since 70% of the railway sections of the Republic of Kazakhstan are single-track, it is advisable to build double-track inserts on single-track sections to increase the speed indicators of train traffic and organization

of non-stop crossing of passenger trains on double-track inserts and in the future the construction of second tracks on single track sections with double track inserts.

Figure 3 clearly shows the dependence of the length of double-track inserts on the speed of the passenger trains, for example, to ensure a speed of 110 km / h, a double-track insert with a minimum length of 12.87 km is necessary to allow a non-stop train crossing in 7 minutes.

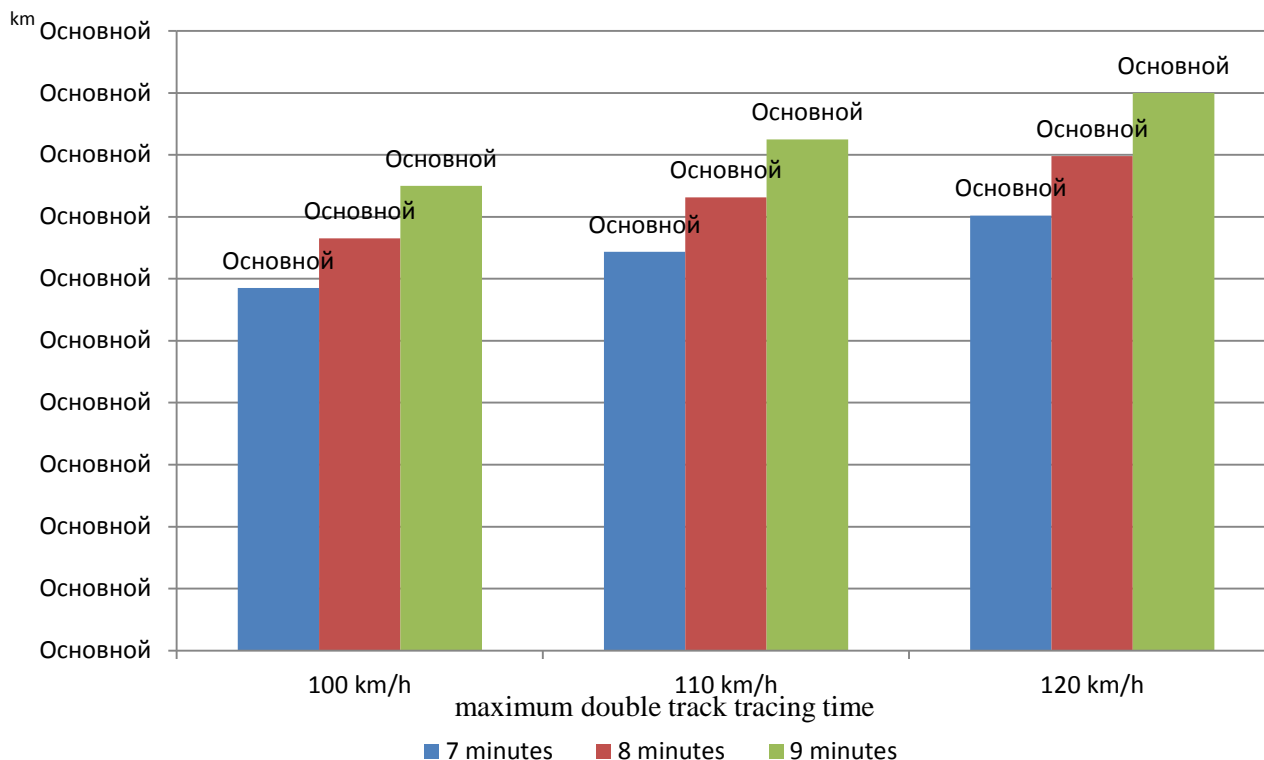


Figure 3. The dependence of the length of double-track inserts on the speed of trains

This action will allow to double the capacity of single-track sections by 2 times, and to increase the local and technical train speeds - by 1.5 times

Thus, the development of infrastructure for high-speed traffic in Kazakhstan will stimulate not only its economic development, but also improve its social conditions, increase the mobility of population, will contribute to the growth of the country's international prestige and to its recognition as a state fully integrated into global patterns processes.

LITERATURE

[1] Государственная программа развития и интеграции инфраструктуры транспортной системы Республики Казахстан до 2020 года, утверждена Указом Президента РК от 13 января 2014 года № 725.

[2] Стратегии развития АО НК «КТЖ» до 2025 года, утверждена решением Совета директоров АО «НК «КТЖ» от 26 ноября 2015 года, № 11.

[3] Программа скоростного пассажирского движения. Материалы сайта <http://temirzholy.kz>.

[4] Киселева О.Г. Вахитова Л.В. Развитие скоростного пассажирского движения на железнодорожной сети АО «НК «КТЖ». Сборник научных трудов к 80-летию факультета «Управление процессами перевозок на железнодорожном транспорте». Новосибирск: СГУПС, 2015, стр. 58-64.

[5] Развитие железнодорожной отрасли в Казахстане. Материалы сайта www.bnews.kz.

[6] Киселева О.Г. Вахитова Л.В. Развитие транспортной инфраструктуры для организации скоростного движения. Материалы XLI Международной научно-практической конференции КазАТК им. М. Тынышпаева на тему: «Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика», 2017 г., том 2, стр. 250-253.

Вахитова Л.В., Киселева О.Г., Каппаров С.К.

Модернизация инфраструктуры железнодорожного транспорта для обеспечения высокоскоростного движения

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы и перспективы развития транспортной инфраструктуры железнодорожного транспорта для реализации скоростного движения в Республике Казахстан.

Ключевые слова: инфраструктура пассажирского транспорта, скоростные и высокоскоростные магистрали, двухпутные вставки, безостановочное движение, однопутные участки, двухпутные участки

Вахитова Л.В., Киселева О.Г., Каппаров С.К.

Тездегімен қозғалысты қамтамасыз ету үшін теміржол көлігінің инфрақұрылымын модернизациялау

Аңдатпа. Мақалада Қазақстан Республикада жедел қозғалысты жүзеге асыру үшін темір жол көлігінің көліктік инфрақұрылымды жетілдіру жолдары мен проблемалары қарастырылған

Түйінді сөздер: жолаушы көліктің инфрақұрылымы, жедел және аса жедел магистральдар, косжолды қойылымдар, тоқтаусыз қозғалыс, даражоды телімдер, косжолды телімдер

N.S. Baitiles, A.A. Bolat, A.Y. Seit, B.S. Daribayev
(University of International Business, Almaty, Kazakhstan)
E-mail: nazerke200995@gmail.com)

DESIGN AND DEVELOPMENT OF “KUY” MELODY RECOGNITION SYSTEM USING MACHINE LEARNING METHOD

Abstract. Currently, machine learning is widely used in all spheres of life. Getting any desired state with sound detection and quick detection was something that interested all musicians.

The main idea of this project is to develop a sound recognition system one of the main algorithms using machine learning. The database that determines the main sound in the work will be " kuy " in the Kazakh language. At present, when the Kazakh tradition is revived, there is no software for recognition of any «kuy», this work will be relevant and informative.

The software is based on the Java algorithm on the Android platform, if the Python language is used for machine learning.

Keywords: Android, Java language, hash, sound recognition, machine learning, Fourier.

Н.С. Байтілес, А.А. Болат, А.Е. Сейт, Б.С.Дарібаев
(Халықаралық Бизнес Университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы)
E-mail: nazerke200995@gmail.com)

МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСІН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП, «КҮЙ» ӘУЕНІН ТАҢУ ЖҮЙЕСІН ЖОБАЛАУ ЖӘНЕ ӘЗІРЛЕУ

Аңдатпа. Қазіргі уақытта машиналық оқыту өмірдің барлық салаларында кеңінен пайдаланылады. Дыбысты анықтау арқылы кез келген қажетті күйді алу және оны тез арада табу барлық музыканттарды қызықтыратын дүние.

Бұл жобаның негізгі идеясы машиналық оқыту технологиясын қолдана отырып, негізгі бір алгоритммен дыбысты тану жүйесін әзірлеу болып табылады. Жұмыста негізгі дыбысты анықтайтын деректер қоры бұл қазақ тіліндегі «күй» болмақ. Қазіргі таңда қазақтың күй салт-дәстүрі жаңғырып тұрған мезетте, ешқандай күйді тануға арналған бағдарламалық қамтамасыздандыру жоқ болғандықтан, біздің жасалынып отырған бұл жұмыс өзекті де, танымды дүние болады.

Бағдарламалық жасақтама Python тілі машиналық оқытуға негізделсе, Android платформасында Java тілінде алгоритмге негізделеді.

Түйін сөздер. Android, Java тілі, хэш, дыбыс тану, машиналық оқыту, Фурье.

КІРІСПЕ

Қазіргі таңда дыбысты тану өте ауқымды және қажетті дүние болып отыр. Өзіне қажетті «күйді» табу кез-келеген адамға қажетті-ақ, дегенменде оны анықтайтын бағдарламалар орыс және ағылшын тіліндегі әуендерді ғана тануға арналса, бұл жобамызда қазақтың күйлерін, яғни қазақ тіліндегі күйлерді анықтайтын болады. Жобаның басты мақсаты қазақтың салт-дәстүрін дәріптейтін күйлерді анықтауға арналған бағдарлама құру және әзірленетін қосымшаның пәндік саласын зерттеу. Басты объект бұл «күй». Бағдарламаны жазуға арналған әдістерді зерттеп, қажетті деген әдістер қолданылды. Және де, соған сай бағдарламалық тіл анықталып, соныңда қорытынды жасалынды.

ЗЕРТТЕУ НЫСАНЫ МЕН ӘДІСТЕРІ

Сөйлеуді тану-сөйлеу сигналын сандық ақпаратқа (мысалы, мәтіндік деректер) түрлендіру процесі. Дыбыс сигналдарын сандық ақпаратқа айналдыруға Фурье түрлендіру әдісі қолданылды. Дыбыстық ақпаратты талдау кезінде Фурье түрлендіру бастапқы дыбыстық сигналдың ең маңызды

параметрлерінің бірі оның спектрі болып табылады. Сигналдың спектрі-бұл сигналды ортогоналды функциялардың базисінде анағұрлым қарапайым етіп ыдырату нәтижесі. Ыдырау ретінде жиі Фурье түрленуі қолданылды, спектрдің базистік функциялары ретінде синусоидалды және косинусоидалды функциялар қолданылды. Фурье түрлендіру-нақты айнымалы $f(x)$ оның спектрі немесе Фурье-бейнесі әрбір функциясына сәйкес болатын операция $f(w)$ [1]:

$$F(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} f(u)e^{izu} du \quad (1)$$

Фурье түрлендіру түрлері:

- периодтық емес үздіксіз немесе дискреттік сигналды Фурье интегралына бөлуге болады;
- периодтық емес дискреттік сигналды Фурье интегралына бөлуге болады;
- периодтық үздіксіз сигналды Фурье шексіз қатарға бөлуге болады;
- периодтық дискреттік сигналды Фурье соңғы қатарға бөлуге болады.

Жобада соңғы деректер жинағымен жұмыс істей алатынына байланысты түрлендірудің соңғы түрі қолданылады.

Дыбыстарды сигналдан цифрлық сандарға Фурье түрлендіру әдісі арқылы аударылып, хэш функциясы арқылы ID қойылып, сол бойынша деректер қорынан ID бойынша анықталады. Дыбыстарды тану алгоритміретінде Fingerprinting қолданылды [2].

Fingerprinting – саусақ іздерін алып тастаудың жалпы алгоритмдеріне арналған. Дыбысқа тән алгоритмдер саусақтың акустикалық ізін қарайды. Саусақ іздерін алу алгоритмі – бұл деректердің үлкен элементін (мысалы, компьютерлік файл) әлдеқайда қысқа биттік жолмен, оның ізімен салыстыратын процедура. Бұл таңба деректерді дедубликациялау үшін пайдаланылуы мүмкін. Бұл сондай-ақ саусақ іздерінің файлы, саусақ іздерінің деректері немесе саусақ іздерінің құрылымдалған деректері деп аталады.

Саусақ іздері әдетте көлемді деректерді салыстыру мен беруді болдырмау үшін қолданылады. Мысалы, веб-шолғыш немесе прокси-сервер тек оның іздерін алып, оны бұрын алынған көшірмесімен салыстыра отырып, қашықтағы файлдың өзгергенін тиімді тексере алады.

Саусақ іздерінің функцияларын криптографиялық хэш функциялары қажетсіз болуы мүмкін маңызды деректер блоктарын бірегей сәйкестендіру үшін пайдаланылатын жоғары өнімді хэш функциялары ретінде қарастыруға болады. Саусақ іздерінің аудио алгоритмдерін саусақ іздерінің функциясының осы түрімен шатастырмау керек. Саусақ іздері егжей-тегжейлі, бірегей дерлік, оларды өзгерту қиын және адам өмірінде ұзақ мерзімді адам ұқсастығы маркерлері ретінде қолайлы етеді.

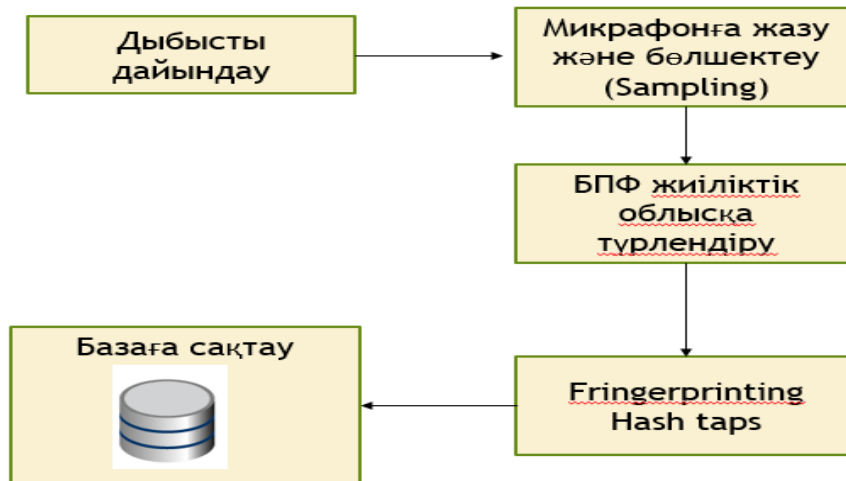
Қойылған мақсаттарға жету үшін саусақ іздерін алу алгоритмі виртуалды сенімділікпен файлдың тұлғасын тіркеуге мүмкіндігі болуы тиіс. Басқаша айтқанда, соқтығысу ықтималдығы-саусақтардың бірдей іздерімен екі файл-өлімге ұшыраудың басқада мүмкін емес себептерімен салыстырғанда (мысалы соғыс немесе теорит жүйесінің бұзылуы сияқты) аз болуы тиіс: айталық, 10-20 немесе аз [3].

Бұл талап бақылау сомасы функциясының талаптарына ұқсайды, бірақ әлдеқайда қатаң. Деректерді кездейсоқ зақымдау немесе жіберу қателіктерін анықтау үшін бастапқы файлдың және кез келген зақымдалған нұсқаның бақылау сомасы кейбір қателердің статистикалық үлгісін ескере отырып, дерлік ерекшеленуі мүмкін. Типтік жағдайларда, бұл мақсат 16 - немесе 32-биттік бақылау сомаларынан оңай қол жеткізіледі. Керісінше, үлкен файлдық жүйелердегі виртуалды бірегейлікке кепілдік беру үшін файлдық іздер кемінде 64 биттік болуы керек [4].

Дайын қосымшаға машиналық оқыту әдісін қолдана отырып, тез әрі жылдам табуға негізделеді.

Машиналық оқыту – жасанды интеллект әдістерінің класы, олардың сипатты есептің тікелей шешімі емес, көптеген ұқсас есептердің шешімдерін қолдану процесінде оқыту болып табылады [5].

Нәтижесінде бағдарламаға қолданылатын әдістер зерттеліп, оның ішіндегі қажетті Фурье түрлендіру мен Fingerprinting алгоритмі қолданылып, қосымша Java бағдарламалау тілінде жазылды. Қосымша қазақ тіліндегі «күйді» анықтап, сол бойынша қажетті мәліметтерді шығарып береді. Анықталған қосымша келесі 1-сурет бойынша жоба тұрғызылды:



Сурет 1. Жоба сұлбасы

Жобалау бөлімі.

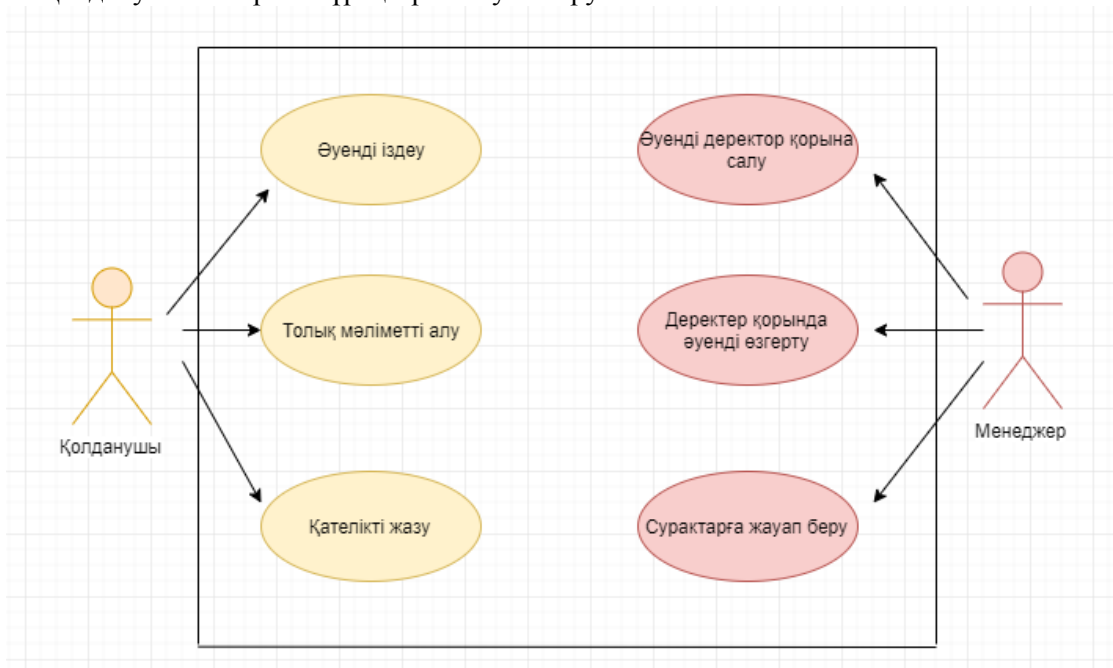
Жасалынған қосымша бойынша жобалау бөлімінде user – интерфейсі тұрғызылды. Интерфесті құруға php бағдарламалау тілі қолданылды. Келесі 2- сурет бойынша интерфейс келбеті көрсетілген.

Бұл бойынша қолданушы келесідей қадамдарды жасай алады:

- Әуенге іздеу салу;
- Іздеу бойынша әуенге толық мәліметтер алу;
- Бағдарлама бойынша қателік болған жерге, менеджерге сұраныс жіберу.

Ал, менеджердің келесідей мүмкіндіктері бар:

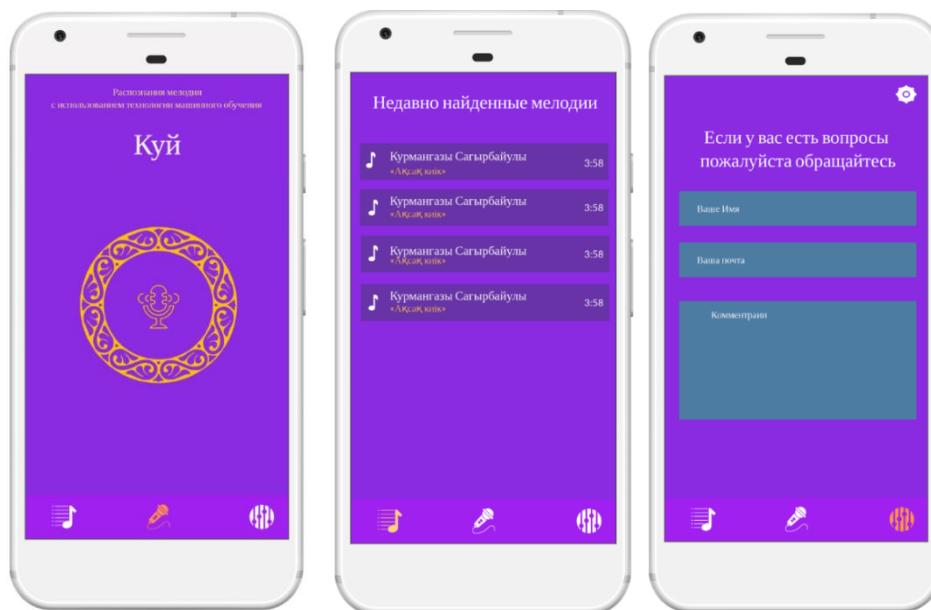
- Әуендерді деректер қорына салу;
- Деректер қорында әуендерге өзгерістер және басқада амалдар жасау;
- Қолданушы жіберген сұрақтарға жауап беру.



Сурет 2. Қолданушы сұлбасы

Пайдаланушы интерфейсі – бұл адам бағдарламалық жасақтаманы немесе аппараттық жабдықтарды басқара алатын интерфейс. UI олармен өзара іс-қимыл барынша интуитивті деңгейде болуы үшін пайдалануға ыңғайлы болуы тиіс. Бағдарламалық қамтамасыз ету интерфейстерін графикалық пайдаланушы интерфейстері деп атайды [6].

Жоба user – интерфейсі:



Сурет 3. User – интерфейсі

Аналогтар.

Дыбысты танудың қазіргі таңда көптеген бағдарламалары бар. Солардың ішінде пайдаланушылар арасында ең танымалы – Shazam. Ол көп жадқа ие емес, бірақ мүмкіндіктері қуантады. Бағдарлама жоғары тану жылдамдығымен және кең функционалмен сипатталады. Shazam әннің атауын тез анықтайды-әдетте бұл үшін шамамен 15 секунд қажет. Танудың айқындығы композицияның орындалу тіліне қарамастан жоғары деңгейде жүзеге асырылады [7].

Артықшылықтары: Әндердің жоғары жылдамдығы мен дәлдігі. Көптеген әндер мәтіндерінің болуы. YouTube клиптеріне сілтемелер. Ұқсас әндер тізімі. Шазамдардың ыңғайлы тарихы.

Орыс тіліне толық аударма. Минус: Тек 30 секундтық тректерді тыңдау. Әндердің сөздері мен мәтіндері бойынша іздеу жоқ.

Көптеген жарнама. Бұл қосымша – өз ісінде сөзсіз көшбасшы, бірақ Shazam аналогтары мен баламалары бар.

Sound Hound – бұл бағдарлама ұқсас функционалға және әуенді тану жылдамдығына ие. Артықшылықтары: Әндер мәтіндері [8].

Музыка және жанрлар каталогы. Минус: Толық емес тректер. Ән мәтіндері бойынша іздеу жоқ. Жарнама.

Musixmatch – қолданба ән мен олардың мәтіндерін іздеу мүмкіндіктерінің стандартты жиынтығы болып табылады. Артықшылықтары: музыканы қалыпты тану. Мәтіннің сөздері мен үзінділері бойынша іздеу. Теңшелетін интерфейсте көптеген әндердің мәтіндері мен аудармалары. Минус: Тректердің қысқа нұсқасы. Жарнама.

Қорытынды

Қорытындылай келе, «күй» әуенді анықтайтын қосымша жасалынды. Қолданушы өзіне қажетті әуенді анықтап, керекті мәліметтерін ала алады. Қосымша бойынша әдістер анықталып, Fingerprinting алгоритмі қолданылды. Аналогтар зерттеліп, артықшылықтары мен кемшіліктерін ескере отырып қосымша қолданушыға ыңғайлы, әрі тиімді ретінде жасалынды.

Қазіргі таңда «күй» әуендерін анықтау өте өзекті де, қажетті бағдарламалардың бірі болмақ. Сонымен қатар, алдағы таңда машиналық оқытумен оқыта отырып, бағдарлама қосымшасы толықтырыла түседі.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Томас Кормен, Чарльз Лейзерсон, Рональд Ривест, Клиффорд Штайн. Алгоритмы: построение и анализ, 2-е издание. Издательский дом «Вильямс», 2005г. – 926–954 с.

[2] Алексей Лукин. Введение в цифровую обработку сигналов (математические основы). Лаборатория компьютерной графики и мультимедиа, МГУ, 2007г. – 16–22 с.

[3] E. Amiot, Music Through Fourier Space, Computational Music Science, Springer International Publishing Switzerland, 2016 – p. 36-69.

- [4] Erric Kollmann, Chatter On The Wire ,OS Fingerprinting, August 2005 – p.59-88.
[5] С. Е. Rasmussen & С. К. I. Williams, Gaussian Processes for Machine Learning, the MIT Press, 2006, – p. 187-196.
[6] Рассел, Джесси Интерфейс программирования приложений / Джесси Рассел. – М.: Книга по Требованию, 2012. – 574 с.
[7] Емец Д.А. Обработка звука и звуковые эффекты. [Текст] М.: "Гилея", 2005. – 221с.
[8] Леонтьев В.П. Запись и обработка музыки и звука. [Текст]. М.: "Олма - Пресс", 2006. – 112 с.

Байтилес Н.С., Болат А.А., Сейт А.Е., Дарибаев Б.С.

Проектирование и разработка системы распознавания мелодии «күй» с использованием метода машинного обучения

Резюме. В настоящее время машинное обучение широко используется во всех сферах жизни. Получение любого желаемого состояния с определением звука и быстрое его обнаружение-это то, что интересовало всех музыкантов.

Основной идеей этого проекта является разработка системы распознавания звука одним из основных алгоритмов с применением машинного обучения. База данных, определяющая основной звук в работе, будет «күй» на казахском языке. В настоящее время, когда возрождается казахская традиция, нет программного обеспечения для распознавания каких - либо «күй», эта работа будет актуальной и познавательной.

Программное обеспечение базируется на алгоритме Java на платформе Android, язык Python используется для машинного обучения.

Ключевые слова. Android, Java язык, хэш, распознавание звука, машинное обучение, фурье.

УДК 637.1

¹Ф.Т. Dikhanbaeva, ²Ж.Ж. Smailova, ¹Е.СН. Tasturganova
(¹Almaty technological university, Almaty, Kazakhstan
²Korkyt Ata Kyzylorda state university, Kyzylorda, Kazakhstan
e-mail: 66bel@bk.ru)

THE STUDY OF THE PROCESS OF CULTURING MILK WITH LACTIC ACID BACTERIA

Abstract. In this article the processes of fermentation and mowing of fermented milk drinks using probiotic starter cultures with therapeutic and prophylactic properties are investigated. The use of starter cultures significantly reduced the duration of the production cycle and ensured safety in the production of dairy products.

Key words: dairy products, functional nutrition, camel milk, strains, cultures, probiotics.

¹Ф.Т. Диханбаева, ²Ж.Ж. Смаилова, ¹Э.Ч. Тастурганова
(¹Алматинский технологический университет, Алматы, Республика Казахстан
²Кызылординский государственный университет им. Коркыт ата, Кызылорда, Республика Казахстан
e-mail: 66bel@bk.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МОЛОКА МОЛОЧНОКИСЛЫМИ БАКТЕРИЯМИ

Аннотация. В статье исследованы процессы ферментации и сквашивания кисломолочных напитков с использованием пробиотических заквасок, обладающих лечебно-профилактическими свойствами. Использование заквасок позволило значительно сократить продолжительность производственного цикла и обеспечило безопасность при производстве молочных продуктов.

Ключевые слова: кисломолочные продукты, функциональное питание, верблюжье молоко, штаммы, культуры, пробиотики.

Введение

Ассортимент молочной продукции подразделяется на различные факторы: территориальная особенность страны; пищевые требования различных категорий населения; экономическое состояние молочного производства [1]. Первое из перечисленных факторов-природно-географическое положение региона, демографическая ситуация, связанные с этим ресурсы сырья, а также национальные особенности питания и традиции.

Одним из перспективных направлений в решении актуальных проблем улучшения здоровья населения РК, здорового образа жизни и здорового питания является производство молочных с

многокомпонентными бактериальными заквасками для диетического и лечебно-профилактического питания[2].

Ведущей перспективой в области питания является создание ассортимента продуктов, способствующих улучшению здоровья человека при их ежедневном употреблении. В последние годы во всем мире широкое признание и предпочтение получило новое направление, так называемое функциональное питание, под которым подразумевается использование продуктов, оказывающих регулирующее действие на организм человека в целом[2].

В настоящее время доступны пробиотические продукты, такие как пробиотическое молоко с добавками пробиотиков или добавки, предлагающие различные полезные свойства. Благоприятное воздействие этих пробиотических продуктов на пищеварительную систему ожидается не только для здоровых людей, но и для пациентов с заболеваниями пищеварительного тракта. В этом обзоре основное внимание уделялось обоснованию использования нашего кисломолочного штамма *Bifidobacterium* в качестве дополнения для предотвращения рецидива или обострения колита [3,4].

Авторами была исследована устойчивость или чувствительность бифидобактерий к лизоциму и росту бифидобактерий в материнском молоке. Восприимчивые штаммы бифидобактерий останавливали свой рост почти сразу после добавления лизоцима (400 мкг / мл), умеренно восприимчивые штаммы демонстрировали пониженную скорость роста, и кривые роста устойчивых штаммов не затрагивались. Штаммы человеческого происхождения были более устойчивы к лизоциму, чем штаммы животных. В то время как штаммы *B. bifidum* хорошо росли в образцах грудного молока, рост штаммов *B. animalis* после инокуляции в грудное молоко подавлялся. Устойчивость к лизоциму, по-видимому, является многообещающим критерием для отбора новых пробиотических штаммов бифидобактерий [5].

От состава заквасок зависит не только вкус кисломолочных продуктов, но и их консистенция. Основной компонент микрофлоры заквасок для всех кисломолочных продуктов, обеспечивающий формирование сгустка, - молочный лактококк. Включение в состав заквасок энергичных кислотообразователей обуславливает получение плотного колющегося сгустка с интенсивным отделением сыворотки, а малоэнергичных кислотообразователей - более нежного сгустка. Введение в закваски термофильных палочек способствует повышению вязкости продукта, придает сгустку эластичные свойства, препятствует выделению сыворотки.

Следовательно, путем подбора состава заквасок, можно регулировать свойства сгустка и обеспечить оптимальную консистенцию и вкус кисломолочных продуктов [6].

Объекты и методы исследования.

Объектами исследования являлись молоко коровье цельное (ГОСТ 13264) и верблюжье молоко; молоко обезжиренное (ОМ) ГОСТ 10970; бактериальные культуры молочнокислых стрептококков и палочек; а также сгустки, полученные путем сквашивания смесей бактериальными заквасками. опытные образцы; готовые молочные продукты.

Все основное и дополнительное сырье, использовавшееся в работе, соответствовало требованиям действующих стандартов и технических условий РК. При выполнении работы применяли стандартные общепринятые в исследовательской практике методы определения физико-химических, органолептических, микробиологических и структурно-механических показателей. Экспериментальные исследования проводили в трех – пятикратной повторности. Расчеты и графические представления результатов исследований были обработаны с использованием пакета программ в MS Office 2007: MS Word, MS Excel.

Обсуждение результатов

В процессе переработки молока на различные молочные продукты (сливки, сметана, творог и творожные изделия, сыр, масло) по известной традиционной технологии получают нормальные вторичные продукты, такие как обезжиренное молоко, пахту и молочную сыворотку.

Обезжиренное молоко, пахта и молочная сыворотка, относящиеся к вторичным сырьевым ресурсам, должны использоваться полностью и рационально. одновременно это позволяет решить ряд экологических проблем. В связи с этим возникает необходимость его использовать в производстве кисломолочных продуктов совместно с другими видами молочного сырья.

Содержание отдельных компонентов во вторичном молочном сырье в сравнении с цельным молоком (среднестатистические данные) приведено в табл. 1.

Таблица 1. Содержание отдельных компонентов во вторичном молочном сырье, %

Компоненты	цельное молоко	пахта	обезжиренное молоко	сыворотка
Молочный жир	3,6	0,5	0,05	0,2
Белки	3,2	3,3	3,3	0,9
Лактоза	4,7	4,7	4,8	4,8
Минеральные соли	0,7	0,7	0,7	0,6
Сухое вещество	12,5	9,1	8,8	6,5

Обезжиренное молоко и пахта являются белково-углеводным сырьем (50 % в сухом веществе), а молочная сыворотка — углеводным (70 % в сухом веществе). основными и наиболее ценными компонентами вторичного молочного сырья являются белки, липиды (молочный жир) и углеводы (лактоза). Кроме основных компонентов в обезжиренное молоко, пахту и молочную сыворотку переходят минеральные соли, небелковые азотистые соединения, витамины, ферменты, гормоны, иммунные тела, органические кислоты, т. е. практически все составные части сухого остатка молока и вода.

Верблюжье молоко по химическому составу и свойствам существенно отличается от коровьего и кобыльего, так как содержит больше жира и минеральных веществ и других составных частей, считается высокопитательным. Оно имеет чисто белый цвет, вязкую, густую консистенцию, пресновато-сладкий вкус. По органолептическим показателям верблюжье молоко должно соответствовать требованиям, указанным в таблице 2.

Таблица 2. Органолептические показатели верблюжьего молока

Наименование показателя	Характеристика и норма для сортов	
	первого	второго
Вкус и запах	Чистый, без посторонних, не свойственных свежему молоку привкусов и запахов	
Цвет	От белого до слабо-желтого	
Консистенция	Однородная, без осадка и хлопьев	

Далее исследовалось влияние вида микрофлоры закваски на процесс свертывания обезжиренного молока. В качестве основного сырья использовали молоко цельное коровье, которое было подогрето до температуры 40-45 °С и просепарировано, затем обезжиренное молоко пастеризовалось при температуре (80±2) °С.

Качество закваски предопределяет качество готовых кисломолочных продуктов. Оно зависит от многих факторов: чистоты культуры (отсутствия в заквасках посторонних микроорганизмов), активности ее, т. е. способности к кислотообразованию, накоплению ароматических веществ, антибиотиков и витаминов.

Активность культуры, является важнейшим показателем качества закваски. Активность закваски, прежде всего связана с интенсивным размножением бактерий.

Концентрированные культуры DVS обладают рядом преимуществ перед обычными заквасками, получаемыми путем пересадок:

- постоянство штаммов (не нарушается соотношение между штаммами);
- простота в обращении;
- высокая активность;
- отсутствие риска загрязнения бактериофагом;

- отсутствие постоокисления в процессе производства и хранения, а также длительного срока хранения.

Температура свертывания обезжиренного молока (нормализованной смеси) – 37-39 °С; гетероферментативные термофильные микроорганизмы при температуре 35– 45 °С в течение 4-6 ч, а гомоферментативные термофильные микроорганизмы при температуре 40-45 °С в течение 6-9 ч.

После внесения микробных клеток в питательную среду они вступают в лаг-фазу (AB). Этот период — период приспособления — характеризуется замедленным ростом бактериальных клеток. Длительность его зависит прежде всего от активности культуры. В заключительной части этой фазы скорость развития непрерывно возрастает, достигая максимума в период логарифмического (экспоненциального) роста числа клеток, когда бактерии размножаются с относительно постоянной скоростью.

В экспоненциальной фазе микроорганизмы находятся в состоянии так называемого уравновешенного роста. В этой фазе скорость роста пропорциональна количеству клеток, так как логарифм этого количества (численности), отнесенный ко времени, дает прямую линию CD.

Размножение бактериальных клеток в этот период характеризуется уравнением

$$N_k = N_0 e^{\mu t} \quad (1)$$

где N_k — количество бактериальных клеток через время t ;

N_0 — начальное количество бактериальных клеток;

t — время, ч;

μ — удельная или экспоненциальная скорость роста, ч⁻¹.

При исследовании определяли время удвоения и удельную скорость роста для *L. cremoris*, если в логарифмической стадии развития при $t = 4$ ч количество клеток составляет 600 млн., а при $t = 4,5$ ч — 660 млн., тоже для *L. lactis. biovar. diacetylactis*, если при $t=2,5$ ч количество клеток составляет 750 млн., при $t=3$ ч — 900 млн.; тоже для *Lactococcus lactis* подв. *lactis*, если при $t=3$ ч количество клеток составляет 600 млн., а при $t=4$ час-870 млн. клеток.

Важным критерием оценки роста культуры является время, необходимое для удвоения биомассы- продолжительность генерации:

$$g = \frac{\ln 2}{\mu} = \frac{0,693}{\mu} \quad (2)$$

$$e^{\mu t} = 2$$

$$\mu g = \ln 2 = 0,693$$

Если биомасса культуры микроорганизмов увеличивается с постоянной удельной скоростью роста, как это имеет место в логарифмической фазе развития, тогда количество полученной биомассы за период $t - t_0$ можно рассчитать по следующей формуле $m_1 = m_0 e^{\mu(t-t_0)}$,

где e — основание натурального логарифма.

Удельную скорость роста определяем как тангенс угла наклона кривой роста к оси абсцисс из графика зависимости количества бактериальных клеток от времени

$$\mu = \ln N_k - \ln N_0 / t - t_0 \quad (3)$$

Удельную скорость роста *L. cremoris* за период $t - t_0$ при увеличении биомассы на $m_1 - m_0$ определяют по формуле:

$$\mu = \ln N_k - \ln N_0 / t - t_0 = 2,3(\ln N_k - \ln N_0) / t - t_0 = 2,3(\ln 6600000 - \ln 6000000) / 0,5 = 2,3(8,8294 - 8,7880) / 0,5 = 1,020$$

Далее рассчитываем продолжительность генерации $g = \frac{\ln 2}{\mu} = \frac{0,693}{1,020} = 0,67$ ч или 40 мин.

Удельную скорость роста *L. lactis. biovar. diacetylactis* за период $t - t_0$ при увеличении биомассы на $m_1 - m_0$ определяют по формуле:

$$\mu = \ln N_k - \ln N_0 / t - t_0 = 2,3(\ln N_k - \ln N_0) / t - t_0 = 2,3(\ln 900000000 - \ln 750000000) / 0,5 = 2,3(8,9643 - 8,8850) / 0,5 = 0,8390$$

Далее рассчитываем продолжительность генерации $g = \frac{\ln 2}{\mu} = \frac{0,693}{0,8390} = 0,83$ ч или 49 мин.

Теперь рассчитываем удельную скорость роста *Lactococcus lactis* подв. *lactis* за период $t - t_0$ при увеличении биомассы на $m_1 - m_0$ определяют по формуле:

$$\mu = \ln N_k - \ln N_0 / t - t_0 = 2,3(\ln N_k - \ln N_0) / t - t_0 = 2,3(\ln 120000000 - \ln 60000000) / 2 = 2,3(9,0893 - 8,7880) / 1 = 0,6934$$

Далее рассчитываем продолжительность генерации $g = \frac{\ln 2}{\mu} = \frac{0,693}{\mu} = 0,693/0,6934 = 0,99$ ч или 59 мин.

Таким образом, целесообразность использования *DVS*-культур прямого внесения подтверждается многими факторами, главные из которых – простота и удобство применения, стабильность соотношения между видами и штаммами применяемых микроорганизмов, исключение возможности внесения посторонней микрофлоры с закваской, гарантия количества активных клеток, соответствие мировым стандартам, возможность гибкого расширения ассортимента продуктов. Наиболее важным преимуществом использования *DVS*-культур является меньшая возможность фагового загрязнения. Прямое внесение культур позволяет исключить стадию приготовления производственной закваски и размножения в ней бактериофагов, а также значительно сократить продолжительность производственного цикла и «отодвинуть» адаптацию бактериофагов к заквасочным культурам, что обеспечивает большую безопасность при производстве молочных продуктов. Согласно существующим представлениям, эти продукты обладают способностью стимулировать рост полезных микроорганизмов в кишечнике и подавлять рост патогенной микрофлоры, а также стимулировать иммунный ответ организма. [8]

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Петрова М.Д. Российский рынок сыра: тенденции и перспективы / М. Д. Петрова // Переработка молока: технология, оборудование, продукция. 2013. - № 5.-С10
- [2] Технология молока и молочных продуктов / Под ред. А.М. Шалыгиной. - М: КолосС, 2008.- 455с.
- [3] Jayakumar Beena Divya, Kesavan Madhavan Nampoothiri. Folate fortification of skim milk by a probiotic *Lactococcus lactis* CM28 and evaluation of its stability in fermented milk on cold storage. Journal of Food Science and Technology. June 2015, Volume 52, Issue 6, pp 3513–3519
- [4] Akemi Imaoka, Yoshinori Umesaki, Rationale for Using of *Bifidobacterium* Probiotic Strains-Fermented Milk Against Colitis Based on Animal Experiments and Clinical Trials. Probiotics and Antimicrobial Proteins. June 2009, Volume 1, Issue 1, pp 8–14.
- [5] V. Rada, I. Splichal, S. Rockova, M. Grmanova, E. Vlkova. Susceptibility of bifidobacteria to lysozyme as a possible selection criterion for probiotic bifidobacterial strains. Biotechnology Letters, March 2010, Volume 32, Issue 3, pp 451–455.
- [6] Биохимия молока и молочных продуктов: Конспект лекций / О.А. Шейфель; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2010. – 126 с.
- [7] Диханбаева Ф.Т., Жаксыбаева Э., Смаилова Ж.Ж., и др. Исследование процесса сквашивания молока с пробиотическими заквасками. Вестник КазНТУ № 5 , 2018. С.119-122.
- [8] Research of Fatty Acid Composition of Samples of Bio-Drink Made of Camel Milk. Tasturganova E, Dikhanbaeva F, Prosekov A, Zhunusova G, Dzhetpisbaeva B, Matibaeva A. Current Research in Nutrition and Food Science Journal 2018;6(2), Pages : 491-499

Диханбаева Ф.Т., Смаилова Ж.Ж., Тастурганова Э.Ч.

Сүт қышқылды бактериялармен сүтті өсіру процесін зерттеу

Андатпа. Бұл мақалада емдік-профилактикалық қасиеттері бар пробиотикалық ашытқыларды пайдалана отырып, сүтқышқылды сусындарды ферменттеу және ашыту процестері зерттелген. Ашытқыларды пайдалану өндірістік циклдың ұзақтығын едәуір қысқартуға мүмкіндік берді және сүт өнімдерін өндіру кезінде қауіпсіздікті қамтамасыз етті.

Түйін сөздер: сүтқышқылды өнімдері, функционалдық тамақтану, түйе сүті, штамдар, дақылдар, пробиотиктер.

УДК 669. 017.3:539.12

К.А. Bedelbekova^{1,2}, A.N. Ozerney¹, M.F. Vereshchak¹, I.A. Manakova¹, A.S. Degtyareva²

⁽¹⁾Institute of Nuclear Physics, Almaty, Ibragimov str.1

²K.I. Satpayev Kazakh National Research Technical University, Almaty, Kazakhstan)

MODELING OF HIGH-DOSE RADIATION DAMAGES IN THE REACTOR STRUCTURAL MATERIALS WITH THE PROBE MOESSBAUER ATOMS

Abstract. This paper proposes the method for modeling of high-dose radiation damage in structural steels AISI 304, initiated on the charged particles accelerator using the probe iron-57 nuclei. The methods of Mössbauer spectroscopy

on electron channel (KEMS), Mössbauer spectroscopy in the absorption mode (MS), raster electron microscopy (SEM) and x-ray structural analysis of structural phase transformations in the original steels subjected to irradiation and subsequent isochronous annealing. The conclusion was made about localization and electronic structure of the iron ions implanted in the crystal lattice of stainless steels. The X-ray diffraction method and Mössbauer spectroscopy showed the mono-phase of austenitic type in AISI 304 steel. The dominant phase in the irradiated samples is austenite, and the irradiation initiated martensite phase is present in small quantities.

Key words: irradiation with ^{57}Fe ions, structural phase transformations, Mössbauer spectroscopy, AISI 304 steel.

К.А. Бедельбекова^{1,2}, А.Н. Озерной¹, М.Ф. Верещак¹, И.А. Манакова¹, А.С. Дегтярева²

¹Институт ядерной физики, Казахстан, Алматы

²Казахский национальный исследовательский технический университет
им. К. И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОДОЗНЫХ РАДИАЦИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ В КОНСТРУКЦИОННЫХ РЕАКТОРНЫХ МАТЕРИАЛАХ ЗОНДОВЫМИ МЕССБАУЭРОВСКИМИ АТОМАМИ

Аннотация. В данной работе предложен метод моделирования высокодозных радиационных повреждений в конструкционных сталях AISI 304, инициированных на ускорителе заряженных частиц с использованием зондовых ядер железа-57. Методами мессбауэровской спектроскопии по электронному каналу (КЭМС), мессбауэровской спектроскопией в режиме на поглощение (МС), растровой электронной микроскопией (РЭМ) и рентгеноструктурного анализа проведены исследования структурно-фазовых превращений в исходных сталях, подвергнутых облучению и дальнейшему изохронному отжигу. Сделан вывод о локализации и электронной структуре имплантированных ионов железа в кристаллической решетке нержавеющей стали. Рентгенодифрактометрический метод и мессбауэровская спектроскопия показали монофазу аустенитного типа в стали AISI 304. Доминирующей фазой в облученных образцах является аустенит, и в небольших количествах присутствует инициируемая облучением мартенситная фаза.

Ключевые слова: облучение ионами ^{57}Fe , структурно-фазовые превращения, мессбауэровская спектроскопия, сталь AISI 304.

Введение

Актуальность выбранного направления исследований соответствует современным тенденциям развития науки и техники. Развитие атомной и термоядерной энергетики ставит перед материаловедами ряд проблем, связанных с созданием конструкционных материалов. Следует отметить, что на сегодняшний день материала чехлов твэлов, который позволил бы в полной мере реализовать экономичную, длительную и безопасную работу РБН, разработать не удалось. Изучение свойств конструкционных материалов для эксплуатируемых и перспективных ядерных установок по-прежнему остается одной из важнейших научно-технических задач. Под действием частиц и излучений в кристаллических телах происходят сложные структурно-фазовые превращения, приводящие к существенному изменению и деградации их исходной микроструктуры и свойств. Радиационные повреждения инициируются на атомном уровне, но макроскопические эффекты деградации в действительности возникают из-за микроструктурных изменений.

Исследования влияния легирующих добавок на ресурсные свойства конструкционных материалов требуют значительных временных и материальных затрат и методически ограничены преимущественно финишными исследованиями их свойств. Эксперименты, в которых радиационные воздействия на материалы производятся тяжелыми металлическими ионами в контролируемых условиях на ускорителях – наиболее продуктивный путь получения модельных результатов.

Полученные результаты исследования могли бы применяться для решения проблем безопасной эксплуатации ядерных установок и повышения эффективности их функционирования, позволив правильно оценивать ресурсные характеристики материалов активной зоны и предсказывать их поведение при высоких повреждающих дозах облучения.

В работе [1] авторы исследовали сверхтонкие взаимодействия и фазовые превращения в аустенитных коррозионноустойчивых сталях, подвергнутых комплексной термомеханической обработке, облучению, сварке и коррозии. Обнаружили концентрационную неоднородность распределения аустенита по глубине в сварных швах и зонах термического влияния сталей 06X16H15M3B и 12X18H10T. Выявлено совместное воздействие холодной пластической деформации и облучения на развитие прямого и обратного $\gamma \leftrightarrow \alpha$ превращения. Этот вывод подтвержден в работе [2] при

имплантаций ионов гелия в нержавеющие стали 12X18Н10Т. Было обнаружено сходство структуры облученной стали и подвергнутой пластической деформации, что указывает на единый механизм $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения, вызванного высокими неоднородными полями напряжений от имплантированного гелия. Известно, что аустенитные стали под действием нейтронного и ионного облучения подвержены изменениям структурно-фазового состояния с выделением в них мартенситной α' -фазы и блистерингу при облучении ионами инертных газов [3]. Одной из важных проблем при ионной имплантации является образование радиационных дефектов и их поведение после термического воздействия. Авторами [4] было исследовано структурно-фазовое состояние трехслойной системы Ве-Fe-Ве после облучения ионами гелия и криптона и последующих изохронных отжигов. Было отмечено, что при облучении трехслойной системы Ве-Fe-Ве ионами гелия и криптона, из-за локального обогащения материала атомами бериллия, наблюдался переход существенной части атомов железа в приповерхностном слое из магнитно упорядоченного в парамагнитное состояние. Причем степень перехода зависела от дозы облучения. Последующие изохронные отжиги практически полностью восстановили доимплантационную локальную концентрацию компонентов и структуру облученного приповерхностного слоя. Авторами [5, стр.156] облучались образцы нержавеющей стали 12X18Н10Т ионами ^{57}Fe энергией 1 МэВ, что приводило к образованию в поверхностном слое дополнительной мартенситной фазы, имеющей ОЦК кристаллическую решетку.

Имитационные эксперименты, использующие облучение тяжелыми ионами, достаточно эффективны при предварительном отборе перспективных материалов и прогнозировании результатов реакторных испытаний. Поэтому эксперименты на ускорителях тяжелых ионов заряженных частиц с целью имитации реакторных повреждений проводятся во многих научных центрах [6].

Целью работы является моделирование высокодозных радиационных повреждений в металлах и сплавах бомбардировкой на ускорителе заряженных частиц зондовыми мессбауэровскими атомами, для получения ядерно-физических данных из зоны об их влиянии на структурно-фазовое состояние конструкционной стали AISI 304, на основании которых станет возможным определять ресурсные характеристики конструкционных реакторных материалов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

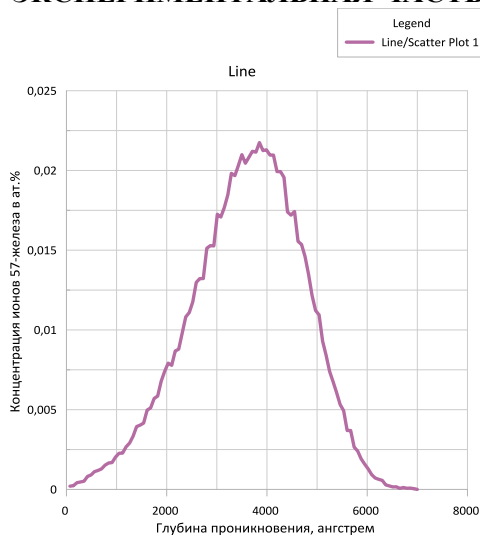


Рис. 1. Профиль распределения концентраций ионов ^{57}Fe в зависимости от глубины проникновения

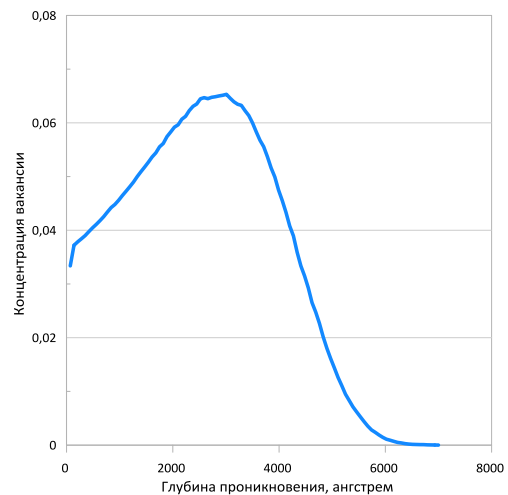


Рис. 2. Профиль распределения концентрации вакансий в зависимости от глубины проникновения

Выполнены расчеты дозы облучения с помощью программы SRIM-2008 [7], которые позволили оценить степень воздействия ионного пучка на кристаллическую решетку облучаемого материала, обычно выражаемую количеством смещений на атом.

На рис. 1 и рис.2 приведены профили распределения концентрации ионов ^{57}Fe и вакансий, соответственно в зависимости от глубины проникновения. После облучения нержавеющей стали ионами железа с энергией 1 МэВ и флюенсом 5×10^{16} ион/см² доза облучения составила 200 сна (смещений на атом), а проективный пробег – около 354 нм и создается 6560 вакансий/ион.

Для облучения ионами железа-57 были подготовлены образцы стали AISI 304 из пластин толщиной 300 мкм путем прокатки до 30 мкм с промежуточными отжигами. Готовые образцы размером $(10 \times 10 \times 0.05)$ мм³ были подвергнуты шлифовке, полировке и последующему отжигу при температуре 800°C в течение двух часов в вакууме 1×10^{-6} мм рт. ст.



Рис. 3. Внешний вид высоковакуумной печи для отжига



Рис. 4. Прецизионный программируемый терморегулятор ТП-403

На рисунке 3 представлен внешний вид высоковакуумной печи для проведения изохронных отжигов стали AISI 304. Безмасляный вакуум (1×10^{-6} мм.рт.ст.) в рабочем объеме камеры из нержавеющей стали достигался с помощью магниторазрядного диодного охлаждаемого насоса НОРД-100. Скорость выхода на температуру и её стабилизацию с точностью $\pm 1^\circ\text{C}$ осуществляли с помощью программируемого регулятора ТП-403 (Рисунок 4). Предварительная откачка рабочего объема осуществляется с помощью адсорбционного цеолитового агрегата ЦВА-1-2. Диапазон рабочих температур вакуумной печи: $(20 \div 1100)$ °C. Охлаждение образцов производилось с печью.

Проведено облучение образца стали AISI 304 ионами железа-57. Имплантацию ионов осуществляли на электростатическом перезарядном ускорителе тяжелых ионов УКП-2-1 в РГП ИЯФ РК. Плотность ионного тока составляла 50 нА, энергия непрерывного потока ионов – 1 МэВ, флюенс – 5×10^{16} ион/см².

Исследование структурно-фазового состава стали до и после облучения проводили методами мессбауэровской спектроскопии и рентгеноструктурного анализа. Поскольку глубина проникновения ионов в материал была выбрана соизмеримой с толщиной доступной для зондирования методом конверсионной мессбауэровской спектроскопии (КЭМС), то регистрация электронов внутренней конверсии позволяла детально просмотреть зону, подвергнутую радиационному воздействию.

Измерения КЭМС-спектров проводили на спектрометре MS-110Em при комнатной температуре. Источником γ -квантов служил ⁵⁷Co в матрице хрома. Анализ и обработку мессбауэровских спектров проводили методами модельной расшифровки и восстановления функций распределения сверхтонких параметров парциальных спектров с помощью программного комплекса MStoolS и SpectrRelax [8].

Рентгеноструктурный анализ выполняли на дифрактометре D8 ADVANCE фирмы BRUKER. Дифрактограммы измерялись на облученной части образца, а также на обратной стороне в диапазоне углов $2\theta = (10 \div 95)^\circ$, шаг сканирования по углу составил 0.02° , время стояния в точке – 1.0 с.

Элементный состав приповерхностного слоя определяли с помощью электронного растрового микроскопа JEOL JSM-6610.

Далее, после исследований электронной, магнитной и кристаллической структуры, а также определения элементного состава облученный ионами образец стали AISI 304 отжигался в вакууме при температурах $(200 \div 800)^\circ\text{C}$ с шагом 100°C в течение двух часов при каждой температуре. После отжигов проводились исследования структуры методами мессбауэровской спектроскопии в геометрии обратного рассеяния с регистрацией электронов внутренней конверсии и рентгеноструктурного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Основной фазой в исходном отожженном состоянии при комнатной температуре является парамагнитный аустенит. Спектр облученной стали AISI 304 ионами ^{57}Fe с энергией 1 МэВ дозой 5×10^{16} част/см² представляет собой суперпозицию парамагнитной линии аустенита и секстета – мартенсита.

На рисунке 5 и 6 приведены результаты исследований стали методами мессбауэровской спектроскопии и рентгеноструктурного анализа до и после облучения.

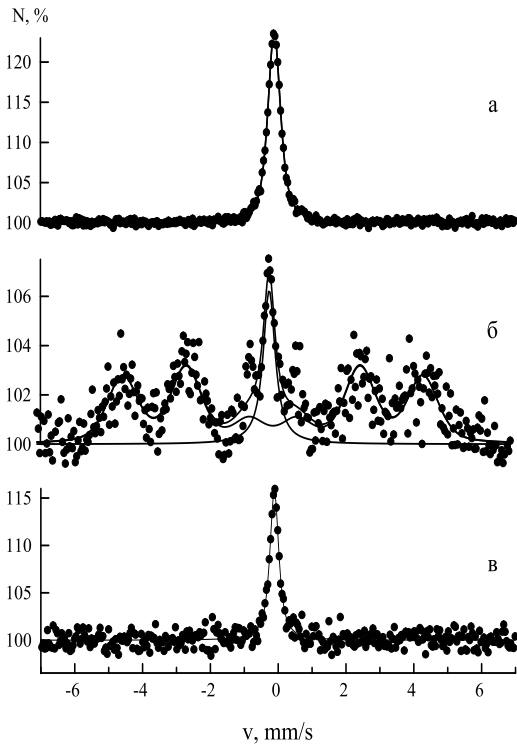


Рис. 5. КЭМС-спектры ядер ^{57}Fe стали AISI 304 а - до облучения; б - после облучения; в - после отжига при температуре 800°C в течении 2 ч.

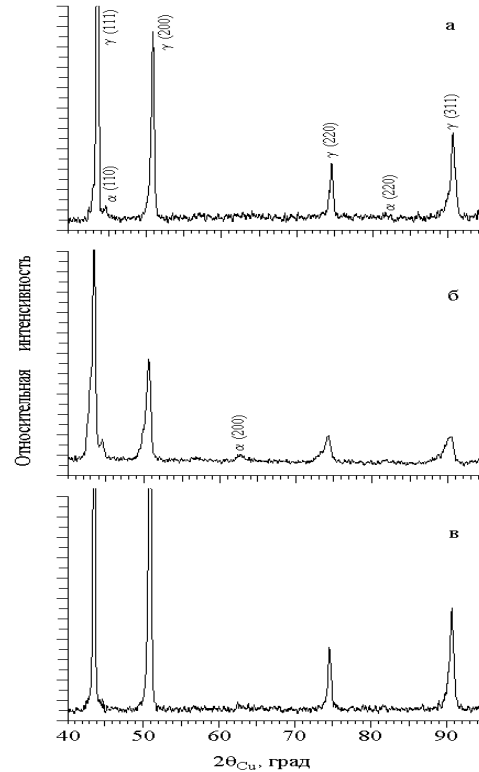


Рис. 6. Рентгеновские дифрактограммы стали AISI 304: а - до облучения; б – после облучения; в – после отжига при температуре 800°C в течении 2 ч.

Рентгенодифрактометрический анализ стали AISI 304 показал, что на дифрактограмме исходных сталей присутствуют рефлексы аустенита: $\gamma(111)$, $\gamma(200)$, $\gamma(220)$ и $\gamma(311)$ (см. Рисунок 5а и 6а). Облучение привело к появлению рефлексов $\alpha(110)$, $\alpha(200)$ и $\alpha(220)$ (см. Рисунок 5б и 6б) мартенсита «напряжения», обусловленного радиационными дефектами.

Отжиг образцов при температуре 800°C в течение 2 ч приводит к возврату облученной стали AISI 304 в исходное состояние, т.е. к структуре исходного аустенита (см. Рисунки 5в и 6 в).

В работе [9] аустенитная нержавеющая сталь 17/73 имплантировалась ионами инертных газов Kt^+ и Ar^+ , а также ионами собственных элементов Fe^+ , Cr^+ , Ni^+ . Данные мессбауэровской спектроскопии и просвечивающей электронной микроскопии свидетельствуют о том, что облучение стали ионами Ni , Fe или Cr вызывает образование в поверхностном слое α' -мартенсита, несмотря на то, что химические действия этих элементов различны: никель стабилизирует γ -фазу, железо стимулирует образование α' -мартенсита, а легирование хромом должно приводить к выделению α -феррита. Сделан вывод о том, что образование мартенсита связано, главным образом, с полями напряжений от вторичных радиационных повреждений.

Замечено, что при изотермическом отжиге кинетика обратного $\alpha \rightarrow \gamma$ перехода не монотонная. При температуре отжига облученной стали 400-450°C содержание мартенситной фазы возрастает, затем уменьшается с ростом температуры и при 600°C α -фаза практически полностью отжигается.

Анализ мессбауэровских спектров на пропускание демонстрирует небольшое уширение спектра после облучения по сравнению с исходным состоянием, что указывает на некоторое разупорядочение в приповерхностном слое. Данный факт подтверждает предположение о том, что все радиационные повреждения в результате облучения на ускорителе, создаются в приповерхностном слое и не затрагивают объема стали.

Данные полученные электронной микроскопией показывают, что облучение стали AISI 304 ионами ^{57}Fe ведет к увеличению содержания углерода в приповерхностном слое (таблица 1).

Таблица 1. Элементный состав стали AISI 304 до и после облучения ионами железа-57

Образец	C, вес. %	O, вес. %	Ti, вес. %	Cr, вес. %	Fe, вес. %	Ni, вес. %	Mo, вес. %
AISI 304 необл.	14.43	5.78	1.23	18.54	75.34	10.8	-
AISI 304 обл.	25.47	4.7	0.04	19	77.01	10.97	-

Из таблицы видно, что наблюдается увеличение содержания углерода в облученных образцах, предположительно, за счет его захвата из остаточной атмосферы ионного канала ускорителя. Кроме того, в облученных образцах заметно снижается содержание кислорода и особенно титана. В то же время концентрации железа, никеля и хрома немного возрастают. Такая разница в поведении легирующих элементов, возможно, обусловлена различием их структурно-фазового состояния, а именно: хром и никель растворены в железе, а титан образует карбидную фазу.

Заключение

1. Методами ЯГРС, РСА, РЭМ исследовано влияние облучения ионами ^{57}Fe на состояние конструкционной нержавеющей стали AISI 304. Показано, что параметры сверхтонкого взаимодействия остаточного аустенита после облучения не претерпевают изменений. Это указывает на постоянство электронной структуры в ближайшем окружении атома ^{57}Fe ГЦК-аустенита.

2. Доминирующей фазой в облученных образцах по-прежнему остается аустенит, и в небольших количествах присутствует инициируемая облучением мартенситная фаза. Отжиг облученных образцов при 800°C в течение 2 ч приводит к восстановлению аустенитной структуры сталей.

3. При облучении нержавеющей стали AISI 304 в части поверхностного слоя происходит фазовый переход из ГЦК аустенита в ОЦК мартенсит, что приведет к изменению микроструктуры облученной стали и, соответственно, ее свойств (радиационно-фазовый наклеп) при котором заметно изменяется микроструктура сплава и его механические свойства. Сделан вывод о том, что образование мартенсита связано, главным образом, с полями напряжений от вторичных радиационных повреждений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кириченко В.Г., Кирдин А.И. Ядерно-физическое металловедение сталей // Вестник Харьковского университета. Сер. Физическая, 2009. № 845.-С.39-61.
- [2] Игрушин В.В., Кириченко В.Г., Коллеров Э.П. и др. Мессбауэровское исследование фазовых превращений в аустенитных сталях при термомеханической обработке // Применение мессбауэровской спектроскопии в материаловедении, 11-13 мая 1989.- Ижевск.1989.-С.14.
- [3] Кислицин С.Б., Верещак М.Ф., Манакова И.А., Озерной А.Н., Сагаев Д.А., Тулеушев Ю.Ж. Блистеринг и $\alpha \leftrightarrow \gamma$ превращения при отжиге стали 12X18H10T, облученной низкоэнергетическими альфа-частицами // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение.-2013.-№2.-С.17-22.
- [4] Озерной А.Н., Верещак М.Ф., Манакова И.А., Кадыржанов К.К., Русаков В.С. Исследование радиационно-индуцированных процессов в слоистой системе Ве-Fe-Ве, подвергнутой ионному облучению и последующим изохронным отжигам // ФММ. 2014. т.115. № 8.-С. 816-826.
- [5] Андрианов В.А., Озерной А.Н., Верещак М.Ф., Бедельбекова К.А., Манакова И.А., Дегтярева А.С. Ионно-индуцированные структурно-фазовые превращения в нержавеющей стали 12X18H10T // Тезисы докладов XLIX международной Тулиновской конференции по физике взаимодействия заряженными частицами с кристаллами, 29-31 мая 2019.-Москва.-С.156.
- [6] Неклюдов И.М., Матвиенко Б.В. Об использовании источников нейтронов и ускорителей заряженных частиц в исследованиях по физике радиационных повреждений и радиационному материаловедению в научных центрах США //Вопросы атомной науки и техники. Сер. Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение. 1980. № 2.-С.92-105.
- [7] <http://www.srim.org>
- [8] Русаков В.С. Мессбауэровская спектроскопия локально неоднородных систем. Алматы: ОПНИ ИЯФ НЯЦ РК, 2000. С.431.
- [9] E.Johnson, A.Johansen, L.Sarholt-Kristensen et.al. Mossbauer and Tem study of martensitic transformations in ion implanted 17/73 stainless steel // Nucl. Instrum. andMeth, Phys.Res.- 1987.- V.19-20, №1-P.171.

Бедельбекова К.А., Озерной А.Н., Верешак М.Ф., Манакова И.А., Дегтярева А.С.

Зондық мессбауэрлік атомдар арқылы конструкциялық реакторлық материалдардағы жоғары дозалы радиациялық зақымдануларды моделдеу

Түйіндеме Осы жұмыста темір-57 зондық ядроларын пайдалана отырып зарядталған бөлшектер үдеткішінде қоздырылған AISI 304 конструкциялық болаттарда жоғары дозалы радиациялық зақымдануларды моделдеу әдісі ұсынылған. Электрондық арна бойынша мессбауэрлік спектроскопия (ЭАМС), жұтылу режимінде мессбауэрлік спектроскопия (МС), растрлық электронды микроскопия (РЭМ) және рентгенқұрылымдық талдау әдістері көмегімен сәулелендірілуге түскен және одан әрі изохронды күйдірілген бастапқы болаттарда құрылымдық-фазалық түрленулерге зерттеулер жүргізілді. Тоттанбайтын болаттардың кристалдық торында ендірілген темір иондарының локализациясы мен электрондық құрылымы туралы қорытынды жасалды. Рентгендифрактометрлік әдіс және мессбауэрлік спектроскопия AISI 304 болатта аустениттік түрдегі монофазаны көрсетті. Сәулелендірілген үлгілерде басымдылықты фаза аустенит болып табылады, және де аз мөлшерде сәулелендірумен қоздырылған мартенситтік фаза болады.

Түйінді сөздер: ^{57}Fe иондарымен сәулелендіру, құрылымдық-фазалық түрленулер, мессбауэрлік спектроскопия, AISI 304 болат.

УДК 84.01.11

A. Kudysh, Zh. Yesenkulova

(Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan)

DEVELOPMENT OF THE ELEMENTS OF A QUALITY MANAGEMENT SYSTEM IN TERMS OF THE OIL INDUSTRY

Abstract. Dynamic and complex management structures in modern conditions require the introduction of mechanisms to improve various parameters in order to improve all management systems, improve the quality of services, improve competitiveness in the market segment. In this context, a significant interest is the quality management system, the effectiveness and efficiency of which allow to implement a wide range of production tasks that are the subject of applied research in the economy. One variant of an assessment of efficiency of introduction of quality management system with use of the standard techniques and indicators of the production and administrative analysis applied at the enterprises is offered.

Key words: effectiveness, efficiency, quality management system, process approach, management principles, economic efficiency.

А.А. Құдыш, Ж.Ж. Есенқұлова

(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы)

МҰНАЙ ӨНЕРКӘСІБІ МЫСАЛЫНДА САПА МЕНЕДЖМЕНТІ ЖҮЙЕСІНІҢ ЭЛЕМЕНТТЕРІН ӘЗІРЛЕУ

Андатпа. Қазіргі заманғы жағдайларда басқару құрылымдарының серпінділігі мен күрделілігі менеджменттің барлық жүйелерін жетілдіру, көрсетілетін қызметтердің сапасын арттыру, нарық сегментінде бәсекеге қабілеттілікті арттыру мақсатында әртүрлі параметрлерді жақсарту тетіктерін енгізу қажеттілігін талап етеді. Бұл тұрғыда нәтижелілігі мен тиімділігі экономикадағы қолданбалы зерттеулердің мәні болып табылатын өндірістік міндеттердің ауқымды тізбесін іске асыруға мүмкіндік беретін сапа менеджменті жүйесі айтарлықтай қызығушылық тудырады. Кәсіпорындарда қолданылатын үлгілік әдістемелер мен өндірістік және басқарушылық талдау көрсеткіштерін пайдалана отырып, сапа менеджменті жүйесін енгізудің нәтижелілігін бағалаудың бір нұсқасы ұсынылды.

Түйінді сөздер: нәтижелілік, тиімділік, сапа менеджменті жүйесі, үдерістік тәсіл, менеджмент қағидаттары, экономикалық тиімділік.

Әлемдік нарықта экономикалық жаһандануды күшейту ресурстарды молықтыру қағидатты жаңа тауарлар мен көрсетілетін қызметтерді құруды негіздейді. Қазақстан Республикасы осы нарықтың толыққанды субъектісі болып табылады.

Бұл жағдай құнды оңтайландыру әдістерін пайдалана отырып және өндірістік процестерді құрудың сапалы жаңа деңгейіне қол жеткізуге мүмкіндік беретін технологияларды енгізе отырып, өндірілетін тауарлардың, жұмыстар мен көрсетілетін қызметтердің бәсекеге қабілеттілігін арттырудың тиімді тәсілдерін іздестіруді талап етеді.

Бәсекеге қабілеттілікті күшейтудегі негізгі фактор өндірілетін тауар (қызмет) сапасының артықшылығына ұмтылу болып табылады. Мұнай-газ кешенінің кәсіпорындары жалпы ұлттық өнімнің елеулі көлемін қамтамасыз ете отырып, осы саланың кәсіпорындарында өндірілетін өнімдерге елдің ішкі қажеттіліктерін жабуға ғана емес, сондай-ақ сыртқы нарықтардың шекарасын кеңейтуге де ұмтылады.

Осы контексте қызметтің негізгі бағыттары бойынша негізгі міндеттерді шешуге бағытталған нәтижелі іс-шараларды орындауға мүмкіндік беретін сапа менеджменті жүйесі (СМЖ) бірінші кезектегі мәнге ие болады.

Қазіргі ғылымда қолданбалы зерттеулер шеңберінде нәтижелілікті бағалау бағыттарының бірқатар көрсеткіштер бойынша бөлінуі байқалады: экономикалық тиімділік (жалпы тәсілдер бойынша), әлеуметтік-экономикалық тиімділік (әлеуметтік қатынастар, ұйымдастырушылық мәдениет, персоналды басқару және т.б. саласында), техникалық, өндірістік және технологиялық тиімділік. Осыған байланысты нәтижелілік көрсеткіштерін анықтау тәсілдерін формализациялау қажеттілігін анықтайтын өзіндік мамандану қалыптасты.

Экономикалық және өндірістік көрсеткіштерді бағалаудағы белгілі бір айырмашылықтарға қарамастан, нәтижелілікті бағалау қағидаттарын формалдау процесін былайша белгілеуге болады [1]:

- нақты тұжырымдалған мақсат қою;
- құзыреттіліктің жоғары деңгейі (өндіріспен, басқарумен, регламенттеумен байланысты барлық мәселелер бойынша арнайы білім мен құзыретті кеңестердің қажеттілігі);
- атқарушылық тәртіп;
- процесті енгізу мен іске асырудың барлық кезеңдерінде қызметкерлерді материалдық ынталандыруды ұйымдастыру;
- бағалаудың тиімді құралы;
- өндірістік және басқару есебінің елеулі ақпараттық деректер базасы;
- тапсырмаларды диспетчерлеу;
- үдерістерді дұрыс енгізуді (іске асыруды) және пысықтауға жататын уақытша бұрмалаулар болған кезде шығындарды барынша азайтуды қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін нормалар мен регламенттер;
- еңбек пен өндірістік ағындарды нормалау;
- барлық операциялар нормативтері мен еңбек нормаларын ұтымды бекітуді қамтамасыз ететін стандарттау және регламенттеу.

Нәтижелілікті бағалау кезіндегі өзара байланыс логикасы, өз кезегінде, мақсаттар мен нәтижелердің (мысалы, құндық критерийді пайдалана отырып) өлшемдік проблемасын көрсетеді. Бұл ретте, зерттеу ауқымына байланысты мақсаттар кейде формальды сипатта болады (мысалы, білім деңгейін арттыруды бағалау кезінде). Бұл жағдайда есептерге қосымша бағалау рәсімдерін немесе бағалау параметрлерін енгізуге мүмкіндік беретін зерттеу қақтығысы туындайды.

Бірақ, біздің пікірімізше, процестің нәтижелілігін бағалау кезінде шаруашылық жүргізуші субъект өндірістік ресурстардың шығындарын азайту және шығындарын азайту мақсаттарын басшылыққа ала отырып, тиімділікті арттыру және мемлекетке қатысты процестерді қатар енгізуге тиіс. Осыған байланысты сапа менеджменті жүйесін енгізудің нәтижелілігін бағалау айтарлықтай қызығушылық тудырады.

Біз мұнай-газ саласындағы кәсіпорындарда СМЖ нәтижелілігін бағалау форматын қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін рәсімдерді формализациялауға әрекет жасадық.

Жақында мұнай өндіруші компаниялар тиімділіктің жоғары көрсеткіштерін және өндіріс көлемінің тұрақты өсуін көрсетті (ресурстарды өндіру және қайта өңдеу). Экологиялық, әлеуметтік және экономикалық проблемалардың шиеленісуі жағдайында өндірістің тиімділігі мен нәтижелілігін, пайданың, рентабельдіктің және активтердің айналуының тұрғысынан ғана бағалау өте дұрыс емес екені анық болды.

Қазіргі заманғы қоғамның дамуы - өзгерістердің жаһандануы мен ауқымымен, материалдық емес активтермен (ақпарат, идеялар, коммуникациялар), операциялармен және экономиканың жекелеген сегменттерінің симбиозымен сипатталады.

Мұнай және газ өнеркәсібі кәсіпорындарында мұндай өзгерістер тұрақты сипатқа ие, бұл осы бизнес табыстылығының жоғары үлесімен, өндірістік сегменттердің әртүрлі деңгейлерінде (қауіпсіздік талаптарын, еңбекті қорғау нормаларын, экологиялық саясатты қамтамасыз ету) мемлекеттің тұрақты бақылауымен және өндіру мен қайта өңдеу процестерінің жоғары технологиялығымен түсіндіріледі.

2009 жылы ИСО 10014:2006 "Сапа менеджменті. Қаржылық және экономикалық тиімділікке қол жеткізу жөніндегі басшылық нұсқаулар» стандартына ұқсас (ISO 10014:2006 "Quality management – Guidelines for realizing financial and economic benefits") ГОСТ Р ИСО 10014-2008 "Ұйым менеджменті. Сапа менеджменті жүйесіндегі экономикалық тиімділікке қол жеткізу жөніндегі басшылық нұсқаулар» ұлттық стандарты енгізілді.

Осы стандарттың мақсаты-ұйымның табысты қызметін қамтамасыз ету үшін сапа менеджментінің сегіз қағидаттарын қолдану және әдістер мен құралдарды таңдау контекстінде экономикалық тиімділікке қол жеткізу үшін менеджмент тәсілдерін формализациялау [3, 4].

"Сапа менеджменті" жанұясының стандарттарында көрсетілген қағидаттарға тоқтамай, оларды қабылдау мен іске асыру жоғары басшылықтың стратегиялық шешімі болып табылатынын атап өту қажет, бұл ретте менеджменттің тиімділігі мен өндірістік (экономикалық, қаржылық, басқарушылық) процестердің тиімділігі арасында тікелей өзара байланыс бар.

Бұл жағдайда бағалаудың негізі үдерістік тәсіл (жоспар → орындау → тексеру → іс-әрекет) болып табылады, бұл ретте менеджменттің әрбір принципі бойынша күтілетін көрсеткіштерді келесі түрде ұсынуға болады:

1. Тұтынушыға бағдарлану:

- кірістердің өсуі (түсім);
- бәсекеге қабілеттілікті арттыру;
- тұтынушының ұсталуы немесе адалдығы;
- нарықты кеңейту және логистикалық тізбектерді жақсарту;
- ұйымның тұрақтылығын арттыру.

2. Басшының көшбасшылығы:

- стратегиялық және бюджеттік көрсеткіштердің орындалу деңгейін арттыру;
- басқарушылық шешімдер мен орындаушылық тәртіптің тиімділігін арттыру;
- ресурстық және интеллектуалдық әлеуетті пайдалануды оңтайландыру;
- бәсекелестік артықшылықтарды нығайту;
- процестер мен өнімдердің өзіндік құнын төмендету;
- кәсіпорынның технологиялық және қаржылық тұрақтылығын арттыру.

3. Қызметкерлерді тарту:

- қызметкерлердің жауапкершілігін арттыру;
- өзіндік құнның төмендеуі;
- ұйымның сенімділігі мен тұрақтылығын арттыру.

4. Үдерістік тәсіл:

- құнның төмендеуі және бәсекеге қабілеттіліктің өсуі;
- ресурстарды пайдалануды оңтайландыру және қызметкерлердің жауапкершілігін арттыру;
- нарыққа шығу мерзімін қысқарту;
- қызметті кеңейту, ұйымның сенімділігі мен тұрақтылығын арттыру.

5. Жүйелік тәсіл:

- ресурстарды пайдалануды оңтайландыру;
- нарыққа шығу мерзімін қысқарту;
- ұйымның тұрақтылығы мен сенімділігін кеңейту;
- түрлі деңгейдегі процестерді оңтайландыру, олардың нәтижелілігі мен тиімділігін арттыру.

6. Тұрақты жақсарту:

- кірістіліктің, түсімнің және бюджеттік көрсеткіштердің орындалу деңгейінің өсуі;
- инвестицияланған капиталдың тиімділігін арттыру және шығындарды қысқарту.

7. Фактілерге негізделген шешімдер қабылдау:

- активтердің айналуын жеделдету;
- инвестицияланған капиталдан түсетін кірістілікті арттыру;

- қызметтің барлық функционалдық бағыттары бойынша үдерістерді оңтайландыру және ресурстық базаны пайдалану тиімділігі;

- қызметті кеңейту, ұйымның сенімділігі мен тұрақтылығын арттыру.

8. Жеткізушілермен өзара тиімді қарым-қатынас:

- шығындарды төмендету;
- ресурстарды пайдалануды оңтайландыру;
- агрегацияның әр түрлі деңгейіндегі үдерістердің нәтижелілігі мен тиімділігінің өсуі;
- қызметті кеңейту, ұйымның сенімділігі мен тұрақтылығын арттыру.

СМЖ енгізудің нәтижелілігін бағалау кезінде ұйымның сенімділігі мен тұрақтылығын арттыруға, бәсекеге қабілеттілікті арттыруға, ресурстық және қаржылық базаны оңтайландыруға, қызметтің ағымдағы түрлерінен және капиталды инвестициялаудан кірістілікті қамтамасыз етуге, сондай-ақ Қызметтің негізгі түрлері процесінде барлық технологиялық операциялар мен басқарушылық шешімдердің келісімділігін іске асыруға мүмкіндік беретін бағыттарды талдау қажет екендігі айқын болады.

"Газпром" АҚ-да сапа менеджменті жүйелерін "Газпром" АҚ тобы кәсіпорындары үшін осы бағытты параллель регламенттейтін ұлттық және мемлекеттік стандарттар талаптарына бейімдеу бойынша тұрақты және жоспарлы жұмыстар жүргізілуде [5-7].

"Газпром" АҚ-ның СМЖ-ға корпоративтік талаптарын және оларды бағалау тәртібін анықтайтын 9000 сериялы СТО Газпром тобының негізгі стандарттары болып табылады:

- СТО Газпром 9000 "Сапа менеджменті жүйесі. Негізгі ережелер мен сөздік»;
- СТО Газпром 9001 "Сапа менеджменті жүйесі. Талаптар»;
- СТО Газпром 9011 "Сапа менеджменті жүйесі. Сапа менеджменті жүйесін бағалау бойынша басшылық нұсқаулар".

Мұнай және газ өнеркәсібі кәсіпорындары, оның ішінде "Газпром" АҚ кәсіпорындары үшін технологиялық операциялардың көп кезеңділігімен, өндірілетін өнімнің сипаттамасымен және өзге де параметрлермен анықталатын процестердің ерекшелігі тән. Бұл, өз кезегінде, еңбек үдерістері мен жұмыс орындарын ұйымдастыруға, қоршаған ортаны қорғау жөніндегі іс-шараларды іске асыруға, инфрақұрылым объектілерін тиісті ұстауды қамтамасыз етуге қойылатын жоғары талаптарды қолдану қажеттілігін талап етеді. Көрсетілген міндеттерді шешу шеңберінде СМЖ кәсіпорындарда іске асырылатын үдерістердің жиынтығында неғұрлым тиімді құрал болып табылатыны анық.

ISO Стандарттау жөніндегі халықаралық ұйым мен Халықаралық Мұнай-газ саласының ынтымақтастығы нәтижесінде мұнай, мұнай-химия және газ өнеркәсібіне арналған СМЖ талаптарын анықтау үшін ISO/TS 29001 жаңа стандарты құрылды. Бұл стандарт өндірістің барлық кезеңдерінде ақауды болдырмау және шығындарды оңтайландыру, сонымен қатар өндірістік тізбектің басқа да элементтерін үздіксіз жақсартуды қамтамасыз ету мақсатында қарастырылатын өнеркәсіп тобының технологиялық процестерінің ерекшеліктерін ескере отырып, сапа менеджменті жүйелерін әзірлеу және енгізу үшін техникалық талаптарды білдіреді, бұл ретте тауарлар мен қызметтерді жобалау мен әзірлеуге, өндіруге, орнату мен қызмет көрсетуге, сондай-ақ өнімді сәйкестендіруге, презервациялауға және қадағалауға қатысты тараулар айтарлықтай өзгерді.

Мұнай, мұнай-химия және газ салаларында жұмыс істейтін ұйымдарға СМЖ жасау үшін негіз ретінде және қызметтің барлық кезеңдерінде сапаны бақылау үшін қажетті құрал ретінде ISO 29001 стандартын пайдалану ұсынылады.

СМЖ стандарттауы иерархияның жоғарғы деңгейінің стандарттарына сәйкес блоктарды үлгілеуді және қызмет ерекшелігіне қарай ұғымдар мен қағидаттарды ішінара кеңейте отырып, оларды біріздендіруді көздейді. СМЖ енгізудің нәтижелілігін бағалау мақсатында қаржылық көрсеткіштер мен табиғи өлшеуіштерді көрсететін бағалау параметрлерінің едәуір тізбесін пайдалануға болады.

Біздің пікірімізше, СМЖ енгізудің нәтижелілігін бағалау үшін келесі форматтарды қолдануға болады:

1. Өнім өндіруге арналған шығындар деңгейі.
2. Өндірістік циклдің ұзақтығы.
3. Өндірістік циклдің құрамдастары бойынша операциялық циклдің ұзақтығы (қажет болған жағдайда кеңейтілген талдау).
4. Еңбек өнімділігі.
5. Негізгі және қосалқы процестердің рентабельділігі.
6. Өндіріс көлемінің динамикасы.
7. Негізгі өндірістік циклдар бойынша инвестициялар көлемі.

СМЖ нәтижелілігін бағалауда өзара байланысты қамтамасыз ету қағидаттарына сүйене отырып, көрсеткіштердің логикасы төменде келтірілген талдау форматын болжайды:

1. Өнімді өндіруге жұмсалған шығындар деңгейі және оның пайда көрсеткіштерімен арақатынасы СМЖ тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді, бұл ретте бағалау процесінде инфляция деңгейінің әсерін ескере отырып, таза әсерді есептеуді қамтамасыз ететін коэффициент көрсеткіштерін қолдану қажет.

2. Өндірістік циклдің ұзақтығы СМЖ рәсімдерін іске асырудан, оның ішінде негізгі және қосалқы үдерістер құрамында жаңа бизнес-бірліктерді енгізу кезінде нәтижені көрсетеді.

3. Өндірістік сегменттердің құрамдастары бойынша операциялық циклдің ұзақтығы (қажет болған жағдайда кеңейтілген талдау) өндірістік циклдің әрбір құрылымдық блогының нәтижелілігін сипаттайды және талдаудың жалпы параметрлеріне әсер ету дәрежесін анықтайды.

4. Еңбек өнімділігі-технологияның өзгеруіне, инвестицияларды енгізуге, технологияны трансформациялауға аса сезімтал болып табылатын бағалаудың көп аспектілі көрсеткіші.

5. Негізгі және қосалқы процестердің рентабельділігі-барлық процестердің тиімділігін сипаттайтын, бірақ нәтижелілікті диагностикалайтын негізгі бағалау көрсеткіші, бұл бағалау көлеміндегі қарама-қайшылықтар мен келіспеушіліктерді болдырмауға мүмкіндік береді.

6. Өндіріс көлемінің серпіні технологиялық тізбектерді жақсарту, нарық сегментінде бәсекелестік артықшылықтарды арттыру бойынша іс-шараларды жүргізудің тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді.

7. Негізгі өндірістік циклдар бойынша инвестициялар көлемі СМЖ бойынша іс-шаралардың форматы мен бағалық құрамдас бөлігін көрсетеді; бұл көрсеткіш ақша ағындарын дисконттау ставкасын қолдана отырып, инвестициялық жобалардың экономикалық тиімділігін бағалау бойынша тереңдетілген есептеулерді талап етеді, оның нәтижесінде тек ағымдағы сәтте ғана емес, сондай-ақ іс-шаралардың кіріс, шығыс бөлігін, сондай-ақ таза ақша ағыны, жобаның келтірілген таза құны, рентабельділіктің ішкі нормасы сияқты бағалаудың қаржылық көрсеткіштерін көрсете отырып, инвестициялық жобаның барлық операциялық циклі ішінде СМЖ тиімділігін бағалауға мүмкіндік беретін деректердің көлемді тізбесі қалыптастырылады.

СМЖ енгізудің нәтижелілігін бағалаудың ұсынылатын параметрлері қосымша қаржылық шығынсыз іс-шаралар мен үдерістердің мониторингін іске асыруға мүмкіндік береді, өйткені бағалау көрсеткіштері Мұнай және газ өнеркәсібі кәсіпорындарында жалпы қабылданған Есептеу параметрлерінің құрамына кіреді, нәтиженің мөлдірлігін, өлшемділігін және оның тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

Бағалау процесін регламенттеу жеке құжатпен немесе қолданыстағы нормативтік актілерге өзгерістер (нақтылау) енгізу жолымен анықталуы мүмкін.

Жүйені енгізудің нәтижелілігі бойынша статистикалық көрсеткіштерді жинақтау кезінде СМЖ іске асыру шеңберіндегі міндеттердің икемділігі, барабарлығы және сәйкестігі тұрғысынан оларды талдау қажет екенін атап өткен жөн, бұл қателер мен қайшылықтарды болдырмау мақсатында іске асыру қағидаттары мен форматының уақтылы түзетілуін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Эмерсон Г. Өнімділіктің он екі принципі. М.: Экономика, 1992.
2. Харрингтон Д., Эсселинг К.С., Нимвеген Х.В. Бизнес жобаларды оңтайландыру. Құжаттандыру, талдау, басқару, оңтайландыру. СПб.: Азбука, 2002
3. ГОСТ Р ИСО 10014-2008. Ұйым менеджменті. Сапа менеджменті жүйесінде экономикалық тиімділікке қол жеткізу бойынша басшылық нұсқаулар.
4. ИСО 10014:2006. Сапа менеджменті. Қаржылық және экономикалық тиімділікке қол жеткізу бойынша басшылық нұсқаулар.
5. СТО Газпром 9000. Сапа менеджменті жүйесі. Негізгі талаптар мен сөздік.
6. СТО Газпром 9001. Сапа менеджменті жүйесі. Талаптар
7. СТО Газпром 9011. Сапа менеджменті жүйесі. Сапа менеджменті жүйесін бағалау бойынша басшылық нұсқаулар.

Құдыш А.А., Есенқұлова Ж.Ж.

Разработка элементов системы менеджмента качества на примере нефтяной отрасли

Резюме. Динамичность и сложность управленческих структур в современных условиях требуют необходимости внедрения механизмов улучшения различных параметров с целью совершенствования всех систем менеджмента, повышения качества предоставляемых услуг, повышения конкурентоспособности в сегменте рынка. В этом контексте значительный интерес представляет система менеджмента качества, результативность и эффективность которой позволяют реализовать широкий перечень производственных задач, являющихся предметом прикладных исследований в экономике. Предложен один вариант оценки результативности внедрения системы менеджмента качества с использованием применяемых на предприятиях типовых методик и показателей производственного и управленческого анализа.

Ключевые слова: результативность, эффективность, система менеджмента качества, процессный подход, принципы менеджмента, экономическая эффективность.

K. Kozhakhmet, A. Shoiynbek, D. Kuanyshbay
(Suleyman Demirel University, Kaskelen, Kazakhstan
E-mail: aisultan.shoiynbek@sdu.edu.kz)

VARIOUS LANGUAGES IMPACT ON THE PROBLEM OF EMOTION RECOGNITION IN SPEECH

Abstract. The emotion recognition in speech is the mostly developing field of AI tasks. Previously, there were achieved good results in emotion recognition in speech by testing the German and English languages. Using the existing models which got highest results in accuracy there was considered the possibility to reach also the highest results in Kazakh and Russian languages. There was used testing set based on Berlin dataset and the sentences with emotions on Kazakh and Russian languages were recorded for the test set. In the result we can discuss about various languages impact on the problem of emotion recognition in speech. The article was written as part of the grant project of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (2018-2020): Developing and implementing innovative competence-based model of multilingual IT-specialist in the course of national education system modernization.

Key words: Speech emotion recognition, Kazakh language, Russian language, deep neural networks

Introduction

Emotion recognition is one of the progressive tasks in the field of AI, as people are emotional beings and it is important that machines react and act taking into account a person's emotions. Emotion can be recognized from various sources such as face analysis, skin temperature, galvanic resistance and gesture recognition. SER is important part of ER and can be useful in interactive systems such as in call center applications, virtual reality, tutoring systems, psychiatric aids, and interactive games, among others. Apart from this, emotion recognition could also form an essential step towards personal wellness studies such as automatic detection of fatigue, stress, depression, and above all, in identifying personality. Considering the progress in speech synthesis, inclusion of emotions can increase the naturalness of the synthesized speech.

Speech Emotion Recognition (SER) aims to automatically identify the current emotional state of a person from his or her speech [1]. In speech, discrete emotion expressions are associated with characteristic variations in the acoustic structure of the speech signals and the relative perturbation of specific acoustic cues over the course of an utterance [2]. During speech emotion analysis, these vocal cues are extracted from speech as a marker for the emotional state by assuming that there are objectively measurable cues that can be used for emotion recognition [3].

There are some studies in literature which tried to find the factors that influence emotion identification from expressive speech such as gender and age [4]. In analyzing the influences of language in SER, Pell [2] has highlighted the importance of acoustic data such as fundamental frequency and speaking rate for indicating vocal emotion in languages. However, how languages influence the SER is open for exploration.

In research [5] the KNN model was trained on the basis of Berlin Emotional Database (EMO-DB)[6] to predict some pool of emotional sentences in English, Malay, Mandarin languages. In a result get accuracy levels of 78.5%, 71.0% and 72.5% respectively. But they used four emotions (sad, happiness, anger, neutral).

In our previous work [7] we got the 100% accuracy on test set using the DNN model with three emotions (sad, anger, neutral). The aim of research is investigate how Russian and Kazakh languages will affect on the SER which was trained on German language. In the result we will understand influence of different languages on SER.

Section 2 describes which data and model were selected to achieve the goal. Section 3 describes the conditions of the experiment and its results.

Method

Data

For the Training set we used was German Corpus (Berlin Database of Emotional Speech). As in work [5] we used four emotions states: angry (127 recordings, 334 seconds), neutral (79 recordings, 186 seconds), sad (65 recordings, 263 seconds), happiness (recordings 71, seconds 179).

We split dataset into TRAINING 80,7% (276 files) VALIDATION 9.64% (33 files: 12-angry; neutral-8, sad – 6, happiness - 7) and TESTING 9.64% (33 files: 12-angry; neutral-8, sad – 6, happiness - 7). TESTING set used for testing was taken from files that have not been seen by DNN during training or validation.

To reach the aim of research we collected the small emotion dataset (FOREIGN Dataset) in Kazakh and Russian language for compare predictions with TESTING. Emotions were recorded on Dictaphone of mobile phone with different number of sample and later down sampled do 16kHz (mono)[6].

Participants

Four people participated in the compilation of the FOREIGN dataset, the average age is 20 years, two men and two women. They recorded twelve sentences (ten of this on Russian language and half on Kazakh language) on four emotion (angry; neutral, sad, happiness). All sentences are shown in Table 1.

In the result we got the 320 sentences on Kazakh language and 320 on Russian language. By analogy with TESTING, we selected randomly 33 files from Russian language and 33 files for Kazakh language (12-angry; neutral-8, sad – 6, happiness –7).

Table 1. Kazakh and Russian sentences for FOREIGN dataset.

№	Kazakh language	Russian Language	Meaning in English
1	Оларға сен мұны қалай істедің?	Как ты мог так поступить с ними?	How could you do this to them?
2	Ол маған қарап тұрды, бірақ байқамады.	Он смотрел на меня в упор, и не замечал.	He looked at me point-blank, and did not notice.
3	Бүгін менде емтихан болады, сондықтан мені алаңдатпаңыз, мен дайындап отырмын	Сегодня у меня экзамен, поэтому не беспокойте меня, я готовлюсь	Today I have an exam, so do not touch me, I am preparing
4	Мен кеше кешке хат жібердім	Я отправил письмо еще вчера вечером	I sent the letter last night
5	Олар оны жоғары көтеріп, енді қайтадан түсіп кетті	Они просто подняли его наверх, и теперь они снова спускаются	They just lifted him upstairs, and now they descend again.
6	Демалыс күндері мен әрқашан үйге оралып, Арсенді көрдім	В выходные дни я всегда возвращался домой и видел Арсена	On weekends I always came back home and saw Arsen
7	Ол әрқашан оны сақтайтын жерде болады	Он будет в том месте, где мы всегда храним его.	He will be in the place where we always keep him.
8	Ол сәрсенбі күні келеді.	Она придет в среду.	She will come on Wednesday.
9	Төсек үстел тоңазытқышта орналасқан.	Скатерть лежит на холодильнике.	The tablecloth is on the fridge.
10	Бүгін кешке мен оған айта аламын.	Сегодня я мог сказать ему.	Today I could tell him.

Feature extraction and DNN architecture.

For feature extraction we used LibROSA [8] python package and converted all to MFCC feature. Detailed DNN architecture described in the article [7].

Experiment

As mentioned earlier, we created two additional test sets in Kazakh and Russian languages with the same number of files with emotions for comparison. An identical number of files in each emotion will allow comparing the accuracy and identifying the dependence of emotions on language.

Results

For each test set, a model with a different number of epochs was trained. In this approach, we considered accuracy in the context of 5,10,20,40 epochs. The results are displayed in the Table 1.

Table 1. Comparative analysis of spectral features.

№	Feature	Accuracy(%) epoch 5	Accuracy (%) epoch 10	Accuracy(%) epoch 20	Accuracy(%) epoch 40
1	German_test	84.84	84.84	93.93	93.93
2	Kazkakh_test	27.27	24.24	30.30	30.30
3	Russian_test	39.39	36.36	39.39	39.39

Based on the results shown in table 1, there is a huge difference in the accuracy of recognition of emotions in the Kazakh and Russian languages from German. But Russian was predicted better on 9.39% than Kazakh language. In Table 2,3,4 shown a confusion matrix of each language.

Table 2. **Confusion matrix of prediction emotion on German language**

German	anger	happiness	neutral	sad
anger	12	0	0	0
happiness	1	6	0	0
neutral	0	0	8	0
sad	0	1	0	5

Table 3. **Confusion matrix of prediction emotion on Kazakh language**

Kz	anger	happiness	neutral	sad
anger	5	1	0	6
happiness	5	0	0	2
neutral	4	0	0	4
sad	1	0	0	5

Table 4. **Confusion matrix of prediction emotion on Russian language**

Ru	anger	happiness	neutral	sad
anger	7	0	0	5
happiness	2	2	0	3
neutral	4	0	0	4
sad	2	0	0	4

In German test set was confused onse a happiness emotion with anger, and sad emotion with happiness.

Emotions of happiness and neutral in the Kazakh language have not once been recognized. Emotion happiness is most often confused with anger. Emotion anger is most often confused with sad. Emotion neutral in equal amounts was confused with anger and sad. As a result of the analysis, sad emotion is best recognized in the Kazakh language. Other emotions recognized poorly.

In Russian, emotions were recognized a little better than in Kazakh language. For example, anger emotions were recognized on two times better but also confused with sad emotions. The emotion of sadness was recognized worse than in Kazakh language, but also confused with anger. Emotions of happiness and neutrality are also recognized poorly as in the Kazakh language.

Conclusion and future works.

The purpose of this article was to investigate the dependence of the recognition of emotions on language. The study compared the recognition of Russian and Kazakh from German. The model was fully trained on the basis of emotions in German. The experiment was shown that prediction of emotion worse on Kazakh and Russian language than German. This conclusion is made on the basis of the table 1 where the difference in recognition accuracy is more than 50%. Confusion matrix was shown that emotions happiness and neutral recognized worst of all. In the result Russian language was predicted with accuracy 39.39% better than Kazakh language which was predicted with 30.3% accuracy. A type of language is of great importance in SER.

Based on the above written conclusion, it becomes advisable to collect datasets of emotions in the Kazakh and Russian languages, in order to improve the indicator of SER in the Russian and Kazakh languages.

REFERENCES

- [1]R.W. Picard, "Affective computing. Technical Report 321", MIT Media Laboratory Perceptual Computing Section, Cambridge, MA,USA, November 1995.
- [2] M.D. Pell, S. Paulmann, C. Dara, A. Alasserri, S. A. Kotz, "Factors in the recognition of vocally expressed emotions: A comparison of four languages". Journal of Phonetics, vol. 37, no. 4, pp. 417-435, October 2009.
- [3] M. Gjoreski, H. Gjoreski, A. Kulakov, "Machine Learning Approach for Emotion Recognition in Speech", Informatica, vol. 38, pp. 377-384, December 2014.
- [4] S. Paulmann, M.D. Pell, S.A. Kotz, "How aging affects the recognition of emotional speech", Brain and Language vol. 104, no. 3, pp. 262-269, March 2008.

- [5] Rajesvary Rajoo , Ching Chee Aun .“Influences of Languages in Speech Emotion Recognition: A Comparative Study Using Malay, English and Mandarin languages” 978-1-5090-1543-6/16/\$31.00 ©2016 IEEE, p.35
- [6] Burkhardt, F., Paeschke, A., Rolfes, M., Sendlmeier, W.F. and Weiss,B., 2005, September. A database of German emotional speech. In Interspeech (Vol. 5, pp. 1517-1520).
- [7] Ellis, Daniel P.W. “Chroma feature analysis and synthesis” 2007/04/21

Кожакмет К., Шойынбек А., Куанышбай Д.

Тілдік тілдердің сөйлеудегі электрондық танудың талдауы тиімділігі

Түйіндеме. Сөйлеу туралы эмоцияны тану - АИ тапсырмасының ең дамып келе жатқан облысы. Берлин деректер жиынтығы мен тест жиынтығы негізінде оқыту жиынтығы пайдаланылды. Мақала авторлары қазақ және орыс тілдеріндегі эмоцияларды жазумен айналысады. Нәтижесінде сөйлеу эмоцияларын тану міндетіне түрлі тілдердің әсерін талқылауға болады. Мақала Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің (2018-2020 жж.) Гранттық жобасының бөлігі ретінде жазылды: білім беру жүйесін ұлттық жаңғырту барысында көп тілді IT-маманның инновациялық құзыреттілік моделін әзірлеу және енгізу.

Түйінді сөздер: сөйлеу эмоцияларын тану, қазақ тілі, орыс тілі, терең нейрондық желілер.

Кожакмет К., Шойынбек А., Куанышбай Д.

Влияние различных языков на задачу распознавания эмоций в речи

Резюме. Распознавание эмоций речи является наиболее развивающейся областью задач ИИ. Использован тренировочный набор на основе Берлинский набор данных и для тестового набора. Авторами статьи проведена работа по записи предложений с эмоциями на казахском и русском языках. В результате мы можем обсудить влияние различных языков в задаче распознавания эмоций речи. Статья была написана как часть грантового проекта Министерства образования и науки республики Казахстана (2018-2020): разработка и внедрение инновационных компетентностная модель многоязычного IT-специалиста в курсе национальной модернизация системы образования.

Ключевые слова: распознавание эмоций речи, казахский язык, русский язык, глубокие нейронные сети.

УДК 656.225

Zh.Zh. Altayeva

(Kazakh Academy of Transport and Communications
named after M. Tynyshpayev, Kazakhstan, Almaty)

IMPROVING THE MEMORANDUM AND CLAIM ACTIVITY

Abstract. The article deals with the issues of memorandum and claim activity. The database filling is provided for the shipments, shipment data, wagons, transportation documents and the information support computer workstations. The system of EASAPR includes the interconnected automated workplaces and the centralized road information bank (a database – a DB EASAPR). The centralized road information bank functions as a part of the automated system of the organization of management of transportations (CBSTM) and contains information about transported on the road range the sendings which are of interest to assembly and claim service.

Key words: memorandum and claim activity, the automated workplace of gauger, General Memorandum, Commercial Act, readdressing.

Ж.Ж. Альтаева

(Казахская академия транспорта и коммуникаций
им. М.Тынышпаева, Алматы, Республика Казахстан)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АКТОВО-ПРЕТЕНЗИОННОЙ РАБОТЫ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы актово-претензионной работы. Представлены основные базы заполнения базы данных о выполнении отправок, данные грузе, вагонах, перевозочных документов и информационное обеспечение автоматизированных рабочих мест. Система ЕАСАПР включает в себя взаимосвязанные АРМ и централизованный дорожный информационный банк (база данных – БД ЕАСАПР). Централизованный дорожный информационный банк функционирует в составе автоматизированной системы организации управления перевозками (АСОУП) и содержит информацию о перевозимых на полигоне дороги отправлениях, представляющих интерес для актово-претензионной службы.

Ключевые слова: актово-претензионная работа, автоматизированное рабочее место приемосдатчика, акт общей формы, коммерческий акт, переадресовка.

Система ЕАСАПР включает в себя взаимосвязанные АРМ и централизованный дорожный информационный банк (база данных – БД ЕАСАПР). Централизованный дорожный информационный банк функционирует в составе автоматизированной системы организации управления перевозками (АСОУП) и содержит информацию о перевозимых на полигоне дороги отправлениях, представляющих интерес для актово-претензионной службы. База данных ЕАСАПР формируется на основе универсальной отправочной модели (МГО-У), работающей в составе АСОУП. Данные об отправлениях в эту модель поступают с автоматизированного рабочего места товарного кассира (АРМ ТВК), о несохранных перевозках – из автоматизированной системы управления контейнерными перевозками (АСУ КП) и автоматизированного рабочего места приемосдатчика (АРМ ПС) [2].

Однако модель грузовых отправок является оперативной и не подходит для актово-претензионной работы, когда необходимо иметь долговременную информацию о перевозимых отправлениях для расследования различных случаев, например, трехлетней давности. Поэтому был создан архив отправок БД ЕАСАПР (МФО-А) со следующими признаками:

- наличием составленных актов общей формы или коммерческих актов;
- фактом переадресовки отправки;
- превышением срока доставки груза;
- отсутствием сведений о раскредитовании и выдаче груза.

Эта информация вводится в БД ЕАСАПР ежедневно в период чистки из оперативной отправочной модели (МГО-У).

В базу данных также поступают сведения о «претензионных» отправлениях из АРМ АПО, не зафиксированных в модели грузовых отправок.

База данных ЕАСАПР (МГО-А) содержит общие сведения об отправке (отправитель, получатель, станция отправления и назначения, вид сообщения, признак охраны груза, сведения о перевеске и др.), данные о грузе, вагонах, в которых перевозится отправка, об операциях с отправкой, контейнерах, составленных актах общей формы и коммерческих актах, провозной плате за перевозки и о переадресовке. Это позволяет работникам актово-претензионных отделов, находясь на своих рабочих местах, сделать запрос по интересующей отправке либо в свою дорожную БД ЕАСАПР, либо в БД любой дороги следования груза. Сбор всей информации об отправке позволяет провести расследование по претензионным делам полнее и в более короткие сроки [3].

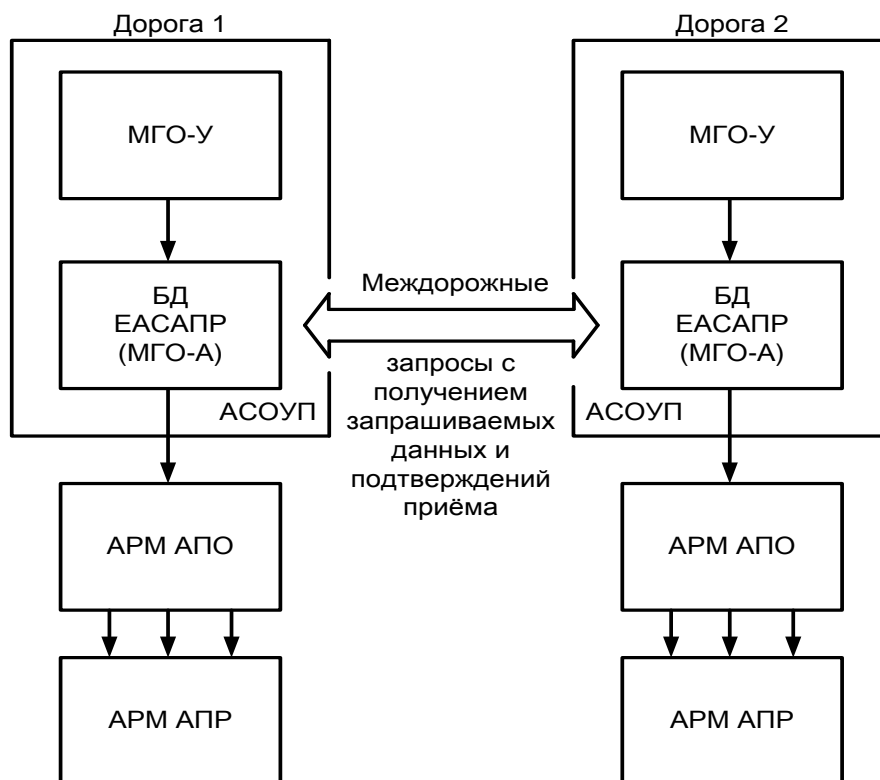


Рис. 1. Структурная схема ЕАСАПР

Комплекс программ, входящих в состав «Дорожная база данных ЕАСАПР», функционирует в рамках АСО УП, предназначен для обеспечения архивного хранения и обмена информацией об отправлениях и подразделяется на следующие программы:

- формирования сведений по актам (коммерческим и общей формы) и записи в оперативную и отправочную модель (МГО-У);
- формирования записей архивной отправочной модели (МГО-А) из МГО-У во время чистки;
- обработки входного сообщения 3174 о претензионных отправлениях, поступающих из АРМ АПО;
- формирования справки 6250 в виде выходного сообщения 3174 по запросам 212 и 3121, посылаемых из АРМ АПО.

Для рассматриваемого комплекса программ определен следующий порядок работы. На основе информации из сообщений 273 (о криминогенных коммерческих браках) и 1355 (о проверках груза в вагоне) производится запись сведений по акту общей формы и коммерческому акту в модель МГО-У, описывающей конкретную грузовую отправку. Ежедневно информация, представляющая интерес для ЕАСАПР, из МГО-У переписывается в специальный архив отправок (МГО-А). Эта операция производится в процессе удаления из МГО-У записей об отправлениях с истекшим сроком хранения или окончанных перевозках [4].

Пользователь АРМ АПО при рассмотрении претензии имеет возможность запросить информацию по конкретной отправке из МГО-А, послав запрос 212, или при необходимости междорожный запрос 3121 на дороги погрузки и транзитные дороги. Ответ из архива поступает в виде сообщения 3174.

Важнейшей подсистемой ЕАСАПР является комплекс автоматизированных рабочих мест отдела профилактики сохранности перевозимых грузов (АПО) службы коммерческой работы в сфере грузовых перевозок. Эта подсистема включает в себя до 20 автоматизированных рабочих мест, объединенных локальной сетью.

Функционально разработанная подсистема АРМ АПО отвечает технологическим требованиям, закрепленным в должностной инструкции отдела профилактики сохранности перевозимых грузов. Она обеспечивает регистрацию входящих и исходящих документов, ведение учета и отчетности, формирование выходных документов и сообщений, выполнение по запросам пользователя разнообразной группировки и выборки данных. В режиме регистрации коммерческих актов, актов общей формы и претензий автоматически записываются реквизиты из базы данных или передаются в него, если они там отсутствовали. Для уменьшения количества ошибок при занесении данных максимально используются классификаторы в виде нормативно-справочной информации по станциям и отделениям сети железных дорог, номенклатуры и группы грузов, видов и причин несохранности, причин отклонения претензий, оснований реализации груза и др.

АРМ АПО обеспечивает связь с АСОУП, а также со смежными подразделениями, с которыми отдел корреспондирует по работе: отделами финансовой и юридической служб, отделами профилактики отделений своего отделения дороги, а также с УВДТ и АПО других отделений.

АРМ АПО позволяет автоматизировать анализ работы отдела, составляя различные формы КНО-1 (отчет о несохранных перевозках грузов), справки о балансе и прочие, что значительно сокращает время оформления различных документов. Получение оперативной информации из АСОУП ускоряет расследование по предъявленным претензиям.

Для повышения эффективности действия АРМ ПКО разработан классификатор коммерческих неисправностей, обнаруживаемых на ПКО. Классификатор используется также для составления актов общей формы, отчета формы КНО-5 (отчет о вагонах с коммерческими неисправностями), для передачи и приема сообщений АРМ ПКО, работающего с системой АСОУП.

Автоматизированные рабочие места отдела профилактики сохранности перевозимых грузов (АРМ АПО) оснащают ПЭВМ и средствами связи с АСОУП.

Информационное обеспечение АРМ формируется на основе вводимой информации с рабочих мест.

Программное обеспечение АРМ АПО позволяет следующее:

- реализовать простые диалоги в системе пользователь-машина;
- производить решение всего комплекса задач на единой информационной базе;
- обеспечивать целостность информационной базы и минимальное дублирование;
- обеспечивать защиту от несанкционированного доступа;
- обеспечивать гибкость системы учета, повышение производительности труда должностных лиц на рабочих местах.

В состав АРМ АПО входят средства получения различных справок как из собственной базы данных, так и из АСОУП, в которой отслеживается текущее нахождение вагонов на своей и других дорогах и розыск грузов.

При загрузке АРМ АПО для защиты от несанкционированного доступа запрашивается код и пароль пользователя. Если введенная информация верна, то загружается основной экран, на котором представлены главное меню и доступные клавиши (помощь, загрузка валютного калькулятора, ввод курсов валют, связь с дорожной БД ЕАСАПР).

Главное меню содержит восемь крупных разделов (режимов):

- справки;
- регистрацию;
- печать;
- расчеты;
- расследование;
- анализ;
- сообщения.

Каждый режим имеет свое подменю (подрежим).

Режимы АРМ АПО показаны на рисунке 2.2.

Режим «СПРАВКА» содержит подрежимы:

- по картотеке;
- по архиву вагонов;
- по слежению за вагонами;
- по базе данных ЕАСАПР.

Подрежим «Слежение за вагонами» предназначен для отслеживания состояния вагона.

При формировании запроса указывается период слежения в часах, в течение которых АСО УП будет отслеживать состояние вагона и посылать данные о нем в АРМ АПО.

Подрежим «По базе данных ЕАСАПР» предназначен для получения информации по своей и другим дорогам, включенным в систему междорожного обмена ЕАСАПР. Для получения информации вводится запрос, в котором указывается номер накладной, период поиска, код дороги.

После ввода запроса на экран выдается ответ в виде неподвижной картинке, содержащей общие сведения об отправке и подвижной нижней части, где отображаются дополнительные разделы: сведения о грузе, вагоне, об операциях с отправкой, сведения об актах и о переадресовке.

В режиме «Регистрация» проводится регистрация всех поступающих в отдел документов – коммерческих, общей формы и технических актов, претензионных, расчетных, судебных, уголовных, арбитражных дел, а также других входящих документов [5].

В режим «Регистрация» включены следующие подрежимы:

- регистрация коммерческих актов;
- регистрация актов общей формы;
- регистрация претензий;
- регистрация входящих документов;
- регистрация арбитражных дел;
- учет розыскных дел;
- регистрация заключений.

При регистрации претензий, коммерческих актов или расчетных дел по не найденным в своей базе данных об отправках по желанию пользователя возможно обращение в БД ЕАСАПР других дорог, и найденная там информация при необходимости заносится в свою базу данных. Это упрощает процесс регистрации полученных документов, а в ряде случаев, за счет сопоставления данных по всему маршруту следования и документов, полученных от заявителя претензии, позволяет сразу выявить подложные документы. Таким образом, можно даже локализовать участок совершения преступления. Оперативное получение информации обо всей истории отправки ускоряет проведение расследования, снижает трудоемкость и сокращает сроки рассмотрения претензии.

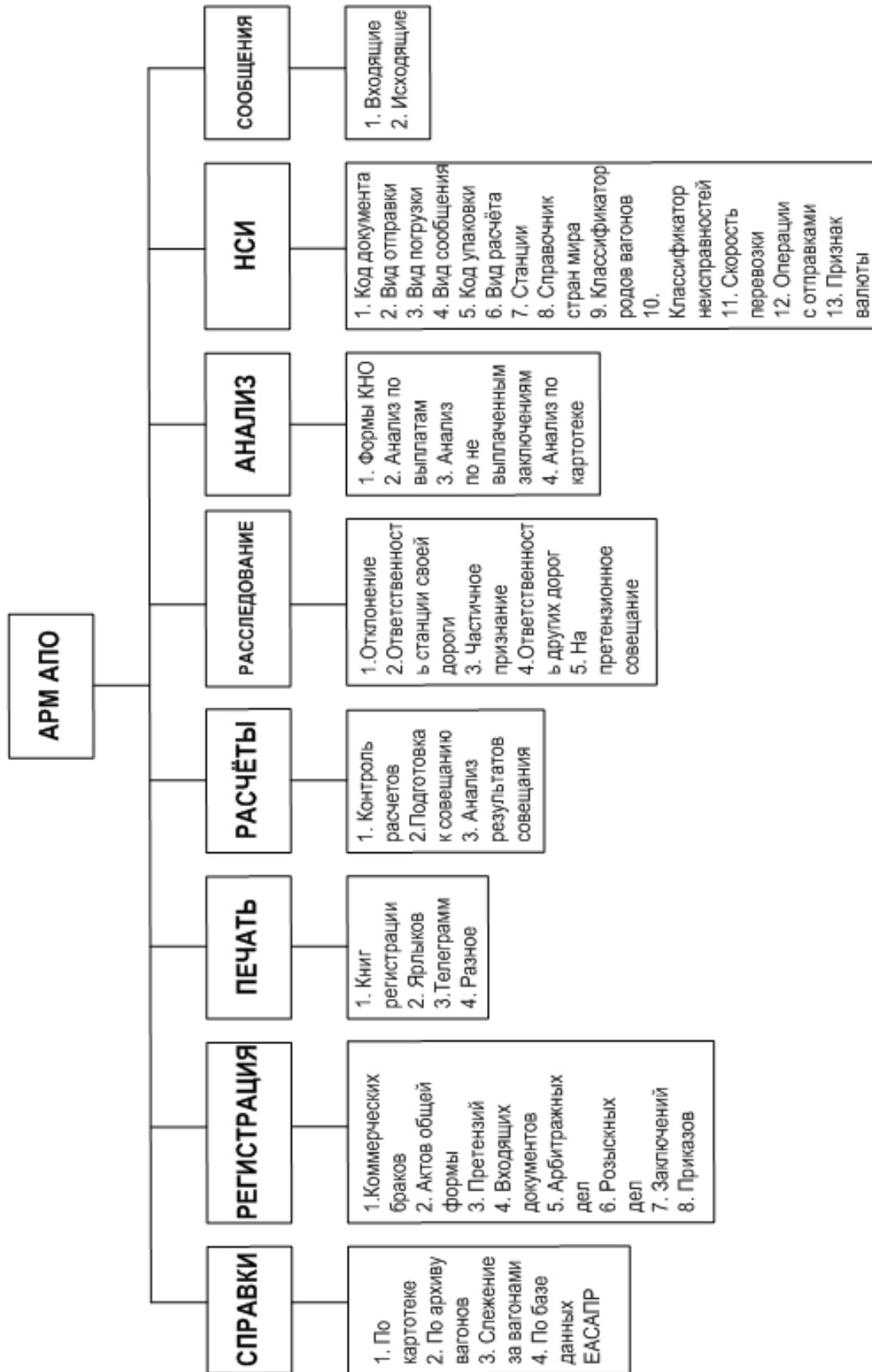


Рисунок 2 - Режимы АРМ АПО

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закон РК от 8.12.2001г №266 «О железнодорожном транспорте»
- [2] Соглашение о международном железнодорожном грузовом сообщении (СМГС), М, Транспорт, 1992.
- [3] Правила перевозок грузов, Алматы, 2008.
- [4] Инструкция по актово-претензионной работе на железных дорогах государств-участников Содружества, Латвийской Республики, Литовской Республики, Эстонской Республики, М, 1994.
- [5] Мусабаев Б.К., Цхай О.А. Актово-претензионная работа на железнодорожном транспорте // Алматы: КазАТК, 2008. – 142 с.

Альтаева Ж.Ж.

Актілік-талап жұмысын жетілдіру

Түйіндеме. Мақалада актілік-талап жұмысы мәселелері қарастырылады. Жөнелтімдерді орындау туралы деректер базасын толтырудың негізгі базасы, жүк, вагондар деректері, тасымалдау құжаттары және автоматтандырылған жұмыс орындарын ақпараттық қамтамасыз ету ұсынылған. ЕАСАПР жүйесіне АБЖ-ні және орталықтандырылған жол ақпараттық банк кіреді. Орталықтандырылған жол ақпараттық банк тасымалдау басқаруды ұйымдастыру жүйесін орталықтандырылған құрамында жұмыс жасайды және актілік-талап ету қызметі үшін маңызы жол полигонындағы тасымалдау жөнелпе туралы ақпарат кіреді.

Түйінді сөздер: актілік-наразылық жұмысы, қабылдап-тапсырушының автоматтандырылған жұмыс орны, жалпы нысандағы акт, коммерциялық акт, қайта бағыттау.

УДК 004.8

A.M. Absadyk

(al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan
E-mail: absadyk.azat@gmail.com)

**THE DEVELOPMENT OF INTELLIGENT SYSTEMS OF SCHEMING
THE THREE-DIMENSIONAL MODEL OF A HUMAN**

Abstract: With the development of the Internet online shopping clothes have become common thing for people. Companies began to exhibit their products in online stores with the possibility of delivery of purchases. However, one of the big drawbacks of online stores were the inability to try on clothes, which led to the return of the goods due to the discrepancy in size. Therefore, these companies are interested in an automatic anthropometry system to obtain accurate anthropometric information about the customer to determine the appropriate clothing size.

This article discusses methods for extracting data on the three-dimensional structure of the image.

Keywords: specific points, silhouette, body contour, anthropometry, three-dimensional model, machine learning, artificial intelligence

A.M. Абсадык

(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан
E-mail: absadyk.azat@gmail.com)

**РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ
МОДЕЛИ ЧЕЛОВЕКА**

Аннотация: С развитием сети интернет онлайн покупки одежды стали обычным делом для людей. Компании стали выставлять свои товары в онлайн магазинах с возможностью доставки покупок. Но одним из больших недостатков онлайн магазинов стали невозможность примерки одежды, что приводило к возврату товара по причине несоответствия по размеру. Поэтому эти компании проявляют интерес к автоматической системе антропометрии, чтобы получить точную антропометрическую информацию о клиенте для определения подходящего размера одежды.

Данная статья рассматривает методы извлечения данных о трехмерной структуре изображения.

Ключевые слова: характерные точки, силуэт, контур тела, антропометрия, трехмерная модель, машинное обучение, искусственный интеллект

Введение. На сегодняшний день сеть интернет является неотъемлемой частью нашей жизни. Интернет дает человеку доступ к большому объему информации из любой точки мира, обеспечивает связь с миром и дает большие возможности. У любой уважающей себя компании есть сайт, на котором можно найти подробную информацию об их деятельности. В этой связи очень популярны онлайн магазины,

выставляющие свои товары на своих сайтах, где их можно купить и получить доставкой. В их ряду магазины одежды больших компании, которые хотят получать как можно больше прибыли с продаж, и уменьшить сопутствующие затраты. Доставка одежды клиенту как раз относится к затратам. И этот тип затрат увеличивается в разы если клиент вернул товар обратно. Основной причиной возврата товара является то, что купленная одежда не подходит по размеру, и эту проблему никак нельзя предвидеть. Представим, что есть трехмерная виртуальная модель человека созданный учетом его точных антропометрических данных. Тогда можно было бы одеть человека виртуально и узнать как будет смотреться, а главное подходит ли по размеру одежда выбранная клиентом. Но для этого нужно знать точные размеры тела человека.

Есть множество способов получения, размеров тела человека. Самым точным из них является метод измерения с помощью ленточной рулетки. Но она есть не у всех, и процесс замера занял бы некоторое время. Нужны новые методы автоматизации этого процесса. В этой статье мы постараемся решить эту задачу с помощью искусственного интеллекта.

Методы. Разделим задачу на две части:

1. Получение антропометрических данных человека с использованием искусственного интеллекта из изображения спереди и сбоку
2. Построение трехмерной виртуальной модели человека на основе полученных размеров тела.

Построение трехмерной модели человека не составит труда, в сети очень много бесплатных и готовых моделей. Однако задача изменения этой модели под конкретные размеры не является легкой, но решаемой. Эту задачу лучше всего решить технологией «BlendShape».

BlendShape – это реализация Maya техники, позволяющей деформировать единую сетку для достижения множества предварительно определенных форм и любого количества комбинаций этих форм. Эта техника очень часто используется в лицевых анимациях.

Maya дала название Blend-shape для этого процесса, 3D Studio Max имеет самое понятное название для этого: Morph Targets. В конечном счете, это и есть морфинг.

Одиночная модель – это базовая фигура, которая является формой по умолчанию (например, лицо без выражения), а другие формы для этой базовой фигуры, с которой можно смешивать/трансформировать, являются различными выражениями (смех, хмурый взгляд, сжатые губы, распухшие носы, закрытые веки)., приподнятые брови, формы рта гласных, согласных и т. д.). Они называются blendshape или Morph Target.

Коллекция выразительных форм лица связана с нейтральной базовой формой узлом смешивания / оператором / модификатором (в 3D Studio Max это называется модификатором цели морфа). Этот узел имеет ползунок перехода для каждой фигуры, связанной с базовой формой, и может быть анимирован. При перемещении ползунка каждая точка базовой фигуры переходит в положение, где находится соответствующая точка blendshape фигуры.

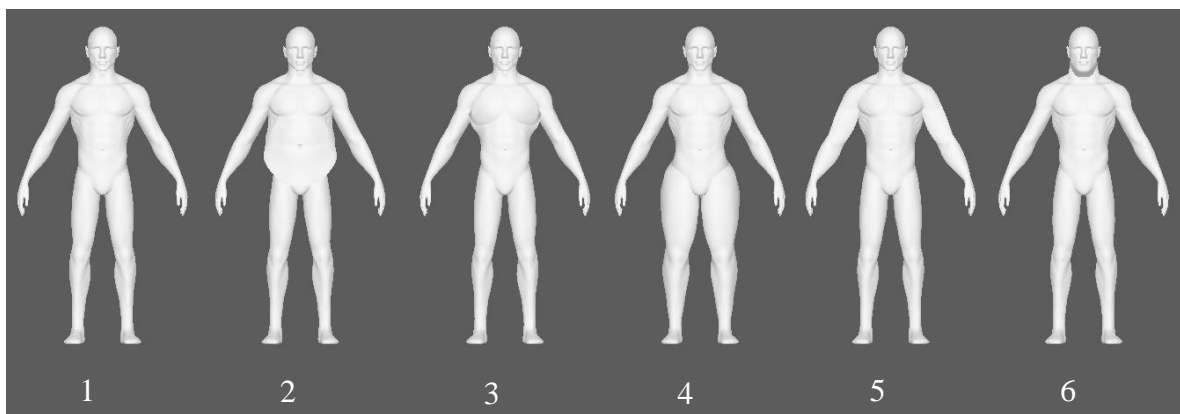


Рис.1. Основная и переходные модели человека спереди
1 – основная модель; 2 – зона талии; 3 – зона груди; 4 – ноги;
5 – руки; 6 – зона шеи

Мы использовали эту технику для создания, так называемой «шаблонной модели» человека. То есть, эту модель можно изменять по размерам тела любого человека. Получились 5 переходных моделей и базовая модель (рисунок 1).

Каждая переходная модель отвечает за определенную часть тела, и его можно регулировать в соответствии с входными данными размеров тела человека. А входные данные вычисляются с использованием искусственного интеллекта.

Из изображения человека спереди и сбоку нужно получить как можно больше характерных точек для вычисления размеров тела. Метод получения характерных точек (рисунок 2) представили 2011 году Юэ-Лин Лин, Мао Цзюнь, Дж. Ван. Но подход Лин и Вана работает только для обнаружения силуэта в контролируемых условиях, и использование этого алгоритма в реальных условиях на мобильных устройствах требует двух значительных улучшений: время обработки должно быть существенно сокращено, а алгоритм должен быть более устойчивым к шуму в неконтролируемых средах.

Чтобы решить задачу получения силуэта (контура) тела человека из изображений нам нужно прибегнуть помощи искусственного интеллекта.

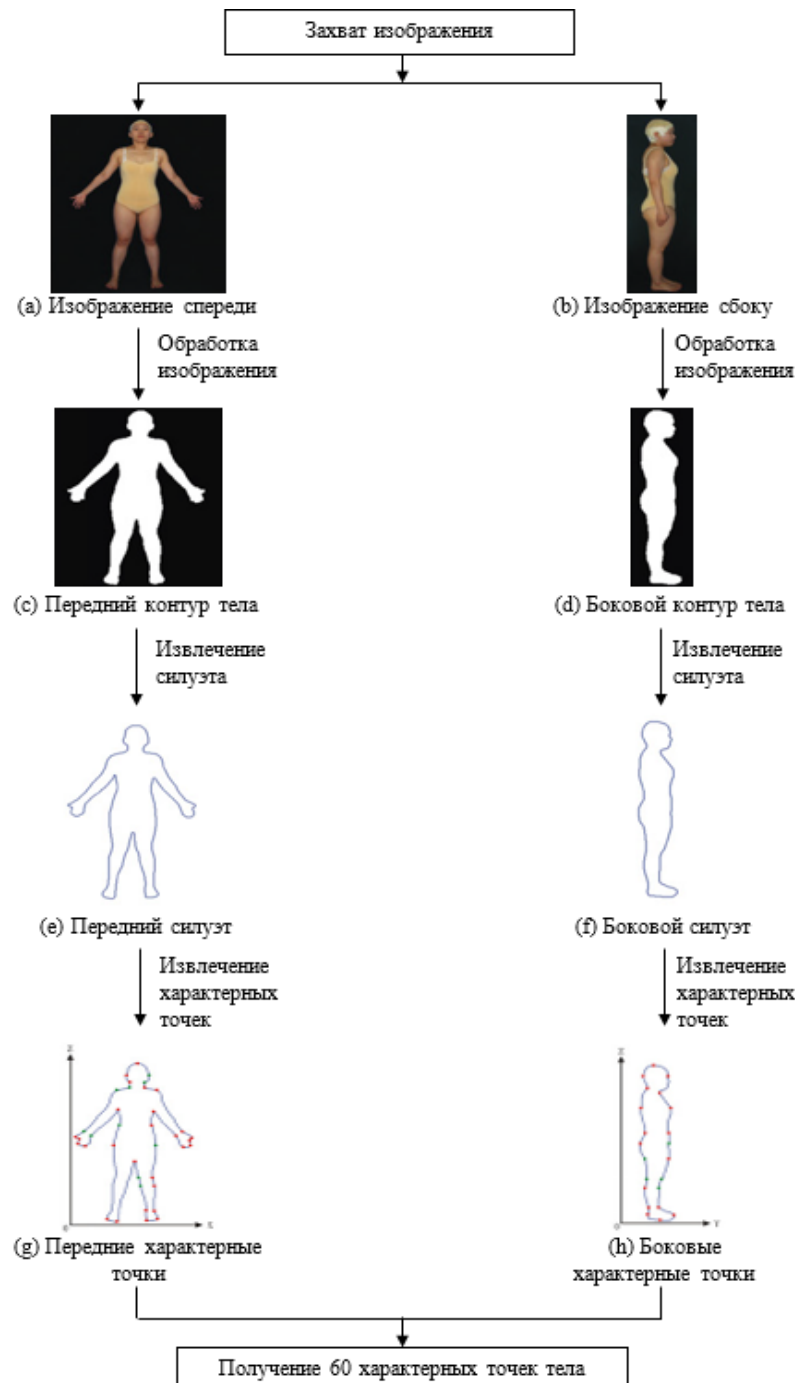


Рис. 2. Процесс получения характерных точек тела

Обнаружение контура объекта является основополагающим для многочисленных проблем компьютерного зрения. Например, его можно использовать для сегментации изображения, для обнаружения объектов, а также для определения окклюзии и глубины. Однако, учитывая его аксиоматическое значение, мы узнали, что обнаружение контуров объектов относительно недостаточно изучено в литературе. В то же время многие работы были посвящены обнаружению краев, которое реагирует как на объекты переднего плана, так и на границы фона (рисунок 3 (б)). В этой статье мы рассмотрим обнаружение контуров «только объекта», которое, как ожидается, будет подавлять границы фона (рисунок 3 (в)).

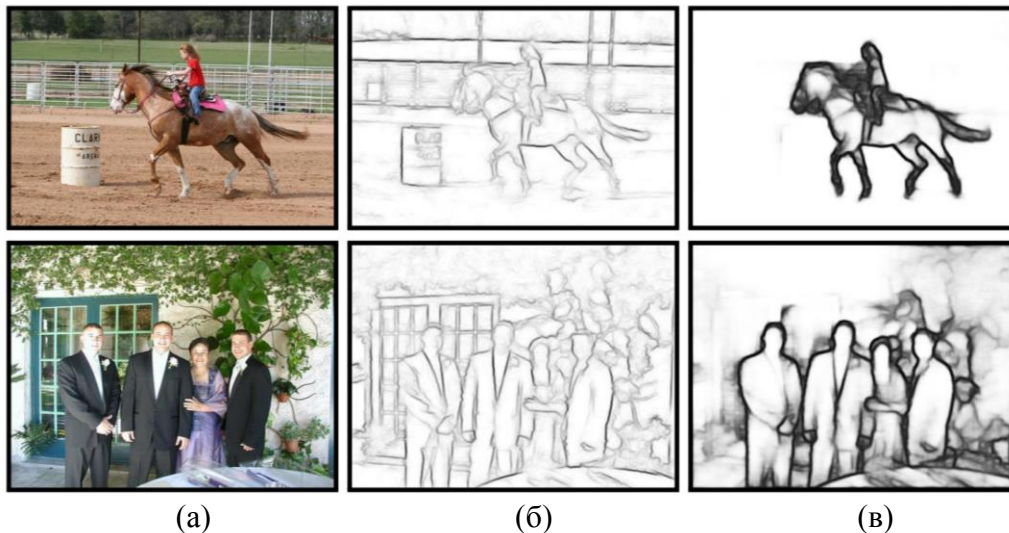


Рис.3. Определение контура объекта

Для обучения нейронной сети используется набор данных PASCAL VOC 2012. В этой статье используется алгоритм мультимасштабной комбинаторной группировки (MCG) для генерации предположений сегментированных объектов из нашего обнаружения контура. На этой стадии результаты обучения есть, но точность их определения контура пока не удовлетворяет нашим требованиям.

В результате проделанной работы получена «шаблонная модель» человеческого тела, который может менять свои основные размеры по заданным характеристикам. Построен алгоритм получения характерных точек тела человека. При построении алгоритма использованы передовые достижения в области искусственного обучения. В дальнейшем планируется улучшить метод получения контуров тела с помощью машинного обучения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Йат-Фай Лэонг, Джинг-Джинг Фанг, Минг-Джунэ Цай Автоматическое выделение элементов тела из отсканированного человеческого тела без маркера // Компьютерное проектирование. - 2007. № 39.- С. 568-582.
- [2] Юэ-Лин Лин, Мао Цзюнь Дж. Ван. Автоматическое выделение элементов тела из 2Д-изображений // Экспертные системы с приложениями. - 2011. № 38.-С. 2585-2591.
- [3] Юэ-Лин Лин, Мао Цзюнь Дж. Ван. Построение трехмерной модели человека по лицевым и боковым изображениям // Экспертные системы с приложениями. - 2015.- №39. - С. 5012-5018.
- [4] Саймон Уэльс, Франсуа Мишо. Улучшенное автоматическое выделение элементов тела из 2Д-изображения с использованием антропоморфных мер для анализа силуэта // Экспертные системы с приложениями. - 2018. № 91.- С. 270-276.
- [5] Тан Сяохуэй, Пэн Сяюй, Лю Ливэнь, Ся Цин. Автоматическое выделение признаков человеческого тела и измерение его размеров // Экспертные системы с приложениями. - 2018. № 47.- С. 9-18.
- [6] Лу Дж. М., Ван М. Дж. Автоматизированный сбор данных с использованием трехмерного сканера всего тела // Экспертные системы с приложениями. - 2008. № 35. - С. 407-414.
- [7] Ван М. Дж., Ву В. Й., Ян С. Л., Лу Дж. М. Автоматизированный сбор антропоморфных данных из трехмерных человеческих моделей // Международный журнал передовых технологий производства. - 2007. - № 32.- С. 109-115.
- [8] Дауги Х. Визуальная соматометрия в исследованиях, связанных со здоровьем // Журнал Алабамской академии наук. - 1968. № 39 (1). - С. 21-34.
- [9] Зейтц Т., Бальзулат Дж., Бабб Х. Антропометрия и измерение позы и движения // Международный журнал промышленной эргономики. - 2000. - №25.- С. 447-53.

- [10] Нуррэ Дж.Х. Определение местоположения по данным сканирования тела человека // Международная конференция, посвященная последним достижениям в области трехмерного цифрового изображения и моделирования. - 1997. - С. 289–95.
- [11] Ван Кл. Параметризация и параметрическое проектирование манекенов // Компьютерное проектирование. - 2005. № 37 (1). - С. 83-98.
- [12] Фриман Х. О кодировании произвольной геометрической конфигурации / Фриман Х. // Операции IRE на компьютерах с электроникой, - 1961. - № 10. - С. 264-268.
- [13] Хилтон А., Бересфорд Д., Джентилс Т., Смит Р., Сун В., Иллингворт Дж. Моделирование всего тела людей от многовидовых изображений для заполнения виртуальных миров // Визуальный компьютер. - 2000. № 16 (7). - С. 411-436.
- [14] Ву Д., Шао Л. Распознавание действий на основе анализа силуэта посредством использования поз человека // IEEE Транзакции на схемы и системы для видео технологий. - 2013. № 23. - С. 236-243
- [15] Оуэллэт С., Грондин Ф., Лэсонгэ Ф., Мичауд Ф. Мультимодальная биометрическая идентификационная система для мобильных роботов, сочетающая метрологию человека с системой распознавания лиц 420 и идентификация говорящего // Международный симпозиум по взаимодействию между роботом и человеком. - 2014. - С. 323-328.
- [16] Джайн А.К., Нандакумар К. Росс А. Нормализация баллов в мультимодальных биометрических системах // Журнал распознавания образов. - 2005. № 38. - С. 2270-2285.
- [17] Ф. Томбари, С.Салти, Л.Д. Стефано. Уникальный контекст формы для описания трехмерных данных // ACM Мастерская по поиску 3Д объектов. - 2010. С. 57-62.

Әбсадық А.М.

Үшөлшемді адам моделін жасау үшін интеллектуалды жүйе құру

Түйіндемe: Интернет желісінің дамуымен киімдерді онлайн дүкендерден сатып алу адамдар үшін үйреншікті іске айналды. Үлкен компаниялар өз тауарларын онлайн дүкендерге салып, сатып алушыларға жеткізіп беру мүмкіндігін ұсынды. Бірақ онлайн дүкендердің басты кемшілігі киімдерді алдын ала киіп көру мүмкіндігінің болмауы, бұл өз кезегінде киімнің өлшемінің сәйкес келмей олардың қайтарылуына себеп болып жатады. Сол себепті осы компаниялар сатып алушыға өлшемі сәйкес келетін киімді алдын ала анықтап алу үшін, адам өлшемін автоматты түрде анықтайтын жүйелерге қызығушылығы артауда.

Бұл мақалада суреттің үлөлшемді құрылымын анықтауға арналған әдістер қарастырылған. Адамның үшөлшемді виртуалды моделін жасау үшін пайдаланылатын үлгі моделі құрылды. Сонымен қатар суреттегі адамның сұлбасын машиналық оқытудың көмегімен анықтауға арналған әдістер қарастырылған.

Түйін сөздер: сипаттаушы нүктелер, силуэт, дене контуры, антропометрия, үшөлшемді модель, машинамен оқыту, жасанды сана

УДК 622.276.72

G.A. Baimakhanov , R.S. Berden , J.Y. Saden

KazNU, "Thermophysics and technical physics" department, Almaty

ANALYSIS OF METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF MEASURING INSTRUMENTS

Abstract. The verification intervals (VI) and their influence on the measurement procedures in terms of adjustment are given. Differences in the verification and calibration procedure are shown. Both procedures are closely interrelated and are based on the use of common measurement methods. Quantitative metrological testing for the enterprise is the determination of the error, taking into account the uncertainty, measuring instruments using reference measures. These tests are conducted using selected, proven methods.

Key words: between calibration interval, VI, calibration, verification, measuring instruments.

Г.А. Баймаханов, Р.С. Берден, Ж.Е. Саден
КазНУ, «Теплофизика и техническая физики», Алматы

АНАЛИЗ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Аннотация. Приведены межповерочные интервалы (МПИ) их влияние на процедуры измерения по части корректировки. Показаны различия процедуры поверки и калибровки. Обе процедуры тесно взаимосвязаны и основаны на использовании общих методов измерения. Количественные метрологические испытания для

предприятия служит определению погрешности, учитывающей неопределенность, средства измерений с помощью эталонных мер. Данные испытания проводятся с использованием отработанных, проверенных методик.

Ключевые слова: межповерочный интервал, МПИ, калибровка, поверка, средства измерения.

Одной из важнейших характеристик средств измерений (СИ), устанавливаемых при проведении их испытаний с целью утверждения типа, является межповерочный интервал (МПИ). По результатам испытаний приборов учета энергоресурсов (теплосчетчики, счетчики газа, водосчетчики и т.д.) в последние годы устанавливается межповерочный интервал (МПИ) от 4 до 6 лет. На практике, работая в реальных условиях, СИ уже через 1-2 года не подтверждают свои метрологические характеристики, требуют юстировки, а некоторым необходим ремонт [1].

Возникающая необходимость в корректировке межповерочного интервала встречает большие трудности и согласно с ПР 50.2.006-94 корректировка межповерочного интервала может проводиться органом Государственной метрологической службы. Если корректировка направлена на ужесточение межповерочного интервала, то у юридических лиц часто возобладает “сиюминутный” интерес, т.к. возникает необходимость в более частых поверках, а значит и в дополнительных затратах на демонтаж, доставку на поверку и т.д. Но при этом не учитывается, что неоправданный межповерочный интервал приводит к уходу погрешности за допускаемые пределы, а следовательно, к дополнительной оплате за непотребленную воду, газ, тепло и т.д., которая значительно превышает затраты на поверку при меньшем межповерочном интервале. Еще один фактор, влияющий на межповерочный интервал. СИ учета энергоресурсов, выпускаемые за рубежом, имеют межповерочный интервал 4-6 лет, поэтому при установлении на отечественные СИ меньших межповерочных интервалов приведет к их неконкурентоспособности [2].

В метрологическом центре был проведен анализ в течение 2001, 2002 и 2003 годов по результатам поверки счетчиков воды, при этом было исследовано более 5 тысяч счетчиков. В результате было установлено, что после двух лет эксплуатации уход погрешности за допускаемые пределы составил в среднем у 52 % водосчетчиков. Указанная цифра стабильно повторялась из года в год, и ее колебание составило 2...3 % по годам. Анализ показал, что эти данные сохраняются для различных типов водосчетчиков, в том числе импортных.

Основным фактором, влияющим на изменение метрологических характеристик водосчетчиков, является плохое качество воды, приводящее к быстрому износу механизма и отложениям в проточной части водосчетчиков. Отложения приводят к сужению сечения основного канала и регулировочного вплоть до его полного перекрытия. Результатом является увеличение скорости жидкости в основном канале, а, следовательно, и частоты вращения турбинки при одном и том же расходе через счетчик.

Приведенный пример подтверждает, что установленные межповерочные интервалы не являются оптимальными для нашего региона и приводят к значительным дополнительным затратам потребителей энергоресурсов.

Таким образом, установление единого обязательного межповерочного интервала при утверждении типа СИ, не учитывающего специфику их эксплуатации, не всегда оптимально. Установленный в нормативных документах (НД) порядок корректировки межповерочного интервала сложен в реализации, поэтому даже при наличии у региональных метрологических центров достаточных статистических данных, изменить МПИ практически невозможно. Поэтому целесообразно вернуться к порядку установления межповерочного интервала, определяемому в ныне отмененному ГОСТ 8.002, т.е. разрешить региональным Метрологическим центрам устанавливать МПИ исходя из условий и специфики применения СИ при наличии документально подтвержденных статистических данных.

Калибровка и поверка. Двумя наиболее важными процедурами, призванными обеспечить необходимый уровень достоверности показаний средств измерений, являются: в промышленной метрологии: периодические калибровки средств измерений, выполняемые в соответствии с требованиями принятой системы управления качеством: в законодательной метрологии: периодические поверки и испытания с целью оценки соответствия средства измерения требованиям нормативных документов. Обе процедуры тесно взаимосвязаны и основаны на использовании общих методов измерения. В то же время так исторически сложилось, что к ним применимы разные правила, методики и метрологическая инфраструктура.

Согласно требованиям стандартов семейства ISO 9000 и стандарта ISO 17025, прослеживаемость измерительного и испытательного оборудования к единицам измерений SI должна обеспечиваться посредством неразрывной цепочки сличений результатов измерений, что позволяет сделать

заключение о метрологических характеристиках оборудования. Наиболее важными процедурами, точки зрения обеспечения правильности получаемых результатов измерений, являются: в промышленной метрологии: периодические калибровки средств измерений, выполняемые в соответствии с требованиями принятой системы управления качеством; в законодательной метрологии: периодические поверки и испытания с целью оценки соответствия средства измерений требованиям нормативных документов. Обе процедуры тесно взаимосвязаны и основаны на использовании общих методов измерений. Поверка стала основополагающей частью системы метрологического обеспечения, в то время как калибровка широко используется в рамках промышленной метрологии с целью обеспечения качества. Органы по аккредитации отдают предпочтение калибровке, рассматривая ее как необходимую процедуру, позволяющую убедиться в правильности показаний средства измерений [3-4].

Основными элементами поверки являются: проверка технического состояния (качественная) средства измерений; проверка метрологических характеристик (количественная) средства измерений. Целью количественных метрологических испытаний является определение погрешности, учитывающей неопределенность, средства измерений с помощью эталонных мер. Данные испытания проводятся с использованием отработанных, проверенных методик.

Исходя из данных определений и толкований, можно сравнить основные цели и методы проведения поверки и калибровки, согласно таблице 1.

Таблица 1. Процедуры поверки и калибровки

Калибровка	Поверка
<p>Определение соответствия между измеренной величиной и соответствующей величиной, воспроизводимой эталоном:</p> <ul style="list-style-type: none"> - при заданных условиях окружающей среды; - в определенный день и время. <p>Определение (декларирование) значений отклонений или поправок и неопределенности измерений, выполненных при калибровке</p> <p>Оформление сертификата калибровки</p>	<p>Проверка соответствия средств измерений законодательно установленным требованиям:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проверка (оценка) технических характеристик средства измерений; - оценка соответствия требованиям к предельно допустимой погрешности (МРЕ). <p>Маркировка поверенного средства измерений, подтверждающая соответствие средства измерений установленным требованиям (нанесение знака поверки).</p> <p>Оформление свидетельства о поверке</p>

В таблице 2 сравниваются процедуры поверки и калибровки. Поверка обеспечивает точность средств измерений, учитывая при этом возможную область их применения. В первую очередьверяются средства измерений, оцениваемые с целью утверждения типа. В основе поверки лежат технические процедуры, аналогичные тем, что применимы при калибровке. Поверка является гарантией правильности показаний средства измерений даже в тех случаях, когда измерения выполняет обычный пользователь, не являющийся квалифицированным специалистом.

С точки зрения выполнения требований законодательной метрологии и обеспечения качества выполняемых измерений, поверка является достаточно эффективным инструментом, в том числе с учетом большого числа поверяемых средств измерений. Поскольку результаты измерений, выполняемых в ходе эксплуатации средства измерений, оцениваются главным образом посредством МРЕ, важно, что поверка обеспечивает высокую степень доверия к результатам измерений в течение длительного срока эксплуатации средства измерений.

Одним из недостатков поверки является отсутствие полного понимания степени влияния неопределенности на оценку соответствия средства измерений специальным требованиям. Традиционная калибровка является важной процедурой, подпадающей под действие метрологического контроля.

Калибровка, в том числе, применима в области фундаментальных измерений, проводимых в рамках научной и промышленной метрологии. Калибруются практически любые типы средств измерений, однако для выполнения калибровки и оценки результатов измерений требуются специалисты достаточно высокой квалификации.

Таблица 2. Процедуры поверки и калибровки

Характеристики процедуры	Процедура	
	Поверка	Калибровка
Базовые	Законодательные требования (требования установленные в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений)	Технические регламенты (в Российской Федерации отнесено к сфере государственного регулирования), нормативные документы, требования клиента
Цели	Гарантия не превышения установленного значения предельно допустимой погрешности (МРЕ)	Установление соотношения между показаниями средства измерений и принятой основой для сравнения (эталонными значениями), с учетом приписанной точности эталонов и процедуры сравнения Признание результатов калибровки
Необходимые условия	Допуск к применению в законодательно регулируемой сфере Возможность проведения поверки в рамках утверждения типа и (или) в процессе эксплуатации	Пригодность средства измерений для проведения калибровки
Сроки признания результатов	До очередной плановой поверки	В момент проведения калибровки в заданных условиях
Оценка приемлемости результатов	Поверяющий орган	Пользователь
Прослеживаемость	Обеспечивается процедурой поверки (поверочной схемой и требованиями к эталонам)	Обеспечивается калибровочной лабораторией
Неопределенность измерения	Меньше или равна 1/3 от максимально допустимой погрешности при поверке	Зависит от квалификации калибровочной лаборатории и технических характеристик эталонного и калибруемого оборудования

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Богданов Г.П., Кузнецов В.А., Лотонов М.А., Пашков А.Н., Подольский О.А., Сычев Е.И. Метрологическое обеспечение и эксплуатация измерительной техники. — М.: Радио и связь, 1990, 240 с.
 [2] Мольков В.Ф., Метрология, №4 2007 г. ведущий инженер ФГУ "Нижегородский ЦСМ"
 [3] Правиков Ю.М., Муслина Г.Р. Метрологическое обеспечение производства: Учебное пособие / Ю.М. Правиков, Г.Р. Муслина – М.: КНОРУС, 2009, 240 с.
 [4] ГОСТ ISO 9001 – 2011. Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Стандартиформ, 2012, 27 с.

Баймаханов Г.А., Берден Р.С., Саден Ж.Е.

Өлшеу құралдарының метрологиялық сипаттамаларын талдау

Андатпа. Тексеру интервалдары (MPI) және оларды түзету тұрғысында өлшеу рәсімдеріне әсер етуі. Тексеру және калибрлеу процедурасындағы айырмашылықтар көрсетілген. Екі рәсім өзара тығыз байланысты және жалпы өлшеу әдістерін қолдануға негізделген. Кәсіпорын үшін сандық метрологиялық сынақ анықтамалық шараларды қолдана отырып, белгісіздікті, өлшеу құралдарын ескере отырып, қатені анықтау болып табылады. Бұл тестілер дәлелденген, дәлелденген әдістермен жүргізіледі.

Кілтті сөздер: сенімділік тексеру интервалы, СТИ, калибрлеу, сенімділікті тексеру, өлшеу құралдары

ОӘК 621.8.78.

R. A. Kozbagarov, M. S. Zhienkozhayev

INTERACTION OF A BULLDOZER BLADE WITH STICKY MATERIALS AT CONTACT WITH CONVEYING SPEEDS.

Abstract. The paper deals with the processes occurring in the interaction of the bulldozer blade at the development of sticky soils, as well as the resistance to the movement of the working bodies in the material environment on the surface of the working bodies that affect the resistance value.

Key words: Bulldozer, blade, sticky material, cutting angle, knife.

¹Р.А. Козбагаров, ²М.С. Жиенкожаев

(¹Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қаласы,

²Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе қаласы

Қазақстан Республикасы, rystem_1968@mail.ru)

ТҮТҚЫРЛЫ МАТЕРИАЛДАРМЕН БУЛЬДОЗЕРДІҢ ҚАЙЫРМА КҮРЕГІНІҢ ӨЗАРА ҚАРЫМ-ҚАТЫНАСЫНДАҒЫ ЖҮРГІЗУ ЖЫЛДАМДЫҒЫНЫҢ БАЙЛАНЫСЫ

Андатпа. Тұтқырлы материалдарды өңдеу барысында бульдозердің қайырма күрегінің өзара қарым-қатынасының үрдісі өзіндік жиынтықты немесе элементарлы үйлестіруді түсіндіреді. Олардың әрқайсысы өзіне салыстырмалы немесе онысыз қозғалады. Тұтқырлы материалды ортада қайырма күректі қозғалту кедергісін есептегенде жұмысшы органның қозғалу жылдамдығын есепке алу керек, себебі түсірілген жүктеме жылдамдығы кедергі көлеміне әсер етеді.

Арнайы сөздер: Бульдозер, қайырма күрек, тұтқырлы материал, кесу бұрышы, пышақ.

Жанасу аймағындағы жұмысшы органның және өңделетін материалдардың қарым-қатынасының негіздерін терең ұғынудың арқасында нормативті базаларды және ұсыныстарды жасауға байланысты машиналардың жабдықтарының қолданылуын кемелдендіруге болады. Өртүрлі құрылымы мен қажеттілігіне байланысты жұмысшы органдардың ортамен қарым-қатынасын, олардың өлшемдері мен материалдың қасиетін есептеу – бульдозерді жобалауда және кемелдендіруде қажетті болатын кедергілер анықтаудың негізі. Осы үрдіс кезінде жалпы кедергінің құрылуын анықтау мүмкін болады және теориялық ережелерді тәжірибе жүзінде анықтап, материалдардың бірінғай қасиеттерін және жұмысшы органдардың құрылымды өлшемдерінің қарым-қатынасын айқындап, түбегейлі тексеру керек.

Өте кең тараған жерді қазып-тасымалдағыш машиналардың жұмысшы органдары қажеттілігіне байланысты топырақты өңдеу және тасымалдау үшін қайырма күректі және шөмішті болғандықтан, олардың топырақпен қарым-қатынасы толығымен зерттелген. В.И.Баловневтің [1] жұмысында бульдозердің қайырма күрегінің топырақпен қарым-қатынасын үш аймаққа бөліп қарастырған: кесу пышағында жаңқаларды қалыптау; қайырма күрек бойынша топырақты жаңқаны жылжыту және қопсытылған материалдардан құрайтын аунатпалы призманы құру аймағы.

Мұнда профильдің ұшталу бұрышы $\alpha \geq 45^\circ + \varphi/2$ кесу пышағы қырының ортамен қарым-қатынасында болатын үрдісті зерттеп-қарастыру негізгі мәселе болып саналады. Бұл құбылыс топыраққа әртүрлі конфигурациялы мөрлерді ендіруде кең зерттелген. Егер профильдің ұшталу бұрышы $\alpha \geq 45^\circ + \varphi/2$ болғанда жаппай ортаға дененің әсерін түсірсек, онда оның фронтальді беткейінде нығыздалған түйін пайда болтыны анықталады. Мұндағы α - материалдардың ішкі үйкелісінің бұрышы. Материалдың бөлшектерінің сырғу сызығы мөрдің немесе жұмысшы органның әсері төмен кедергінің бағытына бағытталған кезде пайда болады.

Үрдістердің бірінғайлығы жаппай ортаға денені әсер ету кезінде материалда туатын кернеуді бөлудің ұқсастық сипаттармен түсіндіріледі. Топырақтағы жүктеменің (шоғырланған, таратылған, нормальды немесе бұрышпенен) түрлерінің тәуелділігіне байланысты топырақты тік профильмен кесуде, топырақты негізге жүргізу жабдығының әсерін, металлға пуансондығын Н.А. Зеленин [2] аналитикалық тәсілмен және тәжірибе жүзінде анықтаған. Осындай зерттеулерге сүйене отырып, дене жүйесінен шығатын, оның сипатына және түсіру бұрышының тәуелділігінің тепе-теңдігінен шекті жүктемелердің мөлшерін анықтадық. Ішкі ортада жұмысшы органның қозғалысы беткейлер бойынша салыстырмалы қозғалғанда пайда болатын үйкеліс күшіне негізделеді. Жүргізілген зерттеулер арқылы топырақты кесу кезінде, әртүрлі ортада денені қозғалтуда пайда болатын кедергілерді және топырақты өңдеу кезінде жерді қазып-тасымалдау машиналарының жұмысшы органдарының тимді өлшемдерін анықтауға болады.

Топырақ құрамының тұтқырлығы P_v және оны төмендету шаралары Н.А. Цытовичтің [4] жұмысында қарастырылған. Ылғалды топырақтардың адгезиясын төмендетудің негізгі әдістері:

- топырақ-жұмысшы орган шекарасында полиэтиленді шекаралының, эпоксидті композициясын, резеңкелі, органикалы майлау, 1,2–5 есе тұтқырлы күшін төмендететін және 10–40% машинаның өнімділігін жағарылататын электроосмос кезінде су қатпарлы қабаттарын құру;

- сыртқы әсердің дірілді дыбысты жиілік, ультрадыбысты, магнитті өріс, сонымен қоса жұмысшы органдарды қыздыру; біріктірілген әдістер;

- жанасу ауданын және жұмысшы органның қозғалысының жылдамдығын жоғарылатудың арқасында жанасу уақытын төмендететін құрылымды-технологиялық шаралар.

Механикалық құралдардың жұмыс қабілеттілігі және тиімділігі жұмысшы органдардың

тұтқырлы материалдармен қарым-қатынасы арқылы анықталады. Кендердің тұтқырлануы кезінде жабдықтарды кемелдендіру біршама қиындықтарға тап болады, оларды сандық және сапалы бағалау негізінің үрдістерінің қарым-қатынасы арқылы шешуге болады. Ол үшін жұмысшы органдарына толығымен жинақы қарым-қатынаста әсер ететін жұмысшы органдарының элементтерінің сипаттамалы типтерін бекіту қажет.

Тұтқырлы материалдарды өңдеу және тасымалдау кезіндегі жұмысшы органдардың қарым-қатынасындағы болатын үрдістерді қарастырамыз.

Кенді өндегенде бульдозердің қайырма күрегінің кесу пышағы экскаватордың шөміші сияқты материал жаңқаларын массивтен бөліп жатады. Одан ары қарай қозғалыста қайырма күрек беткейінде аунатпа призмасының қысымы арқылы ол осы беткейге әсер етеді. Қайырма күрек беткейінде жаңқалардың жоғарғы бөлімі қозғалмауы мүмкін, себебі жаңқалар адгезия күшімен жабысып қалады және пайда болған кедергі күші жаңқаны қозғалту күшінен жоғары болады. Бұл жағдайда қайырма күректе олардың қысымы сақталып қалады. Аунатпа призмасы тұтқырлы кенде қозғалып оған ауырлық күшімен әсер етеді. Қайырма күректі жылжытқанда, олардың қабырғаларынан оның шеткі жақтарының беткейлеріне жаңқа кесу кезінде құрылатын үйкеліс күші пайда болады.

Материалдардың тұтқырлық деңгейі берілген аудан бірлігінде жұлып алу күшімен, сонымен қоса бірқалыпты жүктеме әсеріндегі жанасқан материалдардың арасындағы байланысты бұзу үшін қажетті жұлып алу жұмысының уақытымен сипатталады. Ол көбінесе тұтқырлықты жұлып алу үшін қажетті минималды күшпен сипатталады. Бұл мөлшерлі адгезиялы беріктік, адгезиялы қысым (кернеу), жабысу қысымы немесе еселігі деп атаймыз.

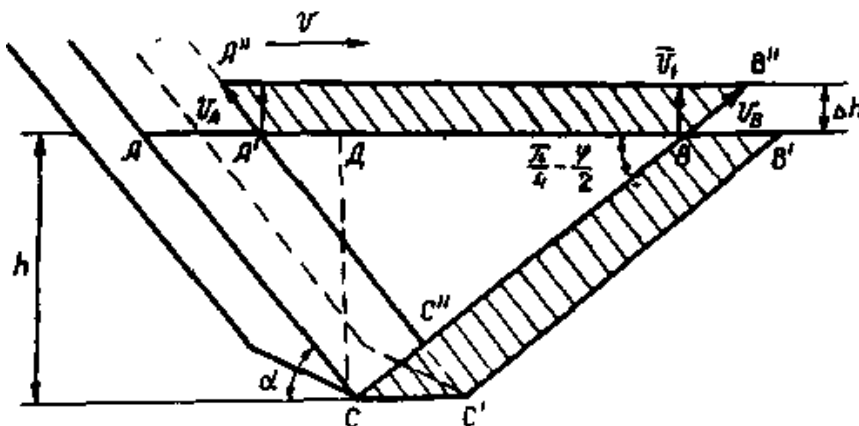
Екі дененің арасындағы жанасуды бұзғанда көбінесе адгезиялы-когезиялы үзу байланысы болады. Сондықтан әртүрлі материалдардың беткейінің жабысу сипатына байланысты жабысқақтық терминін қолданған дұрыс болады. Олардың табиғаты толығымен анықталмаған, бірақ адгезиялы құбылыстың физика-химиялық маңыздылығын түсіндіретін: адсорбациялы, электрлі, диффузионды, химиялы және т.с.с. бірнеше теориялары белгілі.

Тәжірибе көрсеткендей ДЗ-27С бульдозерлі жабдықтың көмегімен Мұнайлы-Мола кеніндегі битум тәрізді кен орындарын өндегендегі өнімділікті төмендетудің негізгі факторлары:

- жаңқаны кесу кезінде ортаның едәуір кедергісі, осыған байланысты үрдістің энергосыйымдылығы жоғарылайды;
- аунатпа призмасын штабельдеу орнында қалдыру үшін көп уақыттың қажеттілігі;
- жабдықтың жұмысы жабдығын жабысқақ материалдардан үнемі тазалау болып саналады.

Топыраққа пышақты ендіргенде нақты топырақты кесу кедергісі орын алады, себебі топырақ мөлшері және басқа қазу кедергісі жұмыс органында онша көп емес. Жабысуға және ұстамдылыққа K_{g_1} және K_{g_2} коэффициенттердің жылдамдыққа әсері тұтқырлы материалдардың жылдамдық деформациясына тәуелді, сонымен қоса жұмысшы органның белсенді қозғалуын анықтайды.

Жылдамдығы белгілі \mathcal{S} кесу бұрышында $\alpha \leq \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}$ жұмысшы органның қозғалысынғы материалдың деформациялық даму үрдісінен қарастырамыз (Сурет).



Сурет. Материалдың деформациясына байланысты жұмысшы органы қозғалту жылдамдығына тәуелділік

Келісілген рұқсаттамаға байланысты белсенді қарым-қатынастық моделін жасағанда материал кесіндісінің призмасы ABC сығымалысыз. Жұмысшы органды уақыт бірлігінде $CC' = \mathcal{G}_p \Delta t$ аралыққа жылжитқанда жаңа түсіп жатқан материалдар ($CC'BB'$ призма кесіндісі) ығыстырылып және $A''B''C''$ кесіндісіндегі призманың орнын алады

Материалдардың түсу жылдамығы $CC' = \mathcal{G}_p \Delta t$ және ығыстырылатын материалдардың көлемі $A'A''BB''$ ауданға пропорционалды. Ол жуықтай ($A'A''$ және BB'' кесіндісіндегі еңістерді есептемегенде) $S'_{A'A''BB''} = \Delta h \cdot AB$ анықталуы мүмкін, мұндағы Δh - материалдың призмасының вертикалды ығыстыру деңгейі материалдың беткейіндегі нормальды жылдамдыққа пропорционалды $\Delta h = \mathcal{G}_1 \Delta t$.

Сондықтан ығыстырылып түсіп жатқан материалдардың мөлшеріне уақыт бірлігінде тең

$$S'_{CC'BB'} = S_{A'A''BB''} \quad (1)$$

немесе

$$\mathcal{G}h = AB \mathcal{G}_1, \quad (2)$$

мұндағы

$$\mathcal{G}_1 = \mathcal{G} - \frac{h}{AB}, \quad (3)$$

Бірақ

$$\begin{aligned} \frac{AB}{h} &= \frac{AD + DB}{h} = \operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) = \frac{\cos \alpha \sin \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) + \sin \alpha \cos \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right)}{\sin \alpha \sin \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right)} = \\ &= \frac{\sin \left(\alpha + \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right)}{\sin \alpha \sin \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right)}. \end{aligned}$$

Сонда

$$\mathcal{G}_1 = \mathcal{G} - \frac{\sin \alpha \sin \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right)}{\sin \left(\alpha + \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right)}.$$

Жұмысшы органның беткейіндегі материалдарды ығыстыру жылдамдығы

$$\mathcal{G}_A = \frac{\mathcal{G}_1}{\sin \alpha} = \frac{\mathcal{G} \sin \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right)}{\sin \left(\alpha + \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right)}, \quad (4)$$

ал CB сырғу жазықтығы бойынша материалдарды ығыстыру жылдамдылығы төмендегідей анықталуы мүмкін

$$g_B = \frac{g_1}{\sin\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right)} = g \frac{\sin \alpha}{\sin\left(\alpha + \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right)}. \quad (5)$$

Жұмысшы органды қозғалту жылдамдығынан түсірілген жүктеме жылдамдығына ауысқанда олардың пропорционалдығы арқылы анықталуы мүмкін:

$$g_p = K g, \quad (6)$$

мұндағы g_p - түсірілген жүктеме жылдамдығы, $H/cm^2 \cdot c$;

g - сызықты жылжыту жылдамдығы, m/c ;

K - тәжірибелі анықталынатын пропорционалды коэффициент.

Сырғу жазықтығы бойынша $\alpha \geq \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}$ кесу бұрышындағы түсірілген сырғымалы жүктеменің жылдамдығы есепті сұлба бойынша анықтауы мүмкін. Бірақ бұл кезде нығыздалатын түйін жұмысшы органның беткейі бойынша ысырылмайтынын есептеу керек. Сондықтан сырғыйтын жазықтық бұрыш нығыздалған түйін бойынша $\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}$ тең болады. Онымен материалдың қозғалу жылдамдығын құрайды:

$$g_A = g \frac{\sin\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} + \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right)} = g \sin\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right). \quad (7)$$

Материал ішіндегі сырғу жазықтығы бойынша материалдарды ығыстыру жылдамдығы:

$$g_B = g \frac{\sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} + \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right)} = g \sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right). \quad (8)$$

Сондықтан тұтқырлы материалдарды өңдеп жатқан машиналардың жұмысшы органдарының қарым-қатынасының үрдісі өзімен жиынтықты немесе элементарлы үйлестіру қарым-қатынасын түсіндіреді – белсенді (ортаға жұмысшы органды) және пассивті (жұмысшы органға орта). Әрқайсысы өзіне салыстырмалы немесе онысыз қозғалады. Материалды ортада немесе кендерде жұмысшы органдарды қозғалту кедергісін есептегенде жұмысшы органның қозғалу жылдамдығын есепке алу керек. Себебі түсірілген жүктеме жылдамдығы кедергі көлеміне әсер етеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Баловнев В.И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин. М., 1981. 335 б;
- [2] Зеленин А.Н. Основы разрушения грунтов механическими способами. М., 1968. 275 б;
- [3] Заднепровский Р.П. Результаты снижения трения и прилипания влажных грунтов при разработке землеройными машинами//Строительные и дорожные машины. 1973. №5. 31-33 беттер;
- [4] Цытович Н.А. Механика грунтов. М., 1979. 272 б;
- [5] Bulldozers (Construction Machines) – September 1, 2014, by [Charles Lennie](#) (Author);
- [6] Bulldozers (Construction Vehicles at Work), August 1, 2016, by [Kathryn Clay](#) (Author);
- [7] Козбагаров Р.А. Құрылыс машиналары және жабдықтары. Оқу-әдістемелік құрал.-Алматы: ҚазККА, 2013.–286 бет.;
- [8] Козбагаров Р.А., Таран М.В., Кекилбаев А.М., Даулеткулова А.У., Камзанов Н.С. Құрылыс машиналары. Оқу-әдістемелік құрал.-Алматы: ҚазККА, 2014.–220 бет.;
- [9] Козбагаров Р.А., Камзанов Н.С. Определение величины сопротивления грунта резанию и ширины режущих граней многоугольными ножами отвала землеройно-транспортных машин. Вестник КазНУ, №4

(110) Алматы, 2015 г, -С. 308-315;

[10] Сурашов Н.Т., Козбагаров Р.А., Абашов З.А. Оптимизация методики синтеза четырехзвенного параллелограммного рыхлителя. Вестник КазННТУ, №4 (110) Алматы, 2015 г, -С. 127-131;

[11] Zhussupov K.A., Kunelbayev M.M., Yesengaliyev M.H., Taran M.V., Uskambaeva V.O. Comparative analysis of the main indicators yon-socioeffective inertial rotary excavator. International Conference on Transportation and Civil Engineering (ICTCE¹⁵). March 21-22, 2015 London (UK). pp 75-83;

[12] Жусупов К.А., Козбагаров Р.А., Кекилбаев А.М., Есенгалиев М.Н. Инерциялы роторлы экскавациялы машиналардың негізгі көрсеткіштерін таңдау. Вестник КазННТУ, Алматы, 2016 г, №2 (114), -С.283-288;

[13] Турдалиев А.Т., Козбагаров Р.А., Абибуллаев А.Н. Влияние износа лезвия ножа автогрейдера на эффективность резания грунта. Вестник КазННТУ, Алматы, 2016 г, №3 (115), -С.181-184;

[14] Козбагаров Р.А., Калиев Е.Б., Таңатаров Ж.Н. Анализ бульдозерного отвала адаптируемого типа. Вестник КазННТУ, Алматы, 2016 г.№4 (116), -С.175-177;

[15] Калиев Е.Б., Козбагаров Р.А., Таңатаров Ж.Н. Повышения эффективности применения бульдозерного отвала адаптируемого типа. Вестник КазННТУ №5(116), Алматы, 2016 г. №4 (116), С. 175-177с.

Козбагаров Р.А., Жиенкожаев М.С.

Взаимодействие отвала бульдозера с липкими материалами при связи скоростей перемещения.

Резюме. В работе рассмотрены процессы, происходящие при взаимодействии отвала бульдозера при разработке липких грунтов, а также сопротивления перемещению рабочих органов в материальной среде по поверхности рабочих органов которые влияет на величину сопротивления.

Ключевые слова: Бульдозер, отвал, липкой материал, угол резания, нож.

УДК 006.015.5:658.1(574)

О.К. Zhussipova, A.Z. Aytkozhaev

THE DEVELOPMENT OF INTEGRATED QUALITY SYSTEMS AT THE ENTERPRISE

Abstract.The article is devoted to the development of integrated quality systems at the enterprise. Currently, for successful development of the enterprises, it is necessary to take into account various aspects of its activities. In this regard, all industrialized countries are involved in quality management systems, environmental management systems, labor protection and industrial safety management systems, and so on. Modernization of integrated management systems (IMS), respectively, modern management systems, ISO 9000, ISO 14000, OHSAS 18001 and etc. based on the requirements of international standards, developed on the basis of global theoretical and practical experience in the field of quality management. It should be noted that the company will have to invest significant resources and resources to create a corporate management system, but as a result, the corporate management system will be developed to achieve sustainable financial performance taking into account the interests of consumers, personnel, shareholders, suppliers and the public.

Key words: quality management system, environmental management, integrated quality systems, ISO 9000, ISO 14000.

О.К. Жусипова, А.З. Айткожаев

(Әл - Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы)

КӘСПОРЫНДА ИНТЕГРАЦИЯЛАНҒАН САПА ЖҮЙЕЛЕРІН ДАМУ

Андатпа. Статъя кәсіпорында интеграцияланған сапа жүйелерін дамыту мәселесіне арналған. Қазіргі таңда кәсіпорындарында табысты даму үшін өз қызметінің түрлі жақтарын ескеруі қажет. Осыған байланысты барлық өнеркәсіптік дамыған елдер сапа менеджменті жүйесіне, экологиялық менеджмент жүйесіне, кәсіби қауіпсіздік және денсаулық менеджменті жүйесіне және т.б. негізделген менеджменттің интеграцияланған жүйелерін (ИСМ) дамыту кезеңіне кірді, тиісінше менеджменттің қазіргі заманғы жүйелері ISO 9000, ISO 14000, OHSAS 18001 және т. б. халықаралық стандарттар талаптарының негізінде құрылады, олар сапа менеджменті саласындағы әлемдік теориялық және практикалық тәжірибені жалпылау негізінде әзірленген. Біріктірілген менеджмент жүйесін құру үшін кәсіпорынға айтарлықтай күш пен ресурстарды жұмсауға тура келетінін атап өту қажет, бірақ нәтижесінде тұтынушылардың, персоналдың, акционерлердің, жеткізушілердің және қоғамның мүдделерін ескере отырып, тұрақты қаржылық көрсеткіштерге қол жеткізуге бағытталған кәсіпорын менеджментінің корпоративтік жүйесі қалыптастырылатын болады.

Түйінді сөздер: сапа менеджмент жүйесі, экологиялық менеджмент, интеграцияланған сапа жүйелері, ISO 9000, ISO 14000.

Бәсекелестіктің жоғары деңгейімен және тұтынушылардың жоғары талаптарымен сипатталатын қазіргі заманғы жағдайларда ұйымдар табысты даму үшін өз қызметінің түрлі жақтарын ескеруі қажет. Осыған байланысты іс жүзінде барлық өнеркәсіптік дамыған елдер сапа менеджменті жүйесіне, экологиялық менеджментке, кәсіби қауіпсіздік пен денсаулық менеджменті жүйесіне және т. б. менеджменттің интеграцияланған жүйелері (ИСМ) белсенді түрде енгізілуде.

Бұл шығарылатын өнім сапасының мәселелері ғана емес, сонымен қатар ұзақ мерзімді стратегия, экология, өнім қауіпсіздігі, еңбекті қорғау, әлеуметтік жауапкершілік, ақпараттық қауіпсіздік, қаржылық тұрақтылық, персоналды басқару, логистика және т. б. мәселелерді қамтитын күрделі процесстер жиынтығы. Ұйым қызметінің қандай да бір тарапына қатысты бір ғана мәселені шешу ұйымның жетістігіне және оның үстіне халықаралық нарықтағы бәсекеге қабілеттілігіне кепілдік бере алмайды.

Осыған байланысты барлық өнеркәсіптік дамыған елдер сапа менеджменті жүйесіне, экологиялық менеджмент жүйесіне, кәсіби қауіпсіздік және денсаулық менеджменті жүйесіне және т. б. негізделген менеджменттің интеграцияланған жүйелерін (ИСМ) дамыту кезеңіне кірді, тиісінше менеджменттің қазіргі заманғы жүйелері ISO 9000, ISO 14000, OHSAS 18001 және т. б. халықаралық стандарттар талаптарының негізінде құрылады, олар сапа менеджменті саласындағы әлемдік теориялық және практикалық тәжірибені жалпылау негізінде әзірленген [1].

Стандарттар тобын интеграцияланған жүйе ретінде енгізу менеджмент жүйесіне бірнеше стандарттарды тәуелсіз енгізумен салыстырғанда неғұрлым үнемді және тиімді екеніне ешқандай күмәнсіз дәлелденген. Алайда, проблеманың өзектілігіне және интеграцияланған менеджменттің жүйелерін енгізудің тиімділігіне қарамастан, осы мәселе бойынша ұсынымдар өте аз кездеседі.

Көптеген отандық кәсіпорындарда интеграцияланған менеджменттің жүйелері ұғымы, біріншіден, қандай да бір менеджмент жүйелерін бір тұтас біріктірудің күрделі үдерісімен; екіншіден, жаһандық бәсекелестік жағдайында ұйымның тиімді жұмыс істеу тәсілімен байланысты.

Алайда жалпыға танылған интеграцияланған менеджменттің жүйелері ұғымы бойынша - бұл менеджмент жүйесіне екі немесе одан да көп халықаралық стандарттардың талаптары бойынша жауап беретін және біртұтас ретінде жұмыс істейтін кәсіпорынның жалпы менеджмент жүйесінің бір бөлігі. Мұндай жүйелердің айқын артықшылықтары қатарына келесі белгілерді жатқызуға болады:

- ұйымның ішіндегі әрекеттердің аса тығыз келісімділігін қамтамасыз ететін интеграцияланған жүйе, осылайша синергетикалық әсерді күшейте отырып, келісілген іс-әрекеттердің жалпы нәтижесі жекелеген нәтижелердің қарапайым сомасына қарағанда жоғары болады (Аристотель парадоксіне сәйкес, " бір плюс екі екіден көп »);
- менеджменттің автономды жүйесін әзірлеу кезінде ұйым ішінде пайда болатын функционалдық бытыраңқылықты азайтатын интеграцияланған жүйе;
- бірнеше параллель жүйелерге қарағанда аз еңбекті қажет ететін, қарапайымдырақ интеграцияланған жүйені құру;
- интеграцияланған жүйедегі ішкі және сыртқы байланыстар саны, бірнеше жүйелердегі осы байланыстардың жиынтық санына қарағанда азырақ;
- интеграцияланған жүйедегі құжаттар көлемі бірнеше параллель жүйелердегі құжаттардың жиынтық көлеміне қарағанда айтарлықтай аз;
- интеграцияланған жүйедегі ұйым қызметін жақсарту үшін қызметкерлердің неғұрлым жоғары дәрежеде жұмысқа араласуы;
- интеграцияланған жүйенің ұйымның сыртқы жақтары мүдделерінің тепе-теңдігін есепке алу қабілеті параллель жүйелермен салыстырғанда жоғары;
- бірнеше менеджмент жүйесі кезіндегі жиынтық шығындарға қарағанда интеграцияланған жүйені әзірлеуге, жұмыс істеуіне және сертификаттауға арналған төмен шығындар.

Интеграцияланған жүйелерді құруға арналған жалпы ұйымдастыру-әдістемелік іргетас 9000 сериялы ISO стандарттары болып табылады. Осы стандарттарда тұжырымдалған базалық ұғымдар мен қағидаттар жалпы менеджменттің ұғымдары мен қағидаттарына барынша сәйкес келеді. Бұл ретте, ерекше мәнге ие болатыны болып табылатыны ол - процесті тәсіл, ол жанама емес (функционалдық тәсілде қалай орын алатынындай), қайта керісінше қазіргі заманғы бизнесте жүзеге асырылатын нақты процестерді тікелей бейнелейді [2]. Негізгі кіші жүйелерге экологиялық менеджмент, өндірістік қауіпсіздік және еңбекті қорғау менеджменті, әлеуметтік жауапкершілік және ақпараттық қауіпсіздік менеджменті жатады (1-сурет).



Сурет 1. Интеграцияланған менеджмент жүйелерінің бейнелену схемасы

Технологиялық прогресстердің дамуының қазіргі заманғы үрдістерін және бәсекелестіктің қарқынды қысымын ескере отырып, қазіргі уақытта еңбек жағдайлары және оларды ұйымдастыру процестері тез өзгеріп отырғанын байқаймыз. Осыған байланысты еңбекті қорғау және өнеркәсіптік қауіпсіздік менеджменті жүйесіне (СМОТиПБ) ерекше назар аударғанымыз жөн, өйткені өнеркәсіптік қауіпсіздік мәселелері қоршаған ортаны қорғау проблемаларымен және бейбітшілікті сақтау мәселелері мен мәнділігі бойынша салыстырылатын жағдайға жетті. Техносфера адам үшін аса қауіпті тудыра бастады[3].

Бірінші дәрежелі мән заңнамаға тиесілі, бірақ өздігінен ол бұл өзгерістерді бағыттау немесе жаңа қауіп-қатерлер мен қауіп-қатерлерге төтеп беру үшін жеткіліксіз болып табылады. Ұйымдар да еңбекті қорғау саласында өздері тастаған сын - қатерлерге үнемі ден қойып, басқарудың динамикалық стратегиялары түрінде тиімді жауаптар әзірлеуі тиіс.

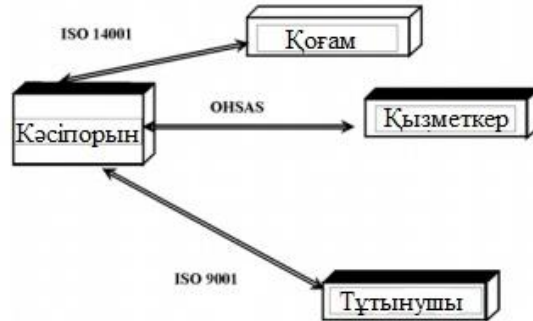
Ұйым деңгейінде персоналдың денсаулығы мен қауіпсіздігін қорғау жүйесін енгізу қауіптер мен тәуекелдерді төмендетуге де, сондай-ақ қазіргі уақытта өнімділікке де бүкіләлемдегі үкіметтер, жұмыс берушілер мен қызметкерлер мойындаған оң әсерлерін туғызуда. Көптеген ұйымдар қызметкерлердің еңбекті қорғауды басқару мүмкіндіктерінің тиімділігі мен демонстрациясына мүдделілік танытып, қызығушылықпен қарауда. СМОТиПБ өндірістегі еңбек пен денсаулықты қорғау жөніндегі шараларды жүзеге асыру үшін олардың тиімділігін арттыруды және кәсіпорынның жалпы қызметіне кірігуді қамтамасыз етеді. Жүйе еңбекті және денсаулықты қорғау бойынша жұмысты үздіксіз жақсартуға қол жеткізу, сондай-ақ заңнама талаптарын орындау процесін дәл анықтайтын стандарттарға негізделеді [4].

СМОТиПБ OHSAS 18001 талаптарына сәйкес жұмыс жасайды. Бұл өндірістік қауіптерді бағалауға, олармен байланысты тәуекелдерді сәйкестендіруге және оларды тиімді басқаруға мүмкіндік беретін менеджмент жүйесі. СМОТиПБ-ны енгізу нәтижесінде авариялық жағдайлардың туындау мүмкіндіктері барынша азайтылады, өндірістік тәуекелдер төмендейді, персоналдың денсаулығын қорғаудың және жұмыс орындарында қауіпсіздік техникасын сақтаудың тиісті деңгейі қамтамасыз етіледі.

Стандарт талаптары экономиканың нақты секторына қарамастан барлық үлгідегі ұйымдарда қолданылады. Еңбекті қорғауды басқару жүйесін әзірлеуге және енгізуге ұйым қызметінің саласы, оның нақты міндеттері, шығарылатын өнім мен көрсетілетін қызметтер, сондай-ақ пайдаланылатын

технологиялық процестер, жабдықтар, қызметкерлердің жеке және ұжымдық қорғану құралдары және еңбекті қорғау саласындағы қызметтің практикалық тәжірибесі белгілі бір әсер етеді.

Осылайша, ISO 9000 сериясының стандарттары шығарылатын өнім сапасына байланысты құжаттар тіркемесі болып табылады. Бұл стандарттар сапа кепілдігін қамтамасыз ету бойынша сәйкес келетін ұжымдық жұмыстардың минималды талаптарын қамтамасыз етеді.

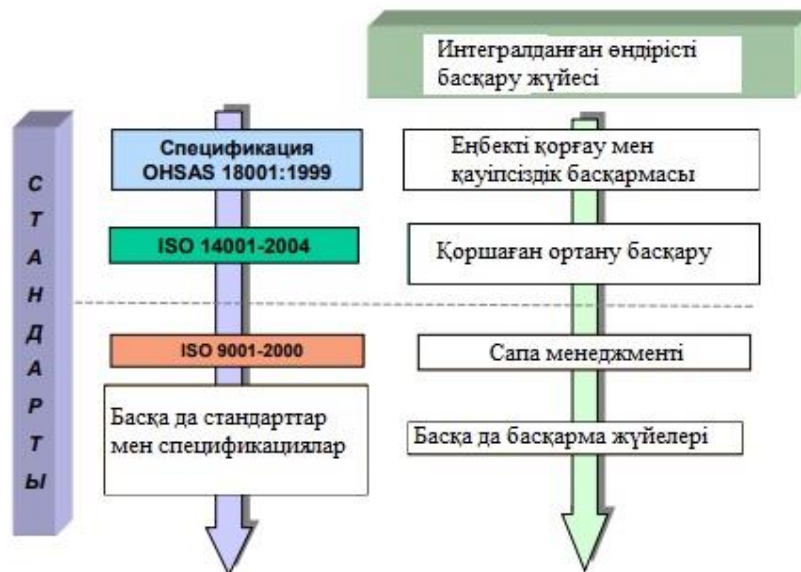


Сурет 2. Интегралды жүйе стейкхродерлері

ISO 14000 сериясының стандарттары мекемені қоршаған ортаны әсерлі басқару элементтерімен қамтамасыз етуге арналған. Халықаралық стандарт OHSAS 18001- өндірістік қауіпсіздік пен денсаулық менеджменті жүйесі (Occupational Health and Safety Assessment Series) компанияның жалпы менеджментінің құрамдас бөлігі болып табылатын қауіпсіздік техникасы мен еңбекті қорғауды басқару жүйесін құруға бағытталған. Бұл стандартқа халықаралық ГОСТ Р 12.0.006 - 2002 Еңбек қауіпсіздігі жүйесінің стандарттары сәйкес келеді.

Осылайша мекемелерде интегралды менеджмент жүйесін енгізу мүмкіндігі пайда болды, сонымен қатар олар сертификацияға кететін шығынды үнемдей отырып, қажетті сәйкес келу сертификатын ала алатын болды. ISO және ЕС талаптарына сай критерийлер бойынша сертификациялық тексерулерге кететін шығын мөлшері өте кішкентай компаниялар үшін (шамамен 10 адамнан тұратын) 10 мың еуродан басталып, орташа және үлкен компаниялар (шамамен 5-тен 250 адамға шейін) үшін 20-35 мың еуроны және аса ірі компаниялар үшін 50 мың еуроны құрады. Сондай-ақ сәйкес келу сертификатын бөлек технологиялық процесс, мекеме, компанияның бас кеңсесі, компаниялар қосындысы үшін жеке-жеке өткізілуі мүмкін. Басқару жүйесінің қолданылу аясы компанияның құзыреттілігінің мақсаты мен бағытының негізінде басқарма арқылы анықталады [5].

Өндірістік қауіпсіздікке, қоршаған орта мен еңбекті сақтауға интегралды басқару жүйелерін енгізі тәжірибелері бар. Олар ISO 14001 халықаралық стандарты және OHSAS 18001 халықаралық спецификациясының ұлттық заңнамаларына сай құрылды (Сурет 3).



Сурет 3. Интегралды жүйенің құраушылары

Аталған жүйе мекеме басшылығына өндірістік қауіп-қатерлерді (өнеркәсіптік, экологиялық, травматизм қатерлері және профессионалды аурулар) басқаратын ортақ механизмді жүзеге асыруға мүмкіндік береді сондай-ақ келесі құбылыстарды жүзеге асырады:

- қоршаған ортаға деген теріс әсерлерді минимизациялау, табиғи ресурстарды үнемді пайдалану, сенімділікті арттыру әсерінен және де жаңа прогрессивті технологиялық құрылғылардың пайдалануы әсерінен технологиялық құрылғылардың қауіпсіз және авариялық емес жұмысын қамтамасыз ету;
- өндірістік қауіпсіздік деңгейін көтері, қоршаған орта мен еңбекті қорғау, мүмкін болатын қатерлер, оқыс оқиғалардың және де мекеме объектілеріндегі авариялардың деңгейінің азаюынан немесе мүлде жойылуынан кідірістердің азаюы;
- компания жұмысшыларының денсаулығын қорғау деңгейінің өсуі, және де мекеме орналасқан елді мекендерді жергілікті халқының денсаулығына назар аудару;
- басқару тәсілінің унификациясы мен сыртқы және ішкі байланыстардың азабының әсерінен басқару эффективтілігінің артуы;
- автономды жүйелер қатарындағы құжаттардың суммарлы көлемінен интегралды жүйелердегі құжаттардың көлемінің аз болына байланысты құжат айналымын жүзеге асыру [6].

Басқару жүйесі Деминг циклі (PDCA-жоспарлау-жүзеге асыру-тексеру-әсер ету) бойынша жүзеге асады және де халықаралық стандарттар бойынша бекітілген элементтерден тұрады (Сурет 4).



Сурет 4. Қоршаған орта мен еңбекті қорғау, өндірістік қауіпсіздікті басқару элементтері

Саясат профессионалды және экологиялық қауіпсіздік саласында. Адам денсаулығы басқарма бекітуі бойынша қағаз жүзінде өндірістік және экологиялық қауіп-қатерлерді көрсететін мекеме декларациясы болып табылады. Аталған құжат мекеме құзыретінің өндірістік қауіпсіздік, қоршаған орта мен еңбекті қорғау саласындағы негізгі бағыттарын, міндеттерін және жауапкершіліктерін атап көрсетеді [7].

Жоспарлау өндірістік қауіпсіздік саласында, қоршаған орта мен еңбекті қорғау салаларында өндірістік және экологиялық қауіп-қатерді бағалау негізінде жүзеге асады. Қызметтіліктің басынқы бағыттарын бөлу кезінде өндірістік және экологиялық тәуекелдердің сипаты мен мөлшері; саясатта анықталған міндеттері; мекеменің қаржылай және технологиялық мүмкіндіктері есепке алынады.

Бөлініп алынған басынқы бағыттағы қызметтердің негізінде экологиялық және өндірістік қауіпсіздік, еңбекті қорғау бойынша ұзақ мерзімді және қысқа мерзімді мақсатты және жоспарлы көрсеткіштер, сондай-ақ сол көрсеткіштерді жүзеге асыру бағдарламалары құрылады.

Функционалдылық пен енгізу басқару жүйесін ұйымдастыру мен тәжірибелік түрде жүзеге асуын (функционалдылығын) қарастырады. Эффективті функционалдылық жүйесі келесі негізгі элементтерінен тұрады: оқыту жүйесі, таныстырумен қамтамасыздандыру және мекеме жұмысшыларының компетенттілігі; компанияның басқару жүйесінің түрлі деңгейлерінің, бөлімдерінің және жұмысшыларының арасындағы байланыс, сондай-ақ сыртқы қызығушылық білдіргенген жақтармен байланыс; құжаттық мәселелерді басқару, оның ішінде мекеме жазбаларын қадағалау; экологиялық және өндірістік аса маңызды тәуекелдерге қатысты өндірістік және тұрмыстық

операцияларды анықтау мен басқаруға негізделген операциялық бақылаулар; авариялық және төтенше жағдайлардың жүзеге асуын болдыртпайтын жүйелер.

Тексерістерді жүргізу мониторинг, нормативті және басқа да талаптарға сәйкес келуді бағалау, өндірістік бақылау, оқыс оқиғаларды, авариялық жағдайларды сараптау күйінде, ішкі аудит күйінде жүзеге асырылады. Тексерістерді жүргізу нәтижесінде жүйенің сәйкес келу деңгейіне жалпы түрде және оның бөлек элементтерінің халықаралық стандарттары бойынша заңнамаға сәйкес аталған талаптарға сай болуы керек. Нақты және потенциалды сәйкес келмеуі кезінде басқару жүйесінде түзетулер немесе ескерту әрекеттері жүзеге асады.

Басқарма жағынан сараптау -бұл кәсіпорынның жоғары басшылығы, сондай-ақ құрылымдық бөлімшелердің басшылары тарапынан функционалдылықты бағалау және жүйені не оның жекелеген элементтерін түзетуге/жетілдіруге бағытталған шараларды қабылдау мақсатында басқару жүйесі қызметінің нәтижелерін кезеңдік бақылау [8].

Басқарудың интеграцияланған жүйесін енгізу өнеркәсіптік қауіпсіздік, қоршаған ортаны қорғау және еңбек саласындағы кәсіпорынның барлық негізгі бөлімшелері мен қызметкерлерінің тікелей не жанама қатысуы үшін негіз жасайды. Қызметтің бұл саласы кәсіпорынның мамандандырылған бөлімшелерінің белгіленген заңнамалық және өзге де талаптарға сәйкестігін қамтамасыз етуге бағытталған тар техникалық функциясы болуын тоқтатады. Енгізілген жүйе кәсіпорын менеджментінің бірыңғай жүйесінің бөлігі болады, бұл қаржылық және экономикалық өлшемдерді қоса алғанда, басқару тиімділігінің жалпы өлшемдері тұрғысынан өнеркәсіптік қауіпсіздік, қоршаған ортаны қорғау жөніндегі қызметті жоспарлауға және бағалауға мүмкіндік береді. Бұдан басқа, кәсіпорынның қоғамдық имиджін жақсартуды, ішкі және де болашақта әлемдік нарықтардағы бәсекелестік артықшылықтарды арттыруды, жана клиенттерді, жасаушылар мен басқа да мүдделі тұлғаларды тартуды күтуге болады.

Біріктірілген менеджмент жүйесін құру үшін кәсіпорынға айтарлықтай күш пен ресурстарды жұмсауға тура келетінін атап өту қажет, бірақ нәтижесінде тұтынушылардың, персоналдың, акционерлердің, жеткізушілердің және қоғамның мүдделерін ескере отырып, тұрақты қаржылық көрсеткіштерге қол жеткізуге бағытталған кәсіпорын менеджментінің корпоративтік жүйесі қалыптастырылатын болады. Кәсіпорындарда интегралды менеджмент жүйесін енгізуді нарық жағдайында олардың бәсекеге қабілеттілігі мен тұрақты дамуының маңызды алғышарты ретінде қарастыру қажет.

Халықаралық тәжірибе көрсеткендей, менеджменттің тиімді интеграцияланған жүйесін енгізген кәсіпорындар ғана әлемдік нарықта тұрақты табыстарға жетеді.

ӘДЕБИЕТТЕР:

- [1] Ефремов В.С. Семь граней современного менеджмента // Менеджмент в России и за рубежом. - № 7 - 8. - с. 3 - 13.
- [2] Свиткин М.З. Интегрированные системы менеджмента // Стандарты и качество. - № 2. - с. 56 - 61.
- [3] Трошин В.Н. Интегрированные системы менеджмента // Стандарты и качество. – 2007.
- [4] Александров А.В., Люлина Н.В., Барабанова В.Д. Построение интегрированных систем менеджмента фарм-предприятия (I часть) // Ремедиум. - 2007. - №12. - с. 58 - 60.
- [5] Брагин В.В., Корольков В.Ф. Управление организацией. Стратегия развития бизнеса. с. 42.
- [6] Barbara K. Immel A Brief History of the GMPs for Pharmaceuticals // Pharmaceutical Technology. - July 2001 pharmaportal.com.
- [7] Голубенко О.А., Коник Н.В.,Тяпаев Т.Б. Экономика качества. Учебное пособие / Саратов, 2011.
- [8] Голубенко О.А., Коник Н.В. Стандартизация, подтверждение соответствия и метрология Учебное пособие / Саратов, 2011.
- [9] Хохлявин С. А. ИСО 50001 — глобальный стандарт в области энергоменеджмента / С. А. Хохлявин, А. А. Воробьев // Сертификация. 2010. № 1. с. 36–38.
- [10] Merkusheva, N. I. Efficiency of management systems, based on international standards / N. I. Merkusheva, E. B. Gafforova // European Researches. 2012. № 3. с. 279–286.
- [11] Меркушова Н. И. Стандарты систем менеджмента: современное состояние, пути развития, проблемы использования / Н. И. Меркушова // Экономический анализ: теория и практика. 2011. № 47. с. 57–64.
- [12] Марцынковский Д. А. Интегральные СМК / Д. А. Марцынковский // Управление качеством. 2011. № 3. с. 17–30
- [13] ГОСТ Р 53893–2010 Руководящие принципы и требования к интегрированным системам менеджмента — Введ. 2011.01.01. — М.: Стандартинформ, 2011. 32 с.
- [14] Белобрагин В. Вектор движения / В. Белобрагин // Стандарты и качество. 2009. № 4. с. 76–83

[15] К проекту разработки и внедрения в ОАО «Кубаньэнерго» интегрированной системы менеджмента безопасности и качества на базе международных стандартов ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001

[16] Серов Г. П. Менеджмент: охрана труда, окружающей среды, качество работ (услуг), продукции / Г. П. Серов // Трубопроводный транспорт нефти. 2009. № 4. с. 40–42.

Жусипова О.К., Айткожаев А.З.

Разработка интегрированных систем качества на предприятии

Резюме. Статья посвящена разработке интегрированных систем качества на предприятии. В настоящее время для успешного развития на предприятиях необходимо учитывать различные аспекты его деятельности. В связи с этим все промышленно развитые страны участвуют в системах управления качеством, системах управления окружающей средой, системах управления охраной труда и промышленной безопасностью и так далее. модернизация интегрированных систем управления (IMS), соответственно современных систем управления, ISO 9000, ISO 14000, OHSAS 18001 и так далее. б. исходя из требований международных стандартов, разработанных на основе мирового теоретического и практического опыта в области менеджмента качества. Следует отметить, что предприятию придется инвестировать значительные ресурсы и ресурсы для создания системы корпоративного управления, но в результате система корпоративного управления будет развиваться для достижения устойчивых финансовых показателей с учетом интересов потребителей, персонала, акционеров, поставщиков и общественности.

Ключевые слова: система менеджмента качества, экологический менеджмент, интегрированные системы качества, ISO 9000, ISO 14000.

УДК 543.429.22

Yu.A. Ryabikin, B.A. Baitimbetova, I.A Lebedev. A.S. Serikkanov
(K.I. Satbayev Kazakh National Technical University, Almaty, Kazakhstan)

PARAMAGNETIC PROPERTIES OF CARBON FILMS ON A QUARTZ SUBSTRATE

Abstract. This paper presents the results of the study of carbon films deposited on a quartz substrate by method of the electron paramagnetic resonance. The results are given the dependences of the EPR signal intensities, the g-factor, the linewidth and the integral intensity of the carbon film on a quartz substrate of time after it applied at the sample plane oriented relative to the direction of the external magnetic field at 0°, 45° and 60°.

It is shown that the carbon film has a g- factor equal to $2.00314 \div 2.00364$ depending on the angle of rotation of the sample in a magnetic field. This indicates the presence in the composition of carbon films of various forms of graphite with a certain degree of crystallinity.

Keywords: carbon films, magnetic field, line width and signal of amplitude

Ю.А. Рябикин, Б.А. Байтимбетова, И.А. Лебедев, А.С. Серикканов
(Казакхский национальный технический исследовательский университет им. К.И.Сатпаева)

ПАРАМАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА УГЛЕРОДНЫХ ПЛЕНОК НА ПОДЛОЖКЕ ИЗ КВАРЦА

Аннотация. В работе приведены результаты изучения методом электронного парамагнитного резонанса углеродных пленок, нанесенных на подложке из кварца. Приведены зависимости интенсивностей сигнала ЭПР, g- фактора, ширины линии и интегральной интенсивности углеродной пленки на подложке из кварца от времени после ее нанесения при ориентации плоскости образца относительно направления внешнего магнитного поля при 0°, 45° и 60°.

Показано, что углеродная пленка имеет g-фактор, равный $2.00314 \div 2.00364$ в зависимости от угла вращения образца в магнитном поле. Это свидетельствует о наличии в составе углеродных пленок разных форм графита с некоторой степенью его кристалличности.

Ключевые слова: углеродные пленки, магнитное поле, ширина линии и амплитуда сигнала

Введение. В настоящее время получение тонких пленок металлов и полупроводников становится все более актуальной задачей. Современная микроэлектроника базируется именно на тонкопленочных технологиях [1]. Самыми распространёнными методами нанесения тонких пленок и слоёв толщиной порядка сотен и тысяч нанометров являются методы вакуумного напыления. Эти методы обеспечивают получение пленок заданного состава и геометрического профиля с высокой воспроизводимостью. Одним из наиболее перспективных и быстро развивающимся классов

материалов являются углеродные наноструктуры. Получение и исследование углеродных тонкопленочных материалов различной структуры для использования в качестве сенсоров микро-, нано- и -оптоэлектроники [2-4], является актуальной задачей для молекулярной электроники. К ним относятся измерители потоков электромагнитного излучения различных диапазонов энергии, датчики давления, температуры, определители компонентного содержания газовых и жидких растворов и т.д.

Тонкие углеродные пленки различной структуры находят самое широкое применение во многих областях науки и техники. Это обусловлено рядом их полезных свойств, таких как высокая твердость, диэлектрические характеристики, теплопроводность и др.

Известно, что метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) широко используется при изучение углеродных систем, например [5-7]. Нами предлагается простой и информативный метод анализа неоднородно уширенных линий ЭПР, уширение которых обусловлено сложением отдельных линий ЭПР изучаемого образца, имеющих различные значения интенсивности, величин g – факторов и ширины линии ЭПР. Он устраняет отмеченные недостатки, позволяя получить технический результат, состоящий в том, что на основе рассмотрения проведенной линии, соединяющей максимум и минимум спектра ЭПР изучаемого образца, анализируются на ней точки перегиба, что позволяет определить количество компонент, составляющих спектр, их соотношения и величины их g – факторов. В работе [8] приведена возможность определения свободно-радикальной структуры пламени твердого топлива по измерению парамагнитных характеристик тонких углеродных пленках, получаемых путем отсоса из различных частей пламени через капилляр продуктов горения на подложки.

В работе [9] рассмотрено ЭПР исследования графеновых структур, образующихся в атмосфере паров ароматических углеводородов. При анализе спектра ЭПР было установлено, что спектр ЭПР углеродных пленок, полученных в магнетронном разряде с нафталином на подложке из стекла (время напыления 2 ч 40 мин) в основном состоит из одной довольно интенсивной линии с g -фактором равным 2.00414–2.00416. Такое значение g -фактора спектра ЭПР характерно для графена. Помимо графена образуются еще углеродные нанотрубки ($g=2,0037$).

В данном случае рассмотрение проведено на примере неоднородно уширенной линии ЭПР тонкой углеродной пленки, нанесенной на кварцевую подложку. Свойства тонких углеродных пленок в значительной степени определяются способом их получения.

Методика эксперимента. Тонкие пленки получали на установке AX5200S–ECR фирмы Seku Technotron Corp., оснащенной микроволновым излучателем для возбуждения плазмы. При плазменном разложении смеси CH_4 и H_2 и осаждении углерода на подложке из кварца на ней образуются углеродные пленки темноватого цвета. В нашем случае время осаждения углерода на подложку с образованием пленки было 2 часа при возбуждении плазмы в смеси $\text{CH}_4 + \text{H}_2 + \text{Ar}$ при давлении $3,8 \cdot 10^{-2}$ торр. Подводимая микроволновая мощность в камеру составляла 540 Вт, а отраженная – 84 Вт, натекание CH_4 и H_2 было одинаковым и равным $20 \text{ см}^3/\text{мин}$. Измерения толщины пленки на микроскопе показали, что исходная пленка имеет толщину 1,2 мкм, а после отжига полученной углеродной пленки, например, до 800°C её толщина уменьшилась до 0.8 мкм. Отжиг образцов полученных углеродных пленок проводился на этой же установке в атмосфере различных газов, а также в вакууме с остаточным давлением $\sim 3 \cdot 10^{-6}$ Торр.

В ЭПР–спектроскопии в качестве вторичного образца часто используются ионы двухвалентного марганца в решетке окиси магния (Mn^{2+} в MgO). Спектр ЭПР этого образца состоит из шести линий ЭПР, между 3-ей и 4-ой компонентами которого обычно записывается спектр изучаемого образца. Анализ третьей линии ЭПР, как и всех остальных линий спектра двухвалентного марганца, показывает, что на линии, соединяющей ее максимум и минимум, отсутствуют какие-либо изгибы (изломы). Эта линия идеально прямая. Спектры последовательно снимались при фиксированных углах вращения: 0° , 45° и 90° .

Результаты и обсуждения. Образцы исследовались в зависимости от ориентации плоскости образца относительно направления внешнего магнитного поля при 0° , 45° и 60° .

На рисунке 1 приведены кривые (I_c и I_c^H) амплитуды сигнала ЭПР исследуемого образца. При проведении изучения интенсивности сигнала ЭПР от времени после напыления пленки установлено, что имеет место изменение ее величины.

Менее чем за двое суток после нанесения пленки на кварц ее ЭПР интенсивность уменьшается более чем в 2 раза. Затем 12 суток она практически не изменялась. С 12 до 25 суток наблюдается стабилизации уровня интенсивности сигнала ЭПР.

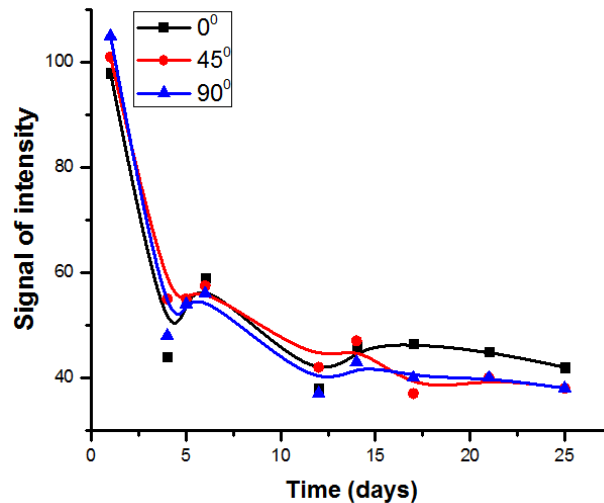


Рис. 1. Зависимости интенсивности ЭПР углеродной пленки от времени после ее нанесения при ориентации плоскости образца относительно направления внешнего магнитного поля при 0°, 45° и 60°

Из таблицы 1 видно, что углеродная пленка имеет g-фактор, равный $2.00314 \div 2.00364$ в зависимости от угла вращения образца в магнитном поле.. Такие величины g-фактора характерны для некоторых форм графита, а их зависимость от угла вращения свидетельствует о некоторой степени кристалличности графита, входящего в состав углеродной пленки.

Таблица 1. g-фактор углеродной пленки от времени после ее нанесения при ориентации плоскости образца относительно направления внешнего магнитного поля при 0°, 45° и 60°

№	Время, сутки	g-фактор		
		0°	45°	90°
1	1	2,00329	2,0034	2,0034
2	4	2,00339	2,00303	2,00303
3	5	2,00334	2,00352	2,00352
4	6	2,00341	2,0036	2,0036
5	12	2,00382	2,00338	2,00338
6	14	2,00353	2,00353	2,00353
7	17	2,00342	2,00321	2,00321
8	21	2,00364	2,00314	2,00314
9	25	2,00329	2,00329	2,00329

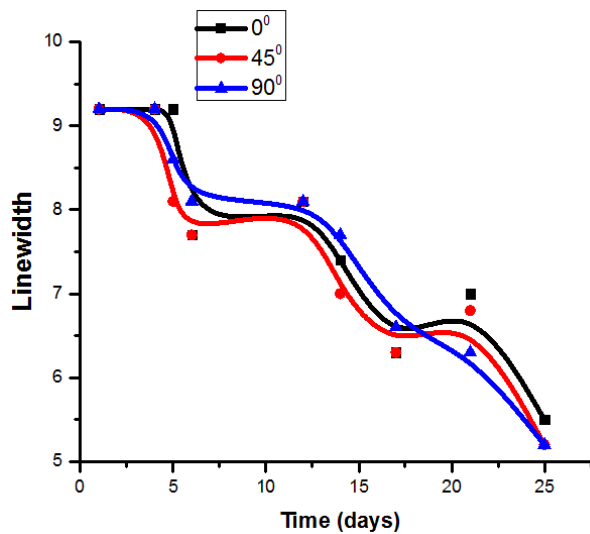


Рис. 2. Зависимости ширины линии углеродной пленки от времени после ее нанесения при ориентации плоскости образца относительно направления внешнего магнитного поля при 0°, 45° и 60°

Из рисунка 2 видно, что с увеличением времени наблюдения ширина линии спектра ЭПР уменьшается при измерении при 0° с $\Delta H=9,2\text{Э}$ до $\Delta H=5,5\text{Э}$, при измерении при 45° с $\Delta H=9,2\text{Э}$ до $\Delta H=5,2\text{Э}$ и при измерении при 60° с $\Delta H=9,2\text{Э}$ до $\Delta H=5,2\text{Э}$. Это происходит за счет уменьшения величины диполь-дипольное взаимодействие.

На рисунке 3 приведены кривые интегральной интенсивности спектра ($I_c^H \cdot \Delta H^2$) углеродной пленки. Интегральная интенсивность спектра образца определена умножением I_c и I_c^H амплитуды сигнала ЭПР исследуемого образца и нормированного на третью линию спектра образца ионов Mn^{2+} в MgO_2 , встроенного в резонатор для регистрации условий записи изучаемого образца на ΔH – ширины линии изучаемого образца в эрстедах, ΔH^2 ее квадрат. Из рисунка видно, что вращение образца мало влияет на интегральную его интенсивность. По нашему мнению, это может быть связано с аморфной структурой исследуемого образца.

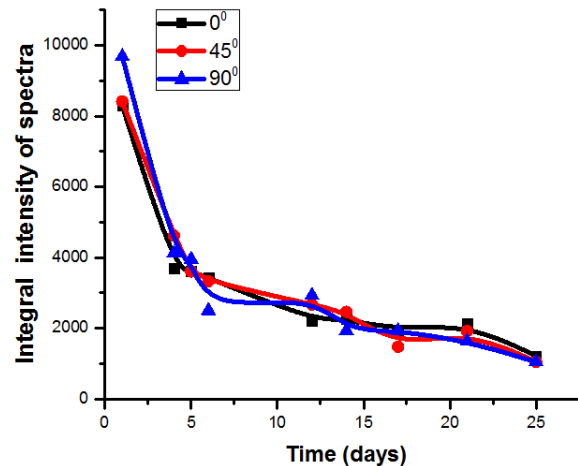


Рис. 3. Зависимость интегральной интенсивности спектра углеродной пленки от времени после ее нанесения при ориентации плоскости образца относительно направления внешнего магнитного поля при 0° , 45° и 60° .

Закключение. Проведено изучение спектра ЭПР образца в зависимости от угла между плоскостью подложки относительно направления магнитного поля путем вращения образца. Было установлено, что ширина линии, амплитуда сигнала ЭПР и g-фактор линии меняется при этом незначительно. Это свидетельствует о наличии в составе углеродных плёнок разных форм графита с некоторой степенью его кристалличности

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Nafradi B., Nemes N.M., Feher T. et. al. Electron spin resonance of single-walled carbon nanotubes and related structures. //Physica status solidi B. – 2006. – Vol. 243. -№ 13. – P. 3106-3110.
- [2] Ciri L., Sienkiewicz A., Mioni M., Magrez A., Forro L. Towards electron spin resonance of mechanically exfoliated graphene, Phys. Status Solidi B. 246 (2009) 2558-2563.
- [3] Савченко Д., А. Кассиба, Н. Огурцов, Н. Эрриен, М. Маковска-Янусик, А. Пуд, С. Коджикиан, А. Оуериагли Синтез и исследование гибридных наноматериалов со структурой ядро-оболочка (SiC/полимер) методом ЭПР //Журнал “Наносистемы, наноматериалы, нанотехнологии”. 2010, Т. 8, № 2, сс. 287-303
- [4] Поклонская О. Н. Электронный спиновый резонанс облученных нейтронами поликристаллических CVD-алмазов: состояние спинового стекла // Вестник БГУ. Сер. 1. 2013. № 2 С.60-65
- [5] Poklonskaya O.N. Electronni spinovi resonanse obluchennich neutronami policristalicheskich CVD-almasov: sostoianie spinovogo steclala // Вестник БГУ. Сер. 1. 2013. № 2 С.60-65
- [6] 19 Макарова, Т. Л. Магнитные свойства углеродных структур / Т. Л. Макарова // Физика и техника полупроводников 2004. Т. 38. № 6.
- [7] Мунхцэцэ Г. С., Поклонский А., Хомич А.В., Горбачук Н.И., Лапчук Н.М. Анализ форм линий электронного парамагнитного резонанса каменных углей. //Вестник Белорусского государственного университета. Сер. Физика. Математика. Информатика. – 2007. - № 3. - С.49-55.
- [8] Рябикин Ю.А., Байтимбетова Б.А., Рақыметов, Б.А. Получение графеновых структур в системе графит с ароматическими углеводородами при воздействии ультразвукового поля и изучение их методом ЭПР // Вестник НАН РК, серия физ.-мат. №1, 2017.-С.99-103
- [9] Рябикин Ю.А., Рақыметов Б.А., Айтмуқан Т.О возможности определения парамагнитных характеристик пламени твердого топлива на основе ЭПР –данных углеродных пленок //Известия Национальной академии наук РК. V. 2, N.312 (2017), 134 - 137

[10] Baitimbetova B.A., Vermenichev B. M., Ryabikin Yu. A., Mansurov Z. A., Abdikasova A. A. Study of graphene formed in the atmosphere of vapors of aromatic hydrocarbons //Russian Physics Journal, Vol. 58, No.3. P.394-398

Рябкин Ю.А., Байтимбетова Б.А., Лебедев И.А.Серикканов А.С.

Кварц төсенішінде түзілген көміртекті пленканың парамагниттік қасиеті

Түйіндеме. Бұл жұмыста кварц төсенішінде түзілген көміртекті пленканы электронды парамагниттік резонанс әдісімен зерттеу қарастырылған.

Жұмыста ішкі магнит өрісі бағдарында үлгіні 0°, 45° и 60° жазықтықтарда өлшеген кварц төсенішіндегі көміртекті пленканың сигнал интенсивтілігі, g- фактора, сызық ені мен интегралды интенсивтілігінің уақытқа тәуелділігі берілген.

Көміртекті пленка үлгіні магнит өрісінде әртүрлі бұрышқа бұрап өлшеу кезінде 2.00314÷2.00364 g– факторына ие кендігі көрсетілген. Бұл көміртекті пленканың құрамында графиттің әртүрлі дәрежедегі кристалдануын білдіреді.

Түйін сөздер: көміртекті пленка, магнит өрісі, сызық ені және сигнал амплитудасы.

УДК 621.18.01

B.N.Adilkazy, B.M.Shaimerden, B.T.Bakhtiyar, M.Otyntchieva, D.Umyshev
(Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan
cmara@mail.ru)

THE DEVELOPMENT OF ENERGY-SAVING WATER BOILERS KVGM-55-150

Abstract. Nowadays significant funds, which is certainly costly and not effective for the construction of new boilers and for the purchase of the necessary products are required. This article presents the method of modernization/reconstruction of the boiler, this approach is optimal both from an economic and technical point of view: it can improve the reliability, industrial safety and environmental performance of equipment without expanding the area of thermal power plants with resource saving and saving energy and operating costs.

Key words: hot water boiler, new design, study of boilers, modernization of boilers.

Б.Н.Әділқазы, Б.М.Шаймерден, Б.Т.Бахтияр, М.Отынчиева, Д.Умышев
(Алматынський университет энергетікі і сьязі, Алматы, Республика Қазакстан)

РАЗРАБОТКА ЭКОНОМИЧНЫХ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ КВГМ-55-150

Аннотация: В нынешнее время для строительства новых котельных и для закупки нужной продукции требуются значительные денежные средства, что безусловно является затратным и не эффективным делом. В данной статье представлен метод модернизации/реконструкции котла, этот подход оптимален и с экономической, и с технической точки зрения: он позволяет повысить надежность, промышленную безопасность и экологические показатели оборудования без расширения площадей тепловых станций при ресурсосбережении и экономии энергозатрат и эксплуатационных расходов.

Ключевые слова: водогрейный котел, новая конструкция, исследование котлов, модернизация котлов.

Цель работы: Исследование теплотехнических характеристик и модернизация водогрейных котлов КВГМ-55-150, с целью увеличения экономичности котла.

Назначение

Водогрейные котлы КВГМ предназначены для подогрева воды, поступающей на теплофикационные цели (отопления, горячего водоснабжения жилищно-коммунальных и промышленных объектов). Котел - это теплоагрегат, который подогревает воду тепловых сетей напрямую или через теплообменники. Котел рассчитан на подогрев воды с температурными графиками 95\70,115\70,150\70 с постоянным расходом воды через котел в диапазоне регулирования нагрузки. Диапазон регулирования нагрузки – 30–100%. Котлы могут работать на природном газе, дизельном топливе, мазуте, твердом топливе. [1,2]

Конструкция

Котел КВГМ – водогрейный водотрубный газоплотный, с горизонтальным или вертикальным расположением поверхностей нагрева. Котлы по движению дымовых газов являются одноходовыми (пролетными), двухходовыми, трехходовыми. Конструкция котла включает в себя топочную камеру и

конвективную поверхность нагрева, расположенную за топочной камерой. Топочная камера котла и конвективная часть экранированы мембранными панелями, собранными из труб диаметром 51x4,0 мм, с сваренными проставками, обеспечивающими газоплотность котла для работы под наддувом. Конвективная поверхность нагрева состоит из определенного количества пакетов. Каждый пакет набирается из горизонтально или вертикально расположенных ширм, выполненных из U-образных труб диаметром 28x3 мм. Дренажи и воздушники изготовлены из труб диаметром 28x3 мм. В конструкции котла предусмотрены необходимые лючки и гляделки для эксплуатации котла. Газоплотное исполнение котла позволяет применить легкую теплоизоляцию толщиной 50 мм с декоративной обшивкой. Возможно также применение котлов для работы с разрежением.

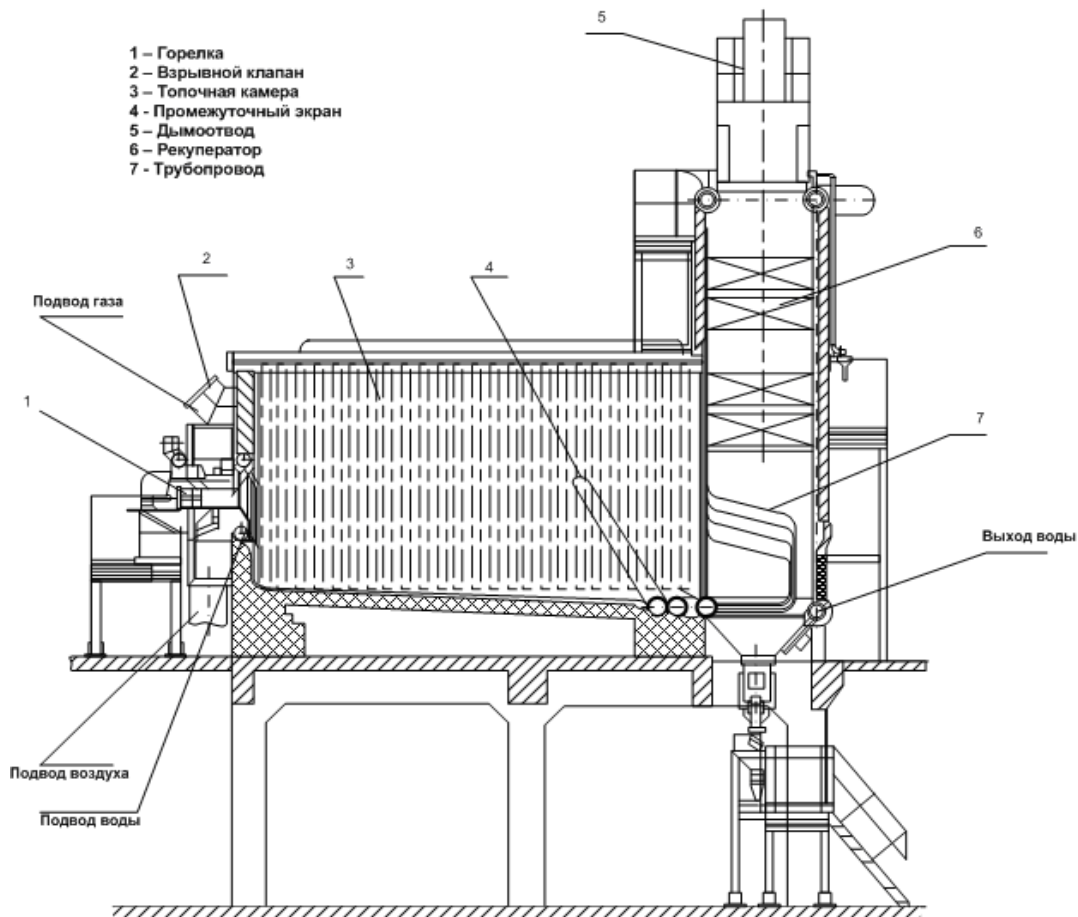


Рис.1. Общий вид котла KBGM

Котел KBGM (см. рисунок 1): состоит из стального цилиндрического корпуса, внутри которого расположен циркуляционный контур, снаружи корпуса закреплен газоотводящий короб, снизу к корпусу крепится охлаждаемая циклонная топка. Верхнее отверстие корпуса закрыто охлаждаемой крышкой. Снаружи корпус котла обшит листом, между которым и стенкой корпуса проложен теплоизолирующий материал. [1,2,3]

Режимы работы объекта

Котел KBGM обладает большим количеством контролируемых и управляемых параметров. Функционально, котел и его оборудование можно разделить на несколько частей (см. рисунок 2) [4]:

- система подачи топлива;
- система подачи воздуха;
- горелочные устройства;
- топка;
- система подачи воды;
- барабан котла.

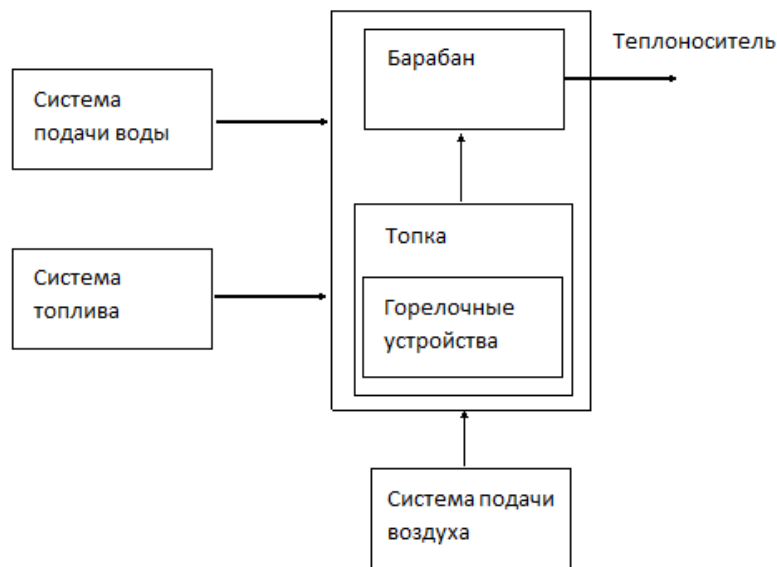


Рис. 2. Функциональная схема котла

Котел КВГМ имеет следующие режимы функционирования:

- розжиг;
- основной режим;
- останов.

Модернизация водогрейного котла

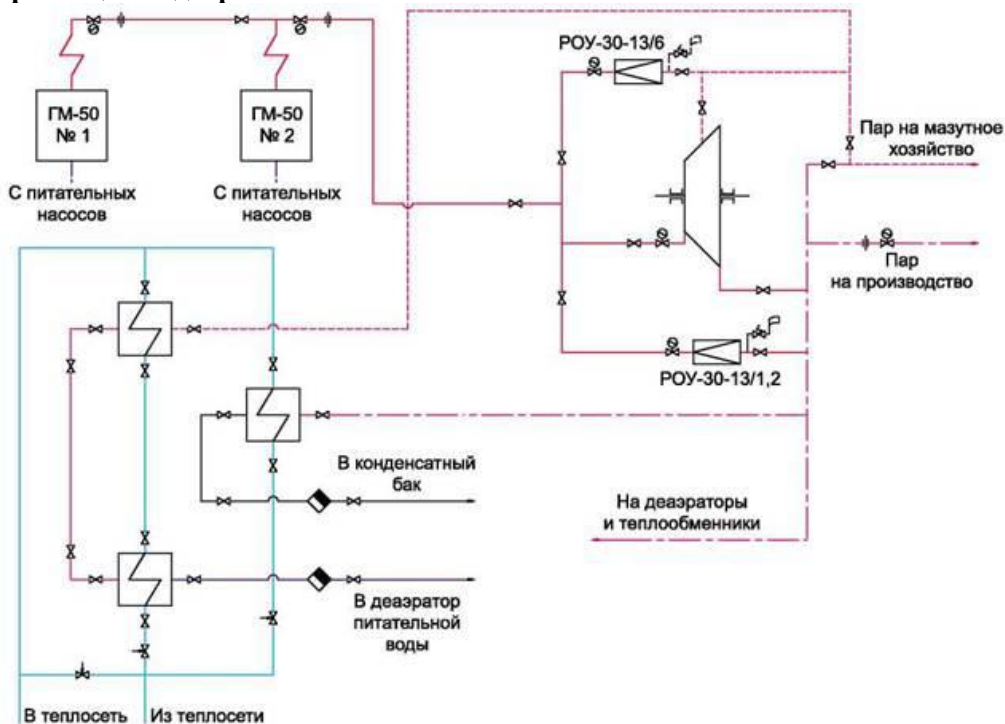


Рис. 3. Упрощенная тепловая схема котельной с установленной турбиной с противодавлением и регулируемым производственным отбором пара.

Водогрейные котлы КВГМ-55 работают в основном режиме, но в котельной не предусмотрены насосы рециркуляции. В осенне-весенний период в котлы подается обратная вода с температурой ниже температуры точки росы дымовых газов. Это ведет к интенсивной низкотемпературной коррозии котла. Совершенно очевидно, что необходима установка насосов рециркуляции, либо работа системы отопления при малых нагрузках обеспечивается не от водогрейного котла, а от бойлера.

При заполнении СТ в пусковой период, а также при аварийных остановках водогрейного котла подогрев сетевой воды осуществляется паром в бойлере ПСВ-200-7-15. Большую часть отопительного периода можно работать, эксплуатируя паровой котел с одним подогревателем ПСВ, а в наиболее холодное время использовать водогрейный котел ПТВМ-50. При полной загрузке парового котла ГМ-50 отопительная мощность сетевого подогревателя при температурном графике 105/70 °С составит 23 Гкал/ч. ПСВ совместно с охладителем конденсата при одном работающем котле ГМ-50 в состоянии обеспечить отопление потребителей вплоть до температуры наружного воздуха -12 °С. Это составляет около 4400 часов отопительного периода. [5,7]

Еще более эффективной станет работа котельной, если установить в котельной турбину с противодавлением и регулируемым производственным отбором пара ПР-2,5-1,3/0,6/0,1 электрической мощностью 2,5 МВт (рис. 1).

Турбине требуется пар с температурой 300 °С. Котел ГМ-50 по паспортным характеристикам может вырабатывать перегретый пар с температурой 250 °С. Поэтому необходимо увеличить площадь поверхности пароперегревателя, что потребует затрат по 2,5 млн. тг. на каждый котел.

Пар с давлением 6 атм. из отбора турбины направляется в существующий подогреватель сетевой воды ПСВ-200. Температура пара производственного отбора составляет 158 °С, что позволяет подогреть сетевую воду до 120 °С.

Пар после турбины с давлением 0,12 МПа поступает в дополнительно установленный сетевой подогреватель ПСВ-200-3-23, который включается по воде параллельно существующему подогревателю сетевой воды. При давлении насыщенного пара за турбиной 0,12 МПа его температура насыщения составляет 105 °С. Смешением потоков сетевой воды подогреваемой в 2-х ПСВ и перепускаемой через байпас обеспечивается регулирование во всем диапазоне тепловых нагрузок по температурному графику 105/70 °С.

Собственное электропотребление котельной обеспечивает загрузку турбины менее чем на половину ее мощности. Избытки электроэнергии могут быть направлены на мотозавод, который находится в непосредственной близости от котельной и имеет компрессорную станцию, работающую круглосуточно.

В наиболее холодный период целесообразно использовать 2 паровых котла ГМ-50. Один из них должен работать на турбину, а другой на редуцированную установку (РУ). В качестве такой установки можно использовать уже имеющуюся редуциционно-охладительную установку РОУ-30-13/1,2. Паропроизводительности одного котла ГМ-50 будет достаточно до температуры наружного воздуха не ниже -10 °С. Часть сетевой воды, не проходящей через 1-й и 2-й сетевые подогреватели, необходимо пропускать через байпас.

В летнем режиме использовать турбину возможно с мощностью 670 кВт (минимально возможная величина), но при этом необходимо найти потребителя на 2,66 т пара в час.

Необходимо отметить, что электрическая мощность турбины может изменяться при одной и той же отопительной нагрузке, в зависимости от величины производственного отбора. На основании расчетов, а также номограммы зависимости мощности турбины от величины производственного отбора построена зависимость (рис. 2) электрической мощности, вырабатываемой турбиной, от тепловой нагрузки. Верхняя кривая представляет собой зависимость мощности от тепловой нагрузки при минимальном расходе пара в производственный отбор, а нижняя - при максимальном. [3-5]

Таким образом, регулируя подачу пара в производственный отбор, можно регулировать мощность турбины в зависимости от изменения электрической нагрузки. Так, например, при необходимой тепловой нагрузке на отопление 15 Гкал/ч вырабатываемая турбиной электрическая мощность может колебаться от 1200 до 2500 кВт. Выработка электроэнергии зависит от тепловой нагрузки турбины в течение отопительного периода. Расчетное число часов работы оборудования составляет 5500 ч/год, при этом общая выработка электрической энергии за отопительный период составит около $\Sigma = 13500$ тыс. кВт*ч. При стоимости одного кВт*ч 5,5 тг. (без НДС) ежегодный доход от эксплуатации турбины составит около 75 млн тг.

Суммарные капитальные затраты складываются из затрат на покупку и монтаж турбины - $Z_{турб} = 88$ млн тг. и затрат на увеличение площади пароперегревателей котлов ГМ-50 - $Z_{пп} = 5$ млн тг.

Для производства электроэнергии потребуется дополнительный расход газа. Учитывая потери энергии в паровом котле, турбине, генераторе, ориентировочно примем КПД преобразования тепловой энергии в электрическую в данной схеме на уровне $\eta = 75\%$. Тогда дополнительный расход газа составит:
$$V = \Sigma \cdot 3600 / (\eta \cdot Q_1') = 13500 \cdot 3600 / (0,75 \cdot 35,6) = 1,8 \text{ млн м}^3$$
, где Σ - годовая выработка энергии, тыс. кВт*ч; Q_1' - низшая рабочая теплота сгорания природного газа, 35,6 МДж/м³. При стоимости газа 5 тг./м³, эксплуатационные затраты за счет прироста потребления природного газа в связи с использованием турбины составят $Z_{газ} = 9$ млн тг.

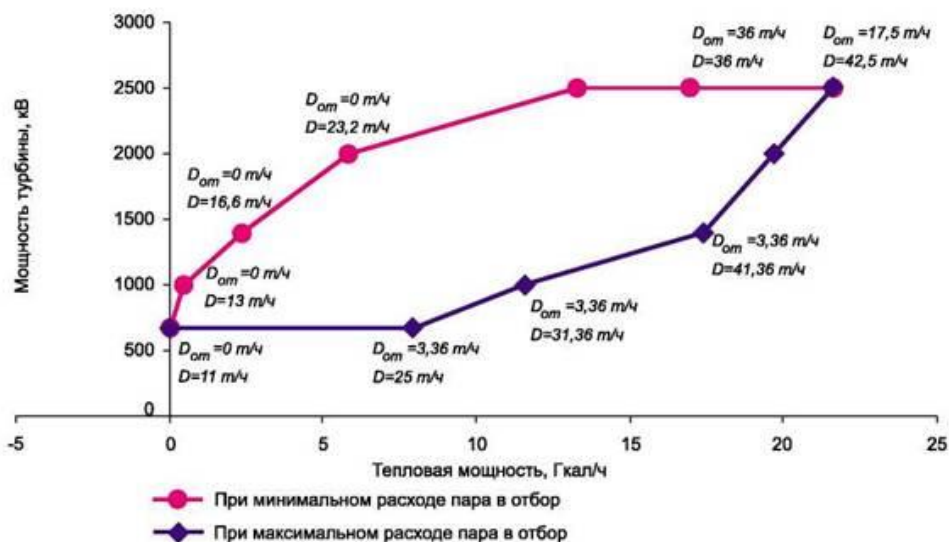


Рис. 4. Зависимость вырабатываемой турбиной электрической мощности от тепловой нагрузки.

При определении эксплуатационных затрат необходимо учитывать затраты на обслуживающий персонал. Каждую смену дополнительно будет необходимо 2 чел., что увеличит численность персонала на 8 чел. При средней заработной плате 25 тыс. тг. ежегодные затраты на заработную плату с учетом отчислений увеличатся на 3 млн. тг. в год. Таким образом, суммарные эксплуатационные затраты возрастут на 10 млн тг.

При этих условиях дисконтный срок окупаемости с учетом налогообложения и возникновения дополнительных амортизационных отчислений и налогов при ставке дисконта 10% составит 2,6 года с учетом полугодичного периода освоения или около 2,1 лет с начала эксплуатации. [5,6,7]

Выводы

1. Установка паровой противодавленческой турбины с дополнительным сетевым подогревателем обеспечивает работу паровых котлов с нагрузкой, близкой к номинальной, что значительно улучшает условия эксплуатации установленного оборудования.

2. За счет выработки и продажи электрической энергии увеличивается ежегодный доход котельной на 65 млн тг.

3. Срок окупаемости, рассчитанный с учетом реальной возможной загрузки турбины в течение отопительного сезона, в 2 года вполне приемлем для инвестиций в энергетическое оборудование.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бузников Е. Ф. Производственные и отопительные котельные/Е. Ф. Буз-ников, К. Ф.Роддатис, Э. Я.Берзиньш.– М.: Энергостройиздат, 1984. – 240 с.
- [2] Документация на котлы // Вебсайт АО «Дорогобужкотломаш» [Электронный ресурс]. URL: <http://dkm.ru/documentation/documentation-for-boilers>
- [3] Котлы водогрейные мощностью от 11,63 и до 209 МВт. Каталог для проектирования котельных. Т. 2. 4-е изд. Дорогобужкотломаш, 2007. 80 с.
- [4] Характеристика водогрейного котла // Студенческая библиотека онлайн. URL: https://studbooks.net/1937494/matematika_himiya_fizika/harakteristika_obekta_avtomatizatsii
- [5] Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. Учебник для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1987 г.
- [6] Водотрубный водогрейный котел КВ-ГМ // URL: <http://www.pskovkotel.ru/kv-gm-3-15-2/>
- [7] Дахов А.И., Рязанев С.М., Страхов М.Ю. и др. Пути повышения производительности, надежности и экономичности водогрейных котлов ПТВМ-100: анализ. Обзор. Алматы: КазНИИТИ, 1989. 81 с.

Әділқазы Б. Н., Шаймерден Б.М., Бахтияр Б.Т., Отынчиева М., Умышев Д.

КВГМ-55-150 үнемді су жылыту қазандықтарын әзірлеу

Түйіндеме. қазіргі уақытта құрылыс үшін жаңа қазандық сатып алу үшін қажетті өнімдердің едәуір ақшалай қаражат әрине, бұл шығынды және тиімді іспен. Бұл мақалада қазандықты жаңғырту/қайта құру әдісі берілген, бұл тәсіл экономикалық және техникалық тұрғыдан оңтайлы: ол ресурс үнемдеу және энергия шығыны мен пайдалану шығындарын үнемдеу кезінде жылу станцияларының алаңдарын кеңейтпей, жабдықтардың сенімділігін, өнеркәсіптік қауіпсіздігін және экологиялық көрсеткіштерін арттыруға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: су жылытқыш қазан, жаңа құрылым, қазандарды зерттеу, қазандарды жаңғырту.

¹D. Lespekov, ¹Ye.D. Nalibayev, ²S. Pakhrudin, ³A. Karaman, ¹A. Zhambyl
(¹Al-Farabi Kazakh National University, ²International University of Information Technology,
³Satbayev University, p.sultanbek@mail.ru)

DESIGN AND DEVELOPMENT OF VENDING MACHINES BASED ON MICROCONTROLLER

Abstract. The article describes the development of a vending machine system for charging mobile devices based on the Atmega2560 microcontroller. Considered and studied the element base corresponding to the requirements. The software environment was also considered. The object of the study is the analysis of vending machines and the development of vending machines that power mobile devices. The aim of the study is to create vending machines for mobile phones and consider its economic benefits.

Keyword. Vending machine, charger, mobile phone, coffee machines, microcontroller.

¹Д.А. Леспеков, ¹Е.Д. Налибаев, ²С.К. Пахридин, ³А.Д. Қараман, ¹А. Жамбыл
(¹Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, ²Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті,
³Сәтбаев Университеті, p.sultanbek@mail.ru)

МОБИЛЬДІ ҚҰРЫЛҒЫЛАРДЫ ЗАРЯДТАУҒА АРНАЛҒАН ВЕНДИНГТІ АППАРАТТЫ ЖОБАЛАУ

Аңдатпа. Мақалада Atmega2560 микроконтроллері базасында мобильді құрылғыларды зарядтауға арналған вендингті аппарат жүйесін жобалау сипатталған. Қойылған міндеттерге сәйкес келетін элементтік база қарастырылған. Сонымен қатар, бағдарламалық қамтамасыз ету ортасы қарастырылған. Мақалада көрсетілген жұмыстың зерттеу объектісі болып вендингтік автоматтарға анализ жасау және ұялы телефонды қуаттандырғыш вендинг автоматын жасау процестері болып табылады. Вендингті аппаратты жобалау барысында жұмыс істеу алгоритмі мен функционалдық қызметі көрсетілген.

Түйінді сөздер: Вендинг аппараты, қуаттандырғыш, смартфон, кофе автоматтары, микроконтроллер.

Кіріспе. Қазіргі уақытта смартфондар мен түрлі гаджеттер күнделікті тұрмыстық қолданыстың ажырамас бөлшегіне айналды десе де болады. Олардың өнімділігі мобильді немесе жылжымалы құрылғылар индустриясының дамуымен артты. Демек, құрылғылардың энергия тұтынуы күн санап арту үстінде және оны қуаттандыру көздерінің маңыздылығы артып отыр. Заманауи смартфондар бізге жылдам әрі қуатты процессорларды ұсынады, бірақ, аккумуляторлардың сыйымдылығы айтарлықтай ұлғайтылмаған. Осыған байланысты өз смартфонның жұмыс жағдайында ұстау қажеттілігінің пайда болуына байланысты әрбір адам өз смартфонмен бірге зарядтау құрылғысын тастамайтыны белгілі. Қоғамдық орында тегін қуаттандырғышты іздеу қиын болып табылады. Осы себепті ұялы телефондарды шамадан тыс зарядтау үшін телефондарды зарядтауға арналған вендингтік аппаратты жобалау осы жұмыстың негізгі мақсаты болып табылады. Ал вендингті аппараттарды құруды негізгі мәліметтер экранда бейне түрінде көрсетілуіне негізделген жұмыстар бар [1].

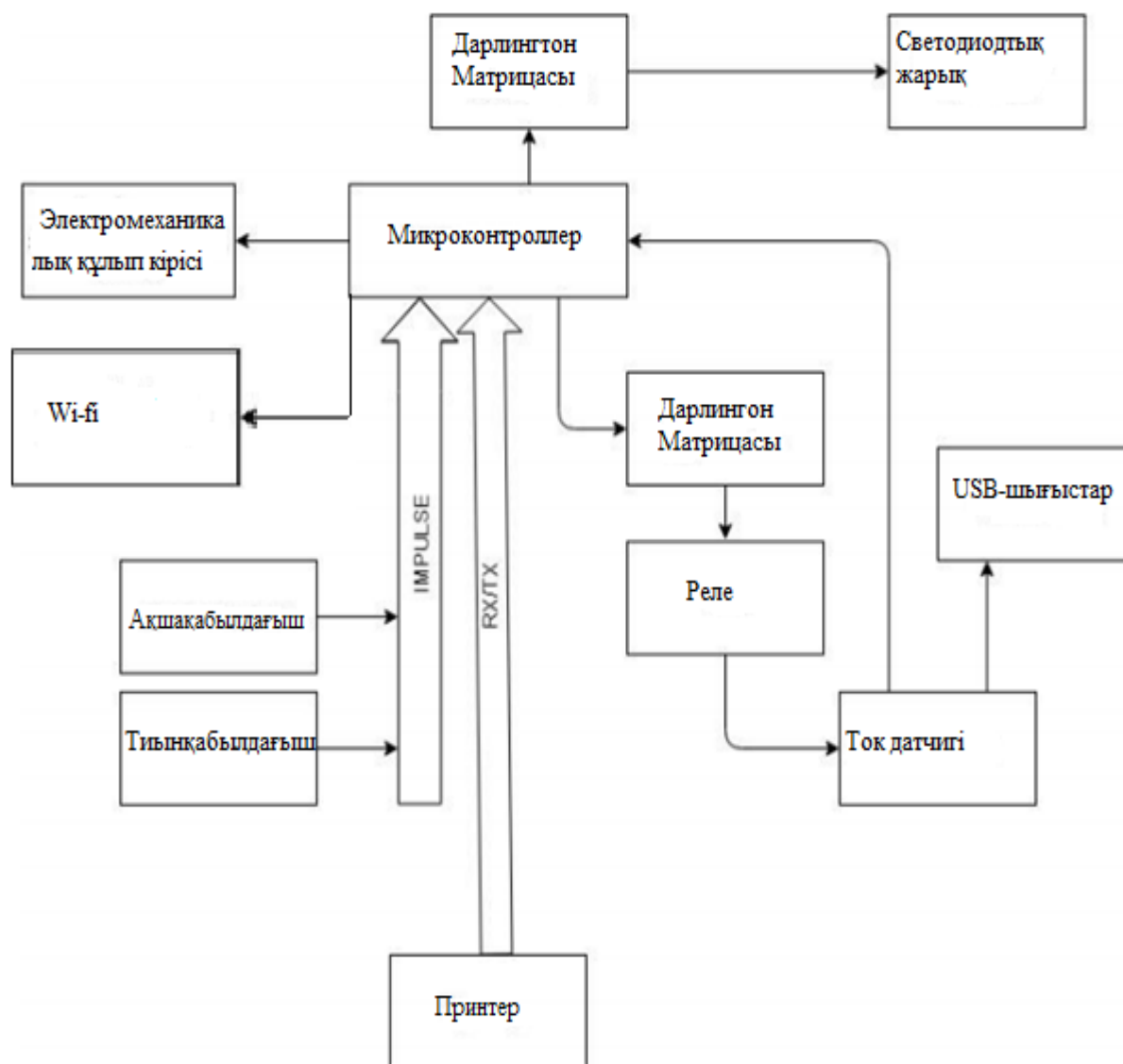
Вендинг автоматтары - тауарларды сату және қызмет көрсету бөлшек саудаға балама ретінде пайда болды және ол Verilog тілінде жазылған [2-3]. Батыста сауда автоматтары үйреншікті болды, ал Қазақстанда нарықтың бұл сегменті даму сатысында, бірақ сауда автоматтары арқылы сатып алуды жүзеге асыратын қазақстандық тұтынушылардың саны ұдайы өсуде. Сонымен қатар, вендинг бизнестің ең көрнекті бағыттарының бірі болып табылады. Алайда микроконтроллер негізінде жобаланған мобилді вендингтік аппараттардың бар болуына қарамастан олардың қолданысы енді даму үстінде [4-5]. Сауда автоматтары, вендинг-машиналар арқылы ыстық және суық сусындарды, шағын орамдағы азық-түлік өнімдерін, бутербродтарды, газеттерді, сағыздарды, темекілерді, алдын ала төлеу карталарын және басқа да шағын габаритті тауарларды сатуға болады [6-8].

Вендинг автоматтары арқылы сату артықшылығы, вендинг машинасында сатушы сияқты буын жоқ [9]. Сату аппараттары электроника және электротехника саласының дамуы есебінен автоматты режимде жұмыс істеу мүмкіншіліктері артты [10]. Нәтижесінде персоналға жұмсалатын шығындар азайтылады. Вендингтің тағы бір артықшылығы-сауда автоматтарын ерекше шығынсыз тартымды сауда нүктелеріне орын ауыстыра алуы болып табылады [11-12]. Қазақстанда вендинг-бизнес жаңа

сала болуына қарамастан өте қарқынды түрде бөлшек саудаға кіре бастады. Сондай-ақ, бұл бизнес түрі алдағы жылдары қарқынды дамушы болып қала беруі мүмкін.

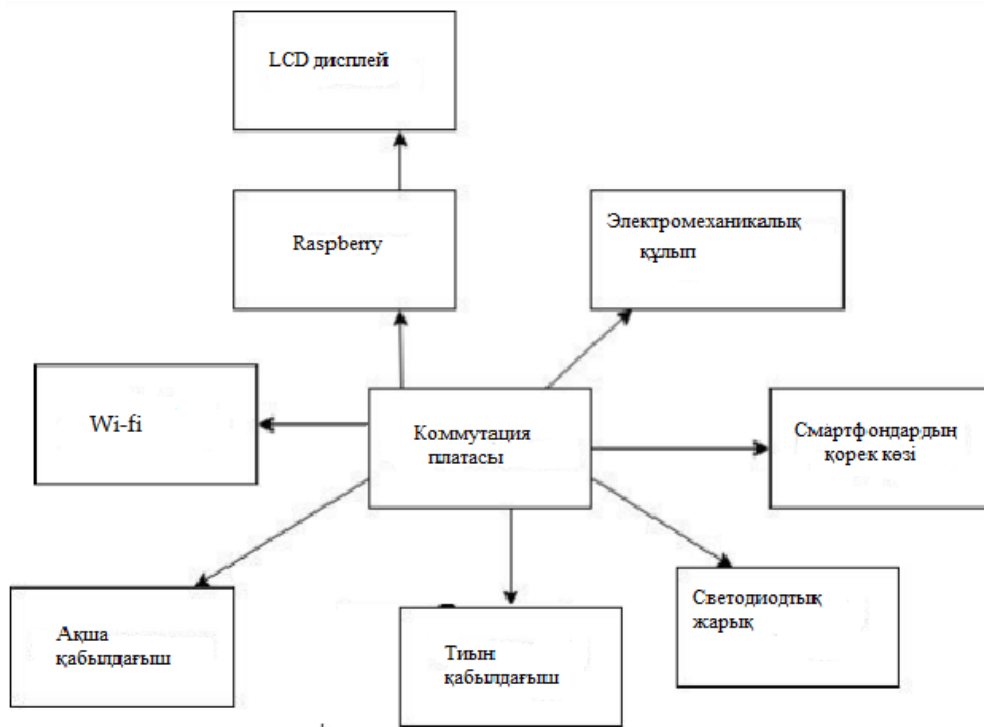
Ұялы телефонды қуаттандырғыш вендингті аппараттың жалпы құрылымын жобалауды қарастырайық. Кез келген автоматты сауда қарым-қатынасын атқаратын вендингті құрылғының негізгі процессоры микроконтроллерлер екені белгілі. Осы микроконтроллер негізінде түрлі электронды құрылғылар жасалында және олардың жадысына қолданбалы бағдарламалау тілдерінің көмегімен командалар жазылады [13-15].

Жоба барысында бір немесе бірнеше тұтынушының ұялы телефоның қорғауға арналған сыртқы темір қорабы болатындай етіп алынды. Әрбір қорап электромеханикалық құлыптары бар. Бұл құлыптар арнайы программалық кодпен жұмыс жасайды және тұтынушының ұялы телефонын сақтауға берік құлып ретінде қарастырылады. Ұялы телефонды қуаттандырғыш вендингті аппараттың құрылымдық тізбегі келтірілген (1-сурет).



1-сурет. Коммутация платасының құрылымдық тізбегі

Тұтынушы ұялы телефонын қуаттандыру үшін, ең алдымен дисплейден қажетті және бос қуаттандыру қорабын тандауы керек. Қораптардың бос немесе бос емес екенін білдіру үшін арнайы светодиодтар қолданылады. Яғни қызыл түсті светодиод қораптың бос емес екенін білдірсе, жасыл светодиод сәйкесінше бос екенін білдіреді. Қораптарда қандай түс жанып тұрғаның дисплейге беріліп отырады.



2-сурет. Ұялы телефонды қуаттандырғыш вендингті аппараттың құрылымдық тізбегі

Тұтынушы қажетті қорапты тандап болғаннан кейін ұялы телефоның қуаттандырғышқа жалғап, тиынқабылдағышқа немесе ақшақабылдағышқа қажетті сумманы енгізеді. Төлем аяқталғаннан кейін тұтынушы төлеген ақшасына байланысты ұялы телефоның қуаттандыра алады (2-сурет).

Смартфондарды қуаттандырғыш кабель ретінде USB кабельдер қолданылады және олар microUSB, lighting және USB-C түрлеріне жіктеледі.

Arduino микроконтроллері негізінде жасалынған ұялы телефонды қуаттандырғыш вендинг автоматының сұлбасы мен макетін жобалауды қарастырайық.

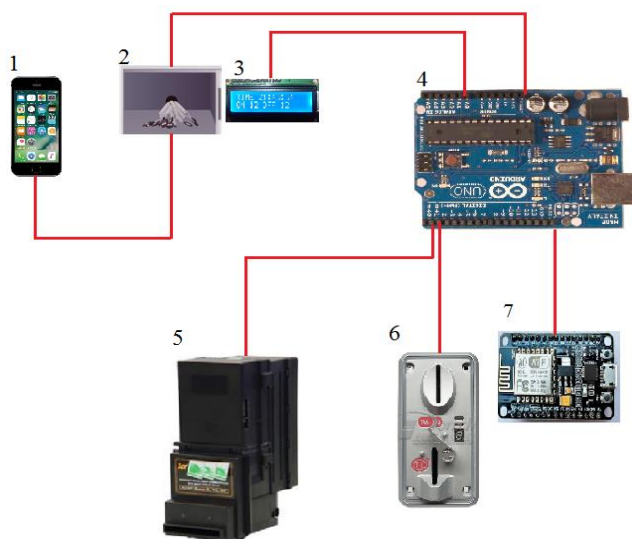
Arduino микроконтроллері толық іске қосылғаннан кейін жүйені тестілеу жүргізіледі. Ұялы телефонды қуаттандырғыштың жалпы жұмыс жасау принципі келтірілген (3-сурет). Тұтынушы ең алдымен ұялы телефоның қуаттандыру үшін, өзіне қажетті ұяшықты тандауы қажет. Әр ұяшық өзіне тән тек бір ғана қуаттандырғыш сымы бар болып табылады. Егер тұтынушы өзіне қажетті ұяшық бос болған болса, онда ұяшықтағы сымға ұялы телефоның жалғап есігін жабу қажет. Ұяшықтың есігі жабылғаннан кейін LCD дисплейде уақытқа сәйкес соммасы тұрады. Демек, егер ақшақабылдағышқа немесе тиынқабылдағышқа ақша салынбаса 0 минут және 0 тенге деген ақпарат тұрады. Ақпарат арнайы кодпен есептелген. Демек, ақшаның соммасына сәйкес қуаттандыру минуты шығады. Ұялы телефонды қуаттандыру уақыты кем дегенде 10 минут.



3-сурет. Ұялы телефонды қуаттандырғыш вендинг автоматының ұяшығы

• Технические науки

Тұтынушы қажетті ұяшыққа ұялы телефонның қойып, қажетті соммасын төлегеннен кейін LCD дисплейде ұялы телефонды алып кету уақыты жазылады. Ұялы телефонды алу үшін тұтынушы ОК батырмасын басып пин кодты теруі қажет. Егер пин кодты ұмытқан жағдай болатын болса, техникалық бөлімге хабарламаны жібере алады. Хабарлама 0 батырмасын ұзақ ұстап туру арқылы болады. Егер тұтынушы ұялы телефонның уақытынан ерте алғысы келсе басында берілген пин кодты терсе болды.



3-сурет. Ұялы телефонды қуаттандырғыш вендинг автоматының принципіалдық сұлбасы:

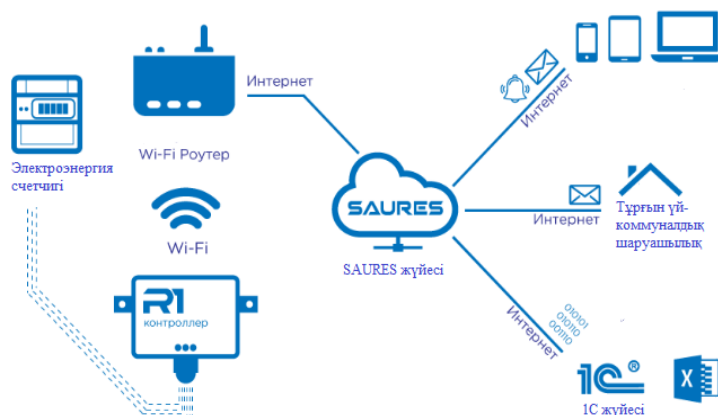
- 1) ұялы телефон; 2) USB – шығыстар; 3) дисплей таймер; 4) Arduino Mega;
- 5) ақшақабылдағыш; 6) тиынқабылдағыш; 7) Wi – fi модуль

Вендинг автоматының қуаттандырғыш бөлігіне счетчикті жалғап saures жүйесімен бақылауға алынуы жобаланды. Ұялы телефонды қуаттандырғыш вендинг автоматының дайын макеті келтірілген (4-суретте).



4-сурет. Ұялы телефонды қуаттандырғыш вендинг автоматының макеті

Saures жүйесіне тоқталайық (5-сурет). Бір счетчик Saures құрылғысына сымды немесе сымсыз қосылады алады. Счетчик есептегіштер мен датчиктерден деректерді жинап оларды Saures жүйесіне жіберіп отырады, ал Saures ақпаратты серверге тәулігіне 1 рет жібереді.



5-сурет. Saures жүйесінің жалпы блок схемасы

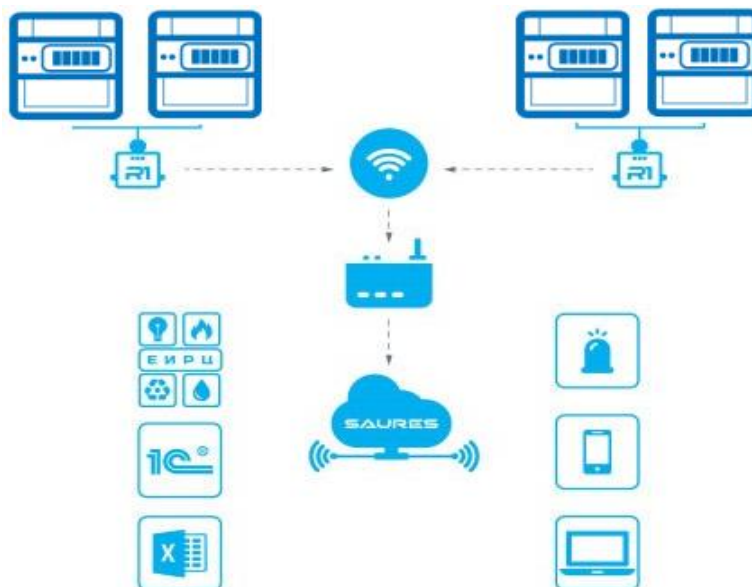
Ұялы телефонды қуаттандырғыш вендинг автоматтың шығының ақпаратын алып отыруымыз үшін бір saures контроллері жеткілікті. Егер бірнеше ұялы телефонды қуаттандырғыш вендинг автоматтарын қоятын болсақ, онда бұл кезде бірнеше контроллерді saures жүйесінің ресми парақшасында бір логинға тіркеу арқылы қадағалауға болады.

IC программалық ортасында ақпараттарды Saures жүйесінен алатын арнайы программалық ортасы және интерфейсі жазылды. IC программалық ортасында бірнеше контроллерді бір мезетте бақылауға болады. IC ортасымен интеграцияланған ұялы телефонды қуаттандырғыш вендинг автоматтары арнайы тек 1 ғана автоматқа сай келетін атымен байланысады. Қосымша IC ортасында жұмыс жасамайтын, істен шыққан автоматтарды білуге болады. Демек IC ортасында “істен шыққан автоматтар” деген шаршыда галочка тұрмайды, онда автоматта интернет жок немесе автоматта мүлдем қуат жоқ дегенді білдіреді. IC saures контроллерлерінен әр 3 сағат сайын ақпарат алып отырады. Егер автомат істен шыққан болса онда көрсеткіш уақыты көрсетілмейді және істен шыққан автоматтар тізбесінде шаршыға галочка тұрмайды (6-сурет).

N	Автоматтың аты	Соңғы айдағ...	Төлеу қажет соммасы	Истен шыққан автоматтар
1	ҰТҚВА 1	17.02.2019	1 000	<input checked="" type="checkbox"/>
2	ҰТҚВА 2	17.02.2019	1 402	<input checked="" type="checkbox"/>
3	ҰТҚВА 2.1	17.02.2019	540	<input checked="" type="checkbox"/>
4	ҰТҚВА 3	17.02.2019	700	<input checked="" type="checkbox"/>
5	ҰТҚВА 4	17.02.2019	2 400	<input checked="" type="checkbox"/>
6	ҰТҚВА 5	17.02.2019	678	<input checked="" type="checkbox"/>
7	ҰТҚВА 6			<input type="checkbox"/>
8	ҰТҚВА ҚазҰ	17.02.2019	500	<input checked="" type="checkbox"/>

6-сурет. IC ортасында ұялы телефонды қуаттандырғыш вендинг автоматтарын бақылау жүйесі

IC жүйесінде ақпаратты алу батырмасының қызметін айтып кететін болсақ, бұл батырма барлық автоматтардан saures жүйесіне барған ақпаратты әрі сұрау арқылы алады (7-сурет).



7-сурет. IC жүйесінің бірнеше құрылғылармен байланысы

Анықтамалардың бірі бойынша, экономикалық тиімділік – қолда бар ресурстарды пайдалана отырып максимум пайда алу болып табылады.

Қорытынды. Бұл жұмыста заманауи бөлшек сауда саласында қарқынды түрде енгізіліп отырған вендинг — автоматтандырылған сауда аппараттарының қолданысына сипаттама жасалынды және Arduino микроконтроллері негізінде мобилді құрылғыларды зарядтауға арналған вендингті аппарат жобасы ұсынылды.

Мобилді құрылғыларды зарядтауға арналған вендинг құрылғысының негізгі жұмыс істеу алгоритмі блок-схема түрінде толық түсіндірілген және аппаратпен қарым-қатынас жасау үшін қажетті мәліметтердің экранда көрсетілуімен сипатталды. Эксперименттік құрылғының Arduino микроконтроллері көмегімен шешілуі өндірістік енгізілуге дейін алдына ала қолда бар мүмкіншіліктермен вендингті құрылғыны жобалауға жарамды екендігін айтып өтеміз.

Жобаны жасауда тағы бір ерекшелік оның жұмыс істеу процесінің бақылануы болып табылады және ондағы мәселелерді бухгалтериялық IC бағдарламалау ортасына saures жүйесін енгізу көмегімен шешу ұсынылды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Sharma , Monga , ”Implementation of Reverse Vending Machine Based on FPGA,” Implementation of Reverse Vending Machine Based on FPGA, print 47, p.p. 1-7, 2014.

[2] Муратов, С. И. Торговые автоматы. — Госторгиздат, 1961.

[3] P. Pradeepa, T. Sudhalavanya, K. Suganthi, N. Suganthi, M. Menagadevi [2013], “Design and Implementation of vending machine using Verilog HDL”, International Journal of Advanced Engineering Technology, Vol. IV, Issue I, E-ISSN 0976-3945, pp. 51-53.

[4] M.S.Varadarajan [2012], “Coin Based Universal Mobile Battery Charger Veltech”, IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN), Volume 2, Issue 6, ISSN: 2250-3021, pp 1433-1438.

[5] Kumar Parai, Banasree Das, Gautam Das [2013], “An Overview of Microcontroller Unit: From proper selection to Specific Application”, International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE), Volume-2, Issue-6, ISSN: 2231-2307, pp 28-31.

[6] Бобков, Д.И. Основы классификации вендинговых автоматов в сфере торговли / Д.И. Бобков // Современная торговля: теория, практика, инновации: Матер. VI Верос. науч.-практ конф. с международным участием. Т. 1, 2015 г., 10-18 окт., г. Пермь [посвящ. 20-летию работы учеб. заведения по программам высшего проф. образования]. – Пермь: МиГ, 2015. – С. 9-14.

[7] Бобков, Д.И. Вендинг как современная услуга торговли в Украине / Д.И. Бобков // Наука. Релігія. Суспільство. – 2014. – № 3. – С. 50-55.

- [8] Анисимов Э.А. Анализ и состояние развития вендинг-бизнеса в республике Марий Эл . / Э. А. Анисимов, Е. Ю. Салдаева // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2015. № 222 (2). С. 18-21.
- [9] Третьяков, М.М. Особенности организации автоматизированной розничной торговли . / М. М. Третьяков, А.В. Рудецкая // Вестник Тихоокеанского государственного университета, 2009. №2 (13).С. 139- 144.
- [10] Кахриманова, Д.Г. Вендинговый бизнес и сервис услуг . / Д. Г. Кахриманова, Г. Д. Магомедов // Инновационная наука : междунар. науч. журн. – 2015. - № 6. – С.86-88.
- [11] Гальперин, М.В. Электротехника и электроника: Учебник / М.В. Гальперин. - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 480 с..
- [12] Баранов, В.Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы / В.Н. Баранов. - М.: Додэка-XXI, 2006. - 288 с.
- [13] Бродин, В.Б. Микроконтроллеры. Архитектура, программирование, интерфейс / В.Б. Бродин, М.И. Шагурин. - М.: ЭКОМ, 1999. - 400 с.
- [14] Водовозов, А.М. Микроконтроллеры для систем автоматики: учебное пособие / А.М. Водовозов. - Вологда: ВоГТУ, 2002. - 123 с.
- [15] Мазиди, М.А. Микроконтроллеры PIC и встроенные системы. Применение ассемблера и С для PIC18 / М.А. Мазиди, Р.Д. МакКинли, Д. Кусэй; Пер. с англ. В.В. Литвина. - СПб.: КОРОНА-принт, МК-Пресс, 2009. - 784 с.

Леспеков Д.А., Налибаев Е.Д., Пахридин С.К., Қараман А.Д., Жамбыл А.

Проектирование и разработка вендингового аппарата на базе микроконтроллера

Аннотация. В статье описана разработка системы вендингового аппарата для зарядки мобильных устройств на базе микроконтроллера Atmega2560. Рассмотрена и изучена элементная база, соответствующая поставленным требованиям. Также была рассмотрена среда программного обеспечения. Объектом исследования работы являются анализ вендинговых автоматов и создания вендингового автомата, питающего мобильные устройства. Целью исследования является создание вендинговых автоматов для питания мобильных телефонов и рассмотрение его экономической выгоды.

Ключевые слова. Вендинговый аппарат, зарядное устройство, мобильный телефон, кофейные автоматы, микроконтроллер.

УДК 004.912; 004.62

M.Y. Mansurova¹, V.B. Barakhnin², I.S. Pastushkov²,

M.Y. Kyrgyzbayeva¹, Y. Khibatkhanuly¹

(1 Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan, 2 Institute of Computational Technologies SB RAS, Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation, marzhan.kyrgyzbaeva@gmail.com)

USING OF NEURAL NETWORKS TO EXTRACT NAMED ENTITIES FROM WEAKLY STRUCTURED TEXTS

Abstract. This article is designed to provide all interested sides with intellectual tools to support decision making by automatically extracting knowledge from heterogeneous data sources, including the Internet. In the first part of the chapter, we considered the preprocessing and morphological analysis of texts. Then we considered a model of text documents in the form of a hypergraph and implemented the random walk method for extraction of semantically related words. As a result of calculations, we had a matrix with coefficients of affinity of words as well as a vocabulary that associates the word with the component of the vector. The second part of the chapter describes a neural network trained to extract linguistic constructions which include the possible values of descriptors of named entities of the texts. A neural network allows to retrieve information on one preselected descriptor, for example, location, in the form of the final result of the name of geographical objects. In a general case, a neural network can retrieve information on several descriptors simultaneously.

Keywords: machine learning, named entities, neural networks, ontology

М.Е. Мансурова¹, В.Б. Барахнин², И.С. Пастушков²,

М.Е. Қырғызбаева¹, Е. Хибатханулы¹

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы,

²РҒА СБ Есептеу технологиялары институты, Новосибирск мемлекеттік университеті,

Новосибирск, Ресей Федерациясы, marzhan.kyrgyzbaeva@gmail.com)

ӘЛСІЗ ҚҰРЫЛЫМДАЛҒАН МӘТІНДЕРДЕН АТАУЛЫ МӘНДЕРДІ АЛУ ҮШІН НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРДІ ҚОЛДАНУ

Аннотация. Бұл тарау барлық қызығушылық танытушы жақтарға Интернетті қоса алғанда әртүрлі дерек көздерінен автоматты түрде білімді алу арқылы шешім қабылдауды қолдау үшін интеллектуалды құралдарды беруге арналған. Мақаланың бірінші бөлімінде мәтіндерді бастапқы өңдеу және морфологиялық талдау қарастырылды. Содан кейін мәтіндік құжаттың үлгісі гиперграф ретінде қарастырылды және семантикалық байланысты сөздерді алу үшін кездейсоқ көшу әдісі жүзеге асырылды. Есептеулердің нәтижесінде біз сөздердің жақындық коэффициенттерімен матрицаны, сондай-ақ вектор компонентімен сөзді байланыстыратын сөздікті алдық. Екінші бөлім лингвистикалық құрылымдарды шығаруға оқытылған нейрондық желіні сипаттайды, ол мәтіндегі атаулы мәндер үшін дескрипторлардың ықтимал мәндерін қамтиды. Нейрондық желі алдын-ала таңдалған дескриптор бойынша ақпаратты, мысалы, орналасу жерін географиялық объектілердің атауының соңғы нәтижесі түрінде алуға мүмкіндік береді. Жалпы алғанда, нейрондық желі бір мезгілде бірнеше дескриптор туралы ақпаратты ала алады.

Кілттік сөздер: машиналық оқыту, атаулы мәндер, нейрондық желі, онтология

Кіріспе

Қазіргі уақытта жергілікті және ғаламдық желілерде көптеген ақпарат жинақталған. Бұл ақпараттың басым бөлігі табиғи тілдегі мәтіндер түрінде көрсетілген. Оларда қамтылған пайдалы ақпарат құрылымды емес, тиісінше, классикалық есептеу әдістері мен құралдары арқылы өңдеу және талдау мүмкін емес. Сонымен қатар осы ақпарат көлемі тез өсуде. Көлемді мәтіндерді оқу және мәтіндік деректердің үлкен массивтерінен іздеу жүргізу тиімді емес, сондықтан құрылымдық емес мәтіндік массивтерден іздеу жүргізу және олардан жаңа білім алу тәсілдері көбірек танымал болып келеді. Компьютерлік лингвистикасының ғылыми саласы осы мәселелерді шешуге арналған [1].

Компьютерлік лингвистиканың міндеттері құрылымды деректерді құрылымдық емес немесе жартылай құрылымдық деректерден автоматты түрде алуда жатыр, яғни ақпарат алу (Information extraction). Ақпаратты алу жүйелері мәтіннің жекелеген бөліктерінен ақпарат жинауға, релевантты ақпараттың бөлінген қатынас, білім қоры және т.б. түрдегі құрылымдалған көрінісін құруға мүмкіндік береді. Мұндай жүйелерді пайдалана отырып, ақпаратты тиісті алгоритмдер көмегімен қосымша тұжырымдар жасауға мүмкіндік беретін семантикалық түрдегі нақты формаға келтіре аламыз.

Ақпаратты алудың маңызды міндеттерінің бірі - адам аттары, ұйым атаулары, орналасуы, уақыт және т.б. сол сияқты алдын ала анықталған категорияларға жіктеу мен атаулы мәндерді іздеу болып табылатын атаулы мәндерді тану (Named entity recognition). Бұл ішкі міндеттің шешімі белгілі бір компания немесе өнім туралы пікірлердің тоналдылығын анықтауға, атаулы мәндер арасындағы көптеген қатынастарды белгілеуге, сұрақтарды қабылдауға және оларға табиғи тілде жауап беруге мүмкіндік береді.

Бұл жұмыс мәтіндік құжаттардан фактілерді шығару бойынша зерттеулердің жалғасы болып табылады [2]. Жұмыстың мақсаты жаңалықтардағы хабарламалардан атаулы мәндерді алу технологиясын құру. Осы мақсатқа жету үшін келесідей міндеттер қойылды:

1. Мәтіндерге морфологиялық талдау жүргізу.
2. Семантикалық түрде байланысқан сөздерді алу үшін кездейсоқ көшу әдісін қолдану және мәтіндерді гиперграф түрінде моделдеу.
3. Нақты кілттік сөздердің дескрипторларға сәйкестілігіне оқытылған нейрондық желіні құру.

2 Қолданыстағы ақпаратты алу әдістеріне шолу

Табиғи тілдерді өңдеу саласында ақпаратты шығару жаңа міндет емес. Ақпаратты алудың негізгі әдістері келесі түрде жіктеледі:

Белгілер негізінде ақпарат алу әдістері. Бұл әдіс белгіленген белгілер жиынының бар болуымен және мәтіннің алынатын элементтер белгілерінің салмағын қолданумен түсіндіріледі. Осылайша, алынатын элемент үшін оның белгілер векторы құрылады. Бұл класта барынша кең таралған Байестың ықтималдық классификаторы [3] мен жасырын марковтық моделдер [4-6] болып табылады. Қажет

элементті алу осы сегмент маңында анықталған белгілерге ықтималдық талдау жүргізу негізінде мәтіннің қандайда бір сегментін тануға жақындайды. Осы жұмыс барысында зерттеліп отырған фактілерді алу әдісі осы класқа жатады. Сонымен қатар жұмыста сипатталатын алгоритмнің ерекшелігі кілттік сөздерді алу үшін «Кездейсоқ көшу» әдісін және фактілерді дескрипторлар бойынша орналастыру үшін нейрондық желіні қолдану болып табылады.

Ядроны қолданатын ақпарат алу әдістері. Әдістің мәні танылатын элементтердің белгілік көрінісін сипаттайтын векторлардың скалярлық көбейтіндісін ядро деп аталатын қандай да бір функциямен алмастыру болып табылады. Бұл функция алгоритмдік түрде анықталады және мәтіндік сегмент құрылымын сипаттайтын танылатын элементтер мен олардың контекстін барынша күрделі көрінісін қарастырады. Мұндай әдістің кемшілігі – бұл сегмент құрылымын анықтау мен ядроларды есептеу кезінде есептеудің күрделілігі.

Үлгілерді салыстыруға негізделген әдістер. Бұл әдіс «үлгі» және оларды мәтін бөліктерімен салыстыру ережелері негізінде жұмыс жасайды [8, 9]. Мұнда үлгілер шектеулер тізбегін білдіреді және бұл тізбек қандай да бір үлгілік тіркестер болып табылады.

Онтологияға негізделген әдістер. Көрсетілген жұмыстарда ақпарат алу онтологияға негізделіп семантикалық торларды қолдану арқылы жүзеге асырылады [10,11]. Бұл жұмыстарда авторлар онтологиялық білім қоры негізінде құрылатын алгоритмді ұсынады және StanfordCoreNLP синтаксистік үштігінің мәтіндік парсер нәтижелерінің жиілік талдауын жүргізеді.

3 Ақпаратты алу мәселесін шешу жолы

Ақпаратты алу үшін бірінші кезеңде семантикалық байланысты (кілттік) сөздерді алу қажет. Бұл жұмыста семантикалық байланысты сөздер (сөз тіркестері) мәтіндерді морфологиялық талдау және кездейсоқ көшу әдісі негізінде шығарылады.

3.1 Мәтінді морфологиялық белгілеу

Мәтінді морфологиялық белгілеу сөз формаларын анықтаудан және әр сөз формасына лексематикалық мінездеме мен грамматикалық сипаттама белгілеуден тұрады.

Мәтіндегі әр сөз үшін құрылатын морфологиялық ақпарат 4 "жолдан" немесе белгілеу тобынан тұрады:

1. Лексеманың сөзформасы (лексеманың «сөздік жазбасын» көрсетеді және қай сөз табына жататынын көрсетеді).
2. Лексеманың грамматикалық белгілер жиыны немесе сөз классификаторының мінездемесі
3. Сөзформаның грамматикалық белгілерінің жиыны немесе сөз түрлендіруші мінездемелер (мысалы, зат есім септелуі, етістік түрі, яғни көпше немесе жекеше түр)
4. Грамматикалық форманың стандартты еместігі, орфографиялық өзгертулер туралы ақпарат.

3.2 Кездейсоқ көшу әдісі

n құжаттан тұратын мәтін берілсін делік:

$$D = (d_1, d_2, \dots, d_n) \quad (1)$$

Бұл жұмыста құжат ретінде бөлек сөйлемдерді қарастырамыз. Мәтін сөздігі үшін келесі белгілеуді енгіземіз:

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_n) \quad (2)$$

Талданатын мәтінді гиперграф түрінде моделдеу ыңғайлы және жиі қолданылатын әдістердің бірі болып табылады. Талданатын мәтінді HG (V, E) гиперграфы түрінде көрсетейік, мұндағы V – төбелер жиыны және E – гиперқабырғалар жиыны. Сонымен қатар $\bigcup_{e \in E} e = V$. Гиперграфта $v \in V$ төбелері – бұл мәтін сөздері, $e \in E$ гиперқабырғалары – мәтін құжаттары.

$HG = R^{|V| \times |E|}$ көмегімен гиперграфтың сыбайластық матрицасын белгілейміз:

$$h(v, e) = \begin{cases} 1, & \text{егер } v \in e \\ 0, & \text{егер } v \notin e \end{cases} \quad (3)$$

$HG(V, E, w)$ - өлшенген гиперграф болсын, мұндағы $w: E \rightarrow R^+$ - гиперқабырға салмағы.

Біздің жағдайда гиперқабырға мен гиперграф төбелерінің дәрежесі келесі формуламен анықталады:

$$d(v) = \sum_{e \in E} w(e)h(v, e) \tag{4}$$

$$\delta(e) = \sum_{v \in V} h(v, e) = |e| \tag{5}$$

Қарастырылып отырған есепте граф төбелерінің салмағын, басқаша айтқанда өңделетін мәтін сөздерінің салмағын TF-IDF әдісінің негізінде келесі формула бойынша есептеуге болады:

$$w(v_i)_{tf-idf} = \frac{tf(v_i)}{N_w} * \log \frac{N}{df(v_i)} \tag{6}$$

Мұнда:

- $tf(v_i)$ - сөздің құжатта кездесу жиілігі;
- N_w - құжатқа кіретін барлық сөздердің қосындысы;
- N - D құжаттар жинағындағы құжаттар саны;
- $df(v_i)$ - v_i сөздері кездесетін D-дағы құжаттар жиыны.

Кездейсоқ көшу – кездейсоқ өзгерістер – уақыттың дискретті сәттеріндегі қадамдар процесінің математикалық моделі. Сонымен қатар әр қадамдағы өзгеріс алдыңғы қадамдар мен уақыттан тәуелсіз деп есептеледі. Талдаудың қарапайымдылығына байланысты бұл модель әр түрлі салаларда жиі пайдаланылады және мұндай модель нақты процестің маңызды жеңілдетілуі болып табылады.

Бірөлшемді дискретті кездейсоқ көшу – бұл $\{Y_n\}_{n \geq 0}$ дискретті уақытқа ие кездейсоқ процесс және ол келесі түрге ие:

$$Y_n = Y_0 + \sum_{i=1}^n X_i \tag{7}$$

Мұнда:

- Y_0 – бастапқы күй.
- $X_i = \begin{cases} 1, & p_i \\ -1, & q_i = 1 - p_i \end{cases}, 0 < p_i < 1, i \in \mathbb{N}$
- $Y_0, X_i, i=1,2,\dots$ тәуелсіз кездейсоқ шамалар.

Бірөлшемді дискретті кездейсоқ көшу бүтін күйлі Марков тізбегі болып табылады. Оның бастапқы үлестірімі X_0 кездейсоқ шамасының ықтималдық функциясы арқылы беріледі, ал өтпелі ықтималдық матрицасы 1-суреттегідей болады:

$$P \equiv (p_{ij})_{i,j \in \mathbb{Z}} = \begin{pmatrix} \ddots & \ddots & \ddots & & & & \\ & q_{-1} & 0 & p_{-1} & & & \\ & & q_0 & 0 & p_0 & & \\ & & & q_1 & 0 & p_1 & \\ & & & & \ddots & \ddots & \ddots \end{pmatrix}$$

1-сурет. Өтпелі ықтималдық матрицасы

Яғни:

$$p_{i,i+1} \equiv P(X_{n+1} = i + 1 | X_n = i) = p_i,$$

$$p_{i,i-1} \equiv P(X_{n+1} = i - 1 | X_n = i) = q_i, \quad i \in Z,$$

$$p_{ij} \equiv P(X_{n+1} = j | X_n = i) = 0, \quad |i - j| \neq 1.$$

$\{X_n\}_{n \geq 0}$ кездейсоқ дискретті шамалар тізбегі Марковтың қарапайым тізбегі (дискретті уақытпен) деп аталады, егер:

$$P(X_{n+1} = i_{n+1} | X_n = i_n, X_{n-1} = i_{n-1}, \dots, X_0 = i_0) = P(X_{n+1} = i_{n+1} | X_n = i_n)$$

Осылайша, қарапайым жағдайда Марков тізбегінің кезекті күйін шартты үлестіру тек ағымдағы күйден ғана тәуелді және барлық алдыңғы күйлерден тәуелсіз.

$\{X_n\}$ кездейсоқ шамаларының мәндер облысы тізбек күйінің кеңістігі деп, ал n нөмірі – қадам нөмірі деп аталады.

$P(n)$ n -ші қадамдағы өтулердің ықтималдық матрицасы деп аталады:

$$P_{ij}(n) = P(X_{n+1} = j | X_n = i) \quad (8)$$

Ал $p = (p_1, p_2, \dots, p_n)^T$ векторы, мұндағы $p_i = P(X_0 = i)$ - Марков тізбегінің бастапқы үлестірімі. Бұдан өтулердің ықтималдық матрицасы стохастикалық болатыны айқын, яғни:

$$\sum_j P_{ij}(n) = 1, \quad \forall n \in N \quad (9)$$

Егер өтулердің ықтималдық матрицасы қадам нөмірінен тәуелсіз болса, онда Марков тізбегі біртекті деп аталады, яғни

$$P_{ij}(n) = P_{ij}, \quad \forall n \in N \quad (10)$$

Гиперграф төбелерін ранжирлеу үшін кездейсоқ көшу процесін гиперграфқа жинақтаймыз. Графтағы төбелер арасындағы өтулер бұл кездейсоқ көшу процесі, яғни көрсетілген төбеден көршілес төбеге t дискретті уақытының әр қадамы арқылы өту. Біз төбелерді $\{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ күйлер жиыны ретінде, ал өтулерді осы күйлердегі Марковтың ақырлы тізбегі ретінде қарастыра аламыз. Өту ықтималдығы $P(u, v) = \text{Pr ob}(s_{t+1} = v | s_t = u)$ есептеледі, бұл Марков тізбегі v төбесінде $t+1$ уақытында, ал u -да t уақытында болатындығын білдіреді. Біздің жағдайда Марков тізбегі біртекті болып табылады, өту ықтималдығы t уақыттан тәуелсіз. Әр төбе үшін $\sum_v P(u, v) = 1$.

M тек бір өту үшін есептелген мүмкіндікке ие, біртекті болып табылады. Өту матрицасы барлық өтулер үшін $P \in \mathbb{R}^{|V| \times |V|}$ есептеліне алады. P өту матрицасы төбелер арасындағы өтулерді толығымен қамтиды.

Қарапайым графта кездейсоқ көшу процесі түсінікті, қандай да бір ықтималдықпен тек мақсатты төбеге баратын қабырғаны таңдау керек. Дегенмен бұл жағдайда гиперграф аздап ерекшеленеді. Бұл гиперграф құрылымының ерекшелігімен түсіндіріледі. Мысалы, $\delta(e) \geq 2$ гиперқабырғасы үшін төбенің екіден көп нүктелері болуы мүмкін.

Гиперграфта кездейсоқ көшу процесін жалпылау үшін гиперқабырғада бір-біріне инцидентті екі төбенің арасындағы өтуді көшу түрінде модельдейміз. Жалпы кездейсоқ көшу процесі бір қадамнан емес, екі қадамнан тұратын процес болып табылады: біріншіден, кездейсоқ серфер кезекті u төбесімен инцидентті e гиперқабырғасын таңдайды. Екіншіден, таңдалған гиперграфта серфер $u, v \in e$ шартын қанағаттандыратын мақсатты v төбесін таңдайды.

Гиперграфтағы кездейсоқ көшу жалпылау деп аталады, ал қарапайым графта кездейсоқ көшуде ерекше жағдай бар. Бұл қабырғаның тек бір төбесінің болуы, ал гиперграфта біз көптеген төбелер арасынан таңдай аламыз. Егер біз Марков тізбегі арқылы гиперграфта кездейсоқ көшу процесін анықтасак, мұнда төбелер жиыны күйлер жиынын құрайтын болады. Әрбір t уақыт қадамында серфер инцидентті гиперқабырғада орнын басқа төбеге өзгертеді.

Өлшенген гиперграфта гиперқабырғалармен бірге төбелер салмағын ескере отырып кездейсоқ көшудің жалпы анықтамасын берейік. Бұл жағдайда кездейсоқ көшу процесі гиперқабырғалар мен төбелер салмағын пайдалана отырып кеңейтіледі. Төбелер салмағы барлық инцидентті гиперқабырғалар көмегімен анықталады, бұл ерекшеліктер векторы:

$$\vec{v}_w = \{w(v_{e_1}), w(v_{e_2}), \dots, w(v_{d(v)})\} \quad (11)$$

Яғни u төбесі кездесетін әрбір e гиперқабырғасы үшін әртүрлі төбелер салмағы болады. Кездейсоқ көшудің болжамды процесі келесі түрде сипатталуы мүмкін: u төбесінен бастап серфер u төбесімен инцидентті және $w(e)$ гиперқабырғасының салмағына пропорционал болатын e гиперқабырғасын таңдайды. Содан кейін серфер дәл осылай төбе салмағына пропорционал болатын v төбесін таңдайды, яғни қарастырылып отырған кезекті гиперқабырға.

$H_w \in R^{V \times E}$ инциденттік матрицасын өлшенетін гиперграфта келесі түрде анықтайық:

$$h_w(v, e) = \begin{cases} w(v_e), & \text{if } v \in e \\ 0, & \text{if } v \notin e \end{cases} \quad (12)$$

Осылайша, гиперқабырға градусын қайта анықтайтын болсақ:

$$\delta(e_w) = \sum_{v \in V} h_w(v, e) \quad (13)$$

Жоғарыда көрсетілген формулаларды пайдалана отырып, өту матрицаларын есептеуге болады:

$$P(u, v) = \sum_{e \in E} w(e) \frac{h(u, e)}{\sum_{\hat{e} \in E(u)} w(\hat{e})} \frac{h_w(v, e)}{\sum_{\hat{v} \in e} h_w(\hat{v}, e)} \quad (14)$$

Немесе матрицалық анықтау:

$$P = D_v^{-1} H W_e D_{ve}^{-1} H_w^T \quad (15)$$

Мұнда:

- D_v – өлшенген төбе дәрежесінің диагональдық матрицасы;
- H – гиперграф төбелерінің инциденттік матрицасы;
- W_e – гиперқабырғалар салмағының диагональдық матрицасы;
- D_{ve} – өлшенген гиперқабырға дәрежесінің диагональдық матрицасы;
- H_w – өлшенген графтың диагональдық матрицасы;

Мұндағы P өту матрицасы стохастикалық болып табылады және жолдардың әрбір қосындысы 1-ге тең.

P өту матрицасын есептегеннен кейін, кездейсоқ көшудің π стационарлық үлестірімін түсіну керек болады. Стационарлық үлестірім $\vec{v}_0 \in R^{V \times 1}$ векторынан бастап есептеліне алады. Бұл $1/|V|$ ықтималдығының қосындысы 1-ге тең. Біріншіден, P^T өту матрицасы $\vec{v}_0 = P^T * \vec{v}$ түрінде \vec{v}_0 векторбағанын көбейту арқылы алынады. Осылайша итерацияны \vec{v} векторының өзгерісі тоқтағанға дейін жалғастырамыз. Өту матрицасын ықтималдықтарды үлесіру векторына көбейту $\vec{x} = P^T * \vec{v}$ келесі

үлестірім қадамын береді. x_i – бұл i төбесінде табу ықтималдығы болсын. Онда $x_i = \sum_j p_{ij} v_j$, $v_j - j$

түйінінде серфердің мерзімінен бұрын табылу ықтималдығы және $p_{ij} - j$ -дан i – ға өту ықтималдығы.

Егер кездейсоқ көшу эргодикалық болса, \vec{v} векторының үлестірім ықтималдығының өзгерісі n қадамнан кейін тоқтайды.

3.3 Нейрондық желіні құру және оқыту

Келесі міндет өңделген мәтіндердің атаулы мәндерінің атрибуттарының ықтимал мәндерін қамтитын лингвистикалық құрылымдарды алуға үйретілген нейрондық желіні құру. Лингвистикалық құрылымдар жинағы және семантикалық тұрғыдан байланысты сөздердің жиынтығы нейрондық желіні оқытуға мүмкіндік береді.

Құрылған нейрондық желі сізге алдын-ала таңдалған бір дескриптор бойынша ақпарат алуға мүмкіндік береді, мысалы, географиялық объектілердің атауларын түпкілікті нәтиже ретінде көрсететін орналасқан орны. Жалпы жағдайда нейрондық желі бірнеше дескриптор бойынша бір уақытта ақпаратты шығара алады.

Нейрондық желіні оқыту үшін белгілердің векторларынан тұратын оқытушы жиын құрылған. Бір дескриптор үшін белгілер векторы келесі түрде құрылды: мақала мәтінінде қызығушылық тудыратын элементке дейін бес сөзден және одан кейін екі сөзден тұратын бос орын алынды. Сонымен қатар, әрбір дескриптор үшін көрсетілген сөздің сөздікте бар екендігіне жауап беретін сөздік құрылады. Әрбір дескриптордың барлық белгілері бір «bag of words-та» жиналады және белгілер векторы құрылады.

Желі әрбір кіріс деректер жиынтығын және келесі қатенің таралуын көрсету арқылы оқытылады. Нейрондық желіні оқыту алгоритмі қатені кері тарату әдісіне негізделген.

4 Есептеу тәжірибелерінің нәтижелері

Деректер қоймасы ретінде MongoDB 3 деректер қоры NoSQL пайдаланылды. Деректер жиынтығы қазақстандық жаңалықтар порталдарынан және төтенше жағдайлар порталдарынан жиналған 9723 жазбадан тұрады. Деректер келесі түрде белгіленеді: 1-класс – елді мекен, 0 – басқа жағдайда.

Елді мекендер бойынша жазба мысалы: “азаматтық қорғаныс туралы азаматтық кодекске сәйкес азаматтардың мүдделерін қорғайтын мемлекеттік және жергілікті атқарушы органдармен бірлесе отырып **алматы** қаласының табиғи және техногендік сипаттағы төтенше жағдайларды мемлекеттік есепке алудың негізгі функционалдық міндеттері азаматтық қорғау саласындағы ақпараттық-анықтамалық қолдауды қамтамасыз ету саласындағы азаматтық қорғаныс саласындағы қызмет туралы талдамалық материалдар дайындау және үкімет пайдаланатын ақпараттық жүйелердің жұмыс істеуін қамтамасыз ету азаматтық қорғаныс басқару әкімшілік практика саласындағы азаматтық қорғау жүйесі бақылау және қадағалау”.

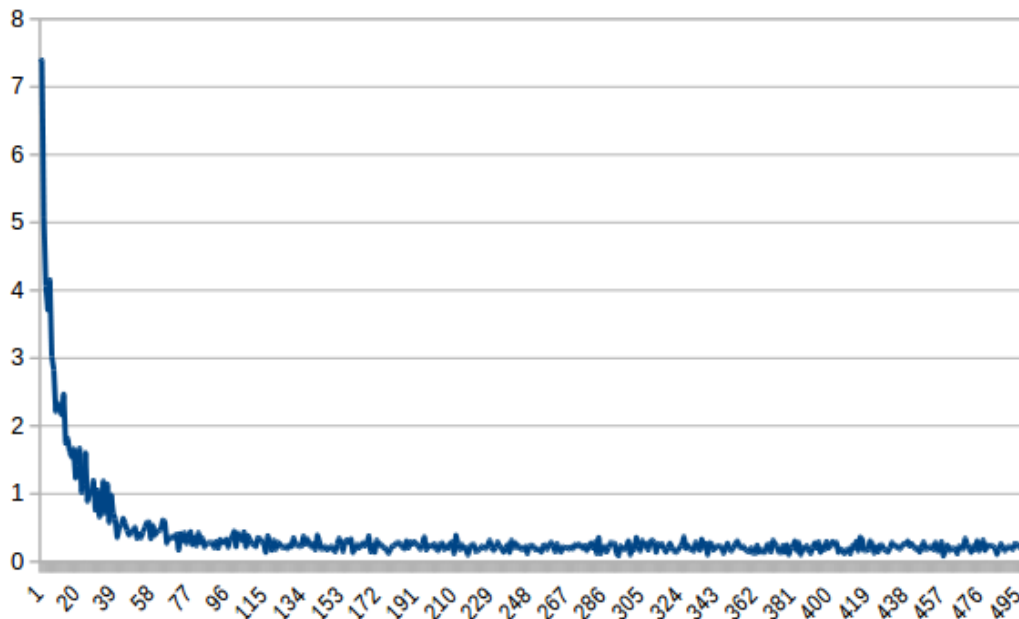
Бастапқыда деректер өңделді, өйткені онда белгілеуде қателер болды. Белгілеу үшін ҚР елді мекендерінің тізімі алынды және айқын емес іздеу (difflib кітапханасы) мен корпустың қалыпты сөздерден толық сәйкестікте іздеу (morphy2 кітапханасы бойынша қалыпқа келтіру, [1])алгоритмдерінің көмегімен атаулары бар және жоқ мәтіндер табылды. Атаулардың бар немесе жоқтығы екі алгоритм бойынша да расталған мәтіндер тестіленетін және оқытылатын таңдамаға кірді.

Осыдан кейін TensorFlow кітапханасын пайдалана отырып, TF-IDF матрицалары есептелді, олар кездейсоқ көшу әдісінде пайдаланылды. Нәтижесінде сөздердің жақындық коэффициенттері бар матрица, сондай-ақ вектор компонентіне сөзді сәйкестендіретін сөздік анықталды. Барлық мәтіндер алынған матрицаның мәндерімен кодталды және олардың әрқайсысы елді мекеннің атауы бар-жоқтығына байланысты. 1 немесе 0 -мен белгіленді.

Эксперименттік деректер 80% -20%, 20% - соңғы сынақ үшін болып бөлінді. Ал 80% -ы сәйкесінше 70% - 30% болып бөлінді, 70%-оқыту үшін және 30%-дұрыс тексеру үшін. Тексеру қайта оқытылған үлгісін анықтауға көмектеседі.

Барлық эксперименттер 2 жасырын қабатты нейрондық желіде өткізілді. Бірінші жасырын қабат 32 нейронды, екінші қабат 10 нейроннан тұрады. Жасырын қабат нейрондары үшін белсендіру функциясы ретінде relu және tanh әр түрлі вариациялары таңдалады, ал шығу қабаты - sigmoid. Желі оптимизациялары SGD, RMSPROP, Adam.

Төменде оқыту дәуіріне байланысты орташа квадратты жоғалту функциясының кестесі берілген. 500-ші дәуірден кейін жоғалту функциясының мәні ~ 0.168314 құрайды, бұл – қарапайым желілік архитектура үшін қолайлы нәтиже.



2-сурет. Оқыту дәуіріне байланысты орташа квадратты жоғалту функциясының графигі

5 Қорытынды

Осы жұмыс нәтижесінде сәйкес тақырыптық мәтіннің кеңейтілген корпусында фактографиялық іздеуді ұйымдастыруға арналған, пәндік аймақтың құрылатын онтологиясында сипатталатын, алынған кілттік сөздерді кейін мән атрибуттарының мүмкін болатын мәндері ретінде қолдану үшін біртекті тақырыптардың мәтін корпустарынан кілттік сөздерді (сөз тіркестерін) алуға мүмкіндік беретін алгоритм алынды.

Есеп сөз таптарының мәтіндерінде белгілеу үшін морфологиялық парсерді қолдану арқылы кейін семантикалық байланысты кілттік сөздерді (сөз тіркестерін) алу үшін кездейсоқ көшу әдісін қолдану арқылы сәтті шешілді. Бұл сөз тіркестерінің жиынына нақты сөз тіркесін мән мәтінінде сипатталған қандай да бір атрибутқа сәйкес қою үшін жабық қабатты оқытылған нейрондық желі қолданылады. Осылайша семантикалық байланысты сөздер жұбы арқылы нейрондық желі жұмысы кезінде қалыптасатын нақты бір құжат үшін онтология құрылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Шокин Ю.И., Федотов А.М., Барахнин В.Б. Проблемы поиска информации - Новосибирск: Наука, 2010 - 196 с.
- [2] Барахнин В. Б., Федотов А. М. Построение модели фактографического поиска // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. - 2013. - Том 11, Выпуск № 4. - С. 16–27.
- [3] Pedersen T. A Simple Approach to Building Ensembles of Naive Bayesian Classifiers for Word Sense Disambiguation. ACM'2000.
- [4] Borkar V, Sarawahi S. Automatic segmentation of text into structured records, ACM, 2001.
- [5] Agichtein E., Ganti V. "Mining reference tables for automatic text segmentation," in Proceedings of the Tenth ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, -Seattle, USA, 2004.
- [6] Seymore K., McCallum A., Rosenfeld R. "Learning Hidden Markov Model structure for information extraction," in Papers from the AAAI- 99 Workshop on Machine Learning for Information Extraction, -1999, pp. 37–42.
- [7] Zelenko D., Chinatsu Aone. Kernel Methods for Relation Extraction//Journal of Machine Learning Research 3, - 2003.
- [8] Mary Califf, Raymond J. Moony, Bottom-Up Relational Learning of Matching Rules for Information Extraction, Journal of Machine Learning Research 4, 2003.
- [9] Herve Dejean. Learning Rules and Their Exceptions, Journal of Machine Learning Research 2, 2002.
- [10] Amy Aung, May Phy Thwal. Ontology Based Hotel Information Extraction From Unstructured Text // International Conference on Advances in Engineering and Technology (ICAET'2014) March 29-30, -Singapore, 2014.

[11] Raghu Anantharangachar, Srinivasan Ramani, S Rajagopalan. Ontology Guided Information Extraction from Unstructured Text // International Journal of Web & Semantic Technology (IJWesT) Vol.4, No.1, January 2013.

Мансурова М.Е., Барахнин В.Б., Пастушков И.С., Қырғызбаева М.Е., Хибатханулы Е.

Применение нейронных сетей для извлечения именованных сущностей из слабоструктурированных текстов

Резюме. Эта статья предназначена для предоставления всем заинтересованным сторонам интеллектуальных инструментов для поддержки принятия решений путем автоматического извлечения знаний из разнородных источников данных, включая Интернет. В первой части главы мы рассмотрели первичную обработку и морфологический анализ текстов. Затем мы рассмотрели модель текстовых документов в виде гиперграфа и реализовали метод случайного блуждания для извлечения семантически связанных слов. В результате вычислений мы получили матрицу с коэффициентами сродства слов, а также словарь, который связывает слово с компонентом вектора. Вторая часть главы описывает нейронную сеть, обученную извлекать лингвистические конструкции, которые включают в себя возможные значения дескрипторов именованных сущностей текстов. Нейронная сеть позволяет извлекать информацию по одному заранее выбранному дескриптору, например, местоположению, в виде конечного результата названия географических объектов. В общем случае нейронная сеть может извлекать информацию о нескольких дескрипторах одновременно.

Ключевые слова: машинное обучение, именованные сущности, нейронные сети, онтология

УДК 621.311

D.K. Tursyn, N.R. Mazhrenova

HEAT ENGINEERING CALCULATIONS OF ENCLOSING STRUCTURES OF BUILDINGS.

Summary. Building fences must have the required thermal protection properties and be sufficiently air-and moisture-proof. As regards heat-engineering aspect, the relation of external enclosing structures of buildings should have sufficient thermal properties to keep a room warm in cold weather and to protect the premises from overheating in summer. The temperature on the inner surfaces, the air permeability and the humidity of the outer barriers shall not exceed the limits permitted by the norms. The article presents the results of determining the design resistance to heat transfer of the main part of the fence structure. The evaluation of the following conditions: it is necessary that the total resistance to heat transfer was equal to or greater than the minimum permissible for sanitary and hygienic reasons, the resistance to heat transfer. To calculate the heat loss and thermal conditions in the room, the evaluation of the reduced resistance to heat transfer of the fence is given. The results can be used in the field of construction thermal physics.

Key words: energy, rationing, energy resource, SNiP, humidity, density, heat transfer coefficient

Д.К. Тұрсын, Н.Р. Мажренова

(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы.

E-mail: dauren_97.kkz@mail.ru)

ҒИМАРАТТАРДЫҢ СЫРТҚЫ ҚОРШАУ КОНСТРУКЦИЯЛАРЫНЫҢ ЖЫЛУТЕХНИКАЛЫҚ ЕСЕБІ.

Түйін. Ғимараттың қоршаулары қажетті жылу қорғау қасиеттеріне ие болуы және жеткілікті дәрежеде ауа және ылғал өткізбейтін болуы тиіс. Жылу техникалық жағынан ғимараттардың сыртқы қоршау конструкциялары үй-жайда жылуды суық уақытта сақтау және үй-жайды жазда қызып кетуден қорғау үшін жеткілікті жылу қорғау қасиеттеріне ие болуы тиіс. Ішкі беттердегі температура, сыртқы қоршаулардың ауа өткізгіштігі мен ылғалдылығы рұқсат етілген нормалардан асып кетпеуі тиіс. Мақалада қоршау конструкциясының негізгі бөлігінің жылу берілісінің есептік кедергісін анықтау нәтижелері берілген. Келесі шарттарды орындауға баға берілді: жылу берілісінің толық(жалпы) кедергісі жылу берілісінің санитарлық-гигиеналық пайымдаулары бойынша ең аз рұқсат етілген жылу берілісіне тең немесе одан көп болуы қажет. Жылу шығынын есептеу үшін және бөлмедегі жылу жағдайын есептеу үшін қоршаудың жылу берілісінің келтірілген кедергісіне баға берілді. Алынған нәтижелер құрылыс жылуфизикасы саласында пайдаланылуы мүмкін.

Кілтті сөздер: энергия, мөлшерлеу, энергоресурс, ҚНЖЕ, ылғалдылық, тығыздық, жылу беру коэффициенті

Жылу, электр энергиясы мен отынның шығыс мөлшері отын-энергетика ресурстарын тұтынуды жоспарлаудың есептік негізін анықтайды, олардың пайдаланылуын бақылау құралы болып табылады және үнемдеу резервтерін анықтауға мүмкіндік береді.

Мөлшерлеудің мақсаты-өнім өндіруді жоспарлау және қызмет көрсету кезінде отын-энергетика ресурстары шығысының техникалық және экономикалық негізделген нормаларын қолдану. Мөлшерлеу энергоресурстарды тиімді пайдалануға және энергия аудиті процесінде отынның, жылу және электр энергиясының өндірістік емес шығындарын анықтауға мүмкіндік береді. [1]

Өнеркәсіптік тұтынушылар үшін отын-энергетикалық ресурстардың шығыс мөлшері-бұл ресурстар шығысының жоспарлы көрсеткіші немесе өнім бірлігін өндіру. Негізгі өндірістік процесті, сондай-ақ өндірістік ғимараттар мен құрылыстарды (жылыту, желдету, ауаны баптау, сумен жабдықтау және жарықтандыру) пайдалануға байланысты өз мұқтаждарын қамтамасыз етуге арналған отын, жылу және электр энергиясының шығыстары мөлшерленеді.

Сондай-ақ энергия көздерінде жылу және электр энергиясын өндіру кезінде, энергияны тұтынушыларға бөлу және тасымалдау (энергия жоғалту) кезінде энергетикалық ресурстардың шығыстары мөлшерленеді. Тұрғын-үй, әкімшілік-тұрмыстық және қоғамдық ғимараттардың энергия тұтынуы нормаланады. [2]

Ғимараттар үшін жылу энергиясының шығыс нормалары ҚНЖЕ 23-02-2003 «Ғимараттарды жылумен қорғау» және аймақтық нормативтік құжаттардың талаптарына сәйкес қабылданады. Нормативтік құжаттарда үй-жайлардың микроклиматының санитарлық-гигиеналық және оңтайлы параметрлерін қамтамасыз ету кезінде энергияны үнемдеу мақсатында ғимараттарды жылулық қорғауға қойылатын талаптар белгіленеді.

Ғимараттардағы жылу энергиясы жылыту, желдету, ауаны баптау және ыстық сумен жабдықтау жүйелерінде тұтынылады. Қоршау конструкцияларының жылу қорғау қасиеттерін сипаттайтын көрсеткіш ретінде қоршаулар арқылы жылу беруге келтірілген кедергі болып табылады. Қоршаулар арқылы жылу беруге келтірілген кедергі бойынша талаптар ҚНЖЕ 23-02-2003 және аймақтық нормативтік құжаттармен анықталады.

Алматы қаласының жағдайы үшін тұрғын үй ғимараты қабырғасының конструкциясын есептеу (қалыңдығы 380 мм, керамикалық қуыс кірпіштен әрленген кешенді кірпіш қабырғасы).

1. Бастапқы деректер:

Жобалау тақырыбы: Тұрғын үй ғимарат

Құрылыс ауданы: Алматы қ.

Тұрғын үй бөлмесінің ішкі ауасының есептік параметрлері:

ауа температурасы $t_{iш} = 21^{\circ}$, салыстырмалы ылғалдылық 55%, (А қосымшасы, МЕМСТ 30494-2011 үй-жайлардағы микроклимат параметрлері, 1-кесте); [6]

Ылғалдылық аймағы-1 (ылғалды), СП 50.13330.2012, қосымшаның ылғалдылық аймағының картасы бойынша анықтаймыз (В қосымшасы) ;

Үй-жайдың ылғалдылығы-қалыпты, 1-кестеге сәйкес 50.13330.2012, осы температура мен салыстырмалы ылғалдылық үй-жайдың қалыпты ылғалдылығына сәйкес келеді (Г қосымшасы);[3]

Пайдалану шарттары-Б, 2-кесте бойынша анықтаймыз СП 50.13330.2012, бұл үй-жайда және құрылыс ауданының ылғалдық аймағында қалыпты ылғалдық режимде (Д қосымшасы);

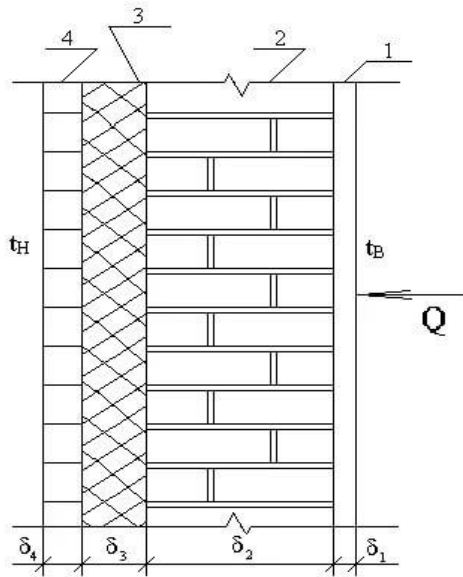
Сыртқы ауаның орташа температурасы $t_{ор} = 2,5^{\circ}\text{C}$ (Алматы қаласы үшін, 12-баған, кесте.3.1 СП131.13330.2012 құрылыс климаты) (Е қосымшасы);

Жылыту кезеңінің ұзақтығы: $Z_{ор} = 145$ тәулік, (Алматы қаласы үшін, 11-баған, кесте.3.1 СП131.13330.2012 құрылыс климаты)(Е қосымшасы);

Жылу беру коэффициенттері: $\alpha_v = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$ және $\alpha_n = 23 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$; (кесте. 4 және кесте.6 СП 50.13330.2012 ғимараттарды жылумен қорғау) (Ж қосымшасы);[4]

Есептеу сипаттамалары (тығыздығы ρ , кг/м³, жылу өткізгіштік коэффициенті λ , Вт/м $^{\circ}\text{C}$, қабырғаның қоршау конструкциясының құрылыс материалдары Б пайдалану шарттары үшін қабылданған (С1 кестесі, С қосымшасы 50.13330.2012)) [5].

Суретте келтірілген қабырға конструкциясының құрамындағы жылу оқшаулағыш қабаттың (δ_3 , м) қалыңдығын анықтау қажет.



1-сурет. Қабырға конструкциясының жылу оқшаулағыш қабатының қалыңдығын есептеу

Суреттегі қабаттардың нөмірленуі 1-кестедегі қабаттардың реттік нөміріне сәйкес келеді.

Кесте-1. Қабырға конструкциясы материалдарының жылу техникалық көрсеткіштері

№	Қабат материалы	Қабаттың қалыңдығы, м	Тығыздығы, ρ , кг/м ³	Жылу-өткізгіштіктің есептік коэффициенттері, λ , пайдалану шарты Б
1.	Әк-құмды ерітінді	0,02	1600	0,81
2.	Цемент-құм ерітіндісінде кәдімгі саз балшықты кірпіштен қалау	0,38	1800	0,81
3.	Жылу оқшаулағыш материал (фасадты пенополистирол плиталары)	δ_3	20	0,045
4.	Цемент-құм ерітіндісінде керамикалық қуыс кірпіштен жасалған кірпіш қалау	0,12	1600	0,64

2. Есептеу: келесі формула бойынша жылыту кезеңінің градусо-тәулігін анықтаймыз:

$$ГСОП = (t_b - t_{от}) \cdot z_{от} = (21 - 2,5) \cdot 145 = 2682,5 \text{ (}^\circ\text{C тәулік./жыл)},$$

мұнда $t_b = 21^\circ\text{C}$ - ғимараттың ішкі ауасының есептік температурасы;
 $t_{от} = 2,5^\circ\text{C}$ - сыртқы ауаның орташа температурасы;
 $z_{от} = 145$ тәулік - жылыту кезеңі ұзақтығы, тәулік./ жыл.

3. Жылу беруге қажетті кедергінің базалық мәні мынадай формула бойынша анықталады:

$$R_{отр} = a \cdot ГСОП + b \cdot (m^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}) = 0,00035 \cdot 2682,5 + 1,4 = 2,34 \text{ (}m^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт)},$$

мұнда $a = 0,00035$, $b = 1,4$ мәндері 3-кестеге ескертпенің деректері бойынша қабылданған коэффициенттер СП 50.13330.2012 ғимараттарды жылулық қорғаудан алынды.

4. Қоршау конструкциясының жылу берілісінің келтірілген кедергісінің нормаланатын мәні $R_{0норм}$, мына формула бойынша анықтаймыз:

$$R_{0норм} = R_{отр} \cdot m_p = 2,34 \cdot 1 = 2,34 \text{ (}m^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт)},$$

мұнда $R_{отр} = 2,34 \text{ (}m^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт)}$ қоршау конструкциясының жылу беруге қажетті кедергісінің базалық мәні;

$$m_p = 1, \text{ құрылыс аймағының ерекшеліктерін ескеретін коэффициент. [9]}$$

5. Қоршаудың жылу берілісінің келтірілген кедергісі көрсетілуі мүмкін:

$$R_{0пр} = R_{0усл} \cdot r = (R_{в} + \sum R_{s} + R_{н}) \cdot r = (1/\alpha_{в} + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 + \delta_4/\lambda_4 + 1/\alpha_{н}) \cdot r = (1/8,7 + 0,02/0,81 + 0,38/0,81 + \delta_3/0,045 + 0,12/0,64 + 1/23) \cdot 0,85 = (0,115 + 0,03 + 0,47 + \delta_3/0,045 + 0,19 + 0,04) \cdot 0,85 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C/Вт)},$$

мұндағы $\alpha_{в}=8,7(\text{Вт/м}^2 \cdot \text{°C})$ – ішкі бетінің жылу беру коэффициенті;

$\alpha_{н}=23(\text{Вт/м}^2 \cdot \text{°C})$ – сыртқы бетіндегі жылу беру коэффициенті;

$\delta_1, 2, 3, 4$ - қабырға қабатының қалыңдығы, м;

$\lambda_1, 2, 3, 4$ - қабат материалының жылу өткізгіштігі;

$r=0,85$ – қоршау конструкциясының жылу техникалық біртектілігінің коэффициенті. [10]

6. СП 50.13330.2012 «Ғимараттарды жылумен қорғау» талаптары бойынша ғимараттың жылу қорғағыш қабығы келесі талаптарға жауап беруі тиіс: қабырғаның сыртқы конструкциясының жылу беруге келтірілген кедергісі нормаланатын мәндерден (элементтік талаптар) кем болмауы тиіс [7]. Осы шарттан жылытқыштың қажетті қалыңдығын анықтаймыз:

$$R_{0пр} \geq R_{0норм},$$

$$R_{0усл} \cdot r = (1/\alpha_{в} + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 + \delta_4/\lambda_4 + 1/\alpha_{н}) \cdot r \geq R_{0норм}$$

$$\delta_3 \geq (R_{0норм}/r - 1/\alpha_{в} - \delta_1/\lambda_1 - \delta_2/\lambda_2 - \delta_4/\lambda_4 - 1/\alpha_{н}) \cdot \lambda_3 \geq (2,34/0,85 - 0,115 - 0,03 - 0,47 - 0,19 - 0,04) \cdot 0,045 = 0,09 \text{ м}.$$

7. Жылу оқшаулағыштың қалыңдығын $0,1 \text{ м} = 10 \text{ см} = 100 \text{ мм}$ қабылдаймыз.

Жалпы қалыңдығы қабырғалары, сонда $0,02 + 0,38 + 0,1 + 0,12 = 0,62 \text{ м} = 620 \text{ мм}$.

8. Жылытқыштың қалыңдығын есептеу нәтижесінде қабылданған қабырғаның жылу берілісінің келтірілген кедергісін есептейміз:

$$R_{0пр} = R_{0усл} \cdot r = (R_{в} + \sum R_{s} + R_{н}) \cdot r = (1/\alpha_{в} + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 + \delta_4/\lambda_4 + 1/\alpha_{н}) \cdot r = (1/8,7 + 0,02/0,81 + 0,38/0,81 + 0,1/0,045 + 0,12/0,64 + 1/23) \cdot 0,85 = (0,115 + 0,03 + 0,47 + 2,2 + 0,19 + 0,04) \cdot 0,85 = 2,6 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C/Вт)}$$

9. Қорытынды: Жылу берілісінің келтірілген кедергісін есептеу нәтижесінде $R_{0пр}$ жылу берілісінің талап етілетін базалық мәнінен $R_{0норм}$ ($2,6 > 2,34 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$) артық демек, қарастырылып отырған қабырғаның конструкциясы Алматы қаласының климаттық жағдайларына қатысты жылу қорғанысының талаптарын қанағаттандырады.

ӘДЕБИЕТТЕР:

- [1] В.В.Кондратьева. Организация энергосбережения (энерго-менеджмент). 2010.-108 с.
- [2] P.Gevorkian. Alternative energy systems in building design. 2010-206 с.
- [3] СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий»
- [4] СП 131.13330.2012 «СНиП 23-01-99. Строительная климатология».
- [5] СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий».
- [6] ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»
- [7] Гринёв А.В. Комбинированный метод расчёта норм потребления энергетических ресурсов // Энергосбережение и водоподготовка, 2011, №6.
- [8] Арутюнян А. А. Основы энергосбережения: моногр. / А.А.Арутюнян. - М.: Энергосервис, 2014. - 600 с.
- [9] Комков, В. А. Энергосбережение в жилищно-коммунальном хозяйстве / В.А. Комков, Н.С. Тимахова. - М.: ИНФРА-М, 2013. - 320 с.
- [10] Самарин, О. Д. Теплофизические и технико-экономические основы теплотехнической безопасности и энергосбережения в здании / О.Д.Самарин. - М.: МГСУ, 2014. - 160 с.

Турсын Д.К., Мажренова Н.Р.

Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций зданий.

Резюме. Ограждения здания должны обладать требуемыми теплозащитными свойствами и быть в достаточной степени воздухо- и влагонепроницаемыми. В теплотехническом отношении наружные ограждающие конструкции зданий должны обладать достаточными теплозащитными свойствами, чтобы сохранять тепло в помещении в холодное время и защищать помещение от перегрева летом. Температура на внутренних поверхностях, воздухопроницаемость и влажность наружных ограждений не должны превосходить допустимых нормами пределов. В статье представлены результаты определения расчетного сопротивления теплопередаче основной части конструкции ограждения. Дана оценка выполнению следующего условия: необходимо, чтобы полное (общее) сопротивление теплопередаче было равно или больше минимально допустимого по санитарно-гигиеническим соображениям сопротивления теплопередаче. Для расчета теплотерь и тепловых условий в

помещении дана оценка приведенного сопротивления теплопередаче ограждения. Полученные результаты могут быть использованы в области строительной теплофизики.

Ключевые слова: энергия, нормирование, энергоресурс, СНиП, влажность, плотность, коэффициент теплопередачи.

UDC 621.121: 620.179.148: 620.192.46

¹V.V. Savinkin, ¹T.Yu. Ratushnaya, ²V.N. Kyznetsova

(¹North Kazakhstan State University named after M.Kozybayev, Petropavlovsk, Kazakhstan

²Siberian State Automobile and Highway University, Omsk, Russia

E-mail: cavinkin7@mail.ru)

RESEARCH OF MECHANICAL PARAMETERS OF CHP TURBINE BLADES RESTORED BY PLASMA ENERGY SOURCE

Abstract. The article provides a rationale for the applicability of the developed technique, which allows timely determination of the turbine blades that work with fatigue stress zones at the pre-failure stage. The results of the research allowed to establish the dependence of the fatigue stress changes of the restored turbine blades on the cyclic loading and to describe their limits of change by regression equations. The efficiency of restoration of worn blades by concentrated sources of plasma energy is proved.

Key words. Turbine blade, fatigue stresses, plasma recovery, accurate prediction, durability.

¹В.В. Савинкин, ¹Т.Ю. Ратушная, ²В.Н. Кузнецова

(¹Северо-Казахстанский государственный университет им. М.Козыбаева;

²Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет

E-mail: cavinkin7@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛОПАТОК ТУРБИН ТЭЦ, ВОССТАНОВЛЕННЫХ ПЛАЗМЕННЫМ ИСТОЧНИКОМ ЭНЕРГИИ

Аннотация. В статье приводится обоснование применимости разработанной методики, позволяющей своевременно определять лопатки, которые работают с зонами усталостных напряжений на стадии предразрушения. Результаты исследований позволили установить зависимость изменения усталостных напряжений восстановленных лопаток от циклового нагружения и описать их пределы изменения уравнениями регрессии. Обоснована эффективность восстановления изношенных лопаток концентрированными источниками плазменной энергии.

Ключевые слова. Лопатка турбины, усталостные напряжения, плазменное восстановление, точное прогнозирование, долговечность.

Введение

Для производства тепловой и электрической энергии в энергетике используют турбины с вращательным движением рабочего органа ротора с лопатками, приводимые в действие потоком давления пара, образованным в результате сгорания измельченного угля, или потоком воды. Таким образом, происходит преобразование одного вида энергии (давление пара, воды) в другой (тепло и электричество).

В процессе работы лопатки турбин подвергаются интенсивному эрозионному изнашиванию. Исследованиями установлено [1-3], что за время эксплуатации турбин ТЭЦ в рабочих лопатках создаются зоны концентрации напряжений, которые уменьшают усталостную прочность восстанавливаемых участков лопаток, работающих в условиях знакопеременных циклических нагрузок. Разрушения, циклически изменяющиеся по времени (циклические напряжения), под действием нагрузок, относят к категории усталостных. Если знак изменяется, напряжения относятся к знакопеременным, а при одном знаке их относят к пульсирующим. Закономерности изменения циклических напряжений от времени на практике бывают самыми различными – от вполне определенных, до беспорядочных, мало поддающихся какой-либо регламентации. В случае если фактический закон изменения циклической нагрузки от времени установить трудно, его необходимо условно принять за синусоидальный (рисунок 1) [4, 5].

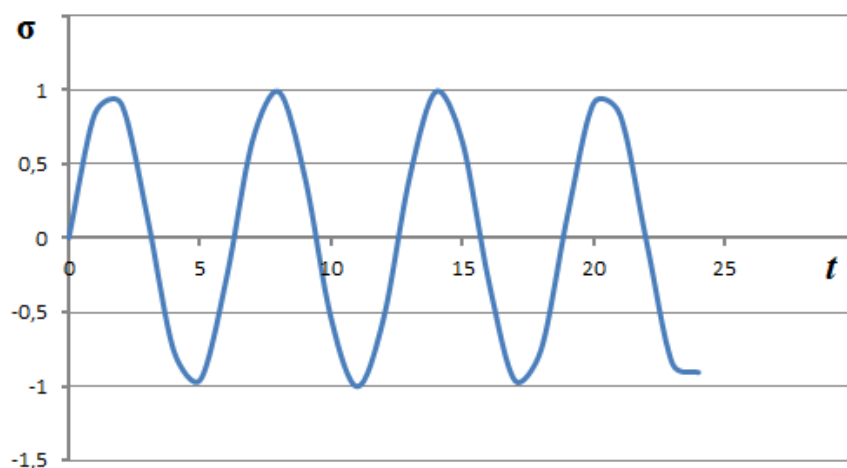


Рис. 1. График нагрузок, синусоидально изменяющихся по циклу

В качестве характеристик цикличности нагрузок выбраны: объединение последовательных значений переменных напряжений за один период процесса их изменения; минимальное напряжение цикла σ_{min} , Н/м², наименьшее по алгебраическому значению напряжение цикла, равное алгебраической разности среднего напряжения цикла и амплитуды; максимальное напряжение цикла σ_{max} , Н/м²; наибольшее по алгебраическому значению напряжение цикла, равное алгебраической сумме среднего напряжения цикла и амплитуды; период цикла t – время одного цикла напряжения. Среднее напряжение цикла определяется по выражению [6]:

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2}.$$

амплитуда цикла:

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2}.$$

размах цикла:

$$\sigma_a = \sigma_{max} - \sigma_{min}.$$

Коэффициент асимметрии цикла определяем и как

$$R = \sigma_{min}/\sigma_{max}.$$

и как

$$R = \tau_{min}/\tau_{max}.$$

Свойство металла противостоять усталости (выносливость) определяется пределом выносливости (предел усталости) σ_{R1} , Н/м², которое определяется значением максимального напряжения цикла с асимметрией R , соответствующей заданной долговечности. Предел выносливости при симметричном цикле σ_{-1} , это предел выносливости при условии, что σ_{max} равны σ_{min} , но противоположны по знаку, то есть $R = -1$. В случае, если имеет место симметричный цикл, уравнение будет подчиняться синусоидальному закону:

$$\sigma = \sigma_i - \sigma_a \sin(\omega t + \varphi),$$

где ω – частота циклов;

φ – угол, определяющий начальную фазу.

Количество циклов, которое необходимо для разрушения различных деталей, зависит от эксплуатационных условий и представлено в таблице 1.

Таблица 1. Количество циклов изменения напряжений, которое соответствует разрушению отдельно взятых деталей

№	Наименование деталей	Количество циклов
1	Рельсы железных дорог	$0,15 \cdot 10^8$
2	Оси вагонов	$0,5 \cdot 10^8$
3	Коленчатые валы автомобильных двигателей	$1,2 \cdot 10^8$
4	Оси локомотивов	$4 \cdot 10^8$
5	Шатуны, поршневые штоки	$10 \cdot 10^8$
6	Валы паровых турбин	$150 \cdot 10^8$
7	Лопатки турбины	$170 \cdot 10^8$

Испытания на усталость проводят с помощью различных испытательных машин. Схема нагружения выбирается таким образом, чтобы создать в образцах напряженное состояние, которое будет характерно для работы деталей в условиях эксплуатации.

Целью исследований является метрологическая оценка надежности восстановленных лопаток турбины Т-100/120, путем получения количественных характеристик внутренней напряженности испытуемых лопаток и их сравнения.

1. Методы исследования

Существующие методы неразрушающего контроля (вихретоковый метод, цветная дефектоскопия, магнитопорошковая дефектоскопия, ультразвуковая дефектоскопия), которые широко применяются, направлены на обнаружение уже сформированных типов дефектов, что недостаточно для обеспечения долговечности работы лопаток турбин. Перечисленные методы не дают возможности осуществить раннее диагностирование повреждений. В условиях достаточно большого межремонтного периода деталей элементов гидроагрегата при отсутствии раннего диагностирования состояния металла, внезапные концентрации напряжений неизбежны [7-9].

Определять концентрации внутренних напряжений в процессе эксплуатации возможно с помощью метода магнитной памяти металла (МПМ). Этот способ очень эффективен для оценки ресурса лопаток гидроагрегата. С его помощью можно выполнить комплексную оценку состояния узла с учетом качества металла, фактических условий эксплуатации и конструктивных особенностей узла. По характеру распределения поля остаточной намагниченности представляется возможным определить наиболее напряженные узлы энергетического оборудования и зоны концентрации напряжений (ЗКН), предрасположенные к повреждениям.

Кроме того, предлагаемый способ диагностирования с помощью метода МПМ, даёт возможность по характеристике распределения поля остаточной намагниченности H_p вдоль поверхности детали, определить тон колебаний, т.е. оценить вибрационную надежность детали. В этом случае используют известный эффект поглощения энергии механических колебаний (демпфирование колебаний) [10, 11].

Преимуществами предлагаемого метода исследования являются то, что нет необходимости подготавливать контролируемую поверхность; для выполнения диагностирования используют приборы, которые имеют автономное питание, малые габариты и регистрирующие устройства (рисунок 2).

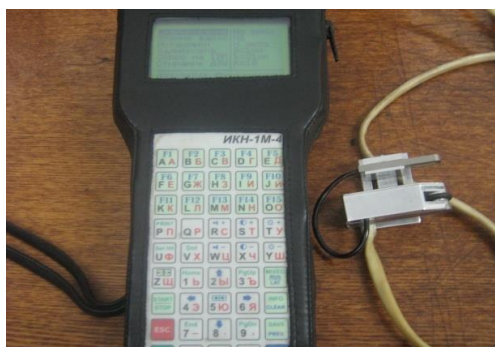


Рис. 2. Средство измерения, реализующее метод магнитной памяти металла, ИКН – 1М

2. Результаты исследования

Исследования восстановленных лопаток турбин ТЭЦ проводились в условиях ТОО «РЕМПЛАЗМА». Предметом исследования являлись лопатки с категорией прочности КП-60 турбины Т-100/120 после плазменного восстановления. Испытаниям подвергались три серии лопаток: эталонная - новые лопатки производства ЗАО «Уральский турбинный завод»; восстановленные виброконтактной наплавкой; восстановленные плазменным способом по технологии, разрабатываемой в СКГУ им. М. Козыбаева совместно с ТОО «РЕМПЛАЗМА».

Параметры, которые подвергались контролю: концентрация внутренних напряжений, которая для новых лопаток составляет $H_p=10$ А/мм; усталостная прочность, которая для новых лопаток составляет 17×10^6 циклов; область критического сечения; наличие отклонения от проектной геометрии, мм, (не выше новых).

Наряду с расчетными значениями величины концентрации напряжений при моменте изгиба, предусматривается их непосредственное измерение. Концентрация напряжений измеряется с помощью прибора ИКН-1М.

Контроль проводится на длине рабочей поверхности лопатки, т.е. в местах, наиболее подверженных коррозионному и усталостному износу. Сканирование датчиком прибора ИКН-1М проводится от коренного сечения основания лопатки к периферийному или наоборот. В процессе осуществления контроля, на экране прибора ИКН-1М отображаются графики распределения поля рассеяния H_p по длине лопатки. Результаты контроля сохраняются в памяти прибора для дальнейшей обработки на персональном компьютере.

Результаты измерений представлены на рисунке 3.

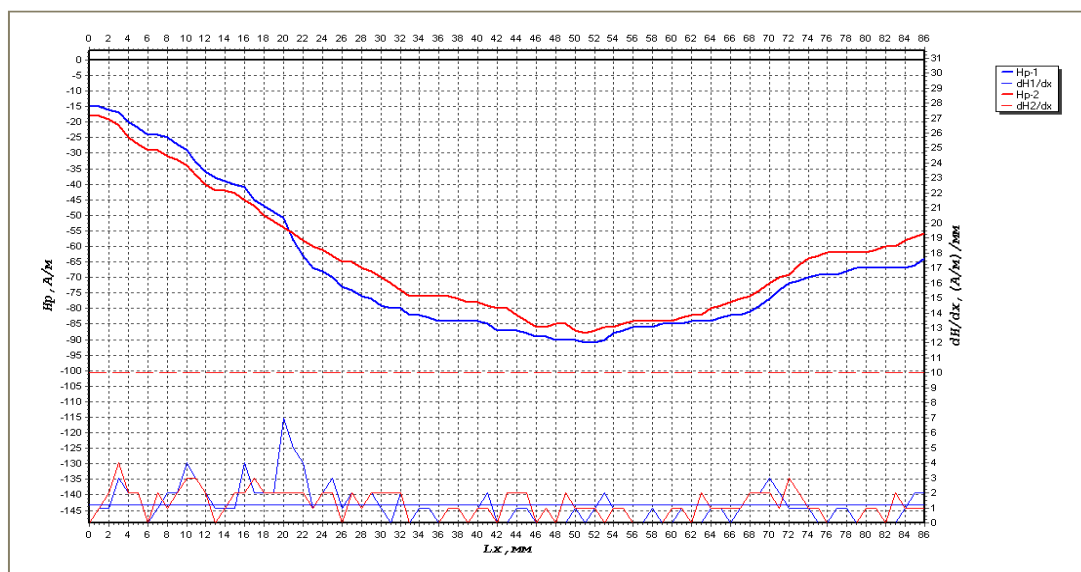


Рис. 3. График без критических зон концентрации напряжений

Непрерывная линия красного цвета на графике (рисунок 3) представляет изменение магнитного поля на метр длины образца А/м, в связи с этим, четких всплесков не видно. Прерывистая красная линия показывает допустимое значение напряжений для данного вида изделия. Непрерывная линия синего цвета графика (градиента) показывает места всплеска КН на каждом миллиметре образца А/мм. Если знак изменяется, то это говорит о направлении изогнутости.

На рисунке 4 представлена зона с концентрацией напряжений (ЗКН), которая была выявлена вблизи опасного сечения образца. ЗКН совмещается с сечением изогнутости образца на 70-82 мм по контрольной длине и на 7-9 мм от критической точки (рисунок 4), изменение знака показывает на направление изогнутого образца.

По результатам анализа данных, полученных в результате серии испытаний восстановленных лопаток турбин, были выявлены некоторые типы дефектов.

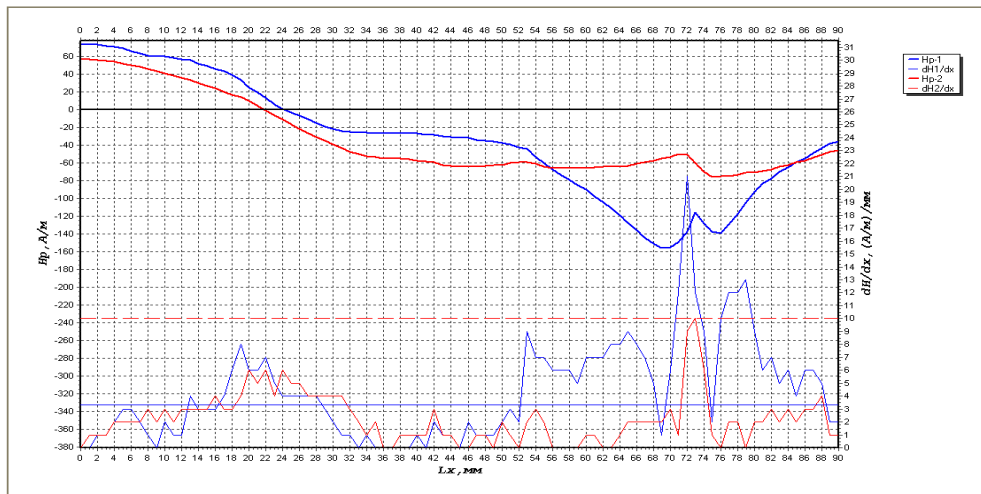


Рис. 4. График с превышающими значениями ЗКН в лопатке

Первый тип дефекта. Зона зарождения и развития потери поверхностного слоя совпадает с плоскостью расчетного сечения. Одновременно наблюдается рост концентраций внутренних напряжений (КВН) в точке опасного сечения. При дальнейшем нагружении лопатки, происходит *max*-КВН металла, которая превышает критическое напряжение при моменте изгиба, что ведет к изменению проектной геометрии. Первый тип дефекта КВН при моменте изгиба фиксируется прибором ИКН-1М и представлен в виде графика (рисунок 4).

Второй тип дефекта - аналогичен первому виду изгиба и отличается от него лишь местом расположения. Если в опасном сечении при выбранной схеме защемления изгибающий момент M_i и действующие напряжения имеют максимальное значение, то при изгибе других типов эти параметры уменьшаются примерно на 23%.

Образцы изгибались в критической точке при $l_i = \max$, при действующих напряжениях, меньше разрушающих. Из этого можно предположить, что сечение в средней части пера лопатки является опасным и определяющим местом концентрации внутренних напряжений. Действительно, рассмотрение и анализ изогнутых сечений образцов лопаток при эксплуатации подтверждает, что погнутость лопаток происходит ближе к верхней части входных кромок. Рассчитывая номинальные напряжения для образцов, за опасное сечение принималось поперечное сечение от центра тела лопатки до верхней части (рисунок 5).

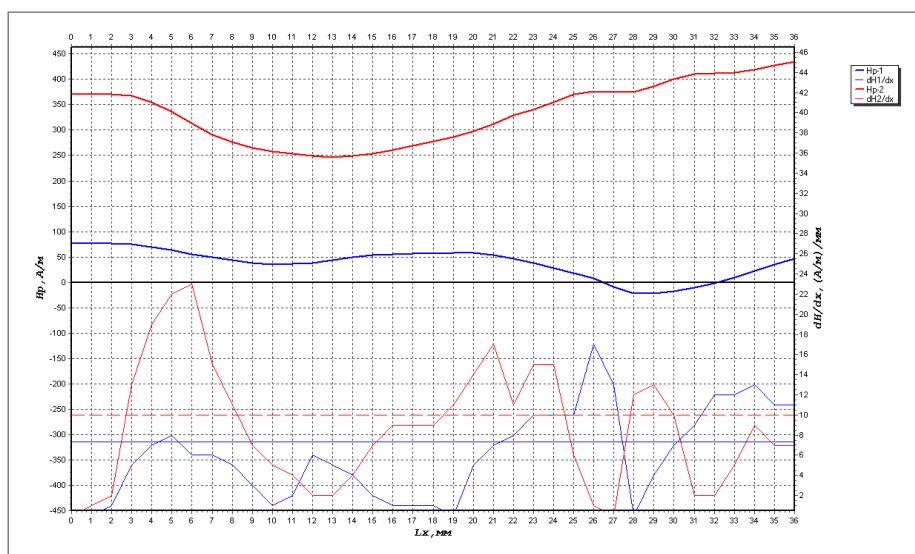


Рис. 5. Сечение № 1. Расстояние 20 мм от корневого сечения. Движение от выходной кромки к входной, К1 к корневному сечению

При анализе графика, видно, что коэффициент интенсивности изменения поля остаточной намагниченности по сечению №3 (рисунок 6) показывает две зоны напряженно-деформированного состояния. В указанных зонах выполнена зачистка поверхностного слоя металла с визуальным контролем, были выявлены глубокие микротрещины более 10%. Данная лопатка забракована из-за наличия внутреннего дефекта металла.

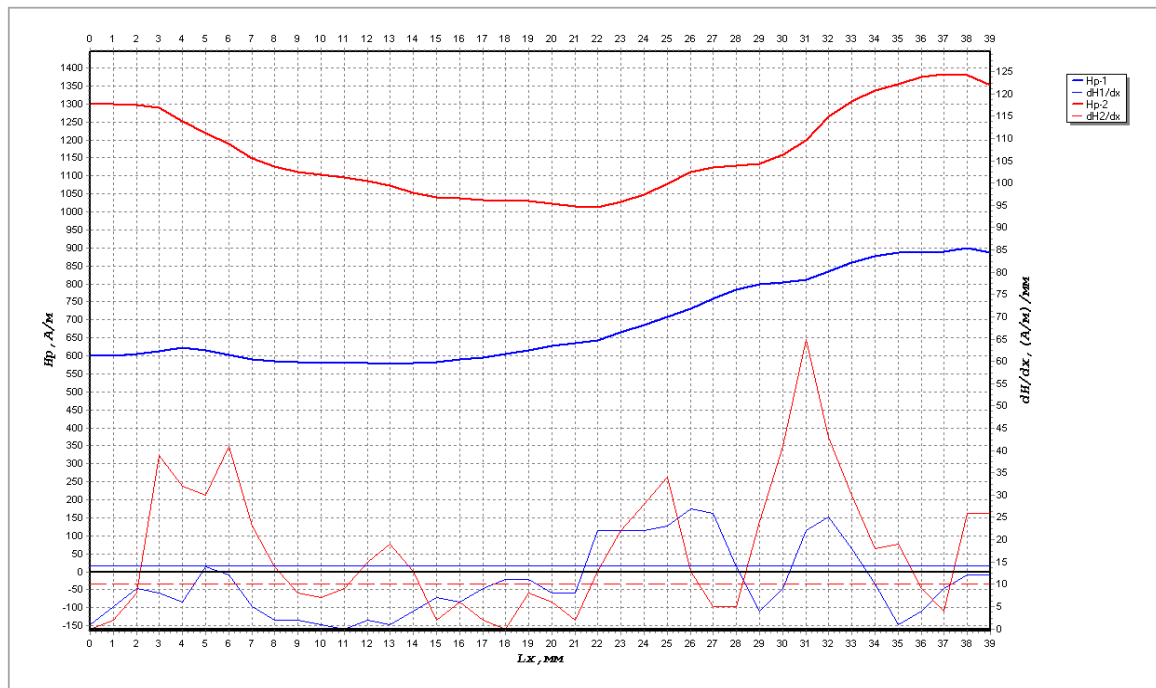


Рис. 6. Сечение №3. Расстояние 50 мм от сечения №2 (100 мм от корневого сечения). Движение от выходной кромки к входной, К1 к корневому сечению

Сравнительный анализ прочности лопаток турбины ТЭЦ, восстановленных плазменным способом, показывает, что по отношению к новым, у них снижается прочность от 40% до 25,3%. Анализируя кривые повреждаемости можно сделать вывод о том, что лопатки, которые восстанавливаются с помощью стандартных технологий по ГОСТ 21448-75, имеют склонность к значительной потере энергетической прочности. Для того, чтобы, подобрать уравнения кривых повреждаемости, построить график испытаний и оценить параметры, был проведен линейный регрессионный анализ полученных опытных данных для каждой серии испытанных образцов с помощью метода наименьших квадратов. В работе была использована методика и рекомендации работ [12, 13]. Эмпирические уравнения линии регрессии для лопаток турбины каждой серии имеют вид:

–эталонная: $Y = 6,058 - 0,0479x$.

–восстановленная вибродуговым способом, ГОСТ 21448-75: $Y = 6,1089 - 0,0703x$

–восстановленная плазменным способом: $Y = 6,179 - 0,0596x$

Все реальные дефекты лопаток каждой серии, которые наносятся на графике испытаний (рисунок 7) в полулогарифмических координатах, группируются вокруг этих линий с возможными наименьшими отклонениями [14, 15].

Можно сделать предположение, что в отличие от новых, все восстановленные лопатки изгибаются при меньших напряжениях. Так, для эталонной серии два образца выдержали испытания в 10 тыс. мото-часов наработки или 10 млн. циклов.

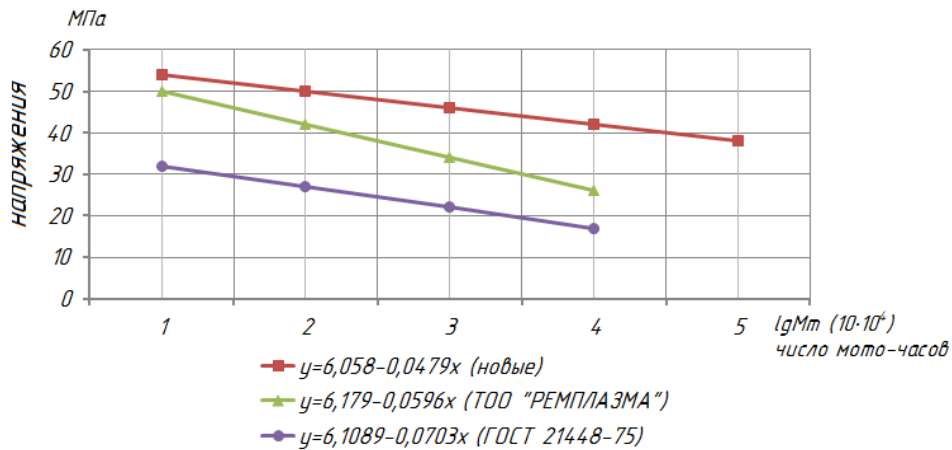


Рис. 7. Кривые повреждаемости лопаток турбины Т-100/120

Можно ожидать предел выносливости для новых лопаток турбины в пределах от 49,6 до 50,2 Н/м². Для следующей серии лопаток, которые восстанавливались по технологии ГОСТ 21448-75, все образцы имели усталостные напряжения менее 30 Н/м², в связи с этим их предел выносливости должен ожидаться ниже этого уровня. Для лопаток третьей серии, которые были восстановлены с помощью плазменного способа, ожидаемый предел усталости будет находиться в пределах 42,8 Н/м², потому что число наработки, выдержанное образцами при этом от 5,4 до 7 тыс. мото-часов.

Представленные расчеты отражают то, что новые лопатки турбины ТЭЦ обладают расчетным значением предела выносливости в пределах от 49,6 до 50,2 Н/м². Сделаем оценку прочности испытанных лопаток при наработке в мото-часах с действующим напряжением в пределах 50,2 Н/м². Выбранное значение рабочего напряжения основано на более высоком уровне нагружения в условиях работы и пределе выносливости новых лопаток турбины. Новые детали, при выбранном напряжении, позволяют выдерживать базу испытаний в 10⁷ циклов или 10⁴ мото-часов.

Лопатки, восстановленные по технологии ГОСТ21448-75, имеют ресурс – 4000 мото-часов; по способу СКГУ им. М. Козыбаева и ТОО «РЕМПЛАЗМА» – 7000 мото-часов (рисунок 7).

Внутренние напряжения снижаются для технологии по ГОСТ21448-75 на 40%, а с использованием технологии ТОО «РЕМПЛАЗМА» - СКГУ им. М. Козыбаева снижение достигает 25,3%. Сравнивая долговечность лопаток, восстановленных по технологии ТОО «РЕМПЛАЗМА» - СКГУ им. М. Козыбаева, можно сделать вывод о том, что она выше на 28% тех лопаток, которые были восстановлены по технологии ГОСТ21448-75.

В качестве источника высоких действующих напряжений выбираются отклонения геометрических параметров лопаток от требований технических условий изготовителя ЗАО «УТЗ».

Заключение

Проводя оценку результатов энергетических испытаний лопаток исследованных серий можно сделать следующие выводы:

1. Данная методика позволяет своевременно определять лопатки, которые работают с ЗКН на стадии предразрушения.
2. Максимальные ЗКН как и предполагалось, имеют расположение в критическом сечении лопатки, теоретические расчеты критического сечения лопатки совпадают с результатами, полученными в ходе экспериментов.
3. Из трех исследованных серий лопаток турбины эталонные детали обладают наибольшей долговечностью. Предел выносливости составляет 50,2 Н/м² для новых лопаток.
4. Полученные значения величины предела выносливости для лопаток, которые выпускает в настоящее время ЗАО «УТЗ», совпадают с результатами других исследований. По данным исследовательской лаборатории АО «ПЗТМ», у таких лопаток значение предела выносливости находится в границах 49,6-50,2 Н/м².
5. Предел выносливости лопаток, которые были восстановлены по технологии, предусмотренной ГОСТ 21448-75, составляет 29,94 Н/м², что в сравнении с прочностью новых лопаток составляет 60%.

6. Усталостная долговечность лопаток, которые восстанавливаются с помощью плазменного способа СКГУ им. М. Козыбаева - ТОО «РЕМПЛАЗМА», составляет 42,8 Н/м², что в сравнении с прочностью новых лопаток составляет 86,3% .

7. Методика испытаний на концентрацию внутренних напряжений, которая предлагается, отработана и усовершенствована. Модернизация обусловлена введением корреляционных коэффициентов учитывающих многие факторы, которые влияют на отклонение значений и разработанными уравнениями регрессии описывают закономерность изменения усталостных напряжений от циклового нагружения. Применение рекомендуемой методики оправдывается практикой испытаний. Предлагается рекомендовать ее в качестве типовой при проведении испытаний на усталость различных деталей, не снимая их с узла или агрегата. Кроме того, с помощью данной методики возможно прогнозирование наступления еще не случившегося дефекта, а также его участок на детали с зонами концентрации напряжений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Филиппов А.М., Голикова Е.О., Сидоров А.Н, Азин А.С. Проблемы при эксплуатации лопаток последних ступеней паровых турбин после восстановительного ремонта // Актуальные проблемы в машиностроении. - 2016. - №3. - С. 17-22.
- [2] Грачев О.Е., Неуймин В.М., Настека Д.В. Повышение эффективности ремонтов, изготовления и эксплуатации оборудования ТЭС путем применения технологий газотермического нанесения покрытий и лазерной наплавки // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. - 2015. - №6. -С. 55-61.
- [3] Савинкин В.В., Ратушная Т.Ю., Абильмажинова А.А. Исследования концентрации внутренних напряжений в лопатках турбины ТЭЦ методом магнитной памяти металла // Научно-технический журнал «Метрология». 2017. - №1. - С. 33-42.
- [4] Glazkov Yu.A. Use of Methods of Nondestructive Testing in Investigating Failures of Complex Technical Apparatus // Russian Journal of Nondestructive Testing. - 2000. - V. 36. - I. 12 - P. 916–922.
- [5] Дубов А.А. Диагностика турбинного оборудования с использованием магнитной памяти металла // М.: - 2009. – С. 148.
- [6] Gorkunov E.S. Different remanence states and their resistance to external effects. Discussing the so-called magnetic memory method // Insight. - 2015. - №12. - V. 57. - P. 709-717.
- [7] Klikushin Yu.N., Koshekov K.T., Kobenko V.Yu., Trunin E.S. An algorithm for evaluating the state of a generating unit based on the identification measurements of vibrosignals // Russian Journal of Nondestructive Testing. - 2014. - V. 50. - I. 7. - P. 413–418.
- [8] Jablonski F., Kienzler R. Calculation of fatigue limits of case-hardened specimens with consideration of mean stresses and residual stresses // Computational Mechanics. – 2002. - V. 28. - I. 5. - P. 401–405.
- [9] Artamonov V.V., Artamonov V.P. Diagnostics of the causes of the operational destruction of rotor blades of gas turbines // Russian Journal of Nondestructive Testing – 2013. - V. 49. - I.9. - P. 538–542.
- [10] Савинкин В.В., Ратушная Т.Ю. Математическое описание основных факторов, повышения газодинамической нагрузки турбины ТЭЦ // Вестник, Серия техническая, СКГУ им. М.Козыбаева. – 2016. - № 4(33). - С. 114-118.
- [11] Неразрушающий контроль: Справочник. В 7 т./Под общ.ред. В.В. Клюева. Т.7. В 2 кн. Кн.1: Иванов В.И., Власов И.Э. Метод акустической эмиссии; Кн.2: Балицкий Ф.Я. и др. // Вибродиагностика. М.: Машиностроение. – 2005.
- [12] Загидулин Р. В., Загидулин Т. Р. Исследование зависимости поля остаточной намагниченности от напряженно-деформированного состояния металла стального изделия. Ч. 2. Зависимость поля остаточной намагниченности металла от механического напряжения // Контроль. Диагностика. -2011. - № 8(158). - С.14 - 20.
- [13] Новиков В.Ф., Семенов В.В., Бахарев М.С. Возможности определения предела пропорциональности (предела микротекучести) стали по кривым магнитоупругого размагничивания // Контроль. Диагностика. - 2006. - № 4. - С. 16-17.
- [14] Blachnio J. Bogman M. A Non-destructive method to assess condition of gas turbine blades, based on the analysis of blade-surface images// Russian Journal of Nondestructive Testing. – 2010. - №11. - P. 89-98.
- [15] Artamonov V.V., Artamonov V.P. Diagnostics of the causes of the operational destruction of rotor blades of gas turbines // Russian Journal of Nondestructive Testing. - 2013. - Т. 49. - № 9. - P. 538-542.

Савинкин В.В., Ратушная Т.Ю., Кузнецова В.Н.

Плазмалық энергия көзі қалпына келтірілген ЖЭО турбиналары қалақтарының механикалық параметрлерін зерттеу

Түйіндеме. Мақалада бұзылу сатысында шаршау кернеулерінің аймақтарымен жұмыс істейтін қалақтарды уақтылы анықтауға мүмкіндік беретін әзірленген. Әдістemenің қолданылуына негіздеме беріледі. Зерттеу нәтижелері қалпына келтірілген қалақтардың шаршау кернеулерінің өзгеруінің циклдік жүктемеден тәуелділігін

анықтауға және олардың регрессия теңдеулерімен өзгеру шектерін сипаттауға мүмкіндік берді. Тозған қалақтарды концентрацияланған плазмалық энергия көздерімен қалпына келтіру тиімділігі негізделген.

Түйін сөздер. Турбинаның күрегі, шаршау кернеулері, плазмалық қалпына келтіру, дәл болжау, ұзақ мерзімділік.

Savinkin V. V., Ratushnaya T. Yu., Kyznetsova V. N.

Research of mechanical parameters of turbine blades of CHP restored by plasma energy source

Summary. The article provides a rationale for the applicability of the developed technique, which allows timely determination of the turbine blades that work with fatigue stress zones at the pre-failure stage. The results of the research allowed to establish the dependence of the fatigue stress changes of the restored turbine blades on the cyclic loading and to describe their limits of change by regression equations. The efficiency of restoration of worn blades by concentrated sources of plasma energy is proved.

Key words. Turbine blade, fatigue stresses, plasma recovery, accurate prediction, durability.

УДК 532.5;54.03

ГРНТИ 27.35.45

D. Baimbetov^{1,2}, Ye. Shakir^{1,2}, Ye. Belyayev^{1,2*}, A. Kaltayev^{1,2}

(¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

²Satbayev University, Almaty, Kazakhstan)

PROCESSES MODELING IN SOLAR PHOTOVOLTAIC REVERSE OSMOSIS SYSTEM FOR WATER DESALINATION

Abstract. Numerical modelling of performance parameters of solar photovoltaic reverse osmosis (PV-RO) system for water desalination in Kazakhstan conditions was carried out. Simulation includes: PV module electrical efficiency, RO membrane efficiency. The numerical model is based on energy and mass balance relations, as well as differential equations for CFD simulation of membrane biofouling. The calculations took into account the climatic data for Kazakhstan. The influences of different parameters for PV-RO system performance and efficiency are discussed.

Keywords: Solar energy; Photovoltaics; Reverse osmosis; Water desalination; Kazakhstan

Introduction

Water is the main element and it is essential for all forms of life; for the existence of natural ecosystems, social and economic development of any country. Fresh water on Earth is just 3%. In addition, water resources are distributed according to the land surface is extremely uneven. By 2025, according to UN forecasts, the acute shortage of water will be experienced by more than 2.8 billion people. Increasing water scarcity is caused by the growing world population and the development of the global economy and climate change.

To date, as a result of combination of anthropogenic and natural factors the desertification processes in varying degrees subject to more than 70% of the territory of Kazakhstan. For example, the Aral Sea dried up almost 90%. Kazakhstan is experiencing an acute shortage of water resources for the needs of industry and agriculture and for drinking water.

This problem can be partially solved by the introduction of desalination systems, particularly solar desalination. The paper authors published review articles on the use of solar energy and heat pumps in space heating, water heating, drying and desalination applications [1-2]. In particular, articles were published in the field of integrating heat pumps in a solar still [3-5].

In this paper, the authors suggest a numerical study of the efficiency of using salt water desalination technology by reverse osmosis with the application of solar photovoltaics for feeding pumps. The use of solar photovoltaics and hybrid sources of electricity for reverse osmosis has been considered in many research papers [6-12]. In [6] it was shown that maximum of 228 m³ and a minimum of 148m³/day of potable water can be produced with cost of 1.96 to 3.02 \$/m² for Delvar and Deylam port (Iran) respectively using off grid photovoltaic systems for a photovoltaic reverse osmosis desalination system. Another [7] study evaluated the operations of seven different (off-grid) power systems (wind-photovoltaic-diesel-battery) used to satisfy the electrical energy demand of a small-scale reverse osmosis system with a capacity of 1 m³/h used on Bozcaada Island, Turkey. In [13-14] solar photovoltaic reverse osmosis system with a pressure intensifier was developed.

System description

The solar photovoltaic reverse osmosis (PV-RO) system consists of a solar photovoltaic (PV), AC/DC inverter, medium pressure water pump, mechanical pressure intensifier, reverse osmosis (RO) membrane. The schematic diagram of solar PV-RO system is shown in Fig. 1. Mechanical pressure intensifier is needed in order to reduce the load on the water pump, accordingly reduce the area of solar PV.

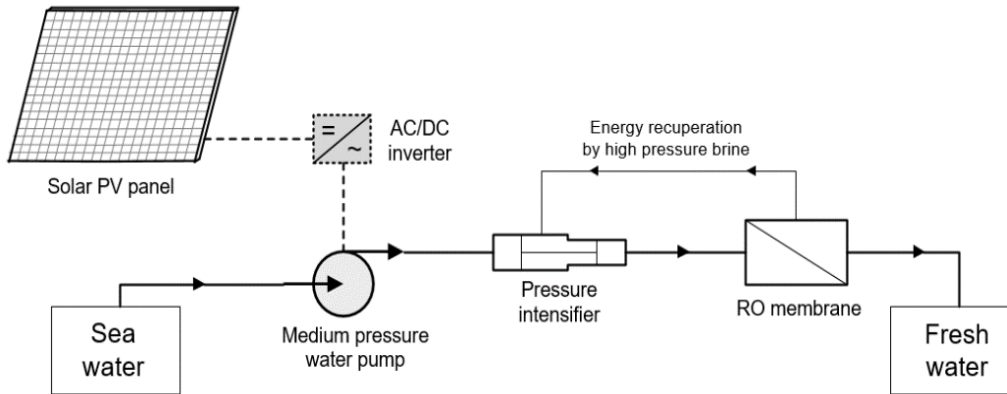


Fig. 1. Solar PV-RO system

Method of solution

For the numerical solution the COMSOL Multiphysics software package was used. For the RO membrane configuration Incompressible fluid solver is adopted. The RO membrane biofouling solution algorithm was adopted according to [15-16]. The schematic diagram of the solution algorithm is shown in Fig. 2.

Table 1. Basic parameters of the heat pump assisted solar dryer

Parameter	Symbol	Value	Unit
Mass of the glass cover	m_g	4.96	kg
Specific heat of glass	c_g	0.8	kJ/kgK
Absorptivity of glass	α_g	0.05	-
Density of the glass	ρ_g	2482	kg/m ³
Transmissivity of the glass	τ_g	0.95	-
Emissivity of the glass	ε_g	0.9	-
Stefan Boltzman constant	σ	5.6810-8	W/m ² K ⁴
Thickness of the glass	l_g	2	mm
Thermal conductivity of the glass	k_g	0.98	W/mK
Mass of the cell	m_{cell}	1.16	kg/m ²
Specific heat of the solar cell	c_{cell}	0.7	kJ/kgK
Reference efficiency	η_r	0.18	-
Reference temperature	T_r	298	K
Thickness of the solar cell	l_{cell}	0.5	mm
Thermal conductivity of the solar cell	k_{cell}	148	W/mK
Density of the solar cell	ρ_{cell}	2328	kg/m ³
Absorptivity of solar cell	α_{cell}	0.91	-
Mass of the tedlar	m_{td}	1.7	kg
Specific heat of the tedlar	c_{td}	1.01	kJ/kgK
Absorptivity of the tedlar	α_{td}	0.05	-
Density of the tedlar	ρ_{td}	1720	kg/m ³
Thickness of the tedlar	l_{td}	1	mm
Thermal conductivity of the tedlar	k_{td}	0.36	W/mK

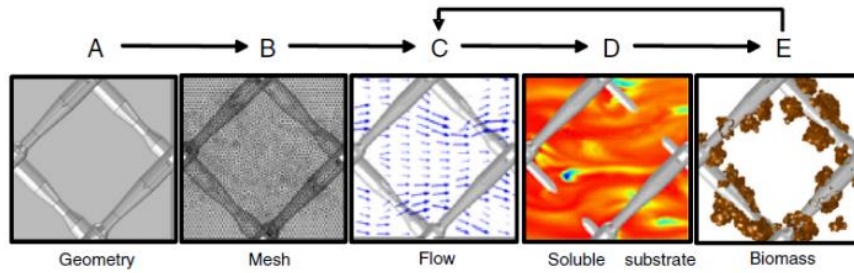


Fig. 2. Graphical representation of the model algorithm [15-16]

Results and discussion

Temperature variation of solar PV components in solar PV-RO water desalination system was numerically estimated for Kazakhstan climate conditions. In the present paper three small towns of Kazakhstan were considered: Aral, Balkhash and Fort-Shevchenko, which are corresponding to Aral sea, Balkhash lake and Caspian sea. The corresponding ambient temperature, solar radiation and wind velocity were taken into account during the calculation.

Fig. 3 shows the average daily direct and diffuse solar radiation on a horizontal surface with actual conditions of cloudiness, W/m^2 . Kazakhstan is one of the leading countries in the Central Asian region with the average annual solar radiation potential. Annual duration of sunshine is 2200-3000 hours, and the estimated capacity of 1300-1700 kW per $1 m^2$ per year, which exceeds that of Northern and Central Europe. According to Fig. 3 the average daily intensity of solar radiation in the summer season is about $600 W/m^2$. Similarly, for the winter season in the above towns is about $180-200 W/m^2$.

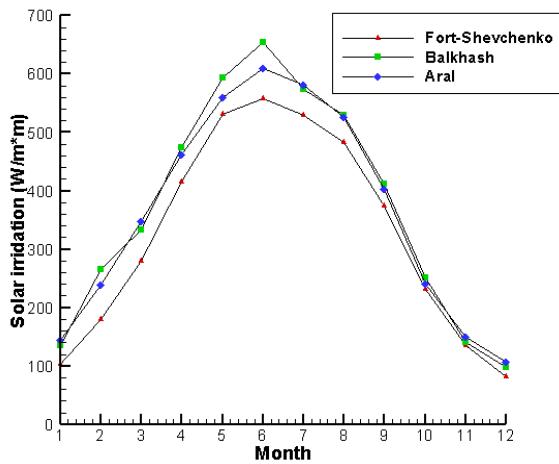


Fig. 3. Average daily direct and diffuse solar radiation, W/m^2

Fig. 4 shows seasonal temperature variation of ambient, PV cells, glass cover and solar PV tedlar for these towns.

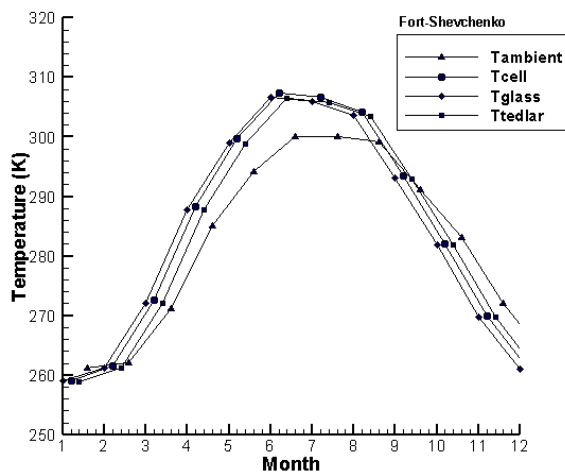


Fig. 4. Solar PV temperature variation by months

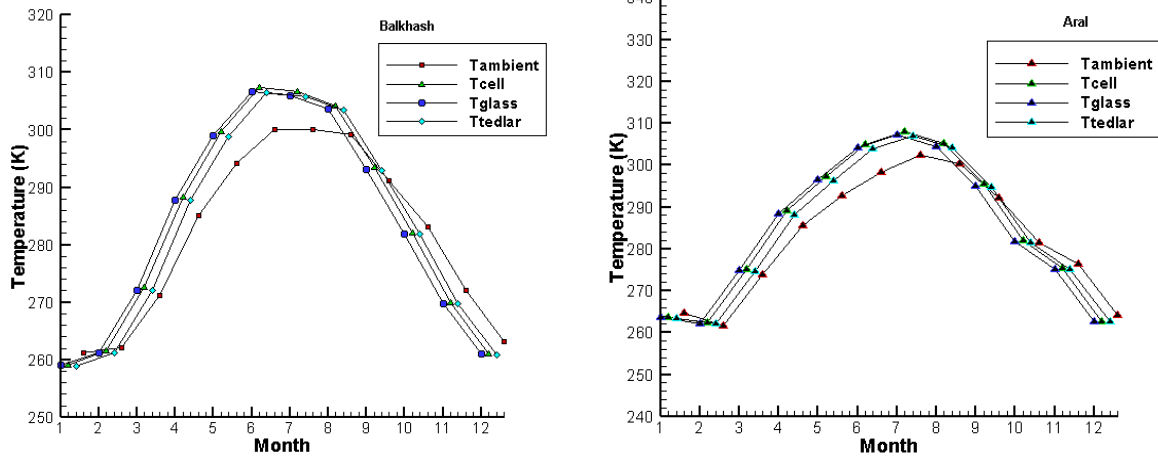


Fig. 5. Solar PV temperature variation by months (Continuation)

It can be seen from simulation results that the temperature of solar PV components reach their maximum in the summer season. The trend is the same as the solar irradiation. Temperature difference between ambient and solar PV components is high during summer. Fig. 6 shows the output electricity and PV efficiency of the solar PV system.

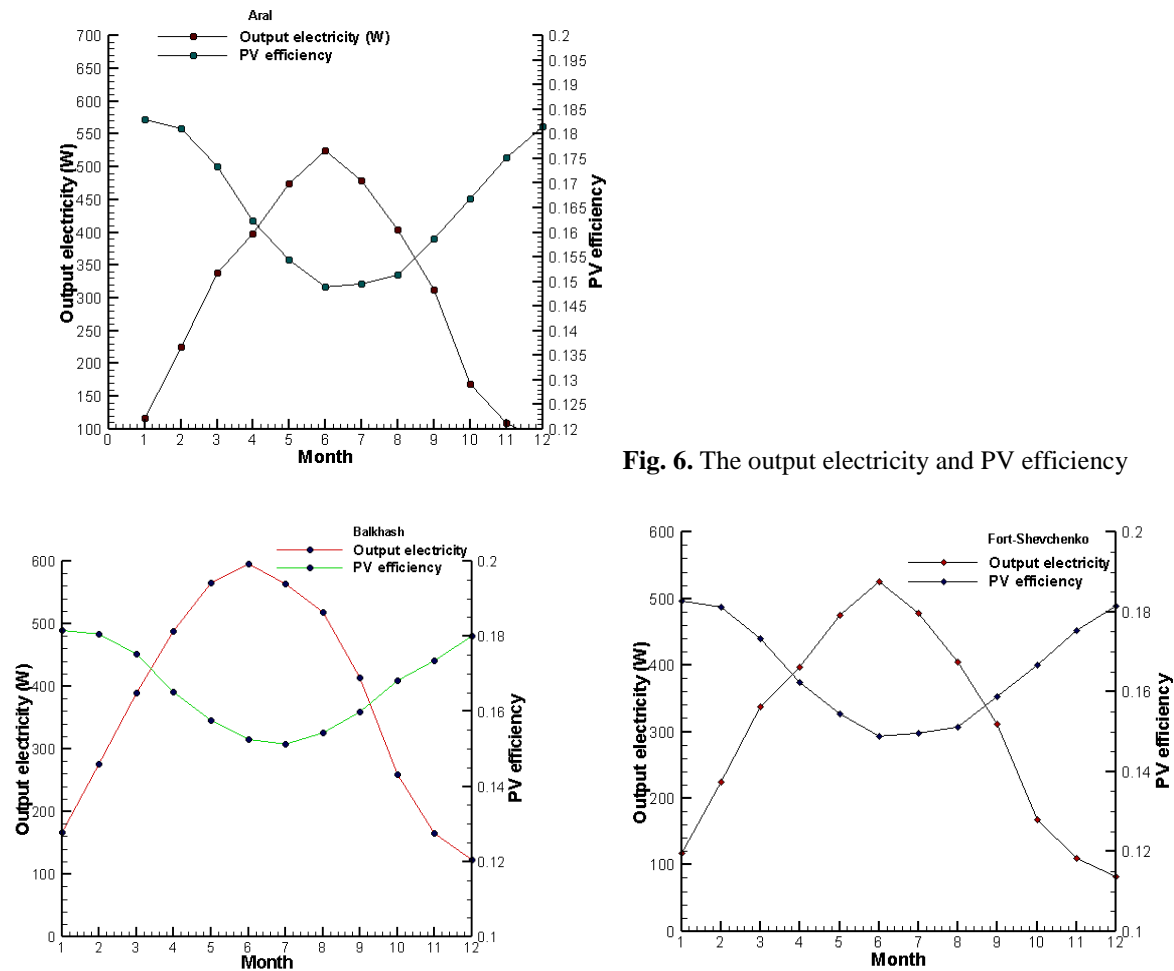


Fig. 7. The output electricity and PV efficiency (Continuation)

The output electricity, ranging from 110 to 530 W for Fort-Shevchenko, from 140 to 590 W for Balkhash, from 110 to 540 W for Aral experiences the same trend as the solar irradiation. The PV efficiency

however, shows a different trend with the output electricity. Due to the thermal effects the maximum output electricity corresponding to the minimum efficiency. Fig. 8. The RO membrane configuration geometry

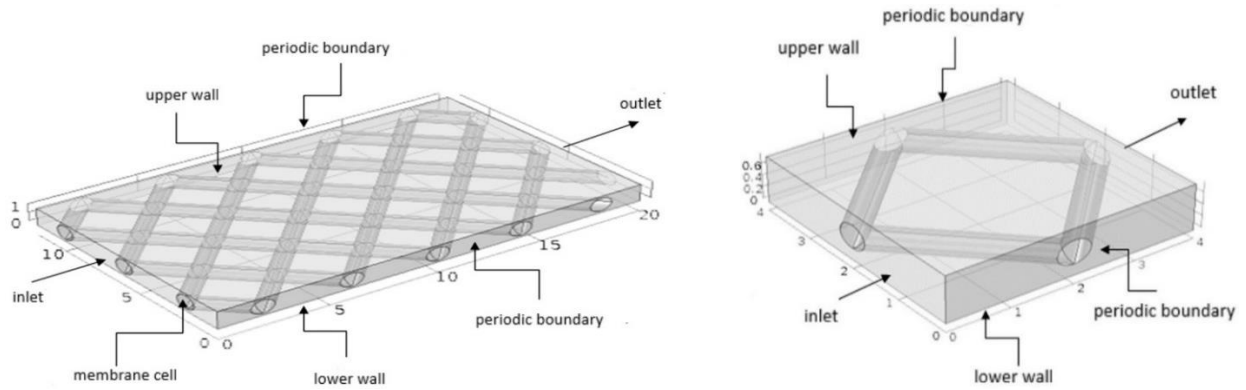


Fig. 8. The RO membrane configuration geometry

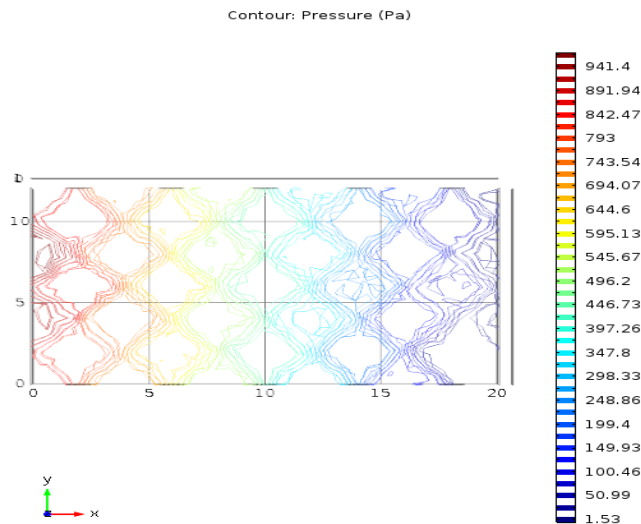


Fig. 9. The pressure and velocity distribution

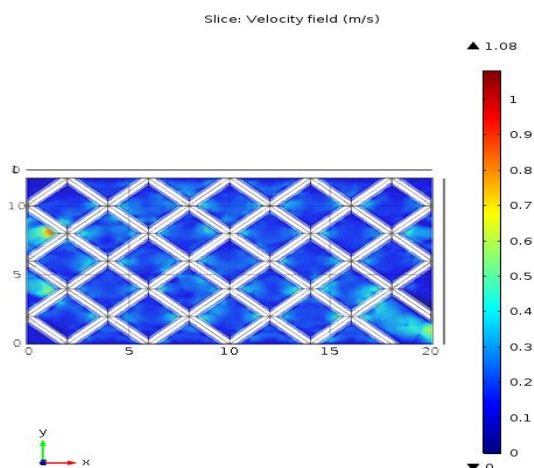


Fig. 10. The pressure and velocity distribution (*Continuation*)

Fig. 10 and 11 shows pressure distribution and velocity field in RO membrane second configuration for the mesh and single cell, respectively.

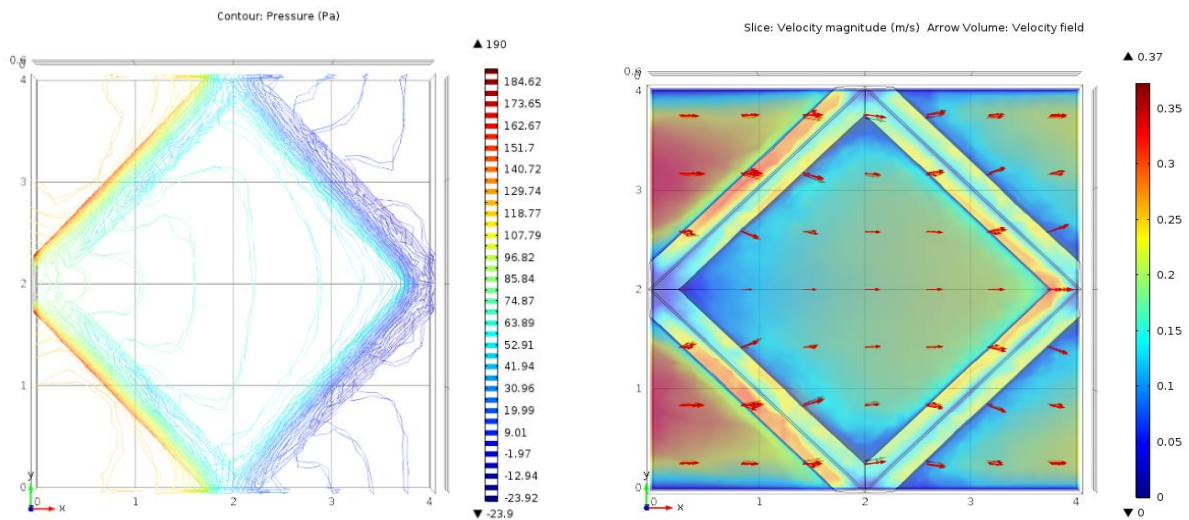


Fig. 11. The pressure and velocity distribution

Conclusion

The mathematical model and numerical algorithm of the thermal productivity of solar PV and the permeability of the RO membrane in the solar PV-RO system has been developed. Preliminary numerical results are obtained and presented. The mathematical model and numerical algorithm for PV electrical efficiency, medium pressure water pump and pressure intensifier productivity will be developed.

Further, the authors are developing a commercial solar PV-RO system for water desalination in Kazakhstan conditions.

REFERENCES

- [1] Journals Mohanraj, M., Belyayev, Ye., Jayaraj, S., Kaltayev, A., Research and developments on solar assisted compression heat pump systems - A comprehensive review (Part A: Modeling and modifications). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 83, March 2018, Pages 90-123.
- [2] Journals Mohanraj, M., Belyayev, Ye., Jayaraj, S., Kaltayev, A., Research and developments on solar assisted compression heat pump systems - A comprehensive review (Part-B: Applications). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 83, March 2018, Pages 124-155.
- [3] Journals Shakir, Ye., Mohanraj, M., Belyayev, Ye., Jayaraj, S., and Kaltayev, A., Numerical simulation of a heat pump assisted regenerative solar still for cold climates of Kazakhstan, *Bulgarian Chemical Communications*, Vol.48, 2016, Special Issue E, pp. 126–132.
- [4] Journals Shakir, Ye., Saporova, B., Belyayev, Ye., Kaltayev, A., Murugesan, M., Jayaraj, S. Numerical simulation of a heat pump assisted regenerative solar still with PCM heat storage for cold climates of Kazakhstan. *THERMAL SCIENCE*, Year 2017, Vol. 21, Suppl. 2, pp. S411-S418.
- [5] Journals Belyayev, Ye., Mohanraj, M., Jayaraj, S. and Kaltayev, A., Thermal Performance Simulation of a Heat Pump Assisted Solar Desalination System for Kazakhstan Climatic Conditions, *Heat Transfer Engineering*, 9 April 2018, pp. 1–13.
- [6] Journals Mostafaeipoura, A., Qolipoura, M., Rezaeia, M., Babae-Tirkolaeeb E. Investigation of off-grid photovoltaic systems for a reverse osmosis desalination system: A case study *Desalination*, 2018. Article in press.
- [7] Journals Gökçek, M. Integration of hybrid power (wind-photovoltaic-diesel-battery) and seawater reverse osmosis systems for small-scale desalination applications. *Desalination*, Vol. 435, 2018, pp. 210–220.
- [8] Journals Shaaban, S., Yahya H. Detailed analysis of reverse osmosis systems in hot climate conditions. *Desalination*, Vol. 423, 2017, pp. 41–51.
- [9] Journals Bilton, A., Wiesman, R., Arif, A.F.M., Zubair, S.M., Dubowsky, S. On the feasibility of community-scale photovoltaic-powered reverse osmosis desalination systems for remote locations *Renewable Energy*, Vol. 36, 2011, pp. 3246-3256.
- [10] Journals Gandhidasan, P., Al-Mojel, S.A. Effect of feed pressure on the performance of the photovoltaic powered reverse osmosis seawater desalination system. *Renewable Energy*, Vol. 34, 2009, pp. 2824–2830.
- [11] Journals He, W., Wang, Ya., Shaheed, M.H. Stand-alone seawater RO (reverse osmosis) desalination powered by PV (photovoltaic) and PRO (pressure retarded osmosis) *Energy*, Vol. 86, 2015, pp. 423-435.
- [12] Journals Thomson, M., Infield, D. Laboratory demonstration of a photovoltaic-powered seawater reverse-osmosis system without batteries *Desalination*, Vol. 183, 2005, pp. 105–111.
- [13] Journals Thomson, M., Miranda, M.S., Infield, D. A small-scale seawater reverse-osmosis system with excellent energy efficiency over a wide operating range *Desalination*, Vol. 153, 2002, pp. 229-236.

[14] Journals Picioreanu, C, Vrouwenveldera, J.S., van Loosdrechta, M.C.M. Three-dimensional modeling of biofouling and fluid dynamics in feed spacer channels of membrane devices *Journal of Membrane Science*, Vol. 345, 2009, pp. 340–354.

[15] Journals Bucs, Sz.S., Radu, A.I., Lavric, V., Vrouwenvelder, J.S., Picioreanu, C. Effect of different commercial feed spacers on biofouling of reverse osmosis membrane systems: A numerical study *Desalination*, Vol. 343, 2014, pp. 26–37.

Баимбетов Д., Шакир Е., Беляев Е., Калтаев А.

Су жылытуға арналған күн фотовольтикалық қайта осмос жүйесіндегі процесстерді модельдеу

Түйіндеме. Қазақстандағы тұзсыздандыруға арналған фотоэлектрлік күн кері осмос жүйесінің (PV-RO) жұмыс сипаттамаларын сандық модельдеу жүргізілді. Модельдеуге жатады: фотоэлектрлік модульдің электрлік тиімділігі, RO мембранасының тиімділігі. Сандық модель энергия мен масса балансына, сондай-ақ мембраналық биофлууды CFD моделдеу үшін дифференциалдық теңдеулерге негізделген. Есептеулер Қазақстанда климаттық деректерді ескереді. Әр түрлі параметрлердің PV-RO жүйесінің өнімділігі мен тиімділігіне әсері талқыланды.

Түйінді сөздер: Күн энергиясы; Фото жасушалары; Кері осмос; Тұзсыздандыру; Қазақстан

Баимбетов Д., Шакир Е., Беляев Е., Калтаев А.

Моделирование процессов в системе солнечного фотовольтического обратного осмоса для определения воды

Резюме. Проведено численное моделирование рабочих характеристик солнечной фотоэлектрической системы обратного осмоса (PV-RO) для опреснения воды в условиях Казахстана. Моделирование включает в себя: электрическую эффективность фотоэлектрического модуля, эффективность мембраны RO. Численная модель основана на соотношениях баланса энергии и массы, а также на дифференциальных уравнениях для CFD-моделирования мембранного биообрастания. В расчетах учтены климатические данные по Казахстану. Обсуждается влияние различных параметров на производительность и эффективность системы PV-RO.

Ключевые слова: Солнечная энергия; Фотоэлементы; Обратный осмос; Опреснение воды; Казахстан

УДК 621.311

A.G. Torebek, N.R. Mazhrenova

(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: torebek.abay@gmail.com)

CALCULATION OF THE PARAMETERS OF ENERGY EFFICIENCY OF AN INDIVIDUAL HOUSE

Abstract. In this article, the authors calculated the efficiency of individual houses. In modern society, more and more attention is paid to the environmental conditions of the surrounding world. This trend has affected housing construction. In many countries, standards are developed "eco homes". Provides an overview of the systems that affect the energy efficiency of the building. On the basis of these systems were calculated parameters of individual houses. Payment method known in advance the characteristics of the studied buildings identified energy efficiency class. The authors concluded that buildings with energy efficiency class D less habitable, require large investments to maintain comfortable indoor climate, rather than the building, which is assigned to the class B. Class B houses require virtually no energy from urban networks, and therefore the costs for maintenance is minimized.

Keywords: active house, passive house, energy efficiency, calculation, building class, energy, design, exploitation, energy saving.

А.Г. Төребек, Н.Р. Мажренова.

(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы.

E-mail: torebek.abay@gmail.com)

ЖЕКЕ ТҰРҒЫН ҮЙДІҢ ЭНЕРГИЯ ТИІМДІЛІГІ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЕСЕПТЕУ.

Түйін. Мақалада авторлар жеке тұрғын үйдің энергия тиімділігі есебін орындады. Қазіргі қоғамда қоршаған ортаның экологиялық жағдайына көп көңіл бөлінеді. Бұл үрдіс тұрғын үй құрылысына да қатысты болды. Көптеген елдерде "экоүйлер" стандарттары әзірленуде. Ғимараттың энерготиімділігіне әсер ететін жүйелерге шолу келтірілген. Осы жүйелердің негізінде жеке тұрғын үй параметрлерінің есебі жүргізілді. Зерттелетін ғимараттың алдын ала белгілі сипаттамалары бойынша есептік әдіспен энергия тиімділігі класы анықталды. Мақала авторлары энерготиімділік класы D тұрғын үйлер энерготиімділік класы B тұрғын үйлерге қарағанда өмір сүру үшін аз жарамды, себебі ол тұрғын үйлерде жайлы микроклиматты ұстап тұру үшін көп

шығын жұмсалады деген қорытынды жасады. Энергия тиімділігі В класы бар ғимараттар қалалық желілерден энергияны талап етпейді, яғни оларды ұстауға жұмсалатын шығындар барынша азайтылады.

Кілтті сөздер: белсенді үй, пассивті үй, энергия тиімділігі, есептеу, ғимарат класы, энергия, жобалау, пайдалану, энергия үнемдеу.

Қазіргі қоғамда қоршаған ортаның экологиялық жағдайына көп көңіл бөлінеді. Бұл үрдіс тұрғын үй құрылысына да қатысты болды. Көптеген елдерде "экоүйлер" стандарттары әзірленуде, кейбіреулерінде олар қазірдің өзінде әзірленген, мысалы, АҚШ-та, Германияда, қалалық желіден энергия талап етпейтін және қоршаған ортаны ластамайтын үйлердің құрылысы толық жүруде. Германияда: "жүз мың шатыр", ал АҚШ-та - "миллион шатыр" Үкіметтің қаулысы әрекет етеді. Бұл қаулы салынған үйлер үшін, оларды қайта жабдықтауға мүмкіндік бар, атап айтқанда, оларда күн коллекторларын пайдалану мүмкіндігі бар. [1, 4, 5]

Қазақстанда да бұл бағыт дамып келеді. Осыған сәйкес нормативтік құжаттама бар (МЕМСТ 54964-2012 " сәйкестікті бағалау. "Жылжымайтын мүлік объектілеріне қойылатын экологиялық талаптар"), онда жергілікті климатқа бейімделген экологиялық таза құрылыстың кейбір ережелері жазылған.

Үйдің екі түрі бар-белсенді және пассивті үй:

Белсенді үй (ағылш. Active House) - бұл табиғи энергоресурстар мен қазіргі заманғы технологияларды тиімді пайдалану арқылы өмір сүрудің барынша жайлылығы мен сапасын құруды мақсат етіп қоятын шешімдер кешені. Белсенді үйдің базалық параметрі Пассивті үй институты (Германия) әзірлеген шешімдерді және "ақылды үй"технологияларын біріктіру болып табылады. Осының арқасында аз энергия жұмсап қана қоймай, сондай-ақ энергияны сауатты жұмсайтын үй құру мүмкін.

Белсенді үй-бұл өзін ғана емес, сонымен қатар қонақ үй, монша және бассейнге қызмет көрсетуге қабілетті үй. Әлемдегі бірінші Белсенді үй Данияда салынған, және ол пассивті үй сияқты аз энергия тұтынады, сонымен қатар оны орталық желіге бере алады, бұл үшін көптеген елдерде ақша алуға болады. Осылайша, үй шығын емес, табыс көзіне айналады. [2]

Пассивті үй, энергия тиімді үй немесе экоүй (нем. Passivhaus, ағылш. passive house (passive house) – бұл құрылыс, оның негізгі ерекшелігі жылыту қажеттілігінің болмауы немесе аз энергия тұтыну болып табылады – қазіргі заманғы ғимараттардың көпшілігімен тұтынылатын көлем бірлігіне орташа есеппен 10% - ға жуық меншікті энергия. [3]

Мұндай үйлердің басты ерекшелігі ең жақсы жылу окшаулағыш материалдарды пайдалану, желдету үшін жылу рекуператорларын пайдалану арқылы қол жеткізілетін жылу окшаулағыш жоғары көрсеткіштері болып табылады, олар вентиляция арқылы жылы ауаның жоғалуын болдырмайды, сондай-ақ ғимараттың жоғары герметикалығын сақтайды.

Қала желісіне тәуелді емес, ал кейбір жағдайларда артық энергияны тастауға қабілетті (Қазақстанда әлі іске асырылмаған) автономды энергия көздері маңызды рөл атқарады. Мұндай үйлердегі энергия көздері: күн коллекторлары, күн құдықтары, жылу рекуператорлары, жылу сорғылары болуы мүмкін; сондай-ақ терезе ойықтары арқылы үй-жайға түсетін күн сәулелері, геотермалды желдетуді пайдалану толық көлемде пайдаланылады. Датчиктер үй-жайдағы температураны, ылғалдылықты, ауа құрамын бақылайды, бұл деректерді Орталық компьютерге жібереді, ал ол өз кезегінде терезелерді, желдету арналарын ашады немесе жабады, жылу тасымалдағыштың температурасын арттырады немесе төмендетеді және үйдің басқа элементтерін бақылайды. Сондай-ақ электр энергиясының шығынын тұрмыстық аспаптармен бақылайды және сәулеленетін немесе жылуды ескереді.

Ғимараттың энерготиімділігіне әсер ететін кейбір жүйелер: 1) жақсартылған жылу окшаулағышы; 2) желдету: а) геотермалды желдету; Б) жылу рекуператорлары; 3) күн энергиясы: а) күн коллекторлары; б) күн құдықтары; 4) терезе ойықтары; 5) ғимаратты басқару жүйесі; 6) ғимараттың жарық жағына қатысты бағдарлануы.

Осы зерттеу жұмысының мақсаты-жеке тұрғын үйдің энергия тиімділігін есептеу. Зерттеулер есептеу әдісімен жүргізілді. Зерттелетін ғимараттың алдын ала белгілі сипаттамалары 1-кестеде ұсынылған.

Кесте-1. Жеке тұрғын үйдің сипаттамалары

№	Көрсеткіш	Көрсеткіш пен өлшем бірлігін белгілеу	Көрсеткіштің нормативтік мәні	Көрсеткіштің есептік (жобалық) мәні	Көрсеткіштің нақты мәні
1	2	3	4	5	6
Геометриялық көрсеткіштер					
1	Ғимараттың сыртқы қоршау конструкцияларының жалпы ауданы, оның ішінде: қабырғалар топырақ бойынша еденнің шатыр жабындарының кіретін есіктерінің терезелері мен балкон есіктері	$A_w, \text{м}^2$	-	410,9	410,9
2	Жалпы аудан	$A_F, \text{м}^2$	-	38,7	38,7
3	Есептік аудан	$A_{ed}, \text{м}^2$	-	3,8	3,8
4	Жылытылатын көлем	$A_f, \text{м}^2$	-	129,3	129,3
5	Ғимарат қасбетінің шынылану коэффициенті	$A_{I_1}, \text{м}^2$		282,3	282,3
6	Ғимарат ықшамдығының көрсеткіші	$A_{I_1}, \text{м}^2$		254,7	254,7
Жылу энергетикалық көрсеткіштер: Жылу техникалық көрсеткіштер					
7	Сыртқы қоршаулардың жылу беру кедергісі: қабырға терезе шатыр жабындарының кіру есіктері жылытылмайтын жертөлелер мен жертөлелердің үстіндегі аражабындар	$R_{0r}, \text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$			
		R_w	2,91	1,35	1,35
		R_F	0,48	0,58	0,58
		R_{ed}	0,48	0,58	0,58
		R_c	3,29	1,746	1,746
		R_f	3,29	1,234	1,234
8	Ғимараттың жылу беру коэффициенті	$K_{mtr}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$	-	0,844	0,844
9	Жылыту кезеңіндегі ғимараттың ауа алмасу жиілігі	$n_a, \text{ч}^{-1}$		0,35	0,35
10	Ғимараттың меншікті желдеткіш сипаттамасы	$K_{вент}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \text{ } ^\circ\text{C})$		0,28	0,28
11	Инфильтрация және желдету есебінен жылу шығынын ескеретін ғимараттың жылу беру шартты коэффициенті	$K_{m}^{int}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$		0,284	0,284
12	Ғимараттың жылу берудің жалпы коэффициенті	$K_m, \text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$		0,804	0,804
Жылу энергетикалық көрсеткіштер: энергетикалық көрсеткіштер					
13	Жылыту кезеңіндегі ғимараттың қоршау қабығы арқылы жалпы жылу шығыны	$Q_h, \text{МДж}$		683179	683179
14	Ғимараттағы үлестік тұрмыстық жылу шығындары	$Q_{int}, \text{Вт}/\text{м}^2$		2	2
15	Жылыту кезеңінде ғимараттарға тұрмыстық жылу қол жетімділігі	$Q_{int}, \text{МДж}$		77891	77891
16	Жылыту кезеңінде күн радиациясынан ғимаратқа жылу түсуі	$Q_s, \text{МДж}$		34245	34245
17	Жылыту кезеңінде ғимаратты жылытуға жылу энергиясына қажеттілік	$Q_h^v, \text{МДж}$		652620	652620

1.1 Жылыту кезеңінде ғимаратты жылытуға арналған жылу энергиясының есептік үлестік шығыны q_h^{des} , кДж/(м³°С тәулік) мынадай формула бойынша анықталады:

$$q_h^{des} = \frac{10^3 Q_h^y}{V_h D_d} \quad [1]$$

Мұнда Q_h^y – жылыту кезеңі ішінде ғимаратты жылытуға арналған жылу энергиясының шығыны, МДж;

V_h - сыртқы қоршаулардың ішкі беттерімен шектелген көлемге тең ғимараттың жылытылатын көлемі, м³;

D_d – Жылыту кезеңінің градусо-тәулігі, °С тәулік.

$$q_h^{des} = 10^3 \times \frac{118105}{(932 \times 6127)} = 20.7 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \text{°С тәулік}) \quad [2]$$

1.2 Жылыту кезеңі ішінде ғимаратты жылытуға арналған жылу энергиясының шығысы Q_h^y МДж мынадай формула бойынша айқындалады:

$$Q_h^y = [Q_h - (Q_{int} + Q_s)v\zeta]\beta_h \quad [3]$$

Мұнда Q_h – 1.3 тармағы бойынша анықталатын, ғимараттың сыртқы қоршау конструкциялары арқылы кететін жалпы жылу шығындары, МДж;

Q_{int} - 1.6 тармағы бойынша анықталатын, жылыту кезеңі ішінде кірген тұрмыстық жылу, МДж;

Q_s - 1.7 тармағы бойынша анықталатын, жылыту кезеңі ішінде күн радиациясының терезелер арқылы жылудың түсуі, МДж;

v - қоршау конструкцияларының жылу инерциясы есебінен жылу түсуінің төмендеу коэффициенті, $v = 0.8$;

ζ - жылыту жүйелерінде жылу беруді автореттеу тиімділігінің коэффициенті, $\zeta = 0.5$;

β_h – жылыту аспаптарының номенклатуралық қатарының номиналды жылу ағынының дискреттілігімен, қоршаудың радиаторлық учаскелері арқылы олардың қосымша жылу ысырмаларымен, бұрыштық үй-жайлардағы ауаның жоғары температурасымен, жылытылмайтын үй-жайлар арқылы өтетін құбырлардың жылу ысырмаларымен байланысты жылыту жүйесінің қосымша жылу тұтынуын ескеретін коэффициент, $\beta_h = 1.13$;

$$Q_h^y = [137207 - (48414 + 33310)0.8 \times 0.5]1.13 = 118105 \text{ МДж} \quad [4]$$

1.3 Жылыту кезеңі үшін Q_h МДж ғимаратының жалпы жылу шығыны мына формула бойынша анықталады:

$$Q_h = 0.0864 K_m D_d A_e^{sum} \quad [5]$$

Мұнда K_m - ғимараттың жылу берудің жалпы коэффициенті, Вт/(м²°С), келесі формула бойынша анықталады:

$$K_m = K_m^{tr} + K_m^{inf} \quad [6]$$

K_m^{tr} - ғимараттың сыртқы қоршау конструкциялары арқылы келтірілген жылу беру коэффициенті, Вт/(м²°С), келесі формула бойынша анықталады:

$$K_m^{tr} = \frac{\frac{A_w}{R_w^r} + \frac{A_f}{R_f^r} + \frac{A_{ed}}{R_{ed}^r} + \frac{A_c}{R_c^r} + \frac{A_f}{R_f^r}}{A_e^{sum}} \quad [7]$$

$\frac{A_w}{R_w^r}$ – сыртқы қабырғалардың ауданы, м², және жылуөткізгіштікке келтірілген кедергісі, Вт/(м²°С);

$\frac{A_f}{R_f^r}$ – тезелердің ауданы, м², және жылуөткізгіштікке келтірілген кедергісі, Вт/(м²°С);

$\frac{A_{ed}}{R_{ed}^r}$ – сыртқы есіктердің ауданы, м², және жылуөткізгіштікке келтірілген кедергісі, Вт/(м²°C);

$\frac{A_c}{R_c^r}$ – жабулардың ауданы, м², және жылуөткізгіштікке келтірілген кедергісі, Вт/(м²°C);

$\frac{A_f}{R_f^r}$ – еденнің ауданы, м², және жылуөткізгіштікке келтірілген кедергісі, Вт/(м²°C);

A_e^{sum} - сыртқы қоршау конструкцияларының ішкі беттерінің жалпы ауданы, м²;

K_m^{inf} - инфильтрация және желдету есебінен жылу шығынын ескеретін ғимараттың жылу берілісінің шартты коэффициенті, Вт/(м²°C), келесі формула бойынша анықталады:

$$K_m^{inf} = \frac{0.28cn_a\beta_vV_h p_a^{ht}k}{A_e^{sum}} \quad [8]$$

Мұнда c – 1 кДж/(кг°С)-ге тең ауаның меншікті жылу сыйымдылығы,

β_v - ішкі қоршау конструкцияларының болуын ескеретін ғимараттағы ауа көлемінің төмендеу коэффициенті, $\beta_v = 0.85$;

p_a^{ht} - жылыту кезеңіндегі ағынды ауаның орташа тығыздығы, кг/м³;

$$p_a^{ht} = \frac{353}{[273+0.5(t_{int}+t_{ext})]} \quad [9]$$

t_{int} - ғимарат ауасының есептік орташа температурасы, °C;

t_{ext} - жылдың суық кезеңіндегі сыртқы ауаның есептік орташа температурасы, °C, 0,92 қамтамасыз етілген ең суық бес күндік орташа температураға тең қабылданады.

$$p_a^{ht} = \frac{353}{[273 + 0.5(20 + (-34))]} = 1.26 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \quad [10]$$

$$K_m^{inf} = \frac{0.28 \times 1 \times 0.38 \times 0.85 \times 932 \times 1.26 \times 0.8}{735.7} = 0.1154 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C}) \quad [11]$$

$$K_m^{tr} = \frac{\frac{410.9}{3.7} + \frac{38.7}{0.55} + \frac{3.8}{0.55} + \frac{153}{5.05} + \frac{129.3}{2.1}}{735.7} = 0.321 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C}) \quad [12]$$

$$K_m = 0.382 + 0.1154 = 0.4974 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C}) \quad [13]$$

$$Q_h = 0.0864 \times 0.4974 \times 6127 \times 735.7 = 193717 \text{ МДж} \quad [14]$$

1.4 Сыртқы қоршаулардың жылу берілісінің келтірілген кедергісі:

$$R_o^r, (\text{м}^2\text{°C}) \quad [15]$$

$$R_o^r = \frac{1}{\alpha_i} + \Sigma R_s + \frac{1}{\alpha_c} \quad [16]$$

Мұнда α_i - қоршау конструкциясының ішкі бетінің жылу беру коэффициенті, Вт/(м²°C).

α_c – қоршау конструкциясының сыртқы бетінің жылу беру коэффициенті, Вт/(м²°C).

R_s - фрагменттің біртекті бөлігі қабатының термиялық кедергісі (м²°C)/Вт, желдетілмейтін ауа қабаттары үшін 1-кесте бойынша анықталады, материалдық қабаттар үшін келесі формула бойынша анықталады:

$$R_s = \delta_s / \lambda_s$$

δ_s – қабаттың қалыңдығы, м;

λ_s – қабат материалының жылуөткізгіштігі, Вт/(м²°C).

Сыртқы қабырғалар: $R_w = 3.7 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$

$$R_w = \frac{1}{8.7} + \frac{0.12}{0.81} + \frac{0.16}{0.052} + \frac{0.25}{0.81} + \frac{0.01}{0.776} + \frac{1}{23} = 3.7 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт} \quad [17]$$

Терезе блоктары: $R_F = 0.55 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$

Сертификациялық сынақтар болмаған және жылы тамбур болған кезде кіру есіктері: $R_{ed} = 0.55 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$

Жабу (шатыр): $R_c = 5.05 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$

1.5 жылыту кезеңінде ғимараттың тұрғын бөлігінің ауа алмасуының орташа еселігі:

$$n_{i1} = \frac{L_{вент}}{\beta v \cdot V_{от}} = \frac{350}{(0.85 \cdot 932)} = 0.44 \quad [18]$$

Мұнда βv – ішкі қоршау конструкцияларының болуын ескеретін, ғимараттағы ауа көлемінің төмендеу коэффициенті.

1.6 жылыту кезеңі ішінде тұрмыстық жылу қол жетімділігі, Q_{int} МДж:

$$Q_{int} = 0.0864 q_{int} Z_{ht} A_t \quad [19]$$

Мұнда q_{int} - тұрғын үй-жайлар 1 м^2 ауданының тұрмыстық жылу бөлінуінің шамасы - немесе қоғамдық ғимараттың есептік алаңы, Вт/ м^2 ;

Z_{ht} - жылыту кезеңі ішінде жұмыс күндерін ескере отырып, сыртқы ауаның орташа тәуліктік температурасы 8 °C аспайтын кезең үшін жылыту кезеңінің ұзақтығы, тәулік, жылыту кезеңі;

A_t – 1.4 тармағындағы секілді;

$$Q_{int} = 0.0864 \times 10 \times 220 \times 254.7 \times 48414 \quad [20]$$

1.7 жылыту кезеңі ішінде күн радиациясынан терезелер арқылы түсуі, Q_s МДж, екі бағыт бойынша бағытталған ғимараттың екі қасбеті үшін жылу қол жетімділігі мына формула бойынша анықталады:

$$Q_s = T_F k_F (A_{F1} I_1 + A_{F2} I_2 + A_{F3} I_3 + A_{F4} I_4) \quad [21]$$

Мұнда T_F - терезелердің жарық ойығының мөлдір емес толтыру элементтерімен көлеңкеленуін ескеретін коэффициент.

$A_{F1} I_1$ $A_{F2} I_2$ $A_{F3} I_3$ $A_{F4} I_4$ - ғимарат қасбеттерінің Жарық ойықтарының ауданы, сәйкесінше екі бағыт бойынша бағытталған, м^2 ;

$$I_{1,2} = 835 \text{ МДж/м}^2 \quad I_3 = 1984 \text{ МДж/м}^2 \quad I_4 = 43 \text{ МДж/м}^2$$

$$Q_s = 0.75 \times 0.65 \times (835 \times 12.4 + 835 \times 15.5 + 1984 \times 4.95 + 43 \times 4.95) = 16248 \quad [22]$$

1.8 Ғимараттың энергетикалық тиімділігін анықтау

Ғимаратты жылытуға арналған жылу энергиясының есептік үлес шығысының ғимаратты жылытуға арналған жылу энергиясының нормаланған үлес шығысының пайызбен шамасы:

$$\frac{q_h^{des}}{q_h^{reg}} \times 100\% \quad [23]$$

$$\frac{20.7}{31} \times 100\% = 66.7\% \quad [24]$$

Ғимаратты жылытуға арналған жылу энергиясының үлестік шығысының нормаланғаннан есептік мәнінің ауытқу шамасы: $66.7\% - 100\% = -33,3\%$

Бұл ғимараттың энергетикалық тиімділік класына - жоғары (В класы) сәйкес келеді.

Қорытынды: Осы есептеу нәтижелері бойынша дәл сондай геометриялық параметрлері бар, терезелер саны мен сол нүктеде орналасқан, бірақ қалыпты ғимарат сияқты энергия тиімділігі көрсеткіштері бар ғимарат үшін біз энергия тиімділігі D класын аламыз. Мұндай классты құрылыстар тұрғын үй үшін аз жарамды, В класы берілген ғимараттарға қарағанда үй-жайлардың ішіндегі жайлы микроклиматты ұстап тұру үшін үлкен салымдарды талап етеді. В энергия тиімділігі класы бар ғимараттар қалалық желілерден энергияны іс жүзінде талап етпейді, яғни ұстауға жұмсалатын шығындар барынша азайтылады. Жалғыз минус-құрылыстың құны әдеттегі құрылыспен салыстырғанда шамамен 10% - ға жоғары, бірақ бұл пайдаланудың алғашқы бірнеше жылында ақталады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Грахов В.П., Мохначев С.А., Колупаев А.В. Внедрение экологического маркетинга в объекты недвижимости // European student scientific journal. – 2014. – № 2; URL: sjes.esrae.ru/ru/21-252
- [2] Активный дом. Электронный ресурс. URL: http://ru.pages.wikia.com/wiki/%D0%90%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B4%D0%BE%D0%B
- [3] Энергосберегающий дом. Электронный ресурс. URL: <http://aeroteh.info/uslugi/vnedrenie-energoberegayushhix-technologij/passivnyj-domekodom/>
- [4] Давидьянц А. Солнечный ветер для холодной страны // Гудок. Выпуск №25 от 29.03.2013.
- [5] Мохначев С.А., Грахова Е.В., Пряженникова Л.В. Варианты развития реконструкции промышленной застройки // European student scientific journal. 2014. № 3; URL: <http://sjes.esrae.ru/22-275>

Торбек А.Г., Мажренова Н.Р.

Расчет параметров энергоэффективности индивидуального жилого дома.

Аннотация. В статье авторами выполнен расчет энергоэффективности индивидуального жилого дома. В современном обществе все больше уделяется внимание экологической обстановке окружающего мира. Эта тенденция коснулась и жилищного строительства. Во многих странах разрабатываются стандарты «экодомов». Приведен обзор систем, влияющих на энергоэффективность здания. На основании этих систем произведен расчет параметров индивидуального жилого дома. Расчетным методом по заранее известным характеристикам изучаемого здания выявлен класс энергоэффективности. Авторами статьи сделан вывод о том, что строения с классом энергоэффективности D менее пригодны для жилья, требуют больших вложений для поддержания уютного микроклимата внутри помещений, нежели здания, которым присвоен класс В. Здания с классом энергоэффективности В практически не требуют энергии от городских сетей, а значит, затраты на их содержание сведены к минимуму.

Ключевые слова: активный дом, пассивный дом, энергоэффективность, расчет, класс здания, энергия, проектирование, эксплуатация, энергосбережение.

УДК 551.583

¹К.А. Bostanbekov, ²N.R. Yunicheva, ¹A.N. Alimova

¹Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan,

²Institute of Information and Computing Technologies, Almaty, Kazakhstan, E-mail:

k.bostanbekov@norlist.kz

HISTORICAL RECORDS ARCHIVATING OF GLOBAL CLIMATE MODELS FROM CMIP5 LIST (COUPLED MODEL INTERCOMPARISON PROJECT)

Abstract. This paper presents the created data archive of global climate models from the CMIP5 list (Coupled Model Intercomparison Project). The CMIP5 project program includes a group of special experiments on scenario modeling based on the so-called baseline concentration trajectories RCP (Representative Concentration Pathway). This archive is necessary for conducting research within the framework of the international project “Experimental Coordinated Regional Climate Downscaling (CORDEX)”, which is aimed at generating simulated data on the future climate of the Earth.

Keywords: climate change predictions, global climate models, CORDEX, high performance calculations, greenhouse gases.

¹Бостанбеков К.А., ²Юничева Н.Р., ¹Алимова А.Н.

(¹Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, ²Институт информационных и вычислительных технологий, Алматы, Республика Казахстан E-mail: k.bostanbekov@norlist.kz.)

СОЗДАНИЕ АРХИВА ИСТОРИЧЕСКИХ ДАННЫХ ГЛОБАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ КЛИМАТА ИЗ СПИСКА CMIP5 (COUPLED MODEL INTERCOMPARISON PROJECT)

Аннотация. В данной работе представлен созданный архив данных глобальных моделей климата из списка CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project). В программу проекта CMIP5 включена группа специальных экспериментов по моделированию сценариев, основанных на так называемых исходных траекториях концентраций RCP (Representative Concentration Pathway). Данный архив необходим для проведения исследования в рамках международного проекта «Эксперимент по скоординированному региональному даунскейлингу климата (CORDEX)», которая нацелена на формирование смоделированных данных будущего климата Земли.

Ключевые слова: прогнозы изменения климата, глобальные модели климата, CORDEX, высокопроизводительные расчеты, парниковые газы.

Для изучения изменений климата под воздействием антропогенных и природных факторов основными инструментами являются глобальные и региональные гидродинамические модели. На основе глобальных моделей общей циркуляции атмосферы и океана получены проекции изменений текущего и будущего климата. Но для более детального изучения местности вместо глобальных моделей применяют мезомасштабные гидродинамические модели, которые имеют более высокое пространственное разрешение и где учитываются локальные климатообразующие факторы. Большинство исследований основанные на региональных климатических моделях обособлены и связаны с конкретными интересами, и в настоящее время нет всестороннего представления о региональных перспективных оценках изменения климата. В связи с этим в рамках Всемирной программы исследований климата (ВПИК) была создана Целевая группа по региональному даунскейлингу климата. Результатом деятельности этой группы стало создание структуры под названием «Эксперимент по скоординированному региональному даунскейлингу климата (CORDEX)» [1-7]. Цель CORDEX – обеспечить структуру, доступную для широкого научного сообщества при максимальном использовании результатов. Поэтому области CORDEX охватывают большую часть земной поверхности земного шара, включая регион Центральной Азии.

Эксперименты проводятся на базе расчетов по ансамблю моделей общей циркуляции атмосферы и океана нового поколения, участвующих в международном проекте сравнения климатических моделей CMIP5. В сентябре 2008 года состоялась встреча, где приняли участие 20 групп по моделированию климата со всего мира, Рабочая группа по сопряженному моделированию (WGCM) решила продвигать новый набор скоординированных экспериментов по модели климата. Эти эксперименты составляют пятую фазу проекта сравнения климатических моделей (CMIP5) [8]. Модели нового поколения отличаются более высоким пространственным разрешением и усовершенствованными модельными описаниями компонентов климатической системы Земли. Модели климата постепенно перерастают в модели земной системы в целом, которые уже не только рассчитывают динамику атмосферы и океана, но и включают в себя детальные подмодели химии атмосферы, растительности, почвы, химии и биологии моря и других процессов и явлений, влияющих на климат. В программу проекта CMIP5 включена группа специальных экспериментов, направленных на установление причин наблюдаемых климатических изменений и оценку сравнительного значения вызывающих их внешних воздействий. Оценка влияния отдельных внешних воздействий на климат основывается на сравнении наблюдаемых изменений с ожидаемой реакцией на предполагаемые воздействия, полученной с помощью климатических моделей.

CMIP5 поддерживает стандартный набор симуляций моделей для того, чтобы:

- оценить, насколько реалистичны модели при моделировании недалекого прошлого;
- предоставлять прогнозы будущего изменения климата в двух временных масштабах: ближайшем (до 2035 года) и долгосрочном (до 2100 года и далее);
- внести понятие на некоторые факторы, ответственные за различия в модельных проекциях, включая количественную оценку некоторых ключевых обратных связей, которые связаны с облаками и углеродным циклом.

В отличие от сценариев, используемых в четвертом цикле оценок Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC), которые основывались на сценариях выбросов парниковых газов, следующее поколение экспериментов по моделированию сценариев основано на так называемых исходных траекториях концентраций (RCP) [9, 10], т.е. заданных траекториях концентраций парниковых газов на протяжении XXI века, соответствующих различным уровням стабилизации радиационного воздействия, которые будут достигнуты к 2100 г. Исходные траектории концентраций (RCP) не являются новыми, полностью интегрированными сценариями (т.е. они не являются полным пакетом социально-экономических, экологических и климатических прогнозов). Они представляют собой согласованные наборы проекций только компонентов радиационного воздействия, которые предназначены для использования в качестве исходных данных для моделирования климата, масштабирования моделей и химического моделирования атмосферы. Как таковые, они дают толчок развитию сценария среди исследовательских сообществ, из которого можно исследовать неопределенности в отношении социально-экономического, климатического и экологического будущего. Таким образом, они представляют собой только начало параллельного процесса разработки новых сценариев для пятого Оценочного доклада МГЭИК.

RCP - это четыре независимых пути, разработанных четырьмя отдельными группами моделирования. Имеются четыре сценария с уровнями стабилизации 2.5, 4.5, 6.0 и 8.5 ppm (которые соответственно называются RCP2.5, RCP4.5, RCP6.0 и RCP8.5) (Рис. 1). В рамках CMIP5 при моделировании с использованием глобальных моделей наивысший приоритет отдан уровням RCP4.5 и RCP8.5, которые приблизительно соответствуют сценариям выбросов пятого оценочного доклада МГЭИК.

Глобальная служба предоставляет индикаторы воздействия на климат (СИ) с пространственным и временным разрешением, отличное от современной производственной цепочки, начиная с результатов глобальной климатической модели, за которыми следуют масштабирование и корректировка смещения, до воздействия на моделирование и расчеты индикаторов. Первоначальным источником данных глобальной климатической модели является проект сравнения климатических моделей (CMIP5) МГЭИК, использующий 19 моделей общей циркуляции с разрешением 2 градуса (Таблица 1), которые доступны в хранилище климатических данных C3S. Индикаторы воздействия на климат (СИ), связанные с температурой и осадками, представлены с указанным исходным пространственным разрешением (Рис. 2). Связанные с водой данные основаны на моделировании гидрологического воздействия с использованием модели World-Wide-HYPE и предоставляются для водосборов (полигонов) со средним разрешением 1000 км² по всему миру. Временное разрешение колеблется от ежедневных временных рядов до 30-летних средних годовых или месячных значений.

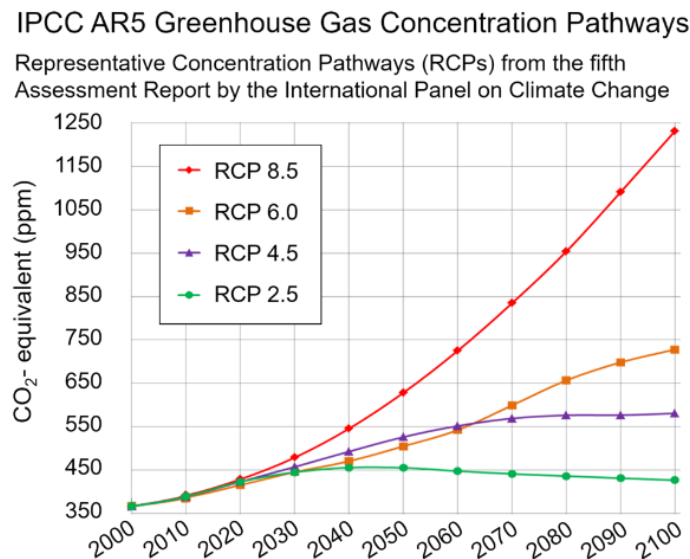


Рис. 1. Траектория концентрации парниковых газов пятого оценочного доклада МГЭИК

Таблица 1. Глобальные климатические модели, используемые для получения индикаторов воздействия на климат

Институт	Наименование ГКМ	Сценарий	Разрешение:	
			широта	долгота
CSIRO-BOM	ACCESS1-0	historical,rcp45, rcp85	1.25	1.875
CSIRO-BOM	ACCESS1-3	historical,rcp45, rcp85	1.25	1.875
BNU	BNU-ESM	historical,rcp45, rcp85	2.7906	2.8125
IPSL	IPSL-CM5A-MR	historical,rcp45, rcp85	1.2676	2.5
IPSL	IPSL-CM5A-LR	historical,rcp45, rcp85	1.8947	3.75
IPSL	IPSL-CM5B-LR	historical,rcp45, rcp85	1.8947	3.75
MPI-M	MPI-ESM-MR	historical,rcp45, rcp85	1.8653	1.875
MPI-M	MPI-ESM-LR	historical,rcp45, rcp85	1.8653	1.875
МОHC	HadGEM2-ES	historical,rcp45, rcp85	1.25	1.875
МОHC	HadGEM2-CC	historical,rcp45, rcp85	1.25	1.875
NCC	NorESM1-M	historical,rcp45, rcp85	1.8947	2.5
NOAA-GFDL	GFDL-ESM2G	historical,rcp45, rcp85	2.0225	2.5
GFDL-ESM2M	GFDL-ESM2M	historical,rcp45, rcp85	2.0225	2.5
NOAA-GFDL	GFDL-CM3	historical,rcp45, rcp85	2	2.5
CNRM-CERFACS	CNRM-CM5	historical,rcp45, rcp85	1.4008	1.40625
INM	INM-CM4	historical,rcp45, rcp85	1.5	2
BCC	BCC-CSM1.1	historical,rcp45, rcp85	2.7906	2.8125
BCC	BCC-CSM1.1(m)	historical,rcp45, rcp85	2.7906	2.8125
ICHEC	EC-EARTH	historical,rcp45, rcp85	1.1215	1.1215

В оптимальном случае, все региональные модельные эксперименты CORDEX должны охватывать период 1951-2100 гг. для того, чтобы включить последний исторический период и весь XXI век. Однако для многих групп расчеты могут оказаться слишком трудоемкими, чтобы выполнять моделирование CORDEX для всего вышеуказанного периода. Поэтому период 1951-2100 гг. разделен на пять 30-летних временных отрезков, и участвующие группы должны моделировать эти отрезки в следующем порядке приоритетности: 1981-2010 гг., 2041-2070 гг., 2011-2040 гг., 2071-2100 гг. и 1951-1980 гг. Первый период (1981-2010 гг.) является исходным для оценки модели и расчета изменения климата. Второй временной отрезок, охватывающий будущий период, был выбран как компромисс между потребностями сообщества с точки зрения будущего периода времени и потребностями в получении четкого сигнала изменения. Все участвующие группы должны как минимум выполнить эти два временных отрезка, чтобы иметь приемлемый ряд модельных экспериментов для анализа и взаимного сравнения.

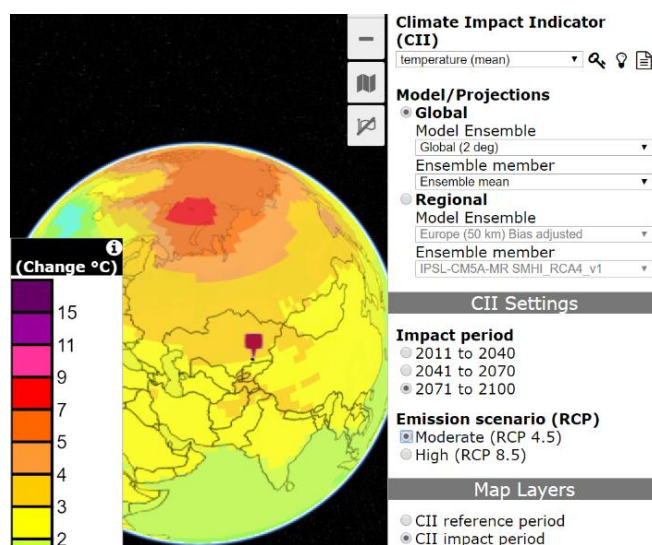


Рис. 2. Индикатор воздействия на климат (CII). Средняя температура по сценарию RCP 4.5 для периода 2071 - 2100 гг.

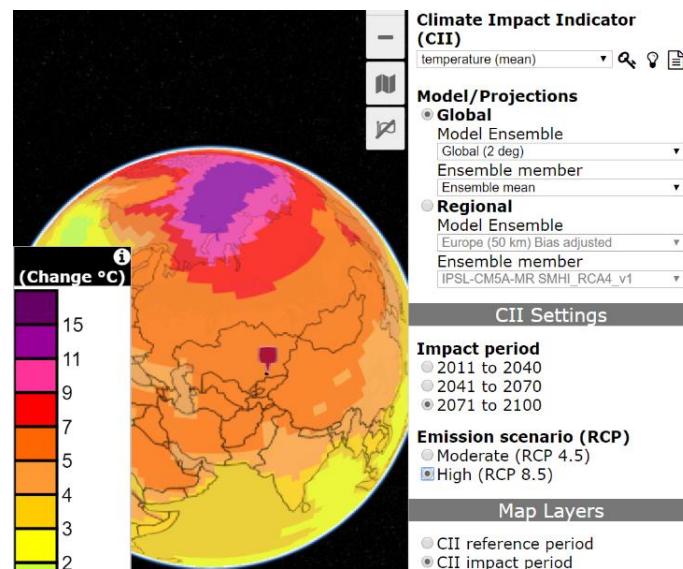


Рис. 3. Индикатор воздействия на климат (CII). Средняя температура по сценарию RCP 8.5 для периода 2071 - 2100 гг.

Ключевым аспектом программы CORDEX является наличие высокопроизводительных вычислительных средств и управление большим количеством требуемых входных данных моделей, а также выходная продукция моделей и взаимное сравнения. Результаты моделирования необходимо хранить так, чтобы они были легко доступными для конечных пользователей. Также требуется стандартизация форматов (в соответствии с нормативами формата CMIP5).

Данные, рекомендуемые CMIP5 для скачивания включают в себя следующие:

1) исторические атмосферные концентрации, а также концентрации для RCP (2005-2100) и их расширение до 2300 (ECP). В общем, указаны атмосферные концентрации следующих газов: CO₂, CH₄, N₂O, все топливные газы, контролируемые согласно Киотскому протоколу (ГФУ, ПФУ и SF₆), и озоноразрушающие вещества, контролируемые согласно Монреальскому протоколу (ХФУ, ГХФУ, галлоны, CCl₄, CH₃Br, CH₃Cl).

2) исторические данные о выбросах (1850 - 2000), а также выбросы для RCP (2000-2100). В общих выбросах предусмотрены следующие газы: CH₄, SO₂, NO_x, CO, NH₃, а также BC, OC и VOC. Другие дополнительные виды, такие как C₂H₄O (ацетальдегид), C₂H₅OH (этанол), C₂H₆S (диметилсульфид), C₃H₆O (ацетон) и т.д., доступны только для исторических выбросов от сжигания биомассы.

3) исторические данные по аэрозолям (1850-2000) по следующим видам: сульфат (SO₄), нитрат аммония (NH₄NO₃), гидрофобный черный углерод (CB₁), гидрофильный черный углерод (CB₂), гидрофобный органический углерод (COB₁), гидрофильный органический углерод (COB₂), вторичные органические аэрозоли (SOA), пыль (DST01-04, от малых до больших размеров) и морская соль SSLT01-04). Кроме того, температура (T) и поверхностное давление (PS) обеспечиваются для обеспечения возможности перевода единиц (все аэрозоли указаны в кг/кг, сухая масса).

4) исторические и RCP прогнозы землепользования и связанные с ними переходы землепользования [11-13].

Данные глобальных моделей климата для скачивания доступны на сайте <https://dataserver.nccs.nasa.gov>. Для нашего исследования был сформирован архив данных из 19 глобальных моделей климата, указанные в таблице 1 по трем сценариям: исторические, RCP 4.5 и RCP 8.5. Для скачивания был выбран домен Центральной Азии, координаты которой установлены программой CORDEX. Для проведения эксперимента будут использованы три параметра: минимальная температура, максимальная температура и осадки. Сервис для скачивания предоставляет ежесуточные данные по указанным параметрам для следующих периодов: исторические с 1950 по 2005 гг., RCP 4.5 и RCP 8.5 с 2006 по 2100 гг.

Для автоматического скачивания и проверки целостности данных был разработан специальный программный модуль. Алгоритм программы разработан так, что позволяет избегать повторной загрузки файла при условии выполнения его целостности. Выявленные поврежденные файлы были автоматически повторно загружены и верифицированы. Таким образом, с помощью разработанного

автоматического модуля загружены данные осадков, минимальной и максимальной температуры, состоящие из 3192 файлов за период с 1950 по 2006 гг. по историческим данным, и 10830 файлов за период с 2005 по 2100 гг. для RCP 4.5 и RCP 8.5.

Для дальнейшего сравнения и анализа данных с результатами расчета полученные данные были усреднены по месяцам с помощью скрипта, написанный на языке Python. В результате был сформирован архив данных глобальных моделей климата из списка CMIP5 для использования в исследовании в рамках проекта CORDEX.

Данная работа выполнена при поддержке грантового финансирования научных проектов КН МОН РК №АР05135848 «Моделирование будущего климата Центральной Азии в рамках международного проекта CORDEX (COordinated Regional climate Downscaling EXperiment)»

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Giorgi F., Jones C., Asrar G.R. Addressing climate information needs at the regional level: the CORDEX framework // WMO Bulletin. – 2009. – № 58 (3), – PP.175-193
- [2] Michalakes J., Dudhia J., Gill D., Henderson T., Klemp J., Skamarock W., Wang W. The Weather Research and Forecast Model: Software Architecture and Performance // Use of High Performance Computing in Meteorology. – 2005. – PP.156–168.
- [3] Michalakes, J., Chen S., Dudhia J., Hart L., Klemp J., Middlecoff J., Skamarock W. Development of a Next Generation Regional Weather Research and Forecast Model // Developments in Teracomputing. – 2001. – PP.269-276 // <https://pdfs.semanticscholar.org/c9cb/ef0374a8417be2804a39a0a77116a39053aa.pdf>: 30.09.2018.
- [4] Takle, E.S., and Coauthors. Project to Intercompare Regional Climate Simulations (PIRCS): Description and initial results // Journal of Geophysical Research. – 1999. – № 104. – PP.443–461.
- [5] Zhu, J., Liang X.-Z. Regional climate model simulation of U.S. soil temperature and moisture during 1982–2002// Journal of Geophysical Research. – 1999. – № 110 // <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1029/2005JD006472>: 24.12.2005
- [6] Nakanish M. Improvement of the Mellor—Yamada Turbulence Closure Model Based on Large-Eddy Simulation Data // Boundary-Layer Meteorology. – 2001. – № 99. – PP.349-378.
- [7] Monin, A.S., Obukhov A.M. Basic laws of turbulent mixing in the surface layer of the atmosphere // https://mcnaughty.com/keith/papers/Monin_and_Obukhov_1954.pdf: 12.11.2008
- [8] CMIP5 – Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 – Overview // <https://cmip.lnl.gov/cmip5/index.html?submenuheader=0>: 25.05.2019
- [9] Global Climate Impacts // <https://climate.copernicus.eu/global-climate-impacts>: 25.05.2019
- [10] Wayne G.P. The Beginner’s Guide to Representative Concentration Pathways // 2013. – https://skepticalscience.com/docs/RCP_Guide.pdf: 25.05.2019
- [11] Wise M.A., Calvin K.V., Thomson A.M., Clarke L.E., Bond-Lamberty B., Sands R.D., Smith S.J., Janetos A.C., Edmonds J.A. Implications of Limiting CO2 Concentrations for Land Use and Energy // Science. – 2009. – №324 (5931). – PP.1183-1186.
- [12] Riahi K., Grubler A., Nakicenovic N. Scenarios of long-term socio-economic and environmental development under climate stabilization // Technological Forecasting and Social Change. – 2007. – №74 (7). – PP.887-935.
- [13] Tugba Ozturk, M. Tufan Turp, Murat Türke, M. Levent Kurna Projected changes in temperature and precipitation climatology of Central Asia CORDEX Region 8 by using RegCM4.3.5 // Atmospheric Research. – 2017. – Vol.183. – PP. 296-307

Бостанбеков К.А., Юничева Н.Р., Алимова А.Н.

CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project) тізіміне жататын жаһандық климаттық модельдердің тарихи деректер қорын жасау

Түйіндемe. Бұл мақалада CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project) тізіміне жататын жаһандық климаттық модельдердің деректерінен құрылған дерекқор ұсынылған. CMIP5 жобасының бағдарламасына концентрацияның алғашқы траекториясына RCP (Representative Concentration Pathway) негізделген сценарийлерді модельдеу бойынша арнайы эксперименттер тобы қосылған. Бұл дерекқор Жердің болашақ климаты туралы есептелген деректерді құруға бағытталған «Климатты бағдарланған аймақтық даунскейлингтеу бойынша тәжірибе (CORDEX)» халықаралық жобасы шеңберінде зерттеулер жүргізу үшін қажет.

Түйінді сөздер: климаттың өзгеруі туралы болжамдар, жаһандық климаттық модельдер, CORDEX, жоғарыөнімді есептеулер, көшетхана газдары.

УДК 69.07

A.A. Bryantsev

(International Educational Corporation, Almaty, Kazakhstan
E-mail: Bryancev8989@mail.ru)

IN-PLACE TEST OF CORRUGATED WELDED BEAMS WITH ROUND PERFORATIONS

Abstract. This paper describes the In-place tests of welded I-beams with triangular corrugated webs weakened by temporary perforations. The main objective of the test is to assess the impact of the perforation parameters and the structural form of its bordering on the strength and stability of the beam. Large-scale pilot studies were carried out with the objective of identifying the perforations effect on the deformation property of the beam and to obtain information on the nature of the limiting state and the values of maximum loads. In addition to In-place tests, a computer calculation of corrugated beams with perforations was performed. The analysis of the beams with and without perforations performance is conducted, the targets had been met, and the findings are contained.

Keywords: beam with a corrugated web, In-place tests, deformation property, displacement, round perforation, perforation reinforcement

А.А. Брянецв

(Международная образовательная корпорация, Алматы, Республика Казахстан
E-mail: Bryancev8989@mail.ru)

НАТУРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ СВАРНЫХ ГОФРИРОВАННЫХ БАЛОК С КРУГЛЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ

Аннотация. Представленная работа описывает проведенные натурные испытания сварных двутавровых балок с гофрированными стенками треугольного очертания, ослабленных технологическими отверстиями. Главной задачей проводимого испытания является оценки влияния параметров отверстия и конструктивной формы его окаймления на прочность и устойчивость балки в целом. Экспериментальные исследования на крупномасштабных моделях проводились в целях определения влияния отверстий на деформативность балки и получения информации о характере предельного состояния и величинах максимальных нагрузок. Помимо натурных испытаний выполнен компьютерный расчет гофрированных балок с отверстиями. Проведен анализ работы балок с отверстиями и без отверстий, поставленные задачи выполнены, выводы сформулированы.

Ключевые слова: балка с гофрированной стенкой, натурные испытания, деформативность, прогиб, круглое отверстие, усиление отверстия

Введение

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью применения в гофрированных стенках отверстий, в соответствии эксплуатационным требованиям, когда необходима прокладка систем трубопроводов различного назначения: водопровод, отопление, вентиляция, кондиционирование и т.д.

В виду отсутствия в нормативных документах на территории Республики Казахстан и России должного пояснения о методах усиления технологических отверстий, возникает необходимость проведения исследования влияния методов усиления отверстий в стенке гофрированной балки на ее несущую способность.

В основном балки с поперечно–гофрированной стенкой и гофрами треугольного очертания применяют для строительства в Казахстане; балки с поперечно–гофрированной стенкой и гофрами трапециевидного и прямоугольного очертания применяют в Швеции, Финляндии, США, Японии и Голландия; балки с поперечно–гофрированной стенкой и гофрами волнистого очертания применяют в Австрии, Украине, Польше и России [1].

В 2008 г. Абу Хасан М.Н. с коллективом авторов опубликовал свою работу [2] в которой описываются испытание балки с гофрированной стенкой трапециевидного очертания с различной толщиной стенки.

Кретинин А.Н. в 2008 г. на кафедре металлических и деревянных конструкций НГАСУ провел натурные испытания 4–х образцов балок [3].

Рыбкин И.С. в 2008 г. в г. Москва исследовав особенности тонкостенных гофрированных конструкций [4], предложил новый комбинированный вид двутавровых конструкций с переменным гофрированием.

В 2011 г. Кудрявцев С.В в своей работе [5], изучил работу балки с гофрированной стенкой, ослабленной круглыми отверстиями, исследовал ослабление несущей способности стенки.

В 2013 г. Аденилца Ф.Г. Цалензани опубликовали работу [6], о вращательной жесткости композитных гофрированных балок с гофрами синусоидального профиля на боковой изгиб с кручением.

Полтораднев А.С. в 2013 г. в своей работе [7], исследуя несущую способность и оптимизацию балок с гофрированной стенкой, подтверждает эффективность использования в балках вместо традиционной для стальных конструкций плоской стенки гофрированную стенку.

В литературных источниках, имеющих открытый доступ [8, 9] имеют несколько решений проблем проектирования технологических отверстий в гофрированных стенках, а остальные литературные источники имеют ограниченные данные по экспериментальным исследованиям по влиянию сосредоточенных нагрузок и местного ослабления стенки на несущую способность и деформативность балок. Этот вопрос в основном рассматривался в тонкостенных балках [10, 11] и в балках с плоскими и с перфорированными стенками [12, 13].

Исследование напряженно-деформированного состояния, изгибающего момента, линейного анализа балок с гофрированными стенками проводилось различными учеными [14–28].

Основной целью проводимой работы стало проведение натурных испытаний с целью оценки влияния параметров отверстия и конструктивной формы его окаймления на прочность и устойчивость балок.

Методы

В программу исследований входило:

1. Изучение особенностей предельных состояний, а также поведения моделей под нагрузкой и их деформативности.

2. Определение влияния конструктивных особенностей различных видов усиления отверстий на несущую способность моделей в целом.

Для экспериментальных исследований были изготовлены модели двутавровых балок с тонкой гофрированной стенкой. Исключение влияние масштабного фактора, технологических особенностей сварки и сборки на результаты исследований достигнуто проведением экспериментов на крупномасштабных моделях.

Для оценки несущей способности сварных двутавровых профилей с гофрированными стенками в лаборатории АО «КазГАСА» были выполнены испытания прочности и жесткости двутавровых гофрированных балок на натурных образцах, изготовленных на в цеху ТОО «Юсем Тау» из стали С245 ГОСТ 27772–88*.

Испытания проводились на силовом полу лаборатории по однопролетной схеме на поперечный изгиб сосредоточенной силой, приложенной в середине пролета (рис. 1) при шарнирном опирании балок на опоры.

При проведении эксперимента балки устанавливались на специально подготовленный стенд для испытаний (рис. 1).

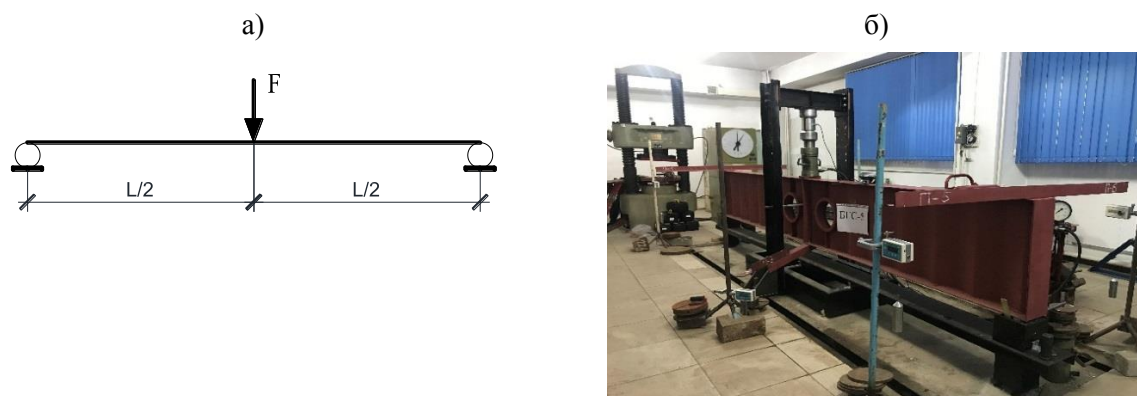


Рис. 1.

а) Схема нагружения испытываемых моделей; б) Стенд для натурных испытаний

Загружение балки осуществлялось гидравлическим домкратом ДГО–25 вручную одним гидравлическим насосом через стальную пластину 100x20 мм длиной равной ширине пояса балки ($l = 150$ мм) и передающую давление на пояс по всей его ширине.

Величина нагрузки при испытаниях балок замерялась по электронному динамометру и дублировалась манометром.

В процессе испытаний фиксировались величины нагрузки и прогиба с помощью электронных прогибометров, учитывалось и исключалось влияние перемещений модели в установке за счет податливости вследствие обмятия.

Исходя из программы исследования и в соответствии с теорией оптимального планирования экспериментов было изготовлено 5 моделей для эксперимента.

В стенках моделей балок с отверстиями были образованы два круглых отверстия диаметром $\frac{1}{2}$ от высоты стенки ($0,5h_w$), центр отверстий расположен посередине высоты стенки, расстояние между центрами отверстий приняты два диаметра ($2d$) [29].

В таблице 1. обозначены геометрические характеристики всех испытанных образцов сварных гофрированных балок.

Таблица 1. Геометрические характеристики моделей

Модель балки	Размеры профиля, см					Параметры гофров, Lг см	Параметры гофров, f см	Масса балки, кг	Расстояние до ближайшей силы, «F», см	Длина модели L, см	Вариант усиления отверстия
	h	b	s	t	hw						
БГС-1	61,2	15	0,20	0,6	60	14	4,5	118,36	210	420	Без отверстия
БГС-2	61,2	15	0,20	0,6	60	14	4,5	116,14	210	420	Отверстие без подкрепления
БГС-3	61,2	15	0,20	0,6	60	14	4,5	131,03	210	420	Отверстие с окаймлением и утолщением стенки на $2 t_w$
БГС-4	61,2	15	0,20	0,6	60	14	4,5	126,06	210	420	Отверстие с окаймлением и парными ребрами жесткости
БГС-5	61,2	15	0,20	0,6	60	14	4,5	128,1	210	420	Отверстие с окаймлением с загибом кольца и парными ребрами жесткости

Результаты

Испытания моделей БГС-1, БГС-2, БГС-3 и БГС-4 продолжались до момента исчерпания несущей способности вследствие потери устойчивости гофрированной стенки или полки, модели БГС-5 до начала работы балок в упруго пластической зоне.

До начала основного испытания каждая балка загружалась по пять раз до нагрузки 35 кН для. Загружение производилось ступенями, величина которых составляла 10 кН на первых двух ступенях и по 5 кН на последующих трех.

Для модели балки длиной 4200 мм максимально допустимый прогиб равен $1/170l$ или 25 мм.

На рисунках 2-6 приведены экспериментальные графики «нагрузка - перемещение» в середине пролета испытанных образцов моделей БГС-1, БГС-2, БГС-3, БГС-4 и БГС-5. Там же даны теоретические и компьютерные значения этих перемещений от экспериментальных нагрузок. Рядом на фотографиях приведены для соответствующих опытных образцов характерные виды с исчерпания ими несущей способности из-за потери местной и общей устойчивости гофрированных стенок, потери устойчивости сжатого пояса и развития больших прогибов образцов, вызванных пластическими деформациями поясов.

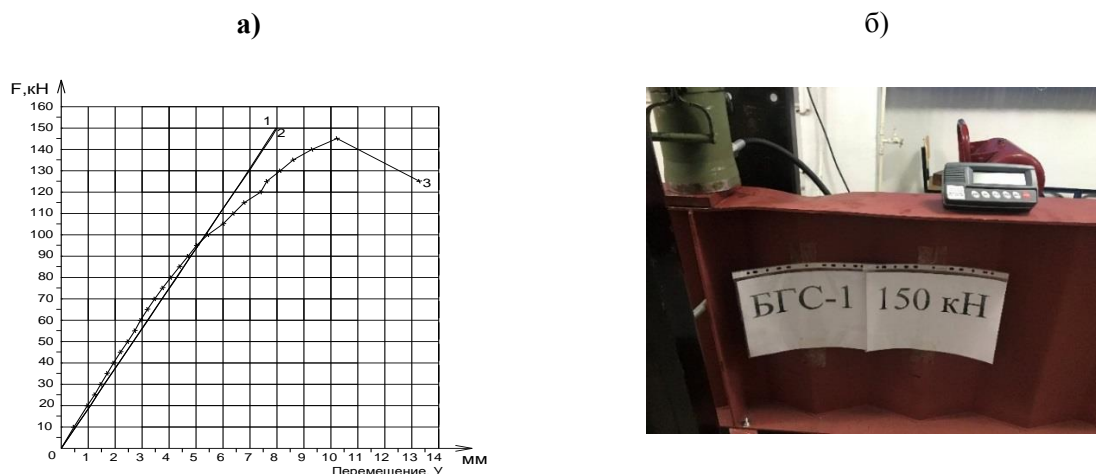


Рис. 2. Испытание модели БГС-1: а) графики «нагрузка-перемещение» соответственно (1), (2) и (3) для теоретических, компьютерных и экспериментальных данных; б) Характер исчерпания несущей способности образца БГС-1 в виде потери местной устойчивости сжатого пояса

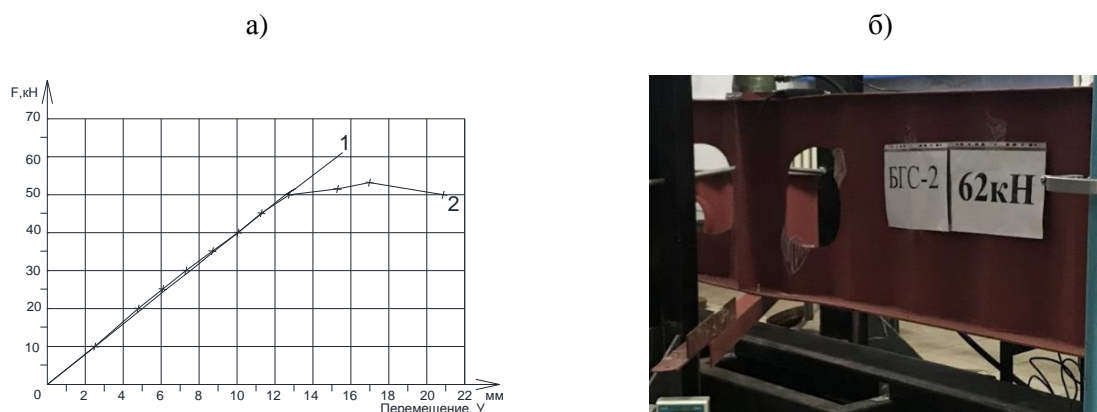


Рис. 3. Испытание модели БГС-2: а) графики «нагрузка-перемещение» соответственно (1) и (2) компьютерных и экспериментальных данных; б) Характер исчерпания несущей способности образца БГС-2 в виде потери местной устойчивости отдельных плоскостей гофр, пропелерообразным изгибом сжатого пояса и потерей его устойчивости, текучесть нижнего пояса.

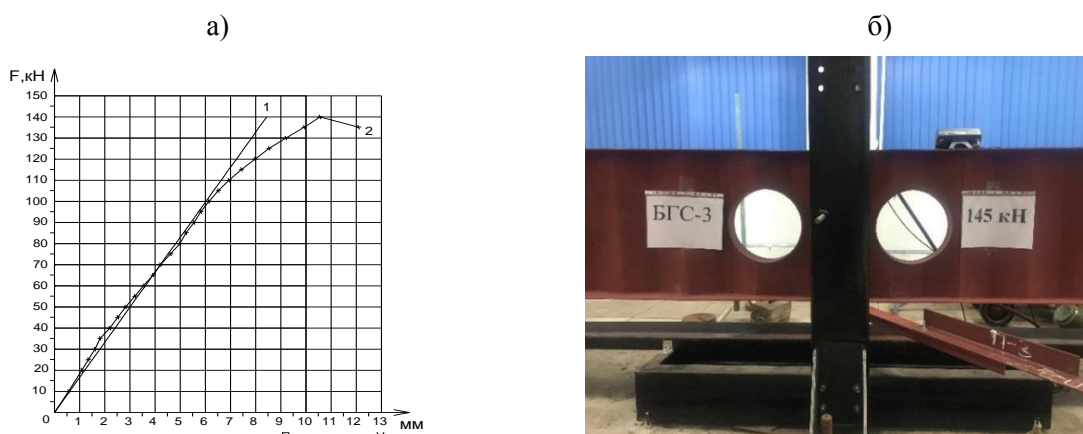


Рис. 4. Испытание модели БГС-3: а) графики «нагрузка-перемещение» соответственно (1) и (2) компьютерных и экспериментальных данных; б) Характер исчерпания несущей способности образца БГС-3 в виде потери местной устойчивости сжатого пояса

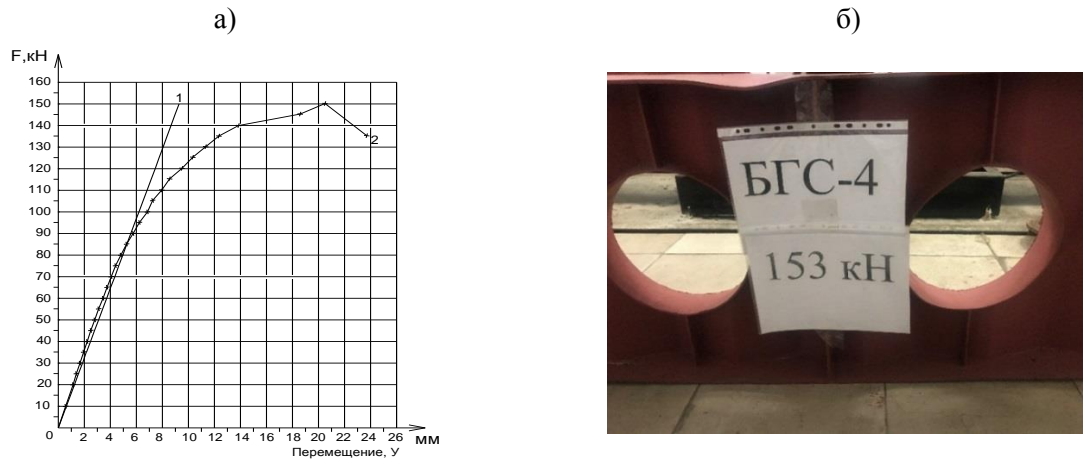


Рис. 5. Испытание модели БГС-4: а) графики «нагрузка-перемещение» соответственно (1) и (2) компьютерных и экспериментальных данных; б) Характер исчерпания несущей способности образца БГС-4 в виде потери местной устойчивости отдельных плоскостей гофр, пропелерообразным изгибом сжатого пояса и потерей его устойчивости, текучесть нижнего пояса, выгиб окаймления из плоскости стенки

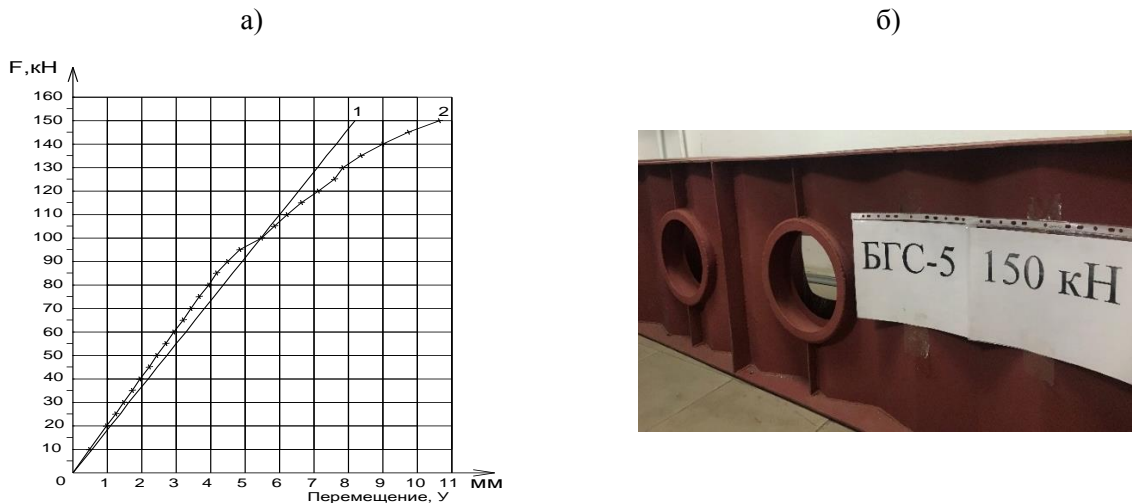


Рис. 6. Испытание модели БГС-5: а) графики «нагрузка-перемещение» соответственно (1) и (2) компьютерных и экспериментальных данных; б) Характер исчерпания несущей способности образца БГС-5 в виде пропелерообразного изгиба сжатого пояса

Экспериментальные значения перемещения балок в вертикальной плоскости в каждом сечении вычислялись по формуле (1):

$$y_i = \frac{A_{п-3} + A_{п-4}}{2} - \left[\left(\frac{A_{п-1} + A_{п-2}}{2} + \frac{A_{п-5} + A_{п-6}}{2} \right) / 2 \right] \quad (1)$$

Где, $A_{п-3}, A_{п-4}$ – разность по прогибомерам, установленным в сечении, где вычислялись перемещения;

$A_{п-1}, A_{п-2}$ – разность по прогибомерам, на левой опоре балки;

$A_{п-5}, A_{п-6}$ – разность по прогибомерам, на правой опоре балки.

В таблице 2 представлены величины полученных прогибов $U_э$ и $U_{э, max}$ от экспериментальной расчетной нагрузки $F_э$ и от предельной экспериментальной нагрузки $F_{э, max}$, прогибы $U_к$ и $U_{к, max}$ полученные путем компьютерного моделирования балок, выполненных в программном комплексе ЛИРА – САПР 2017, там же приведены теоретические значения прогибов в середине пролета $U_т$ и $U_{т, max}$.

Таблица 2. Результаты полученных данных

Обозначение модели	Расчетная нагрузка, F_p тс/кН	Экспериментальная расчетная нагрузка $F_э$ тс/кН	Предельная экспериментальная нагрузка $F_{э,max}$ тс/кН	Прогиб в середине пролета по экспериментальным данным, мм		Прогиб в середине пролета по данным компьютерного моделирования, мм		Прогиб в середине пролета по теоретическому расчету, мм		Характер разрушения образцов
				$U_э$ от $F_э$	$U_{э,max}$ от $F_{э,max}$	U_k от $F_э$	$U_{k,max}$ от $F_{э,max}$	U_T от $F_э$	$U_{T,max}$ от $F_{э,max}$	
БГС-1	5,5/55	10/100	150	5.44	13,28	5.42	8,13	5.36	8.04	Потеря местной устойчивости сжатого пояса и местной устойчивости стенки
БГС-2	5,5/55	50	62	12.76	20.85	12.56	15.58			Общая потеря устойчивости стенки
БГС-3	5,5/55	10/100	145	6.14	12.09	6.03	8.74			Потеря местной устойчивости сжатого пояса
БГС-4	5,5/55	9.5/95	153	6.23	23.70	5.89	9.48			Потеря местной устойчивости сжатого пояса, местной устойчивости стенки, деформация окаймляющего кольца
БГС-5	5,5/55	10/100	150	5.49	10.65	5.46	8.19			Развитие чрезмерных пластических деформаций

Обсуждение

В данной работе проводилось исследование работы сварной двутавровой балки с треугольным профилем, ослабленной технологическими отверстиями. Для этого было проведено экспериментальное исследование пяти крупномасштабных моделей балки с гофрированной стенкой с треугольным очертанием гофр, без отверстий и ослабленной двумя технологическими отверстиями. Полученные данные дали возможность провести сопоставительный анализ деформативности балок одинакового поперечного сечения с отверстиями в стенке и без них при одинаковых условиях работы. Таким образом, испытания показали необходимость и экономическую целесообразность проведенных работ по выявлению оптимальных конструктивных форм подкрепления отверстий в целях удовлетворения требованиям технологов по пропуску оборудования в пределах строительной высоты балок, снижения расхода стали на их подкрепление и уменьшение трудоемкости изготовления.

Выполненные экспериментальные исследования на моделях балок с тонкими ($\lambda_w=300$) гофрированными стенками, ослабленными двумя отверстиями, позволяют сделать следующие выводы:

1. Назначение оптимальных способов подкрепления отверстий позволило обеспечить необходимую несущую способность и деформативность балок с тонкими гофрированными стенками, для применения их в качестве несущих элементов стропильных покрытий и ригелей каркасов зданий различного назначения.

2. Окаймление отверстий листовой сталью и постановкой парных вертикальных ребер жесткости повышает более чем в два раза величину экспериментальных нагрузок и до 4 раз уменьшает деформативность моделей.

Следует отметить, что повышения эффективности работы балки, ослабленной отверстиями, было достигнуто постановкой парных вертикальных ребер жесткости между окаймлением и поясами с приваркой их как к стенке, так к поясам и элементам окаймления, в другом случае утолщением зоны отверстия в 2 раза, а также приваркой загиба к окаймлению отверстия из листовой стали.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Брянцев А.А., Абсиметов В.Э., Лалин В.В. Эффективность применения двутавров с гофрированными стенками в производственных зданиях // *Строительство уникальных зданий и сооружений* – 2017. – №3 (54). – С.93–104
- [2] Abu Hassan M. H., Al-Mattarneh H. M. A., Ibrahim A., Abdul Hamid H., Mohammed B. S. Effect of Web and Flange Thickness of Profiled Web Girder using LUSAS // *International conference on construction and building technology*. – India. – 2008. – № (45). – Pp. 515–528.
- [3] Кретицин А.Н. Тонкостенные балки из гнутых оцинкованных профилей: составных поясов коробчатого сечения и гофрированных стенок: дис. канд. техн. наук. – Новосибирск. – 2008. – 139 с.
- [4] Рыбкин И.С. Совершенствование конструктивных решений, методов моделирования и расчета гофрированных элементов: дис. канд. техн. наук. – Москва. – 2008. – 195 с.
- [5] Кудрявцев С.В. Несущая способность балок с гофрированной стенкой, ослабленной круговым отверстием: автореф. дис. канд. техн. наук. – Екатеринбург: УрФУ. – 2011. – 22 с.
- [6] Adenilcia F.G., Calenzani Ricardo H. Fakury and others. Rotational stiffness of continuous composite beams with sinusoidal-web profiles for lateral-torsional buckling // *Journal of Constructional Steel Research*. – № (79). – 2012. – Pp. 22–33.
- [7] Полтораднев А.С. Несущая способность и оптимизация стальных тонкостенных балок: дис. канд. техн. наук. – Москва. – 2013. – 216 с.
- [8] Revathi N., Satheskumar G.K., Arunkumar G. Numerical investigation on flexural behaviour of cold formed steel I section with triangular corrugated web // *International Journal of Research and Innovation in Engineering*. – 2016. – Vol. 02. Pp. 48–53.
- [9] Priyanga R.S., Mathivathani J., Venkatesan A. Flexural behaviour of trapezoidal corrugation beam by varying aspect ratio // *International Journal of Scientific Research Engineering & Technology (IJSRET)*. – 2016. – Vol. 4. – Pp. 170–174.
- [10] Jager B., Dunai L., Kövesdi B. Girders with trapezoidally corrugated webs subjected by combination of bending, shear and path loading // *Thin-Walled Structures*. – 2015. – Vol. 96. – Pp. 227–239.
- [11] Sarah A.P., Jacob P.A. A review of optimization of plate girders with corrugated webs // *International journal of Innovative Research in Science and Engineering*. – 2016. – No. 2. – Pp. 63–71.
- [12] Cheng J. Summary of corrugated web H-shaped steel beam joints // *International Journal of Science*. – 2016. – Vol.3. – No. 4. – Pp. 136–140.
- [13] Hajsadeghi M., Zirakian T., Keyhani A., Naderi R., Shahmohammadi A. Energy dissipation characteristics of steel coupling beams with corrugated webs // *Journal of Constructional Steel Research*. – 2014. – No. 101. – Pp. 124–132.
- [14] Pavlenko A.D., Rybakov V.A., Pikht A.V., Mikhailov E.S. Non-uniform torsion of thin-walled open-section multi-span beams // *Magazine of Civil Engineering*. – 2016. – No. 7. – Pp. 55–69.
- [15] Nazmeeva T.V., Vatin N.I. Numerical investigations of notched C-profile compressed members with initial imperfections // *Magazine of Civil Engineering*. – 2016. – No. 2. – Pp. 92–101.
- [16] Hadjipantelis N., Gardner L., Wadee M.A. Prestressed cold-formed steel beams: Concept and mechanical behaviour // *Engineering Structures*. – 2018. – Vol. 172. – Pp. 1057–1072.
- [17] Soegihardjo O., Suhardjono S., Pramujati B., Pramono A.S. Parametric beam modeling to predict the first natural bending frequency of thin wall box shaped structures verified using experimental modal analysis // *International Review of Mechanical Engineering*. – 2017. – Vol. 11. – No. 1. – Pp. 77–86.
- [18] Atavin I.V., Melnikov B.E., Semenov A.S., Chernysheva N.V., Yakovleva E.L. Influence of stiffness of node on stability and strength of thin-walled structure // *Magazine of Civil Engineering*. – 2018. – No. 4 (80). – Pp. 42–59.
- [19] Kikot A.A. Design of cold-formed tension members using the CFSteel software // *Magazine of Civil Engineering*. – 2016. – No. 1. – Pp. 42–59.
- [20] Feng R., Zhan H., Meng S., Zhu J. Experiments on H-shaped high-strength steel beams with perforated web // *Engineering Structures*. – 2018. – Vol. 172. – Pp. 1057–1072.
- [21] Baby A., Jacob K. A parametric study on the effect of multi-corrugated web profile on the performance of steel beam section // *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*. – 2017. – Vol. 2. – Pp. 210–214.
- [22] Wang Zh., Wang Q., Liu Y., Sun M. Fatigue behaviour of welded joints assembled by longitudinal corrugated plates // *Journal of Central South University*. – 2015. – Vol. 22. – Pp. 2752–2760.
- [23] Divahar R., Joanna P.S. Lateral buckling of cold formed steel beam with trapezoidal corrugated web // *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*. – 2014. Vol. 5. – Pp. 217–225.

- [24] De'nan F., Shoong K.K., Hashim N.S., Ken Ch.W. Nonlinear Analysis of Triangular Web Profile Steel Section Under Bending Behaviour // Global Civil Engineering Conference. – 2017. – Vol. 9. – Pp. 463–472.
- [25] Manju T., Arundhavapriya E., Bharath K.B. Study on behavior of corrugated webs in cold formed steel sections with varying thickness // Asian journal of civil engineering (BHRC). – 2016. – Vol. 17. – No. 7. – Pp. 1025–1033.
- [26] Gowri P.M., Manu S.S. Experimental Study on Flexural Behaviour of Cold formed Hollow Flanged Z – Sections // International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). – 2018. – Vol. 05. – Pp.364–369.
- [27] De'nan F., Hasan H., Choong K. Experimental study on lateral torsional buckling of triangular web profile steel section // Applied Mechanics and Materials. – 2015. Vol. 802. – Pp. 178–183.
- [28] Pasnur P., Kumbhare M. Study of beam with plain web, trapezoidal corrugated web, and triangular corrugated web // Journal of Advances and Scholarly Researches in Allied Education. – 2018. Vol. XV. – No. 2. – Pp. 630–634.
- [29] Bryantsev A.A., Absimetov V.E., Lalin V.V. The effect of perforations on the deformability of welded beam with corrugated webs // Magazine of Civil Engineering. – 2019. – No 87(3). – Pp. 18–34.

Брянцев А.А.

Дөңгелек саңылаулары бар пісірінді гофрленген арқалықтарды болмыстық сынау

Түйіндеме. Осы жұмыста технологиялық саңылау арқылы әлсіреген, үшбұрышты кескінді гофрленген қабырғалары бар пісірінді екі таврлы арқалықтарды болмыстық сынау сипатталады. Ірі масштабты модельдерге эксперименттік зерттеулер саңылаулардың арқалықтың деформативтілігіне әсерін анықтау және шекті жағдайының сипаты мен ең жоғары жүктеменің шамасы туралы ақпаратты алу мақсатында жүргізілді. Саңылаулары бар және саңылаусыз арқалықтардың жұмысына талдау жүргізілді, қойылған міндеттер орындалды, қорытындылар тұжырымдалды.

Түйін сөздер: гофрленген қабырғасы бар арқалық, болмыстық сынақтар, деформативтілік, бүгілу, дөңгелек саңылау, саңылауды күшейту.

UDK 536.483

A.A. Genbach N.O. , J amankulova

(Almaty University of Power Engineering & Telecommunications, Almaty, Kazakhstan
dnellya@mail.ru)

SINGLE STEAM BUBBLE PARAMETERS IN THE CELLS OF CAPILLARY-POROUS STRUCTURE USED IN THE HEAT POWER PLANTS

Abstract. In this paper a physical model for the generation of single (individual) steam bubbles in separate cells of the capillary-porous structure was developed. Individual characteristics of bubbles can significantly (on one- two orders) different from integral characteristics and that are important for an explanation of the emergence and development of cracks of a damage of the details and units of heat power plants. The solution of a problem on the evaporation of a clinoid microlayer under the steam bubble growing in a cell of porous structure covering a metal heating surface (substrate) was used. The task was to determine the time dependence of the film thickness distribution and the distribution of temperature field in the wall in the area of the radius of the "dry" spot. The wall was made from copper and stainless steel. The surface was considered as infinite plate (semi-limited solid body). At determination of the radius of a "dry" spot, experimentally obtained approximation for the law of the growth of a bubble in a cell of porous structure taking into account the influence of underheating, velocity and thermal properties of liquid and a heating surface was used. It is shown that an excess of fluid in the porous structure reduces the amount of separated diameter of the bubble, which is associated with a decrease in average-mass temperature and overheating of the liquid film.

Keywords: boiling, capillary-porous structure, microlayer, single steam bubble

Introduction

It is not without significance to obtain characteristics (parameters) of a single steam bubble which characterize its dynamic growth in capillary-porous materials. They may be significantly different from the integrated characteristics and boiling parameters in a large volume without the porous surface coating [1-2]. However, they allow to qualitatively identify the influence regime and arrangement factors in the process of boiling liquid in the cells of the porous structure [3-12].

The problem is reduced to determining at the certain time τ the dependent variables: the thickness δ of the film distribution under the steam bubbles growing on a porous surface, for

$0 < r < R_{ds}$, considering that at $r = R_{ds}$, it is set liquid film of constant δ_0 , the evaporation of which is compensated by feeding of fresh portions of the relatively cold liquid by means of capillary and mass forces ΔP_{g+cap} ; fluid temperature distribution in the film θ of thickness δ ; the depth of cooling h , in which the front

of temperature perturbation in the steam generating surface is amplified; local heat flux, bled with individual steam bubble. All these quantities will be determined for different values of liquid overheating P . Let us make a record of outlining functions in dimensionless form, as it was performed by Grigoriev et al. [1], Cuper and Merry [2]:

$$\bar{\delta} = \frac{\delta}{\delta_0}; \quad \Theta = \frac{(T_0 - T_{x=0})}{(T_0 - T_s)}; \quad \bar{h} = \frac{h\lambda'}{\delta_0\lambda}; \quad \tilde{q} = \frac{q\delta_0}{\lambda'(T_0 - T_s)} = \frac{q}{q_0}; \quad (1)$$

q_0 - heat flux, bled by steam bubble; $q = 2q(0, \tau) = 2[T_0 - T(0, \tau)]\frac{\lambda}{h}$ - heat flux at the "liquid film - wall" on the part of the wall.

The argument is the dimensionless time $t = \frac{a\tau(\lambda')^2}{(\delta_0\lambda)^2}$.

The fixed amount is liquid overheating $P = \frac{4c\rho(T_0 - T_s)\lambda}{3r'\rho'\lambda'}$ - (heat parameter).

Agreed notations: x - coordinate of the steam generating surface covered with porous structure; R_{ds} - radius of "dry spot" along the coordinate r ; $T_0 = T(x, 0)$ - liquid temperature at $\tau=0$ (initial liquid temperature at the wall); T_s - saturation temperature; λ, λ' - heat conduction coefficients of the wall and the liquid; a - thermal diffusivity coefficient; c, ρ, ρ' - wall heat capacity, the wall and the liquid density; r' - heat of evaporation.

The dimensionless time can also be defined as $\tilde{t} = \frac{t}{t_p}$, where t_p - time required for complete evaporation of the film for a given parameter value P , i.e $t_p = f(P)$. This dependence is calculated at $\bar{y} = 1(\bar{\delta} = 0)$, where $\bar{y} = 1 - \bar{\delta}$.

The value q on the side of the liquid on the "wall - liquid" boundary:

$$q = \frac{\lambda'}{\delta} [T(0, \tau) - T_s] \quad (2)$$

According to Jamialahmadi et al. [13] and Ose and Kunugi [14] the relevance is noted in connection with a boiling surface effect (with subcooling) on the intensity of focal corrosion of fuel cladding which can occur at a collapse of bubbles in the subcooled liquid.

In studied capillary-porous cooling system the liquid boiling, subcooled to the saturation temperature, takes place inside and on the structure surface, as the massive forces create excess fluid [8-12], but according to [13-14] boiling occurs on the surfaces without porous coatings.

Currently, liquid microlayer research at the base of the steam bubble is carried out in many of the world scientific laboratories and departments [15-16]. However, it is needed further study of single bubbles in the cells of a new class of diverting systems [10-12], especially made of poor thermally conductive brittle coatings. This makes it possible to analyze the development of fatigue cracks in the bubbles activation centers, to apply the theory of thermoelasticity to the limiting state of the heat exchange surface, to draw an analogy between the processes of heat transfer in micro- and macrokinetics of origin and development of bubbles and the processes of thermal destruction of porous coatings. In addition, as noted by authors [13-16], many authors model of the boiling process on heat transfer surfaces are absolutely smooth (nanoscale surface), which is far from the actual thermal power plants.

The model of the heat transfer

Let us consider the unsteady heat transfer at the microlayered evaporation of liquid film under the steam bubble, growing cells of the capillary-porous structure, by the heat supply from the storage volume of the steam generating surface, which is taken as an infinite plate with δ_{pl} thickness (fig. 1). The problem of the evaporation of the liquid film from the solid surface, received by semibounded ($\delta \rightarrow \infty$) for a variety of conditions, was presented by authors [1-2].

For a solution of the evaporation problem of the liquid film from the solid surface, considering that the film thickness δ_0 is in the cell of capillary-porous structure. For simplicity of notation we use x instead of r coordinate (fig.1).

It applies a linear temperature distribution over the film thickness δ :

$$\delta = \delta_0 - \frac{\lambda'}{r'\rho'} \int_0^\tau \left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)_{x=0} d\tau, \quad (3)$$

at $x = -\delta_0, T=T_s; x = 0, T= T_0$.

The temperature field in the plate (substrate), which is covered with porous structure, is described by the one-dimensional heat equation:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}. \quad (4)$$

For initial conditions: $0 \leq x \leq \delta_{pl}, \tau = 0, T(x,0) = T_0$ and boundary conditions:

$$x = 0, \tau \geq 0, \lambda \left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)_{x=0} = \lambda' \frac{T(0, \tau) - T_s}{\delta}; \quad x = \delta_{pl}, \tau \geq 0 \quad (5)$$

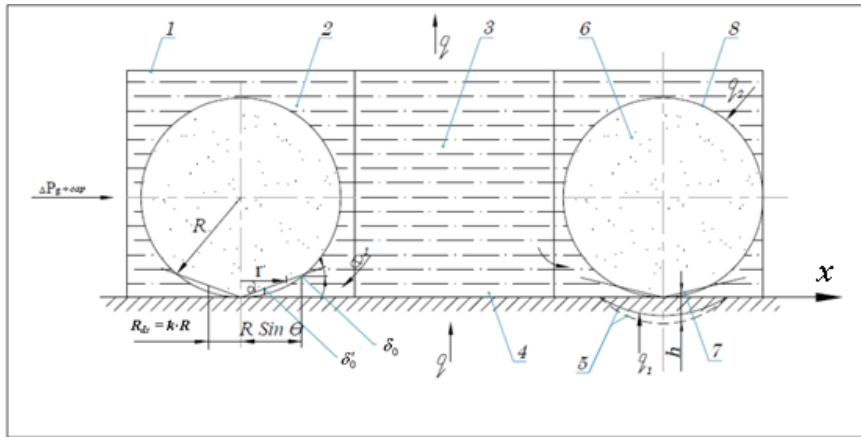


Fig. 1. Model of contact of steam bubbles with steam generating surface in the steam generation cells of the porous structure: 1 – boundary of porous structure; 2 - steam generation cell; 3 - cell of liquid power supply; 4 - steam generating surface; 5 - the temperature wave distributing front h in a volume of the heat generating surface made of the stainless steel and copper (dotted line) (the depth of cooling); 6 - steam; 7 - "dry" spot; 8 - distribution front of light (steam) phase

To solve this nonlinear unsteady heat conduction problem it is used the integral method to average the heat-transfer equation on the areas $0 < x < h$ at $\tau < \tau_f$ and by the areas $0 < x < \delta_{pl}$ at $\tau > \tau_f$.

Under τ_f is meant time of complete evaporation of the liquid film, in which the temperature perturbation front, distributing in a solid body, does not reach the plate thickness δ_{pl} and characterizes the area $0 < x < \delta_{pl}$

with a quantity of cooling depth h ($h < \delta_{pl}$), when $T = T_0, \left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)_{x=h} = 0$. When $\tau > \tau_f$, front of temperature

perturbation at the heating surface resulting from the selection of heat by the individual bubble, in the steam generation cell, reaches the border of the plate $h = \delta_{pl}$. In the case, when $\tau < \tau_f$, the plate can be considered as semibounded body, and the plate thickness δ_{pl} is not included in the calculation dependence [2]. In the case of $\tau < \tau_f$ problem is reduced to a system of differential equations for a semibounded body ($\delta_{pl} \rightarrow \infty$), which is written in dimensionless form [1]:

$$\frac{1}{3} \frac{d}{dx} (\bar{h} \theta) = \frac{2\theta}{h}; \quad \frac{2\theta}{h} = \frac{1-\theta}{\delta} = \tilde{q}, \quad (6)$$

where $\tilde{q} = \frac{2q(0, \tau)}{q_0}$; $q(0, \tau) = \frac{[T_0 - T(0, \tau)]\lambda}{h}$; $q_0 = \frac{[T_0 - T_s]\lambda'}{\delta_0}$; $\bar{\delta} = 1 - \frac{p\theta\bar{h}}{4}$.

The values θ and \bar{h} depending on $\bar{\delta}$ are given by

$$\theta = -\frac{1 - \bar{\delta}}{P\bar{\delta} \left[1 - \sqrt{1 + \frac{2P\bar{\delta}}{1 - \bar{\delta}}} \right]}; \quad \bar{h} = \frac{2(1 - \bar{\delta})}{P\sqrt{1 + \frac{2P\bar{\delta}}{1 - \bar{\delta}}}}. \quad (7)$$

Then the differential equation (6) takes the form:

$$\left[2P + (1 - 2P)\bar{y} + \sqrt{2P\bar{y}} \sqrt{1 + \frac{1 - 2P}{2P}\bar{y}} \right] d\bar{y} = \frac{3}{4} P^2 dt, \quad (8)$$

where $\bar{y} = 1 - \bar{\delta}$.

Determination of boiling parameters and their graphical presentation

For operating conditions of capillary-porous system, when pressure of liquid changes between (0.1-200) bar, there is a heating process of wall surface made from copper and stainless steel, while liquid superheat value is $P > 0.5$. Then integrating a differential equation (8) in limits of $\delta_1 = 0$; $\delta_2 = \bar{\delta}$, we will receive a distribution of the film thickness in the range $0 < r < R_{ds}$, which differs from the work [1]:

$$2P\bar{y} + \frac{1 - 2P}{2}\bar{y}^2 + 0.393 \frac{(2P)^2}{(2P - 1)^{3/2}} + \frac{\sqrt{2P}}{2}\bar{y}^2 \sqrt{\frac{1 - 2P - 1}{2P}} - \frac{(2P)^{3/2}}{4(2P - 1)} \times$$

$$\times \left[\bar{y} \sqrt{\frac{1 - 2P - 1}{2P}} + \sqrt{\frac{2P}{2P - 1}} \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{2P} \sqrt{\frac{1 - 2P - 1}{2P}}}{\sqrt{2P - 1}} \right] = \frac{3}{4} P^2 t. \quad (9)$$

Considering the value $\bar{y} = 1$ in the equation (9), it is possible to define time of complete evaporation τ_0 of microlayer with thickness δ_0 , at which under the bubble in the structure cell the "dry" spot is settled ($r = R_{ds}$):

$$f'(p) = \frac{2P + 1}{2} + 0.393 \frac{(2P)^2}{(2P - 1)^{3/2}} + 0.5 - \frac{(2P)^{1.5}}{4(2P - 1)} \times \left[\sqrt{\frac{1}{2P}} + \sqrt{\frac{2P}{2P - 1}} \operatorname{arctg} \frac{1}{\sqrt{2P - 1}} \right] = \frac{3}{4} P^2 \frac{\alpha \tau_0}{\delta_0^2} \left(\frac{\lambda'}{\lambda} \right)^2 = \frac{3}{4} P^2 \tilde{\tau}_0. \quad (10)$$

Then the radius of the "dry" spots on the base of the steam bubble is given by:

$$R_{ds} = \frac{\delta_0}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{\sqrt{3}}{2 \operatorname{tg} \alpha} \frac{\lambda'}{\sqrt{\rho c \lambda}} \frac{P \sqrt{\tau_0}}{\sqrt{f'(P)}}, \quad (11)$$

where α - the angle between the heating surface and a tapered microlayer located under the bubble with a radius R_{ds} .

For capillary-porous system which working in the field of mass forces, the law of steam bubble growth [3.17,18] is defined as:

$$R_d = 2\sqrt{54.1 a' Ja} \tau_0 \left[1 + \left(\frac{m_{liq}}{m_v} \right)^{0.1} \right]^{-1}. \quad (12)$$

Then the equation for R_{ds} (11) is converted to the form:

$$R_{ds} = \frac{\sqrt{3}}{2 \operatorname{tg} \alpha} \frac{\lambda'}{\sqrt{\rho c \lambda}} \frac{P}{\sqrt{f'(P)}} \frac{R_d [1 + (m_{liq} / m_v)]^{0.1}}{2 \sqrt{54.1 a' Ja}}, \quad (13)$$

where $Ja = \frac{c'_p \Delta T}{r} \frac{\rho'}{\rho''}$ - Jakob number; m_{liq} - liquid flow rate; m_v - vapor flow rate; m_{liq}/m_v - the influence of the liquid flow rate expressed in terms of liquid excess.

The ratio of $K = \frac{R_{ds}}{R_d}$ represents a coefficient of "dry" spot.

Investigations of the $\bar{\delta}, \theta, \delta$ values from $\tilde{t}, P, r, \tau, R_{ds}$ depending on the angle α for fixed values of pressure, a temperature difference, and thermophysical properties of the wall are presented in Fig. (2-5). On Figures 2 and 3 changing the thickness of the water film $\bar{\delta}$, and temperature field distribution θ , through time \tilde{t} for different values of heat parameter P (0.55-100) are shown.

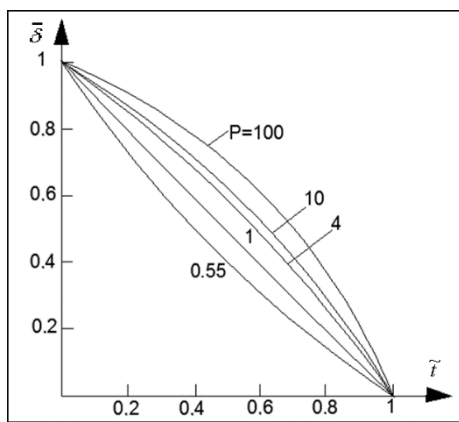


Fig. 2. Changing the thickness $\bar{\delta}$ of the water film through time in the base of the steam bubble growing in the structure cell.

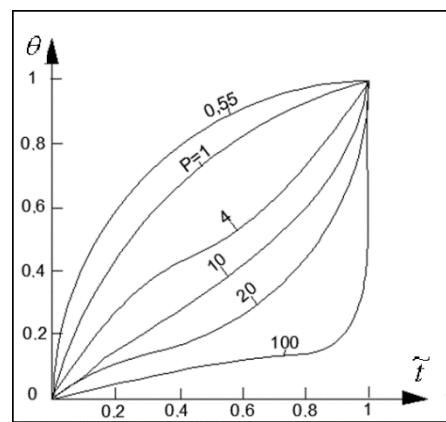


Fig. 3. Temperature field distribution θ through time \tilde{t} in the steam generating surface, covered by porous structure.

Figure 4 represents the dependence of the thickness of the evaporating water film during the steam bubble growing in cells of capillary- porous structure, on time τ in the neighborhood of $0 < r < R_{ds}$ for copper and stainless materials.

Figure 5 shows the changes the thickness of the evaporating water film δ under the steam bubble growing in the porous structure cells from the coordinates r in the range $0 < r < R_{ds}$ for different time points τ (surface - stainless steel).

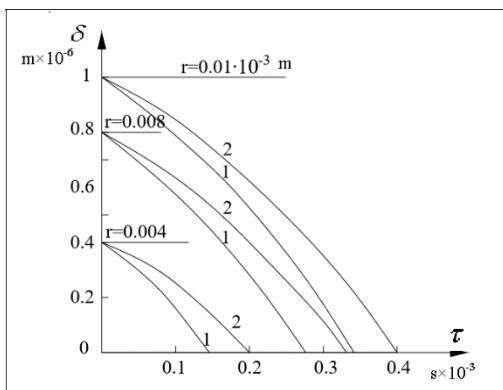


Fig. 4. Dependence of the thickness of the evaporating water film during the steam bubble growing in cells of capillary-porous structure: 1 – copper; 2 – stainless steel

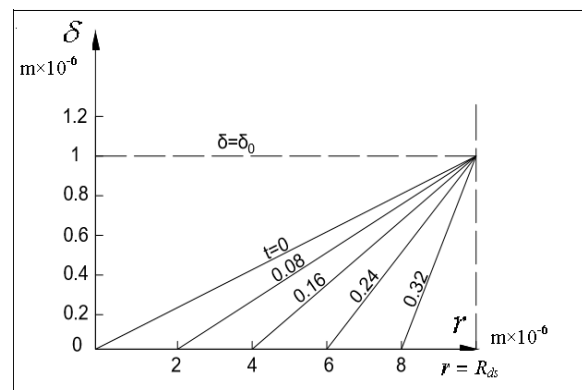


Fig. 5. Changes in the thickness of the evaporating water film δ under the steam bubble growing in the porous structure cells

Generally speaking, in the studied capillary-porous cooling system the influence of subcooling, liquid velocity, liquid thermal properties and the characteristics of heating surface can be approximated by the averaged expression of the form:

$$\bar{R} = \frac{\bar{R}_d}{\bar{R}_0} = 2.42 [k_{liq} k_w]^{-1}, \quad (14)$$

where $k_{liq} = 1 + \tilde{m}^{0.1}$; $k_w = 1 + \left[\frac{(\rho c \lambda)}{(\rho c \lambda)} \right]^{-0.5}$ - coefficients taking into account the excess of fluid and heat storage capacity of the wall; $\tilde{m} = 1-14$; $\tilde{m} = \frac{m_{liq}}{m_v}$ - option, taking into account the excess of fluid.

Excess of fluid \tilde{m} in the cross-section of the porous structure makes a flow with low subcooling and low speed W_0 , which reduces the averaged value of the detachable bubble radius \bar{R}_0 to the value of \bar{R}_d . The values of $W_0 = (1.1 \cdot 10 \dots 0.1)$ m/s; $W_0 = \frac{m_{liq} l q}{m_v \varepsilon \delta_\phi r \rho'}$ was found from experimental parameters, where l - height of the heat exchange surface; ε - porosity of structure; δ_ϕ - thickness of porous structure.

This is due to a decrease in the average weight temperature, which leads to overheating falling of liquid film surrounding the bubble, and may cause partial condensation [7]. Dynamic angle of contact in the studies is obtained $\theta' = 80$ degrees. (see. Fig.1); angle $\alpha = 5^\circ 30'$; $K = 0.5$. The low of steam bubble growth R_d takes into account deformation and outline of bubbles due to excess of fluid m_{liq} with in relation to the flow of generated steam m_v .

Time τ_0 which determines of complete evaporation of microlayer with thickness δ_0 , when under the bubble the "dry" spot is settled ($r = R_{ds}$), is determined from the expression (10).

Model of processes. The limiting condition of a heating surface

For the description of the limiting condition of the steam-generating surface covered with a capillary-porous structure at the approach of a boiling crisis, heat conduction equation (3) for the boundary conditions of the second order is used:

$$T = 0, \tau < 0; \lambda \frac{\partial T}{\partial x} = q, x = + \delta_{pl}; \lambda \frac{\partial T}{\partial x} = q, x = - \delta_{pl}.$$

The thickness of the plate is $2\delta_{pl}$ and the constant specific heat flux is brought to a surface $x = + \delta_{pl}$, since the moment $\tau = 0$. The bottom surface $x = - \delta_{pl}$ and the lateral edges of the plate have a thermal isolation [4].

Results and their analysis on the limiting condition of a capillary-porous structure

The plates made from copper and the stainless steel have a quartz and granite capillary-porous coating. In the Figures (6-8), the results of calculations of the functional dependences of heat fluxes q_1, q_2, q_3 , responsible respectively to melting (q_1) of the surface, to creating of the limiting stresses of compression (q_2) and stretching (q_1) are given:

$$q_1 = T_m / \left\{ \frac{\mu}{2(c\rho\lambda)_w} t + \frac{2}{3\mu} - \frac{4}{\pi^2 \mu} \times \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n^2} \exp \left[- (n\pi\mu)^2 t / 4(c\rho\lambda)_w \right] \cos n\pi \right\}; \quad (15)$$

$$q_2 = \frac{(1-\nu)\sigma_{comp}}{\alpha E} / \left\{ \frac{\mu}{2(c\rho\lambda)_w} t + \frac{3z^2/h^2 + 6z/h - 1}{12\mu} - \frac{4}{\pi^2 \mu} \times \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n^2} \exp \left[- (n\pi\mu)^2 t / 4(c\rho\lambda)_w \right] \cos \left[\frac{n\pi}{2} \left(\frac{z}{h} + 1 \right) \right] \right\}; \quad (16)$$

$$q_3 = \frac{(1-\nu)\sigma_{str}}{\alpha E} / \frac{\mu}{2(c\rho\lambda)_w} t. \quad (17)$$

where σ_{comp} - compression stresses $N/m^2 \cdot 10^6$, σ_{str} - stresses at stretching $N/m^2 \cdot 10^6$.

Heat fluxes are calculated for a wide interval of time $\tau - (10^{-8} - 10^3)$ s. The time interval $(10^{-8} - 10^3)$ s corresponds to microprocesses of vapor phase dynamics in cells of capillary-porous coatings: from the explosive birth of a steam nucleus of R_{cr} until death of a steam bubble at $R_d = R_0$ and the corresponding (accompanying) them processes of evaporation of a microlayer δ in a bubble and to development of a "dry" spot of R_{ds} in the bubble basis (see fig. 1-5).

The mechanism of destruction of metal steam-generating surfaces differs from the mechanism of destruction of poorly thermally conductive viscous and fragile capillary-porous coatings. Despite this, there is an analogy based on the solution of the equation of unsteady heat conduction with boundary conditions of second order, and the physical model of heat transfer. The analogy is seen in the dynamics of steam bubbles in the cell structure at $(10^{-8} - 10^{-3})$ s and in a kinetics of heat stress of brittle porous coatings, including the order of magnitude of thermal loads absorbed by individual steam bubbles and clusters of fragile natural mineral environments.

Further in time there is a destruction (collapse) of the steam bubbles which reached the detachable diameters $2R_d$ and the complete drying a clinoid layer of liquid under bubbles and destruction of porous coatings by heat stresses of compression, tensile and shift depending on the size of thermal loading and time of its delivery τ .

The third temporary analogy in the course of a heat transfer consists in a depth of penetration of the front of a thermal wave in a metal of steam-generating surface \bar{h} and the size of the coming-off particles δ_p at thermal destruction of the fragile porous coating (see fig. 1, point 5).

The described three analogies of processes of a heat transfer allow to predict and prevent emergence of a burn-out, the limiting condition (melting) of heat generating surface and to select an optimum fragile capillary-porous coating for an exception of their peeling and melting.

Calculations are made for specific heat fluxes, compression and tensile stresses, depending on time of their delivery, the plate thickness (fraction), a depth of penetration of temperature perturbations and thermal properties of an elastic medium. Results of calculation are confirmed with cinema and integral measurements [3-12].

For porous structures operating in the pressure range (0.1-200) bar, covering the substrate from copper and stainless steel, the amount of fluid overheating is $P > 0.5$, while the time a complete evaporation of liquid film is $\tau < \tau_f$, at which the temperature perturbation front propagating in a solid, does not reach the plate thickness, i.e, the depth of cooling is $h < \delta_{pl}$, and the plate is semi-bounded body ($\delta_{pl} \rightarrow \infty$), and thickness of the plate is not included in the calculation dependences.

The existence of a porous structure promotes larger and more uniform thickness δ a boundary layer, the smaller depth of cooling h of a heating surface and slight size of pulsations of temperature in a wall.

Conclusion

The physical and mathematical models of the dynamics of steam bubbles growing in the capillary-porous structures were developed. Individual characteristics of bubbles can significantly differ from integral characteristics and that is important for an explanation of emergence and development of cracks of a fatigue and destruction of details and clusters of heat power stations. Using the solution of the problem of evaporation of the liquid film in the "dry" spots area under the steam bubble, it was defined the film thickness and the temperature field in the wall (copper and stainless steel). Law of bubble growth in the structure cells was determined experimentally, taking into account the excess of fluid and thermal storage capacity of the walls. Excess of liquid reduces the value of the detachable diameter of bubbles. The limiting condition of a heat exchange surface with a porous coating is investigated with the use of a heat conduction equation for boundary conditions of the second order. We have proved that the temperature perturbation front, distributing in a solid body, does not reach the thickness of the surface, due to the fact that the porous coating contributes to a greater and more uniform thickness of the boundary layer and the low value of temperature fluctuations in the wall. The obtained results can be extended to other porous structures, wherefore needs a further experiment, for example, using metal-fibrous and powder structures.

REFERENCES

- [1] Grigoriev V.A., Pavlov U.M., Ametistov E.V. Boiling of cryogenic liquids, Moscow, Energy, P. 288, 1977.
- [2] Cuper M.G., Merry D.M. The evaporation of microlayer at nucleate boiling. *V kn.: Teplo-massoperenos. Minsk, Nauka i tekhnika*, V. 9, part 1, pp. 233-257, 1972.
- [3] Polyayev V.M., Genbach A.A. The speed of growth of steam bubbles in porous structures, *Izvestiya vuzov. Mashinostroyeniye*, N 10, pp. 61-65, 1990.
- [4] Genbach A.A., Burmistrov A.V. The study of the thermal state of steam turbine cylinders, *Promyshlennost Kazakhstana*, N 2 (65), pp. 91-93, 2011.
- [5] Genbach A.A., Fedorov V.N., Shelginsky A.Y. The intensity of the boiling heat transfer fluid in the capillary-porous structure in the field of mass forces. *Heat and mass exchange processes and plants: Proceedings of MPEI*, Moscow, 1980, Issue 448, pp. 27-32.
- [6] Polyayev V.M., Genbach A.A. The density of nucleation sites and the release of droplets from the porous structure, *Proceedings of the universities. Mechanical Engineering*, 1990, N 9, pp. 50-55.
- [7] Polyayev V.M., Genbach A.A. Detachable diameter and frequency separation of vapor bubbles in porous structures // *Bull. MGТУ ser. Mashinostroyeniye*, №1, p. 69-72, 1990.
- [8] Polyayev V.M., Genbach A.A. The initial area of evaporation in porous structures, working with excess fluid. *Proc. of the universities. Energy*, 1991, N 2, pp. 84-87.
- [9] Polyayev V.M., Genbach A.A. The mechanism of evaporation processes in porous cooling, *Teoriya rabochih processov v uzлах i traktah energeticheskikh ustanovok: Sbornik trudov MAI, M.*, pp. 81-90, 1991.
- [10] Polyayev V.M., Genbach A.A., Minashkin D.V. Processes in the porous elliptic heat exchanger, *Izvestiya vuzov, Mashinostroyeniye*, N 4-6, pp.73-77, 1991.
- [11] Polyayev V.M., Genbach A.A., Transpiration cooling of the combustion chambers and supersonic nozzles, *Tyazholoe Mashinostroyeniye*, N 7, pp. 8-10, 1991.
- [12] Polyayev V., Genbach A. Heat Transfer in a Porous System in the Presence of Both Capillary and Gravity Forces. *M.: Thermal Engineering*, V. 40, N 7, pp. 551-554, 1993.
- [13] Jamialahmadi M., H. Muller-Steinbagen, et al., Experimental and theoretical studies on subcooled flow boiling of pure liquids and multicomponent mixtures, *Intern. J Heat Mass Transfer*. 51 (2008), pp. 2482-2493, 2008.
- [14] Ose Y., Kunugi T. Numerical study on subcooled pool boiling. *Progr. In Nucl.Sci. and Technology*, V. 2, pp. 125-129, 2011.
- [15] Pioro I.L., Rolsenow W., Doeffler S.S. Nucleate pool boiling heat transfer. II: assessment of prediction methods. *Int. Journal of Heat and Mass Transfer*, V. 47, pp. 5045 – 5057, 2004.
- [16] Xing H., Kennig D.B.R. Identification of bubble nucleation sites. Proc. Of 8th National of Heat Transfer conf., 9-10 th Set., Oxford, 2003.
- [17] Genbach A.A., Olzhabaeva K.S., Iliev I.K., Boiling process in oil coolers on porous elements, *Thermal Science*, vol.20, № 5, pp. 1777-1789, 2016.
- [18] Genbach A.A., Jamankulova N.O., Bakic V.V. The processes of vaporization in the porous structures working with the excess of liquid. *Thermal Science*, V.21, No 1A, pp. 363 – 373, 2017.

Генбач А.А., Джаманкулова Н.О.

Жылу энергетикалық қондырғылар пайдалануға капиллярлық-кеуектік құрылымның жәшіктерінде бірлік бу көпіршіктерінің сипаттамасы

Түйіндеме. Капиллярлық-кеуектік құрылымның бөлек жәшіктерінде бірлік бу көпіршіктерінің өндірілісінің физикалық үлгісі жасалған. Есептің мағынасы үлбірдің үлестірілу қалыңдығының және «құрғақ» дақ радиусы аумағындағы қабырғадағы температура өрісінің үлестірілуінің уақыттық тәуелділігін анықтау болатын. Қабырға мыс пен тот баспайтын болаттан жасалған.

Түйін сөздер: қайнау; бірлік бу көпіршігі; капиллярлық-кеуектік құрылым; сына тәрізді микроқабат; «құрғақ» дақ.

Генбач А.А., Джаманкулова Н.О.

Характеристики одиночного парового пузыря в ячейках капиллярно-пористой структуры используемых в теплоэнергетических установках

Аннотация. Разработана физическая модель генерации индивидуальных (одиночных) паровых пузырей в отдельных ячейках капиллярно-пористой структуры. Использовано решение задачи об испарении клиновидного микрослоя жидкости под паровым пузырем, растущим в ячейке пористой структуры, покрывающей металлическую поверхность нагрева (подложку).

Ключевые слова: кипение; одиночный паровой пузырь; капиллярно-пористая структура; клиновидный микрослой; «сухое» пятно.

УДК 621.121: 620.179.148: 620.192.46

¹V.V. Savinkin, ¹T.Yu. Ratushnaya, ²V.N. Kyznetsova, ¹M.A. Shakirova

(¹North Kazakhstan State University named after M.Kozybayev, Petropavlovsk, Kazakhstan

²Siberian State Automobile and Highway University, Omsk, Russia)

E-mail: cavinkin7@mail.ru

CRITERIA SUBSTANTIATION OF THE ENERGY-EFFICIENT OPERATION OF A CHP TURBINE, TAKING INTO ACCOUNT THE UNIT COSTS FOR THE RECONSTRUCTION AFTER FAILURE EFFECT

Abstract. In the article the substantiation of applicability of the developed technique is resulted, allowing to define in due time the area of effective operation of a turbine without its stop with the minimum specific expenses per unit of the generated energy. The results of the researches allowed to establish the dependence of the change of the produced energy losses on the risks and severity of the consequences of the turbine failure, and to describe their limits of change by the regression equations taking into account the specific costs. The efficiency of the methodology for forecasting turbine failure by economic criterion W is justified.

Key words. Turbine blade, Specific costs, efficient operation parameters, accurate forecasting, durability.

¹В.В. Савинкин, ¹Т.Ю. Ратушная, ²В.Н. Кузнецова, ¹М.А. Шакирова

(¹Северо-Казахстанский государственный университет им. М.Козыбаева;

²Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет)

E-mail: cavinkin7@mail.ru

ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТУРБИНЫ ТЭЦ С УЧЕТОМ УДЕЛЬНЫХ ЗАТРАТ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ОТКАЗА

Аннотация. В статье приводится обоснование применимости разработанной методики, позволяющей своевременно определить область эффективной эксплуатации турбины без ее останова с минимальными удельными затратами на единицу выработанной энергии. Результаты исследований позволили установить зависимости изменения потерь вырабатываемой энергии от рисков и тяжести последствий отказа турбины, и описать их пределы изменения уравнениями регрессии с учетом удельных затрат. Обоснована эффективность методики прогнозирования отказа турбины по экономическому критерию W .

Ключевые слова. Лопатка турбины, удельные затраты, эффективные параметры эксплуатации, точное прогнозирование, долговечность.

Введение

При классическом планировании и оценке эффективности функционирования ТЭЦ и ГЭС основным показателем принимают надежность и ресурсную долговечность газотурбинной установки [1-3].

Экспериментально установлено, что в газотурбинной установке наиболее ответственными и динамически нагруженными элементами являются рабочие лопатки турбин [4]. Именно от их технического состояния зависят технологические параметры турбины (мощность W , давление P , частота вращения ротора n , время разгона t и т.д.), ее долговечность и эффективность процесса преобразования энергии пара.

В процессе эксплуатации рабочие лопатки турбины испытывают циклически изменяющиеся во времени Δt , вибрационные и динамические нагрузки. Влияние которых, существенно изменяет баланс сил и моментов, действующих на рабочее перо лопатки. Их циклическое действие формирует усталостные процессы, которые развиваются в структуре лопаток, тем самым ускоряя процессы деградации механических свойств (упругая деформация ϵ , напряжение σ , механическое удлинение τ) и разрушения рабочей поверхности лопаток.

Работая в условиях агрессивной среды, лопатки из высокохромистой стали 20Х13 подвержены коррозионной активности. Лопатки первых ступеней турбины подвергаются воздействию центробежной силы, моменты которой обуславливают вибрацию лопаток в режиме резонансных колебаний.

Приведенные условия способствуют появлению таких дефектов как изменение сложной проектной геометрии пера с последующей деформацией или обрывом лопатки. В последних ступенях

под воздействием частиц воды, находящихся в насыщенном влагой паре под ударной нагрузкой происходит отслоение входных кромок лопаток турбины. Данные условия предъявляют жесткие требования к вопросам конструирования и проектирования лопаток, выбора материалов для их изготовления, а также к тщательной организации их производства. Вследствие постоянного изменения градиенты температурного режима 800-1250 °С, в рабочих лопатках возникают большие термические напряжения.

Для обеспечения рационального использования средств на приобретение запасных частей и материалов, планирования периода ремонта или восстановления возникает острая необходимость в определении фактического состояния лопаточного аппарата турбин ТЭЦ. Для выявления дефектов турбины необходим полный демонтаж установки и осуществление ремонта и обслуживания лопаточного агрегата. Себестоимость ремонта одной ступени турбины ТЭЦ колоссальна и составляет приблизительно 12 – 17 млн. тенге, а затраты связанные с простоем не оправдывают такого подхода обслуживания. Как показывает практика ремонта, остановка агрегата не всегда оправдана [5].

Результаты анализа актов дефектации лопаточного аппарата показали, что имеются случаи когда на остановленной турбине выявлены незначительные дефекты лопаток (первые следы питтинга или коррозии) эксплуатация при которых могла бы осуществляться вполне безопасно и с низкими эксплуатационными затратами от 12% до 23% от общих затрат ремонта или 17% на единицу вырабатываемой энергии Р, МВт.

Необоснованная остановка турбины и потеря вырабатываемой энергии связана с отсутствием обоснованных показателей эффективности, характеризующие удельные эксплуатационные затраты W, млн. тенге на выработку единицы энергии Р, МВт.

Таким образом, существует научная проблема в необходимости разработке методики обоснования показателей эффективной эксплуатации турбины и установления зависимости затрат на обслуживание и ремонт от тяжести последствий каждого вида дефектов.

Обоснованный выбор оптимальных условий эксплуатации, методов прогнозирования изменения затрат и технического состояния турбины в совокупности со своевременным принятием профилактических мер, позволяет существенно снизить затраты на техническое обслуживание и восстановительные операции [6-7].

Цель исследований - разработка методики обоснования показателей эффективной эксплуатации турбины и установления зависимости затрат на обслуживание и ремонт турбины от тяжести последствий каждого вида дефектов.

1 Аналитические исследования видов отказов турбин Т-100/120 ТЭЦ

Анализ отказов турбин ТЭЦ проводился на основе информации, представляемой электроцентралями ТЭЦ-2 г. Петропавловск и ТЭЦ-3 г. Ижевск в виде актов расследования отказов и других форм отчетности. Вид дефекта, такой как деформация рабочей лопатки, представлен на рисунке 1.

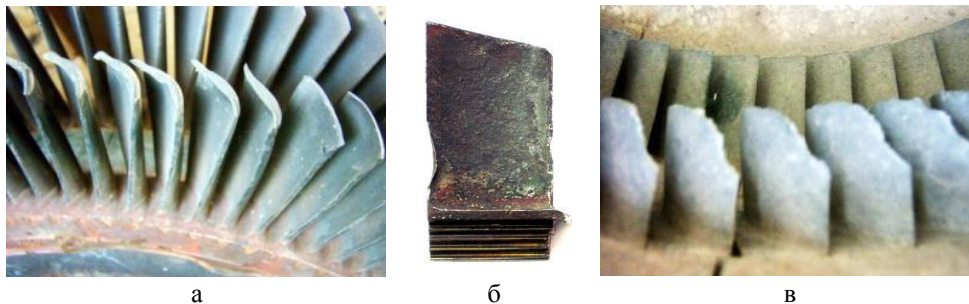


Рис. 1. Деформация лопаток при эксплуатации
а – деформация лопаток ротора, б - рабочая лопатка турбины после эксплуатации, в – деформация лопаток статора

Результаты анализа во многом зависят от качества заполнения этих первичных документов. Установлено, что на многих ТЭЦ результаты мониторинга отказов турбин из-за трудоемкости процесса не заполняются и указываются не все фактические повреждения узлов. В производственной среде энергетического машиностроения отсутствует единая методика обработки результатов мониторинга и интерпретации причин возникновения дефектов. Методика проведения дефектации

паровых турбин ТЭЦ регламентирована РД 153-34.1-17.462-00 «Методические указания о порядке оценки работоспособности рабочих лопаток паровых турбин в процессе изготовления, эксплуатации и ремонта», однако на практике по ряду субъективных причин она не всегда соблюдается.

Основные результаты статистического анализа данных, получаемых от электростанций, дают достаточный объем информации для установления наиболее часто встречающихся дефектов. Используя детерминированный метод оценки дефектов, достоверность результатов такого анализа в значительной мере зависит от количества объектов (N), по которым собиралась информация [8-10].

Следует отметить, что при анализе причин отказов использовались результаты, как с заводскими лопатками, так и с восстановленными. В настоящее время не достаточно полно изучен вопрос повышения вибрационной надежности турбины с применением восстановленных лопаток. Таким образом, необходимо ужесточение требований к разработке технологии восстановления физико-механических свойств, обеспечивающие ресурс восстановленной лопатки, приближенной к новой.

Более 70% остановов происходят из-за повреждения проточной части и из-за повышенных вибраций [11, 12]. Проанализируем их более подробно.

Повреждения проточной части связаны в первую очередь с повреждением различных частей ротора турбины. При анализе повреждений ротора отдельно рассматривались следующие детали: вал ротора, муфты, диски, уплотнения, рабочие лопатки. Наиболее частые поломки турбин возникают из-за выхода их строя рабочих лопаток, бандажа и концевых уплотнителей. С целью определения возможных причин возникновения поломок выполнен более детальный анализ первых трех групп.

Наибольшее число повреждений приходится на долю рабочих лопаток (46,6%). Повреждаемость вала ротора составляет 10,2%; при этом 75% повреждений вала ротора — это прогиб вала, который обычно сопровождается задеваниями в проточной части и повреждением гребней концевых уплотнений.

Наиболее частыми причинами прогиба ротора в анализируемых отказах были задевания ротора о неподвижные части вследствие коробления цилиндра при попадании влаги, значительных расцентровок, малых зазоров в уплотнениях, повышенного уровня вибрации; в 30% случаев причина прогиба вала — заброс воды в проточную часть. Кроме того, характерным повреждением для роторов является образование трещин вала со стороны осевого канала, что, как правило, определяется усталостью металла.

Далее рассмотрен, сборочный узел – «последняя ступень турбины» на предмет выявления конструктивных элементов, которые были повреждены в процессе эксплуатации. Данные результатов плановых осмотров приведены на рисунке 2.

Как указывалось ранее большинство повреждений рабочих лопаток (около 65%), распределение которых представлено на диаграмме (Рисунок 2), связано с обрывом пера рабочей лопатки в прикорневой зоне и в сечении отверстий под демпферную проволоку.

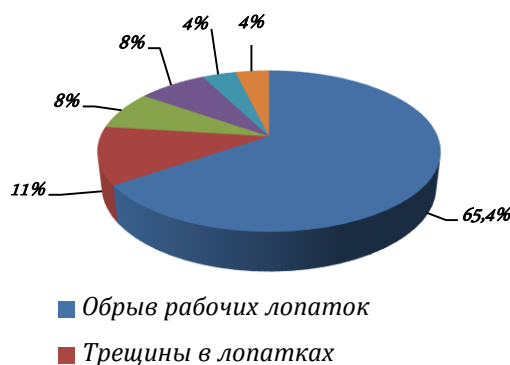


Рис. 2. Причины возникновения дефектов

В ряде случаев обнаружены трещины в лопатке (около 12% общего числа повреждений рабочих лопаток) и повышенный эрозионный износ рабочих лопаток (около 8% повреждений рабочих лопаток).

Большинство дефектов рабочих лопаток связано с исчерпанием запасов прочности и усталостью металла (50% повреждений). Второй основной причиной дефектов является эрозионный износ

входных и выходных кромок (25% повреждений) под действием агрессивной среды и векторным распределением угла атаки пара, насыщенного влагой.

Для определения суммы проекций сил на лопатки разработана расчетная схема сил (рисунок 3).

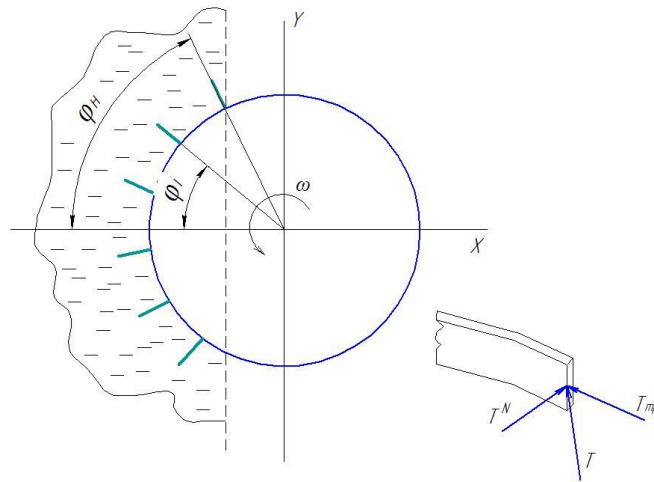


Рис. 3. Схема сил, действующих на лопатки (вид спереди)

Движение лопатки сопровождается изменением угла атаки среды. Вследствие этого меняется и сила реакция лопатки. При перемещении лопатки в контактной среде возникает сила сопротивления передвижению лопатки T . Она включает в себя нормальную T^N и тангенциальную $T_{тр}$ составляющие [13-15].

Суммарная нормальная сила на лопатки T^N , находящиеся в контактной среде, определяется как сумма произведения сил, приходящихся на лопатки, на угол установки лопатки φ :

$$T^N = \sum_{i=1}^n T_i^N \cos \varphi_i, \quad (1)$$

где T_i – сила сопротивления, приходящаяся на лопатку при ее контакте с паром.

$$T_i^N = p \cdot b_0 \cdot h_i \cdot \cos \varphi_i, \quad (2)$$

Нормальная составляющая силы сопротивления перемещению определяется зависимостью

$$T^N = \sum_{i=1}^n p \cdot b_0 \cdot h_i \cdot \cos \varphi_i, \quad (3)$$

где p – давление контактной среды на лопатку;

b_0 – ширина лопатки;

h_i – толщина пара между лопатками;

n – количество лопаток.

Так как лопатки установлены шагом угла φ_0 , можно записать

$$\varphi_i = \varphi_1 + (i - 1) \cdot \varphi_0, \quad (4)$$

где φ_1 – угол захвата пара лопаткой.

Проведем дополнительные исследования причин возникновения дефектов по методике FMEA – анализа [7].

Критическое снижение запасов прочности и усталость металла $\sigma_{изм} \leq [\sigma_{и}]$ являются основным источником дефектов, которые происходят по следующим причинам: вибрация, эрозия, коррозия,

ошибки в ТП восстановления, монтажа. При поломках лопаток, вызванных появлением трещин, усталости и уменьшением сечения как следствие коррозионных и эрозийных износов, необходимо производить замену лопаток.

Обрыв рабочих лопаток практически всегда сопровождаются заметными изменениями в эксплуатационных характеристиках турбины.

В большинстве случаев (62%) происходит изменение вибрационного состояния турбины. Кроме того, в 14% случаев повреждения рабочих лопаток сопровождаются шумом в проточной части. Еще одним распространенным признаком (до 10% случаев) обрыва в основном лопаток части низкого давления является увеличение жесткости конденсата.

В 14% случаев останова турбин с поврежденными рабочими лопатками наблюдается сокращение времени выбега ротора (как правило, из-за высокого уровня вибрации). Во многих случаях эти признаки наблюдаются одновременно в различных комбинациях.

На основе проведенного анализа, сделан вывод о том, что основная часть дефектов приходится на верхнюю и среднюю часть пера лопатки турбины ТЭЦ (рисунок 4).

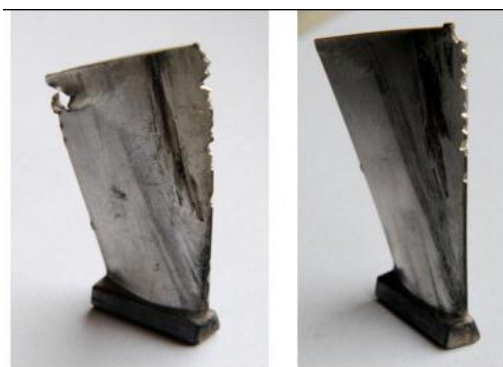


Рис. 4. Дефекты лопатки турбины

2 Результаты исследования

По результатам проведенной работы было рассчитано приоритетное число риска, RPN, согласно применяемой методике FMEA – анализа.

Анализ видов последствий и критичности отказов включал в себя определение видов опасностей, а также перечня узлов и элементов установок, отказы которых являются критическими

В рамках проведения анализа риска отказов учитывались факторы и виды опасностей в соответствии с техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования», а также виды опасностей, не приведенные в рамках технического регламента, но характерные для конструкции паровых турбин.

При анализе приняты следующие факторы:

а. Механические опасности вызванные:

- отказом систем смазки и охлаждения воды (недостаточный уровень масла и воды);
- утечкой воспламенением масла в результате касания горячих поверхностей;
- недопустимым перепадом давлений в компонентах турбины, гидравлическим ударом в паропроводах и корпусе турбины;
- недопустимым уровнем вибраций в компонентах системы;
- перепадом температур, неравномерным прогревом компонентов турбины;
- отказом опорных элементов турбины, потерей устойчивости установки и ее опрокидыванием;
- коррозионным и усталостным воздействием на металлические элементы установки.

б. Опасности, вызванные отказом вспомогательного электрооборудования, нарушением изоляции проводки.

в. Термические опасности, вызванные чрезмерным нагревом поверхностей установки.

г. Опасности, вызванные избыточным уровнем шума.

д. Опасности, вызванные отказом органов управления, контрольно-измерительных приборов и средств автоматики (КИПиА).

е. Опасности, вызванные отказом устройств защиты и систем безопасности турбин.

ж. Ошибки персонала, нарушение правил эксплуатации турбины.

Расчет RPN осуществлялся для каждого дефекта в отдельности по следующей формуле:

$$RPN = S \times O \times D, \quad (1)$$

где RPN- приоритетное число риска;

S - балл значимости дефекта (оценивается по 10-ти балльной шкале);

O – балл частоты возникновения дефекта (оценивается по 10-ти балльной шкале) ;

D – балл вероятности обнаружения дефекта (оценивается по 10-ти балльной шкале).

Также при проведении анализа была проведена оценка применяемых методов неразрушающего контроля (МНК), используемых для измерения возникающих дефектов. По результатам работы был сделан вывод о том, что наиболее целесообразно применять несколько методов МНК в комплексе, для более полной и достоверной оценки дефектов. Авторы остановились на вихретоковом методе (ВТК), методе магнитной памяти (МПП) и визуальном контроле (ВК).

Результаты проведенных исследований зависимости вида дефекта, тяжести последствий от стоимости затрат на восстановления представлены в таблице 1. Данная база данных позволила установить причинно-следственные связи отказа, вида дефекта и эксплуатационные характеристики.

Таблица 1. Расчет RPN для восстановленных лопаток турбин

Дефект	Возможные последствия	Причины	Метод контроля	Затраты на ремонт и восстановление, млн.тг	Мощность турбины, МВт	S	O	D	RPN
1	2	6	8	3	4	5	7	9	10
Обрыв рабочих лопаток	Отказ компонентов турбины и разрушение установки, взрыв и разлет частей турбины	Осевой сдвиг ротора, задевание проточной части, отказ упорных и радиальных подшипников турбины, недопустимое понижение/повышение основных характеристик (температуры, давления) пара в компонентах турбины, повышение скорости вращения вала ротора выше предельно-допустимого значения, нарушение структурной целостности корпуса турбины и вспомогательных трубопроводов,	ВК ВТК	300,0	3	10	6	3	126
Трещины в лопатках	Повреждение проточной части, повреждение системы парораспределения, повышенная вибрация, недовыбег ротора, деформация и коробление рабочей части пера лопатки, обрыв лопаток, перебои с электричеством.	Ошибки восстановления и монтажа, коррозия эрозия, усталость металла, ослабление резьбовых соединений, разрушение компонентов турбины, разлет частей в результате воздействия избыточного уровня вибраций	ВК ВТК МПП	100,0	40	8	7	3	105

• **Технические науки**

Эрозионный износ лопаток	Повышенная вибрация, снижение рабочего давления пара, изменение площади сечения входной кромки лопатки	Условия эксплуатации, неоднородный состав пара, ошибки восстановления	ВК ММП ВТК	15,0	60	5	7	3	105
Повреждения бандажа	Повреждение проточной части, повреждение системы парораспределения, повышенная вибрация	Усталость металла, эрозия, коррозия	ВК ВТК	15,3	80	4	6	3	72
Подрезка шипов рабочих лопаток	Повреждение проточной части, повреждение системы парораспределения, повышенная вибрация, коробление и задиры рядом стоящего ряда лопаток, обрыв.	Вибрация, усталость металла, эрозия, коррозия, ошибки монтажа	ВК ВТК	13,0	100	3	6	4	72
Разрушение демпферной проволоки	Повреждение проточной части, повреждение системы парораспределения, повышенная вибрация, обрыв лопаток	Усталость металла, эрозия, коррозия, вибрация	ВК ВТК	13,0	100	3	6	4	72

Таким образом, по данным таблицы 1 можно сделать вывод о том, что значительный риск отрыва рабочих лопаток проявляется вследствие возникающих в них микротрещин. Физическая природа их зарождения обусловлена усталостными процессами, происходящими в материале лопаток при длительной эксплуатации под действием динамических и вибрационных нагрузок. Приоритетное число риска (RPN = 126) приходится на турбину, лопатки которой имеют трещины и деформации, провоцирующие их обрыв.

На данном этапе удалось косвенно ранжировать причины вызывающие данные дефекты. Например, нарушение технологии восстановления, ошибки монтажа, коррозия эрозия, вибрация, усталость металла являются основными причинами, приводящими к отказам с высокими технологическими и экономическими потерями.

Заключение

По результатам установлена зависимость изменения мощности турбины от видов дефектов, влияющих на техническое состояние рабочих лопаток. Данная зависимость так же учитывает удельную стоимость затрат на устранение данного дефекта при изменяющейся технической мощности турбины. На рисунке 5 в виде номограммы представлен идеальный вариант работы турбины.

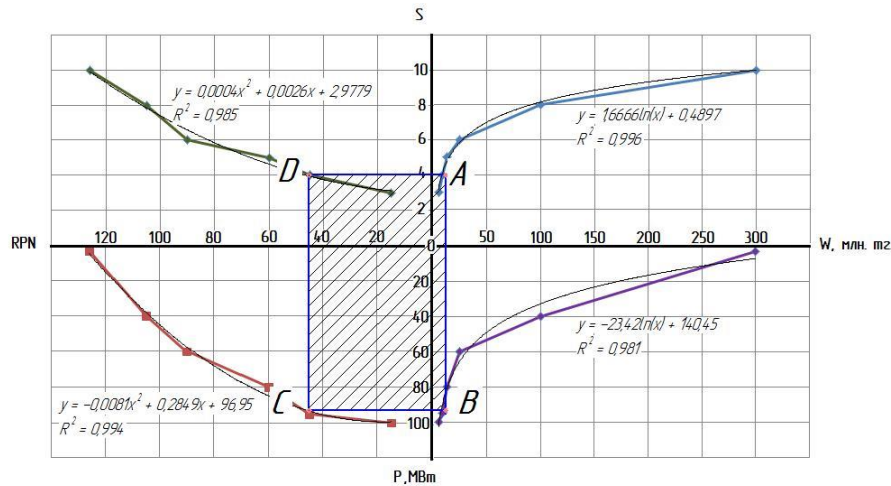


Рис. 5. Зависимость изменения параметров работы и рисков отказа турбины от эксплуатационных факторов при «идеальных» условиях

Площадь A-B-C-D характеризует область максимально эффективных значений эксплуатации турбины при номинальных значениях мощности $P = 95$ МВт и удельных затратах $W = 3$ млн. тенге. Приведенные затраты обеспечивают эксплуатационные расходы, направленные на поддержание агрегата в работоспособном состоянии для выполнения основных функций турбины. Принято допущение, что турбина исправна и не имеет износов и дефектов.

Заштрихованная область A-B-C-D номограммы показывает условия, при которых возникающие дефекты не приводят к критическим последствиям, затраты на ремонт турбины минимальны и при этом сохраняется высокая мощность работы турбины. Так при вероятностных значениях рисков $RPN = 42$ тяжесть последствий возможных дефектов сводится к $\min S = 3,5 - 4$. При этом удельные затраты W на выработку 95 МВт составляет 3 млн. тенге. Проблема заключается в том, что в процессе эксплуатации турбины в тяжелых динамических нагрузках неизбежно влечет процессы изнашивания рабочих лопаток и появлению сил и моментов сопротивления, которые обнаружить и идентифицировать очень сложно. Поэтому необходимо установить область эффективной эксплуатации турбины без ее остановки с минимальными удельными затратами на единицу выработанной энергии.

На рисунке б представлена номограмма для оценки мощности и затрат на ремонт/восстановление турбины при работе в реальных условиях эксплуатации с минимальными потерями.

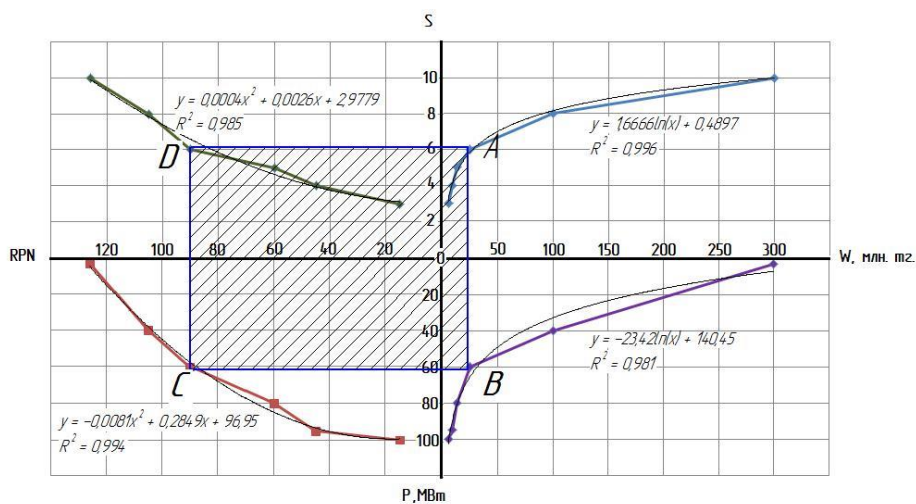


Рис. 6. Зависимость эффективного изменения вырабатываемой энергии от удельных затрат на восстановление последствий отказа с учетом возрастающих рисков в реальных условиях эксплуатации

Эффективная область значений должна учитывать реальные условия эксплуатации, износы и минимальные удельные затраты при которых дальнейшая эксплуатации также эффективна, а возможные дефекты будут иметь минимальные последствия без особого ущерба.

Таким образом, номограммы (Рисунок 6) позволяет по экономическому критерию оценить эффективность работы турбины с учетом реальных условий нагружения. Например, при длительном сроке эксплуатации из-за изнашивания оборудования снижается КПД установки и доля вырабатываемой энергии на 37%. При этом удельные затраты на выработку энергии и на устранения возможных неисправностей возрастают плавно до определенного момента $W=25$ млн. тенге. Это критическое значение до которого возможна эффективная эксплуатация турбины. При этом риски отказа возрастают, но находятся в рамках эффективности - риск $RPN = 90$. Данные значения увеличивают риски возникновения и тяжесть устранения последствий до $S=6$. Все, что находится за пределами данных значений, является неэффективным и приводит к технологической катастрофе.

Исследование данных параметров позволило установить зависимости тяжести последствий S от величины риска RPN $S=0,0004(RPN)^2+0,0026(RPN)+2,9779$; изменение удельных затрат на восстановление потерянной мощности, вырабатываемой турбиной $P=-23,42\ln W+140,45$; влияние тяжести последствий S на затраты, связанные с восстановлением турбинного агрегата $S = 1,6666\ln W+0,4897$.

Данные значения позволили установить границы критических значений параметров $S \leq 6$, $P \geq 65$ МВт, $W \leq 23$ млн. тенге, $RPN \leq 85$ и определить область (A-B-C-D) (рисунок 6) технологических и вероятностных параметров, характеризующие эффективную эксплуатацию турбины с минимальными рисками и затратами $W \leq 23$ млн. тенге на восстановление при max эффективной выработки энергии не ниже критического уровня $P=65$ МВт.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Грачев О.Е., Неуймин В.М., Настека Д.В. Повышение эффективности ремонтов, изготовления и эксплуатации оборудования ТЭС путем применения технологий газотермического нанесения покрытий и лазерной наплавки // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. - 2015. - №6. - С. 55-61.
- [2] Дубов А.А. Диагностика турбинного оборудования с использованием магнитной памяти металла // М.: - 2009. - С. 148.
- [3] Gorkunov E.S. Different remanence states and their resistance to external effects. Discussing the so-called magnetic memory method // Insight. - 2015. - №12. - V. 57. - P. 709-717.
- [4] Савинкин В.В., Ратушная Т.Ю. Математическое описание основных факторов, повышения газодинамической нагрузки турбины ТЭЦ // Вестник, Серия техническая, СКГУ им. М.Козыбаева. - 2016. - № 4(33). - С. 114-118.
- [5] Орлов М.Р. Образование пор в монокристаллических рабочих лопатках турбины в процессе направленной кристаллизации. // Металлы. -2008. - № 1. - С. 70-75.
- [6] Савинкин В.В., Ратушная Т.Ю., Абилямжинова А.А. Исследования концентрации внутренних напряжений в лопатках турбины ТЭЦ методом магнитной памяти металла // Научно-технический журнал «Метрология». 2017. - №1. - С. 33-42.
- [7] Савинкин В.В., Ратушная Т.Ю., Иванова О.В. Статистический анализ причин возникновения структурных дефектов лопаток паровых и газовых турбин // Сборник статей I Международной научно-практической конференции «Наука 2017: итоги, достижения, перспективы»: – Ставрополь: Логос. 2017. – С. 13-16
- [8] Рудис А.М., Шостак А.В. Анализ повреждаемости и остаточного ресурса элементов конструкции ЖРД при статическом и циклическом нагружении // Диагностика и контроль. – 2002. № 4. - С. 31 - 35
- [9] Klikushin Yu.N., Koshekov K.T., Kobenko V.Yu., Trunin E.S. An algorithm for evaluating the state of a generating unit based on the identification measurements of vibrosignals // Russian Journal of Nondestructive Testing. - 2014. - V. 50. - I. 7. - P. 413–418.
- [10] Jablonski F., Kienzler R. Calculation of fatigue limits of case-hardened specimens with consideration of mean stresses and residual stresses // Computational Mechanics. – 2002. - V. 28. - I. 5. - P. 401–405.
- [11] Kamaraj M. Rafting in single crystal nickel- base superalloys An overview. Sadhana – 2003. - V. 28, I. 1-2. - P. 115 - 128.
- [12] Artamonov V.V., Artamonov V.P. Diagnostics of the causes of the operational destruction of rotor blades of gas turbines // Russian Journal of Nondestructive Testing – 2013. - V. 49. - I.9. - P. 538–542.
- [13] Новиков В.Ф., Семенов В.В., Бахарев М.С. Возможности определения предела пропорциональности (предела микротекучести) стали по кривым магнитоупругого размагничивания // Контроль. Диагностика. - 2006. - № 4. - С. 16-17.

[14] Blachnio J. Bogman M. A Non-destructive method to assess condition of gas turbine blades, based on the analysis of blade-surface images// Russian Journal of Nondestructive Testing. – 2010. - №11. - P. 89-98.

[15] Virchenko M.A., Levchenko E.V., Arkad'ev B.A., Kosyak Yu.F., Sukhinin V.P., Kachuriner Yu.Ya. Corrosion Fatigue of Rotating Blades // Thermal Engineering. - 1997. - T. 44. - № 6. - P. 464-468.

Савинкин В.В., Ратушная Т.Ю., Кузнецова В.Н., Шакирова М.А.

Істен шығу салдарын қалпына келтіруге үлестік шығындарды ескере отырып, ЖЭО турбинаның энергия тиімді пайдалану критерийлерін негіздеу

Түйіндеме. Мақалада өндірілген энергия бірлігіне ең аз үлестік шығындармен турбинаны тоқтатпай тиімді пайдалану саласын уақтылы анықтауға мүмкіндік беретін әзірленген Әдістеменің қолданылуына негіздеме келтіріледі. Зерттеу нәтижелері өндірілетін энергия шығындарының қатерлерден және турбинаның істен шығу салдарының ауырлығынан өзгеруінің тәуелділігін белгілеуге және меншікті шығындарды есепке ала отырып, регрессия теңдеулерімен олардың өзгеру шектерін сипаттауға мүмкіндік берді. W экономикалық өлшемі бойынша турбинаның істен шығуын болжау әдістемесінің тиімділігі негізделген.

Түйін сөздер. Турбинаның қалағы, үлестік шығындар, тиімді пайдалану параметрлері, дәл болжау, ұзақ мерзімділік.

ӘОЖ 613.6.027

Y.Zh. Otarov, B.A. Begaidarov, T. D. Rakhatov, Ch. U. Ismailov

(Karagandy Affiliate of the Republic Occupational Safety Research Institute, Karaganda, Kazakhstan

E-mail: kof_rniiot@mail.ru, krg_nii@rniiot.kz)

SAFETY RISK ASPECTS AT THE WORKING PLACE IN THE PLANT OF METAL STRUCTURES (LITERATURE REVIEW)

Abstract. For many years, the steel plant has played an important role in the economy of Kazakhstan. There are many harmful factors that affect the health of people in these plants. That is why comprehensive and complex research is needed to improve the health of workers. Creating effective and high-quality recommendations aimed at improving the health and well-being of workers on the basis of established laws has not yet removed its relevance.

Key words: occupational risk, production factor, occupational health

Е. Ж. Отаров, Б. А. Бегайдаров, Т. Д. Рахатов, Ч. У. Исмаилов

(Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты Қарағанды облыстық филиалы,

Қарағанды, Қазақстан Республикасы E-mail: kof_rniiot@mail.ru, krg_nii@rniiot.kz)

МЕТАЛЛ ҚҰРЫЛЫМЫН ЖАСАУ ЗАУЫТЫНДАҒЫ ЖҰМЫСШЫЛАРДЫҢ ЕҢБЕК ЖАҒДАЙЫНЫҢ КӘСІБИ ҚАУІПНІ БАҒАЛАУ АСПЕКТІЛЕРІ (ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ).

Түйіндеме. Металл құрылымын жасау зауыты бірнеше жылдар бойы Қазақстанның экономикасына онтайлы септігін тигізіп жатыр. Бұл зауыттағы цехтарда адам денсаулығына теріс әсер ететін көптеген зиянды өндірістік факторлар бар. Сол себепті жан-жақты және кешенді зерттеу, жұмысшыларды сауықтыруға бағытталған шараларды жетілдіру үшін қажет. Анықталған заңдылықтар негізінде жұмыскерлердің еңбек ету жағдайын және деңсаулығын жақсартуға арнайы бағытталған тиімді әрі сапалы ұсыныстарды жасау осы күнге дейін өзінің өзектілігін жойған жоқ.

Түйінді сөздер: кәсіби қауіптілік, өндірістік фактор, еңбек гигиенасы

Мемлекеттің әлеуметтік-экономикалық және салауаттылық жағдайын көрсететін қоғамдық дамудың маңызды өлшемі жұмыс істейтін халықтың денсаулық жағдайы болып табылады [12].

Қолайсыз еңбек жағдайлары, өндірістік жарақаттану және кәсіптік аурулар елеулі қаржылық шығындарға әкеп соқтыра отырып, мемлекеттегі демографиялық жағдайды қиындатады. Бұл проблемалар металл құрылымын жасау өндірісінде өзекті мәселелердің бірі, және оларды шешу жолдарын іздеуді талап етеді [29, 30].

Көптеген жылдар бойы металл конструкция зауыты құрылыс металл конструкцияларын өндіру бойынша жетекші кәсіпорын болды. Стандартты металл конструкцияларынан басқа, зауыт күрделі, басқа да металл конструкцияларын өндіруге маманданған. Зауыт келесі құрылыс металл бұйымдарын

шығарады: халық шаруашылығының барлық салаларының ғимараттары мен құрылыстары, тұрғын үй және қоғамдық ғимараттар мен арнайы құрылыстарды салу, жол, теміржол және жаяу көпірлердің металл конструкциялары, көптеген салалардың стандартты емес жабдықтары, сондай-ақ техникалық және медициналық оттегі.

Металл өңдеу өнеркәсібіндегі негізгі жағымсыз факторлар шикізат пен жартылай фабрикаттардың шаңы, оның температурасы мен ылғалдылығы, зиянды газдар және басқа да шаңнан ауаның ластануы болып табылады. Участокте технологиялық процестер мен операцияларды жүргізу кезінде негізгі қауіпті және зиянды өндірістік факторлардың бірі шу болып табылады. Шу механикалық сипатқа ие, себебі ол машиналар мен жабдықтардың беттерінің дірілдеуіне, сондай-ақ бөліктердің, қондырғылардың немесе құрылымдардың буындарындағы бір немесе мерзімді соқтығыспен байланысты.

Металл өңдеу зауытындағы шаңның негізгі көзі метал бетінің абразивті-ұнтақталуы болып табылады, соның нәтижесінде конструкцияның метал шаңы және абразивтік дөңгелектің шаңы пайда болады. Маңызды қауіпті және зиянды факторлар электрлік көпір крандарының, тегістеу және фрезерлік машиналардың, гильотиндердің жұмысынан туындаған діріл мен шу болып табылады. Діріл орталық жүйке және жүрек-қантамырлық жүйелердің, тыныс алу органдарының, жоғары қан қысымы, тамыр ауруы, бұлшықет, көру және есту қабілетінің қалыпты жұмысының бұзылуына себеп болуы мүмкін. Шу жалпы алғанда денеге зиянды әсер етеді, ми қыртысына әсер етеді, ашуландырғыш әрекет әкеледі, шаршау процесін жеделдетеді, көңіл-күйді әлсіретеді және психикалық реакцияларды үнемі әсер етуімен баяулатады және кәсіби ауруларға - есту қабілетінің жоғалуына және саңырауқандығына әкеледі. [11]

Осы себептен қатты шу жарақаттардың пайда болуына үлес қосуы мүмкін, себебі осы шудың аясында көлік құралдарының, жабдықтардың және басқа да машиналардың сигналдары естілмей қалады. Шудың бұл зиянды зардабының көрінімі шудың көбеюі, қаттылығы оның ұзақтығының ықпалы болып табылады. Осылайша есту қабілетінің төмендеуі 85 дБА шу қарқындылығында 5 жыл жұмыс істегеннен кейін пайда болуы мүмкін. Шу 80-ден 90 дБА дейін көтерілгенде, жұмысшы сол жұмысты орындау үшін физикалық және жүйке күштерін 10-20% -ға көп жұмсау керек. Адам ағзасындағы көптеген зиянды заттардың қанға кірместен шырышты қабығын тітіркендіретін фиброгендік әсері бар (шаң: металдар, пластмасса, ағаш, зығыр, шыны). Бұл шаң металдарды өңдеу, құю және штамптау кезінде пайда болады. Ішіндегі ең қауіптісі - ұсақ дисперсиялық шаң. Оның ірі-дисперсиялық шаңнан айырмашылығы ол бірқалыпты жағдайда тұрады және өкпеге жеңіл кіреді. Дәнекерлеу шаңында 90 % мөлшері 5 мкм бөлшектер бар, бұл адамның денесіне зиян келтіреді, өйткені оның құрамында марганец пен хром бар. Адамдарға зиянды заттардың әсер етуі нәтижесінде кәсіптік аурулар орын алуы мүмкін, арасындағы ең ауыры силикоз болып табылады, құю цехындағы кремний костотығымен (SiO_2) дем алған кезде пайда болады [14].

Жоғарыда айтылғандар, заманауи металлургиядағы жұмысшылар арасында кәсіптік аурулар мәселесі өзекті болып қалуда және осы саладағы зерттеулерді одан әрі жалғастыру қажеттігін көрсетеді. Сондай-ақ, кәсіби аурулардың дамуына еңбек жағдайларының үлесін және зертханалық зерттеулерден тек қол жетімді деректер бойынша оның (кәсіби немесе жоқ) табиғатын анықтау жеткіліксіз керектігін атап өткім келеді [13].

Қазіргі таңда, еңбек қорғауды басқару және алдын-алу жүйесін реформалау қолға алынып жатыр оның тізімдік және толық жолын, алдын-алу яғни превентивтік бағытқа, ал кәсіби қауіптілікті бағалау және анықтау жүйесі осы өтпелі кезеңнің құралы болуы керек. Бұл жүйенің жаңа тұжырымдамасы «қауіптілікті кім құрастырады, оған оларды басқару үшін көп мүмкіндіктер бар». Еңбекті қорғау қызметінің дамуында заманауи мағынада кәсіби қауіптілікті бағалау және басқару теориясы жатыр [15].

Кәсіби қауіптілікті талдау жүйесі бұрыннан бері әзірленді, және ол мына кезеңдерді қамтиды. [31,19]

1. Қауіптілікті бағалау: құрылымды және қауіптілік дәрежесін бағалау (әсер етудің сапалық сипаттамалары - тропизм, синергизм, антагонизм және т.б., экспозиция деңгейінің сандық сипаттамалары, уақыт, қауіп-қатер аймақтарының кезеңі); кәсіптік аурудың ықтималдығын болжау, ұрпаққа ықтимал әсер ету; қауіп дәрежесін анықтау (оның дәрежесін бағалау және жұмсарту жөніндегі шаралардың өзектілігі).

2. Қауіптілікті басқару: мәселені шешу, нұсқаларды қарау, шешімдерді қабылдау; іс-әрекеттер мен нәтижелерді бағалау (сәулеленудің және экспозицияның, бастапқы, екінші және үшінші деңгейлі профилактиканы төмендеуі); Шаралары мен механизмі: ұйымдастырушылық-техникалық, емдәк

алдын-алу, әкімшілік-құқықтық және экономикалық; оңтайландырудың алдын-алу критерийі: дозаның немесе қауіптіліктің ең аз мөлшері және шығындар мен пайдалардың оңтайлы арақатынасы;

3. Қауіптілікті бақылау: жұмысшының, жұмыс берушілер, өкілдер, әкімшіліктер, сақтандырушылар, жұртшылық және т.б. қауіптілігі туралы ақпарат.

«Қауіп» тұжырымдамасы эпидемиологиялық зерттеулерде бұрыннан пайдаланылған, зерттеу және есептеу әдістерінің түрлеріне байланысты әртүрлі түсініктемеге ие. Еңбек гигиенасы қарасты гигиеналық және клиникалық зерттеулер жүргізу барысында ескере кеткен жөн. Гигиенадағы «қауіп» термині шудан есту қабілетінің жоғалуы ықтималдығын (ISO P-1999, 1971) бағалау үшін Халықаралық стандарттау ұйымының ұсынысымен келді. 1977 жылы Халықаралық еңбек ұйымы (ХЕҰ) «Жұмыс орындарында ауаның ластануынан, шудан және дірілден туындаған кәсіптік қауіптен жұмысшыларды қорғау туралы» Конвенциясын қабылдады. 1978 ж. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымы сарапшылары қауіптілікті «бұл экспозицияға жағымсыз реакциялар күтілетін ауырлық дәрежесін және / немесе жиілігін көрсететін тұжырымдама» ретінде анықтады [5].

Қауіпті бағалау - зиян ықтималдығын, еңбек қауіпсіздігіне әсер ететін көрсеткіштерді анықтау арқылы салдардың ауырлығын анықтау және ғылыми қызметтің барысында жинақталған деректер негізінде оларды сандық бағалау. Осындай өндірістік қауіп еңбек жағдайына байланысты өмір мен денсаулыққа қауіп әкелетін және оған қосылатын қауіп: өлім, жарақат немесе кәсіптік ауру деген анықтама беруге болады [6].

Осылайша, еңбек қорғау мамандарының ұзақ мерзімді зерттеулерінің нәтижелері, кәсіби қауіптілікті анықтау, жұмысшының кәсіби тұрғыдағы денсаулық бұзылуының алдын-алу табуына мүмкіндік туғызады [17].

Кәсіптік қауіпті бағалау және басқару, жұмысшылардың еңбек жағдайлары бойынша себеп-салдарлық қатынастарында денсаулық жағдайын талдау және бағалау, еңбек құқығы субъектілерін қауіп туралы хабардар ету, қауіп көрсеткіштерінің динамикасына мониторинг жүргізу, сондай-ақ кәсіби қауіпті басқару жөніндегі шараларды қабылдау болып табылады [12].

Өндірістегі профилактикалық медициналық тексерулердің қолданыстағы жүйесі, кәсіби ауру белгісінің ерте кезеңін анықтап беруіне кепіл бермейді. Соған орай жұмысшының денсаулығын сақтау және кәсіптік қауіпті бағалау мен басқару негізінде алдын-алудың ең лайықты әдістерін таңдау үшін өте маңызды болып табылады [7].

Осыған байланысты, гигиеналық ережелерді сақтамау жағдайында жұмысшының денсаулығы үшін кәсіби қауіп шамасын бағалау мәселесі өзекті болып табылады және келесі шешімдерді талап етеді: бұл гигиенаның дәстүрлі көзқарасы адам ағзасына зиянды факторлардың әсер ету қаупінің болмауына жол бермейді, бұл нақты жағдайдың зардаптарын бағалауды қиындатады. «Жеке» және «құжымдық» қауіпті болжамдаудың сенімділігі тек адекватты математикалық модельдеу негізінде экспозициялық фактордың әсер етуін ғана есептеу емес. басқа да факторлардың әсер етуіне байланысты болады. Модельдеудің міндетті шарты ең күшті әсер ететін факторлардың оңтайлы санын және олардың әрқайсысының ықтималдық бағалауын таңдау болуы керек. Осы жағдайлардың сақталуы кәсіби қауіптің нақты мағынасының бұзылуын болдырмайды [9].

Кәсіби қауіптілікті басқару, денсаулықты сақтау және жұмысшылардың қауіпсіздігін жақсартуға, соның ішінде еңбек жағдайларын бағалауға және кәсіптік тұрғыдан анықталған денсаулыққа зияндылықтың даму ықтималдығын болжауға бағытталған іс-шаралар жиынтығы ретінде қарастырылуы мүмкін. Содан кейін деректерге сәйкес медициналық тексеруден, ауру-сырқаудан, сондай-ақ жұмыс берушінің ұйымдастырушылық, техникалық және емдік шараларды әзірлеуі мен енгізуі бойынша нақты анықтаумен салыстыруға тура келеді [28].

Кәсіби қауіпті басқару жұмыс беруші мен жұмысшының арасындағы әлеуметтік-еңбек қатынастарын жетілдіру жүйесін, оның ішінде қолданыстағы заңнамалық және моральдық-этикалық нормаларды ескере отырып, жұмысшының денсаулығының зақымдану қаупін бағалау нәтижелерімен таныстыру тәртібін дайындауды болжайды [7].

Кәсіби қауіпті бағалау мен басқару процесі өзара байланысты элементтер мен процестердің тиімді жиынтығы ретінде кәсіпорындағы еңбек қорғауды басқару жүйесін кезең-кезеңмен жүзеге асыруды көздейді. Осы өтпелі кезеңге кедергі келтіретін проблемалардың бірі еңбек жағдайлары, өндірістік жарақаттар мен кәсіптік аурулар жағдайы туралы объективті статистикалық ақпараттардың жоқтығы, еңбек қауіпсіздігінің үрдістерін анықтау және басқарушылық шешімдерді қабылдау үшін, өнеркәсіптік апаттар мен кәсіптік аурулар туралы салыстырмалы деректер болуы керек [10].

Қауіпті басқару ұйымдық, техникалық, медициналық, әкімшілік, құқықтық және экономикалық шаралармен жүзеге асырылады. Білім беру көздерінде, жол бойында және жұмыс орнында қауіпті

болдырмау, жою немесе азайту жөніндегі техникалық шаралар болуы жөн олар: сәулеленудің және оның әсер етуінің азаюы [16].

Кәсіби қауіпті бақылау жұмысшыларға, жұмыс берушілерге, олардың өкілдеріне, мемлекеттік органдарға жұмысқа қатер төндіретін факторлардың жай-күйі туралы және оны азайту бойынша қажетті және қолданылатын шаралар туралы хабардар етуден тұрады. Қауіптің әдістемесі әлеуметтік-экономикалық және этикалық мәселелердің кешенін ескере отырып, еңбекті қорғаудың дәстүрлі және жаңа міндеттерін шешуге мүмкіндік береді. Сонымен бірге кәсіби қауіп дәрежесіне байланысты профилактикалық іс-шаралардың көлемін саралауға мүмкін береді [25].

Жұмыс орындарында кәсіби қауіпті бағалау мен басқару мәселелеріне байланысты табысты шешім қабылдау мүмкін: егерде, әрбір жұмысшы еңбекті қорғау мәселелерін шешуге қатысса; қауіпсіздік техникасы қамтамасыз етілсе; еңбекті қорғау жағдайына бақылауды оңтайландырса; жұмысшыларға кәсіпорындағы еңбек қорғау жағдайы мен өндірістік жаракаттар туралы дереу хабарлама жүргізілсе [23].

Еңбек қауіпсіздігі саласында қауіптерді басқару әдістерін нақты енгізу үшін басқару құрылымын айқындау өте маңызды, сондықтан барлық деңгейдегі еңбек қорғау органдарының болуы және олардың жағдайы өте маңызды. Кәсіби қауіпті басқару жүйесі үшін инфрақұрылымды құрып, осы бағыттағы мамандарды даярлау қажет [31].

Іс жүзінде қауіпті бағалау - еңбек жағдайларын гигиеналық бағалау, оның ішінде жұмыс орындарын еңбекті қорғау талаптарына сәйкес аттестаттау кезінде байқалады [22].

Пайдалы тұжырымдама - кәсіби қауіпті аурулардың қауіпті және ауырлық санаттары бойынша, соның ішінде қауіпті және ауырлық дәрежесінің рейтингісі, сондай-ақ осы көрсеткіштерді біріктіретін индексі, бұл кәсіби аурулардың түрлі нозологиялық түрлерін бағалауға мүмкіндік береді [18].

Қазіргі жағдайда кәсіби ауру туралы ақпарат, атап айтқанда, қолайсыз еңбек жағдайларында жұмыс өтілінің ұлғаюына қарай жоғарылау үрдісі бар аурудың жоғары деңгейі және белгілі бір дәрежеде созылмалы патологияның таралуы кәсіби қауіпті көрсетеді [27].

Қазіргі уақытта еңбек жағдайларын зерттеу және олардың нақты жұмысшының денсаулығы үшін қолайсыз салдармен байланысын анықтау негізінде жеке кәсіби қауіпті бағалауға ерекше назар аударылады [24].

Жеке қауіп негізінде жеке қауіпсіз жұмыс стажын болжауды және функционалдық бұзушылықтардың алдын алуға, факторлардың әсеріне жеке сезімталдықты ескере отырып, оларды қалпына келтіруге немесе өтеуге бағытталған басқарушы шешімдерді генерациялауды жүргізу орынды. Жеке кәсіби қауіпті бағалау зиянды өндірістік факторлар деңгейінің әсерін зерттеу жолымен жүргізіледі, бұл ретте осы факторлардың тиімді экспозицияларының көрсеткіштері олардың доза көрсеткіштерімен салыстырғанда нақты қауіпті көп мөлшерде көрсететіндігі анықталды [21].

Қазіргі уақытта еңбек гигиенасында зиянды еңбек жағдайларында жұмыс істейтін жұмысшылар үшін кәсіби қауіпті бағалау және кәсіби аурушандықтың алдын алу және еңбекті қорғау міндеттерін шешу қажеттілігі күмән тудырмайды [20].

Кәсіби қауіпті бағалау негізінде қауіпті басқару жүйесі құрылады және жұмысшылардың қауіпсіздігін қамтамасыз етуге және денсаулығын сақтауға бағытталған шешімдер мен іс-әрекеттер қабылданады [30].

Бірқатар авторлардың пікірінше, жұмысшылардың денсаулығын сақтау мәселелерін шешу еңбек жағдайларын талдауға, денсаулыққа келтірілген залалды есептеуге, өндірістік факторлардың әсерінен және еңбекті қорғау саласындағы жұмысшылардың өз құзыреттілігін бағалауға негізделген қауіпті басқару жүйесін әзірлеу есебінен мүмкін болады [3].

Кәсіби қауіпті басқару арқылы еңбекті қорғау жүйесін дамыту көбінесе жұмыс істейтін халықтың денсаулығын сақтау жүйесін жаңғыртудың мемлекеттік қажеттілігі болып табылады [6].

Осыған байланысты мемлекет жұмыс істейтін халықтың денсаулығын сақтаудың неғұрлым жетілдірілген тетігі ретінде кәсіпорындарды еңбек жағдайларын тұрақты жақсартуға және кәсіптік қауіпті басқару жүйесін енгізуге ынталандыру қажет [26].

Алайда кәсіби қауіпті басқару жүйесінде өнеркәсіптік кәсіпорындардың басшылары да қызығушылық танытады, өйткені ол жұмысшылардың денсаулығын сақтау саласында шешімдерді әзірлеу және қабылдау әдістерін іске асыру және қою үшін және өндірістің экономикалық тиімділігін арттыру үшін оларға өз білімін, тәжірибесі мен мүдделерін пайдалануға көмектеседі [4].

Осылайша, өндірісте кәсіби қауіпті басқарудың ғылыми негізделген жүйесін құру және енгізу бағыты гигиеналық парадигманың күтілетін жылжуы болып табылады: зиянды статикалық бағалаудан динамикалық ден қоюға және дәлелді деректер мен қазіргі заманғы технологиялар негізінде оның

алдын алуына. Тиісінше мұндай жүйені енгізу еңбек жағдайларын жақсарту және жұмыспен байланысты денсаулық бұзылуының алдын алу жөніндегі басқарушылық шешімдердің негізділігін арттырады.

Осылайша, өндірістік ортаның әртүрлі факторларының әсер етуі кезінде жұмысшылардың кәсіби қауіпін зерттеу негізінде кәсіби қауіпті бағалау және басқару жөніндегі іс-шараларды әзірлеу заманауи жағдайда гигиена және еңбекті қорғаудың өзекті мәселесі болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Аношкин Д.В., Васильев А.В. Непрерывный мониторинг производственного шума и вибрации в рамках автоматизированной системы управления охраной труда // Безопасность труда в промышленности. 2011. № 12. С. 69-72.
- [2] Арсеньев Ю.Н., Сулла М.Б. Системы поддержки принятия решений и управление риском // материалы: International Conference «Risk sciences: employment and training» Сб.ст. Страсбург, 1997, с. 376-382.
- [3] Бузинов Р. В., Унгурияну Т. Н., Лазарева Н. К., Гудков А. Б. Организация социально-гигиенического мониторинга на территории Архангельской области // Экология человека. 2006. № 7. С. 3-8.
- [4] Васильев А.В., Аношкин Д.В. Человеческий фактор как причина аварийности и травматизма на производстве и его анализ на основе принципов системного подхода к обеспечению безопасности // Безопасность труда в промышленности. 2010. № 11. С. 22-25.
- [5] Величковский Б.Т. Жизнеспособность нации. Покупательская способность и здоровье населения // РАМН, 2012. С. 38 .
- [6] Денисов Э. И., Степанян И. В., Челищева М. Ю. Статистическая оценка связи нарушений здоровья с работой // Гигиена и санитария 2012. № 1.
- [7] Денисов Э.И., Прокопенко Л.В., Сивочалова О.В. Гармонизация отечественной терминологии по оценке и управлению профессиональными рисками с международными подходами и стандартами // Здоровье населения и среда обитания. 2010. № 11. С. 7-10.
- [8] Ефремова О.С. Профессиональный риск. (Оценка и определение) М. 2010. 336С.
- [9] Иванов Н.И. Инженерная акустика. (Теория и практика борьбы с шумом) М. Университетская книга. 2008. 424 с.
- [10] Иванов Н.И., Никифоров А. С. Основы виброакустики: Учебник для вузов. Политехника, 2000.
- [11] Измеров Н. Ф. Оценка профессионального риска и управления им - основа профилактики в медицине труда // Гигиена и санитария. 2006. № 5. С. 14-16.
- [12] Измеров Н. Ф., Родионова Г.К., Попова Т.Б., Денисов Э.И. Оценка профессионального риска в медицине труда // Вестник РАМН. 2004. №2. С. 17-20.
- [13] Измерова Н.Ф., Денисов Э.И., Тривант М. Профессиональный риск для здоровья работников. Руководство // Под ред. 2003. С. 448.
- [14] Каминский К.П. Профессиональные риски в системе профессионального риска // Медицина труда и тема обязательного социального страхования // пром. экология. 2009. №12. С. 41-44.
- [15] Красовский В. О., Овакимов В. Г., Денисов Э. И. Метод анализа структуры профессионального риска для прогнозирования и профилактики производственно-обусловленных заболеваний // Медицина труда и промышленная экология. 1997. № 12. С. 18-22.
- [16] Кузьмин С.В. Система медицина оценки и управления профессиональным риском труда // 2009. №12. С. 5-11.
- [17] Молодкина Н.Н. Проблема профессионального риска. Оценка и социальная защита // Медицина труда и промышленная экология. 1998. №6. С. 41-47.
- [18] Окружающая среда. Оценка риска для здоровья: мировой опыт / Сост. Е.П. Авалиани, М.М. Андрианова, Е.В. Печенникова, О.В. Пономарева. Москва, 1996.-159с.
- [19] Онищенко В.Я. Профессиональный риск: интегральные методы оценки //Безопасность труда в промышленности 1996. №10. С. 21-25.
- [20] Панков В. А. Оценка условий труда, состояния здоровья и профессионального риска рабочих, подвергшихся воздействию физических факторов производственной среды // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра. 2003. № 2. С. 62-64.
- [21] Петросянц Э., Соловьев А. Анализ предварительных итогов //Охрана труда и социальное страхование. 2000. №10.
- [22] Потуданская В.Ф. Современные аспекты формирования регионального рынка услуг по охране труда // Автоматизация и современные технологии 2003. № 3. С. 35-39.
- [23] Сафонов А.Л. Управление рисками и профилактика в сфере охраны труда в новых условиях // Охрана и техника безопасности труда 2010. № 7. С. 9-20.
- [24] Соколов Э.М., Ветров В.В., Захаров Е.И., Панферова И.В. Совершенствование системы охраны труда на основе концепции профессионального риска. 1999. 108 с.
- [25] Соколова Л. А. Медико-экологическая оценка условий труда работников промышленных предприятий // Экология человека 2007. № 5. С. 51-54.

[26] Федорец А. Г. Организационно-правовые проблемы современного этапа реформирования национальной системы управления охраной труда // Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях 2011. № 3. С. 29-35.

[27] Федорец А. Научно-методические основы управления производственными рисками на рабочих местах // Безопасность в техносфере. 2007. №6.

[28] Яшин С.Н. Концептуальные вопросы оценки риска опасных производственных объектов в системе Управления промышленной безопасностью и охраной труда // Безопасность и охрана труда №3, 2008. С. 18-20.

[29] Карауш, С. А. Повышение эффективности обучения работников строительной отрасли охране труда за счет мотивации работодателей [Электронный ресурс] / С. А. Карауш, О. О. Герасимова // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая, 2015. — Вып. 1 (37). — Режим доступа : [http://vestnik.vgasu.ru/attachments/6KaraushGerasimova-2015_1\(37\).pdf](http://vestnik.vgasu.ru/attachments/6KaraushGerasimova-2015_1(37).pdf) (дата обращения: 12.02.2018).

[30] Щекина, Е. В. Исследование условий труда и анализ производственного травматизма на металлургическом предприятии на примере ЗАО «Алкоа Металлург Рус» / Е. В. Щекина, А. С. Иванов // Инновации, экология и ресурсосберегающие технологии (ИнЭРТ-2014): Труды XI междуна. науч.-техн. форума. — Ростов-на-Дону : 2014. — С. 147–154

[31] Guidance on Risk assessment at Work. ED, DG-V, “Safety and Health at Work”. CE-88-95-557-EN-C. – Geneva, 1996. – 57 p.

Отаров Е.Ж., Бегайдаров Б.А., Рахатов Т.Д., Исмаилов Ч.У.

Аспекты профессионального риска в рабочей среде на заводе металлоконструкций (обзор литературы)

Резюме. На протяжении многих лет завод металлоконструкций играет важную роль в экономике Казахстана. Есть много вредных производственных факторов, которые влияют на здоровье людей на этих заводах. Вот почему необходимы всесторонние и комплексные исследования для улучшения здоровья работников. Создание эффективных и качественных рекомендаций, направленных на улучшение здоровья и благополучия работников на основе установленных законов, еще не устранило его актуальности.

Ключевые слова: профессиональный риск, производственный фактор, гигиена труда

УДК 51-7

A. Mukasheva, N. Saparkhodjayev.

(“Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, Sattarkhanov Avenue 29, Turkestan, Kazakhstan. Institute of Information and Telecommunication Technologies, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan. E-mail: mukasheva.a.82@gmail.com, nursp81@gmail.com)

PREDICTING THE MODEL OF DIABETES MELLITUS GROWTH BASED ON REGRESSION ANALYSIS METHODS

Abstract. The prevalence of diabetes in Kazakhstan has the nature of an epidemic and leads to high financial costs. In this article, experimental studies were conducted, where regression analysis methods were considered for predicting patients' diabetes for 2019. A brief review of mathematical models for solving the problem was made and these analyzes were well recommended for building predictive models. The paper describes in detail the correlations between population growth and the number of patients with diabetes and the increase in GRP and the growth of patients with diabetes, also determined the relationship of population growth and GDP with the growth of diabetes patients in the Republic of Kazakhstan.

Keywords: regression analysis, diabetes mellitus, statistics, predicting, data analysis.

¹А.К.Мукашева, ²Н.П.Сапарходжаев

(¹ Сатпаев университет, Алматы, Республика Казахстан

² Международнй казахско-турецкий университет имени Х.А.Ясави, Туркестан, Республика Казахстан)

МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РОСТА САХАРНОГО ДИАБЕТА НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

Аннотация. Распространенность сахарного диабета в Казахстане носит характер эпидемии и приводит к большим финансовым затратам. В данной статье проведены экспериментальные исследования, где рассмотрены методы регрессионного анализа для прогнозирования сахарного диабета у пациентов на 2019г. Был произведен краткий обзор математических моделей решения задачи и данные анализы хорошо зарекомендовали себя для построения прогностических моделей. В работе подробно описаны корреляции между ростом населения и

количеством больных СД и увеличением ВРП и ростом больных СД, также определили взаимосвязь роста населения и ВВП с ростом больных СД в Республике Казахстан.

Ключевые слова: регрессионный анализ, сахарный диабет, статистика, прогнозирование, регрессия.

Введение

Возрастающая частота случаев заболевания сахарного диабета во всем мире вызывает большую обеспокоенность, и привлекает внимание многих исследователей [1-2]. Все типы диабета создают большой риск преждевременной смерти и является серьезной проблемой. Официальная статистика приводимая ВОЗ насчитывает около 422 млн. человек [3] страдающих от этой болезни. К 2045 году сахарный диабет коснется более 690 млн. человека [4]. По статистике в Казахстане количество больных превышает 300 тыс. человек, и это только диагностированные случаи больных [5]. Существуют серьезные проблемы по нехватке квалифицированных специалистов в регионах, и население обращается за помощью уже на запущенных стадиях. Все эти недостатки ведут к увеличению больных, и сахарный диабет (СД) занимает четвертое место в списке болезней по республике [6]. СД является растущей проблемой здравоохранения, которая затрагивает не только здоровье человека, а систему здравоохранения и экономику всего мира в целом [7].

Комплексное использование статистики для поиска закономерностей в статистических данных и построения на их основе необходимых прогнозов. В данном исследовании были применены статистические данные регистра больных СД за последние пятнадцать лет по Республике Казахстан.

Статистический анализ

Для проведения экспериментальных исследований данные по больными сахарным диабетом были предоставлены Общественным фондом «Казахстанское общество по изучению диабета» [5], г. Алматы. Данные по валовому внутреннему продукту (ВВП) и населению Казахстана взяты с официального сайта статистического агентства Республики Казахстан [8].

Цель исследования – с помощью методов регрессионного анализа построить модель прогнозирования роста пациентов СД по Республике Казахстан на фоне пассивного выявления. Выявить наиболее точный экспериментальный метод прогнозирования диабета. Для объекта исследования были использованы данные больных СД по Республике Казахстан с 2004 года по 2018 год.

Таблица 1. **Общее количество больных сахарным диабетом за последние 15 лет.**

год	Количество больных СД по РК
2004	114355
2005	117563
2006	128039
2007	147717
2008	151336
2009	162012
2010	175685
2011	190682
2012	207935
2013	226202
2014	261453
2015	272629
2016	293171
2017	310114
2018	326449

В таблице 1 указывается количество больных диабетом по Республике Казахстан за последние 15 лет. С 2004 года по 2018 год количество больных СД выросло с 114 тыс. человек до 326 тыс. (185.46%) .

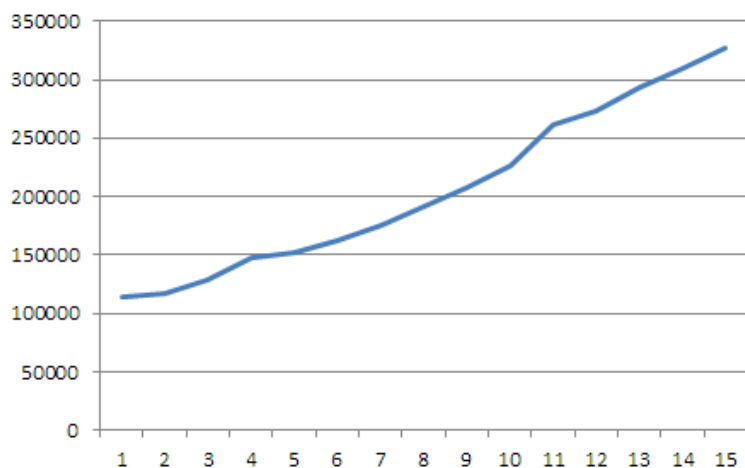


Рис. 1. Данные регистра больных СД по Республики Казахстан

По данному графику можно сделать заключение, о том, что наблюдается положительный тренд роста больных диабетом. Самый большой скачок наблюдается в 2014 году, когда количество больных выросло на 15,58% или 35 251 человек.

Корреляция между ростом населения и количеством больных СД и увеличением ВРП и ростом больных СД

На сегодняшний день часто возникают задачи, когда нужно проверить взаимосвязь между какими-либо непрерывными данными. С помощью корреляционного анализа определяем степень взаимосвязи рассматриваемых переменных. Итоговым результатом корреляционного анализа является коэффициент корреляции (r), значения которого варьируются от -1 до +1. Коэффициент корреляции +1 указывает, максимально сильную положительную линейную взаимосвязь между x и y , коэффициент корреляции -1 указывает, что две переменные имеют отрицательную линейную взаимосвязь, в то время как коэффициент корреляции 0 означает отсутствие линейной взаимосвязи между двумя переменными [9-11].

Таблица 2. Рост населения по областям с 2004 по 2018 год и количество больных с 2004 по 2018 года.

		Количество больных сахарным диабетом (СД)															
Область	Акмолинская обл.	Актыб.	Алматы.	Атыр.	ЗКО	Жамб.	Караг.	Кост.	Кызыл.	Манг.	ЮКО	Павл.	СКО	ВКО	г. Астана	г. Алматы	
Рост населения	Акмолинская обл.	-0,2856															
	Актыб.		0,96606														
	Алматы.			0,9023													
	Атырауская обл.				0,97796												
	Западно-Казах. обл.					0,9445											
	Жамбылская обл.						0,95496										
	Карагандинская обл.							0,98211									
	Костанайская обл.								-0,7566								
	Кызылординская обл.									0,94915							
	Мангыстауская обл.										0,89454						
	Южно-Казахст. обл.											0,99043					
	Павлодарская обл.												0,84446				
	Северо-Казахст. обл.													-0,9056			
	Восточно-Казах. обл.														-0,8861		
	г. Астана															0,99274	
	г. Алматы																0,992031

Акмолинская область, Костанайская область, Северо-Казахстанская и Восточно-Казахстанская область показывают отрицательную корреляцию между ростом населения и количеством больных.

При этом в Акмолинской области наблюдается слабая отрицательная корреляция. Это показывает, что в Акмолинской области наблюдается слабая взаимосвязь между ростом больных СД и ростом населения. Костанайская, Северо-Казахстанская и Восточно-Казахстанская область показывают высокую отрицательную линейную зависимость между ростом больных СД и ростом населения. Отрицательная линейная зависимость показывает нам, что рост населения и рост больных СД негативно взаимосвязаны между собой. При уменьшении роста населения в этих областях количество больных СД не уменьшается, нежели в других областях РК которые показывают высокую степень положительной зависимости. Также произведен анализ для выявления взаимосвязи между ростом валового регионального продукта (ВРП) и ростом больных СД по всем регионам страны. ВРП – это общий показатель экономической деятельности региона, который демонстрирует процесс производства товаров и услуг для конечного использования [12].

Таблица 3. **Взаимосвязь между ростом ВРП и ростом больных СД.**

		Количество больных сахарным диабетом (СД)														
Область	Акмолинская обл.	Актыб. обл.	Алматы обл.	Атырау обл.	ЗКО	Жамб. обл.	Караг. обл.	Кост. обл.	Кызыл. обл.	Манг. обл.	ЮКО	Павл. обл.	СКО	ВКО	г. Астана	г. Алматы
ВРП	Акмолинская обл.	0,83894														
	Актыб. обл.		0,94669													
	Алматы обл.			0,99265												
	Атырау обл.				0,94822											
	Западно-Казах. обл.					0,95174										
	Жамбылская обл.						0,96482									
	Карагандинская обл.							0,98211								
	Костанайская обл.								0,93							
	Кызылординская обл.									0,86412						
	Мангыстауская обл.										0,92202					
	Южно-Казахст. обл.											0,98541				
	Павлодарская обл.												0,98318			
	Северо-Казахст. обл.													0,9804		
	Восточно-Казах. обл.														0,99302	
	г. Астана															0,99545
г. Алматы																0,994719

По данной таблице можно сделать заключение что, есть высокая взаимосвязь между ростом ВРП и ростом больных сахарным диабетом по всем областям Республики Казахстан.

Экспериментальные методы.

Стандартным инструментом в медицинских исследованиях сегодня являются модели регрессии [13]. Регрессионный анализ представляет собой набор статистических методов, которые служат основой для выведения выводов о взаимоотношениях между взаимосвязанными переменными и возможно, является наиболее используемым из всех методов анализа данных поскольку эти методы применимы практически во всех областях исследований [14].

Применение методов на базе регрессионного анализа для построения прогностических моделей будут успешны если мы имеем связь между двумя переменными. После проведенного анализа было выявлено, что существует связь между ростом ВРП и ростом больных сахарным диабетом. Также после проведенных расчетов корреляции и определения вида этой связи мы применили три вида регрессионного анализа для прогнозирования роста пациентов сахарным диабетом на фоне пассивного выявления. Это - линейная регрессия, полиномиальная регрессия, экспоненциальная регрессия. С помощью указанных выше трех уравнений регрессии экспериментальным путем зная величину одного из рассматриваемых признаков с высокой вероятностью точности определить величину другого спаренного с ним признака [15].

Прогноз на 2019 год с использованием трех различных моделей предсказания регрессионного анализа.

Статистические методы для изучения распределения переменной ответа по отношению к одной или нескольким объясняющим переменным известны как методы регрессии [16]. Задача

регрессионного анализа заключается в построении математической модели, которая позволяет давать оценку значений зависимой переменной по значениям независимых переменных [17]. Вычисление коэффициентов регрессии проводилось на основе построения линии регрессии, максимально приближенной к фактическому распределению признаков. Использовались различные виды линий тренда – линейная, полиномиальная трех степеней, и экспоненциальная. В каждом конкретном случае выбирался лучший вариант регрессионного уравнения, определяемый по величине критерия точности аппроксимации R^2 [15].

Многие методы были разработаны для определения различных параметрических отношений между переменной отклика и независимыми переменными. Эти методы обычно зависят от формы функции параметрической регрессии и распределения члена ошибки в регрессионной модели. Например, линейная регрессия, логистическая регрессия, пуассоновская регрессия, пробит-регрессия и т. д. [18].

В данной схеме рассматривается применения трех методов регрессионного анализа для ситуации с одной зависимой и одной независимой переменной с использованием библиотеки машинного обучения scikit-learn языка программирования Python. Особое внимание уделяется проверке соблюдения необходимых условия для применения методов:

1. С помощью *линейного* регрессионного анализа определяются параметры прямой, которая наилучшим способом предсказывает значение одной переменной на основании значения другой согласно формуле:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x,$$

где y - значение одной переменной, β_0 – точка пересечения, β_1 задает наклон линии, а x – значение другой переменной. Линейный регрессионный анализ проводится, если корреляционный анализ выявил взаимосвязь между переменными [11,19]. Уравнения регрессии имели такое математическое выражение в случае линейной регрессии:

$$y = 15915x + 78368, \text{ где } R^2 = 0,9804$$

2. Полиномы широко используются в ситуациях, когда отклик криволинейный, так как даже сложные нелинейные отношения могут быть адекватно смоделированы полиномами в достаточно небольших диапазонах значений x . С помощью *полиномиального* - это степенная функция:

$$y = ax_3 + bx_2 + cx + d \text{ полином третьей степени,}$$

где степень полинома определяет количество экстремумов, т.е. максимальных и минимальных значений на анализируемом промежутке времени [19,20]. Уравнения регрессии имели такое математическое выражение в случае полиномиальной регрессии:

$$y = -38,378x_3 + 1487,6x_2 + 780,81x + 113349, \text{ где } R^2 = 0,9964$$

3. С помощью *экспоненциальной регрессии* - это степенная функция [21]:

$$y = a * m^x = a * (e^{\ln(m)})^x = a * e^{x * \ln(m)} = a * e^{bx}, \text{ где } b = \ln(m)$$

где уравнения регрессии имели такое математическое выражение в случае экспоненциальной регрессии:

$$y = 102666e^{0.0796x}, \text{ где } R^2 = 0,995$$

После произведенных вычисления мы получаем следующие прогнозируемые данные на 2019 год по трем методам регрессионного анализа по каждому региону страны.

Таблица 4. **Возможное количество пациентов на 2019 год с использованием методов регрессионного анализа.**

№	Область	Линейная регрессия	Полиномиальная регрессия	Экспоненциальная регрессия
1	Акмолинская область	16110	16187	17957
2	Актюбинская область	14107	15189	16150
3	Алматинская область	31222	30867	36074
4	Атырауская область	8882	9419	10580
5	Западно-Казахстанская область	9446	10225	10817
6	Жамбылская область	17172	19725	18472
7	Карагандинская область	31500	31569	33915
8	Костанайская область	22444	25198	23805
9	Кызылординская область	10453	11852	13304
10	Мангыстауская область	9399	10609	11624
11	Южно-Казахстанская область	39085	38867	42957
12	Павлодарская область	18612	20445	20082
13	Северо-Казахстанская область	17554	17137	19236
14	Восточно-Казахстанская область	34932	35993	37296
15	г. Астана	15254	16240	17976
16	г. Алматы	36837	40552	39702
17	Республика Казахстан	333010	350074	369945

где, по РК линейная регрессия показала 333010 тыс., а полиномиальная регрессия 350074 тыс. и экспоненциальная 369945 тыс. больных. Получив эти данные, мы построили графики регрессионных моделей.

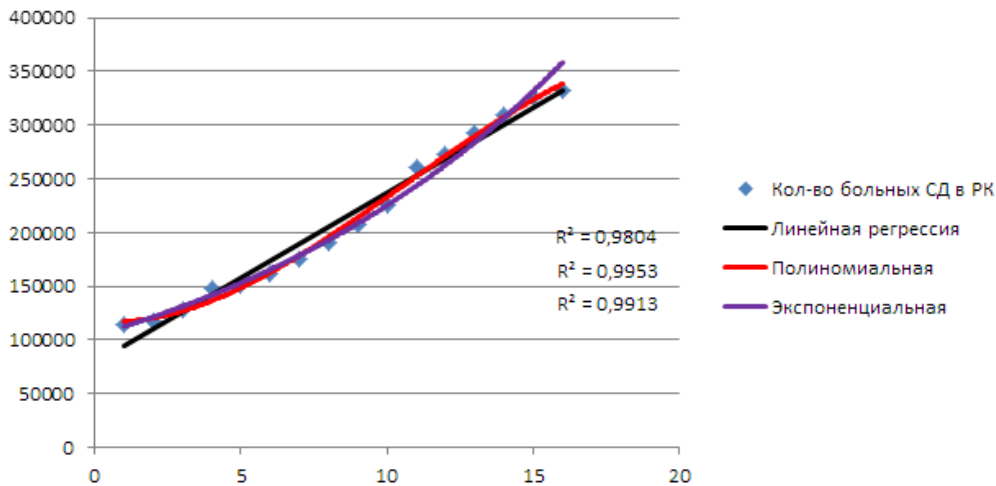


Рис. 2. График прогноза на 2019 год тремя регрессионными методами

Как показано на рисунке – 2 все три вида уравнения регрессии имели высокий критерий достоверности аппроксимации, т.е. R^2 был выше 0,9. Полиномиальная регрессия показывает самый высокий коэффициент детерминации (R^2) в данной схеме. Из этого следует вывод, что полиномиальная модель более подходящая для наших данных, где в таблице 1 можно наглядно увидеть все полученные путем эксперимента результаты.

Взаимосвязь роста населения и ВВП с ростом больных СД.

После проведения регрессионного анализа, была проведена работа по определению взаимосвязи роста населения и валового внутреннего продукта (ВВП) с ростом больных СД в РК. Использованная модель:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \varepsilon$$

$$y = -128438 + 14.47913x_1 + 0.003268x_2 + \varepsilon$$

y – количество больных СД; $R^2=0.98$ это коэффициент детерминации, показывает универсальную меру зависимости одной случайной величины от множества других. В данном случае, показывает зависимость количества от роста ВВП и населения. x_1 – популяция населения; $F=496.4881$ дисперсионный анализ, предназначен для ситуации, когда много групп и который дает нам единый ответ на все изучаемые группы. Так как, значение F равно 496.4881, мы можем сделать заключение, что все коэффициенты переменных являются статистически значимыми; x_2 – ВВП; константа $a = -128438$. Данный коэффициент показывает если x_1 и x_2 будут равны нулю чему будет равен переменная y . В нашем случае данный показатель имеет отрицательную величину - это означает, что если не будет роста населения и экономика идет на спад то, в какой мере уменьшится количество диабетиков. $P=0.5979$ этот коэффициент показывает, насколько параметр a не соответствует действительности. Коэффициент b_1 ($b_1 = 14.47913$) показывает, что при отсутствии экономического роста, количество больных увеличится на 14 тыс. диабетиков по сравнению с прошлым годом. Коэффициент b_2 ($b_2 = 0,003268$) показывает, если рост населения остается на прежнем уровне, и с увеличением ВВП на 1 млн. тенге, то количество больных диабетом увеличится на данный коэффициент.

Заключение

Целью проводимого исследования является использование реальных статистических данных с помощью которого можно выявить наиболее эффективный метод регрессионного анализа для прогнозирования роста пациентов сахарным диабетом на фоне пассивного выявления. В рамках исследования были получены статистические данные, которые свидетельствуют о росте распространенности СД в Казахстане. Изучены многие работы по применению регрессионного анализа в прогностических целях. Пришли к заключению, что математические методы регрессионного анализа являются эффективными приемами для решения различных медицинских задач. Осуществили прогноз на 2019 год с использованием трех различных моделей предсказания регрессионного анализа. Все эти эксперименты показали увеличение роста больных, что вызывает большую обеспокоенность среди нас. Также произвели корреляцию и выявили взаимосвязь между ростом населения и количеством больных СД и увеличением ВВП и ростом больных СД. Все результаты были приведены в данной работе.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Gao Y, Wang Y, Zhai X, He Y, Chen R, Zhou J, et al. (2017) Publication trends of research on diabetes mellitus and T cells (1997–2016): A 20-year bibliometric study. PLoS ONE 12(9): e0184869.
- [2] Abutaleb MH. Diabetes mellitus: an overview. Pharm Pharmacol Int J. 2016;4(5):406–411. DOI: 10.15406/ppij.2016.04.00087.
- [3] World Health Organization. Official website: <https://www.who.int/diabetes/en/>.
- [4] International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, 8th edn. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation, 2017.
- [5] Public fund "Kazakhstan society for the study of diabetes". Official website: <https://www.kssd.site/>.
- [6] World Health Organization. Weblink: https://www.who.int/diabetes/country-profiles/kaz_ru.pdf?ua=1.
- [7] Deepthi B, Sowjanya K, Lidiya B, et al. A Modern Review of Diabetes Mellitus: An Annihilatory Metabolic Disorder. J In Silico In Vitro Pharmacol. 2017, 3:1.
- [8] Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan. Committee on statistics. Official website: http://stat.gov.kz/faces/homePage?_adf.ctrl-state=2fn371p1u_4&lang=ru&_afLoop=8562077751869222.
- [9] Bingham N.H., John M. Fry, Regression. Linear Models in Statistics. 2010. Springer London Dordrecht Heidelberg New York. ISBN 978-1-84882-968-8. DOI 10.1007/978-1-84882-969-5.
- [10] Gogtay NJ, Thatte UM, Principles of Correlation Analysis, Journal of the Association of Physicians of India, Vol. 65, March 2017.
- [11] Румянцев П.О., Саенко В.А., Румянцева У.В., Чекин С.Ю.* Статистические методы анализа в клинической практике.
- [12] Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan. Committee on statistics. Official website: http://stat.gov.kz/faces/wcnav_externalId/homeNationalAccountIntegrated?lang=ru&_afLoop=9050851751248091#%40%3F_afLoop%3D9050851751248091%26lang%3Dru%26_adf.ctrl-state%3Dzudooxo_4.
- [13] Werner Vach: Regression Models as a Tool in Medical Research, 2013 by Taylor & Francis Group, LLC, ISBN-13: 978-1-4665-1749-3.
- [14] M. A. Golberg, H. A. Cho, Introduction to Regression Analysis, WIT Press, ISBN-13: 978-1853126246.
- [15] Sineeva L.V., Medvedeva N.N., Nikolaev V.G., Strelkovich N.N., Orlova I.I. Application of regression analysis methods in the biomedical researches. Bulletin of new medical technologies - 2013 - Т. XX, № 2 - p. 217.
- [16] Per Kragh Andersen, Lene Theil Skovgaard. Regression with Linear Predictors. Springer New York Dordrecht Heidelberg London 2010, ISBN 978-1-4419-7169-2, DOI 10.1007/978-1-4419-7170-8.

- [17] Cherkashina Y.A., Application of regression analysis for solving diagnosis problem of children's health. Modern problems of science and education. 2015. № 1 (part 1).
- [18] Xin Yan, Xiaogang Su. Linear regression analysis. Theory and computing. June 2009. ISBN-13: 978-981-283-410-2. DOI 10.1142/6986.
- [19] Douglas C. Montgomery, Elizabeth A. Peck, G. Geoffrey Vining. Introduction to Linear Regression Analysis, 5th Edition. ISBN: 978-0-470-54281-1. April 2012. 672 Pages.
- [20] 3 ways to calculate a polynomial in Excel. Official website: <https://4analytics.ru/trendi/3-sposoba-rascheta-polinoma-v-excel.html>.
- [21] Least square method: exponential dependence in MS Excel. Official website: <https://excel2.ru/articles/mnk-eksponencialnaya-zavisimost-v-ms-excel>.

Сапарходжаев Н., Мукашева А.

Регрессиялық модельдер негізінде қант диабетінің өсуін болжау моделі

Түйіндеме. Қазақстанда қант диабетінің таралуы эпидемияның сипатына ие және қаржы шығындарының жоғары болуына әкеледі. Осы мақалада 2019 жылы емделушілерде қант диабетін болжау үшін регрессиялық талдау әдісі қарастырылған тәжірибелік зерттеулер жүргізілді. Мәселені шешу үшін математикалық модельдерге қысқаша шолу жасалды және болжамды модельдерді құру үшін осы талдауды жақсы ұсынды. Халықтың өсуі мен қант диабетімен ауыратын науқастардың саны мен ЖӨӨ өсуі мен қант диабеті бар науқастардың өсуі арасындағы корреляция, Қазақстандағы қант диабеті пациенттерінің өсуімен халықтың өсуі мен ЖІӨ қатынасын анықтайды.

Кілттік сөздер: регрессиялық талдау, қант диабеті, статистика, болжау, регрессия.

УДК 004.9:519

¹M. N., ²A. A Drozenko., ²I. V.Koplyk , ²T. A Marinich.,
¹ A. A. Abdildayeva, ¹T. K. Zhukabayeva, ¹F. M. Galiyeva

MODERN PROJECTION APPROACHES OF ELECTRIC POWER CONSUMPTION

Abstract. The review of modern methods of forming a mathematical model of electric power systems and the development of intelligent information system for monitoring electricity consumption. The main disadvantages and advantages of the existing modeling approaches, as well as their applicability to the energy systems of Ukraine and Kazakhstan are identified. The main factors that affect the dynamics of electricity consumption are determined. A list of the main tasks that need to be implemented in order to develop algorithms for projecting electricity demand for different facilities, industries and levels.

Keywords: projecting, power consumption, panel models, autoregression models, neural networks.

М.Н. Калимолдаев, А.А. Дрозденко, И.В. Коплык, Т.А. Маринич, А.А. Абдилдаева Т.К., Жукабаева Ф.М., Галиева

¹Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты ҚР БҒМ ҒК, Қазақстан Республикасы
²Сумы мемлекеттік университеті, Украина E-mail:abass_81@mail.ru

**ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫН ТҰТЫНУДЫ БОЛЖАУДЫҢ ҚАЗІРГІ
ЗАМАНҒЫ ТӘСІЛДЕРІН ТАЛДАУ**

Аннотация. Электр энергетикалық жүйелердің математикалық моделін құрудың және электр энергиясын тұтыну мониторингінің интеллектуалды ақпараттық жүйесін әзірлеудің заманауи әдістеріне шолу жасалды. Модельдеудің қолданыстағы тәсілдерінің негізгі кемшіліктері мен артықшылықтары, сондай-ақ олардың Украина мен Қазақстанның энергетикалық жүйелері үшін қолданылуы анықталды. Электр энергиясын тұтыну динамикасына әсер ететін негізгі факторлар анықталды. Өртүрлі объектілер, салалар мен деңгейлер үшін электр энергиясына сұранысты болжау алгоритмдерін әзірлеу мақсатында іске асыру қажет негізгі міндеттердің тізбесі әзірленді.

Кілттік сөздер: болжау, электроэнергияны тұтыну, панельдік моделдер, авторегрессия моделдері, нейрондық жүйелер.

Кіріспе.

Энергия тұтыну процестерін басқарудың инновациялық интеллектуалдық жүйелерін құру жекелеген объектілер (мекемелер), елдер үшін де, тұтастай алғанда жаһандық экономика үшін де өмірлік маңызды міндет болып табылады. Энергия шығынын төмендету, энергия тәуелділігін

камтамасыз ету, парниктік газдар шығарындыларының көлемін азайту сияқты өзекті мәселелерді шешу энергияның әртүрлі түрлерін тұтыну мен өндірудің уақыттық қатарларын талдаудың, моделдеудің және болжаудың адекватты әдістерін сәйкестендіруді, жекелеген кәсіпорындар, қалалар, экономика және мемлекеттік салалар ауқымында басқарушылық шешімдер қабылдау үшін оларды қолданыстағы ақпараттық жүйелермен ықпалдастыруды талап етеді. Қазақстанда және Украинада электр энергиясын пайдалану тиімділігін болжау және бағалау жүйелерін қолданудың теориялық-әдіснамалық тәсілдері мен практикалық аспектілерін әзірлеудің жеткіліксіз дәрежесі машиналық оқытудың қазіргі заманғы әдістерін пайдалана отырып, кешенді автоматтандырылған энергия менеджменті жүйесін құрудың қажеттілігін өзектендіреді.

Осы жұмыстың мақсаты ұлттық, секторалдық және жеке (объектілер бойынша) деңгейлерде электр энергиясын тұтынуды талдаудың, моделдеудің және болжаудың қазіргі заманғы әдістерін салыстыру, сондай-ақ оларды әртүрлі елдер мен салаларда қолдану тәжірибесін зерделеу болып табылады.

Ақпараттық талдау.

Тұтынылған энергия көлемін өлшеу үшін қазіргі заманғы технологиялық құрылғылардың жаппай таралуы электр желісіне өсіп келе жатқан жүктемені тиімді жоспарлауға, болжауға және бақылауға мүмкіндік беретін инженерлік және статистикалық талдау әдістерінің дамуына ықпал етті.

Соңғы онжылдықта өнеркәсіптік, коммуналдық және энергия бөлуші кәсіпорындар, тұрғын үй кешендері, бизнестік құрылымдар, сондай-ақ жекелеген үйлер үшін электр энергиясын тұтынуды болжау саласындағы ғылыми зерттеулер жанданды [1-5]. Бұл ғимараттардың энергия тиімділігін камтамасыз ету қажеттілігімен байланысты энергияның соңғы тұтынуын және онымен байланысты CO₂ шығарындыларын азайтуды камтамасыз ететін халықаралық энергетикалық Агенттікпен (the International Energy Agency) мойындалған бес шарттардың бірімен негізделеді [6]. Экологиялық алғышарттар мен экономикалық мақсаттылық ғимараттардың әртүрлі типтеріне арналған энерготіімді дизайнның ұлттық ережелерін әзірлеуге ықпал етті, бұл EnergyPlus, DOE-2, eQUEST, IES, ECOTECT және т.б. сияқты жаңа үйлерді энерготіімді жобалау үшін компьютерлік бағдарламалық камтамасыз етудің дамуына түрткі болды [7].

Ғимараттардың энергия тиімділігін қолдау энергия тұтыну көрсеткіштерінің тұрақты мониторингін және оларға нақты уақыт режимінде әсер ететін факторларды айқындауды талап етеді. Зерттеушілердің көпшілігі электр энергиясына сұраныстың серпінін анықтайтын негізгі факторлар ретінде ауа-райы жағдайларын бөліп көрсетеді. Оларға температура (ауаның, қоршаған ортаның, құрғақ шамның, шық нүктелерінің, ылғалды нүктелердің, үй-жайдың) көрсеткіштері, ылғалдылық, қысым, желдің жылдамдығы мен бағыты, бұлттылық және күннің жарықтығы көрсеткіштері, атмосфералық жауын-шашын жатады [8]. Қосымша тәуелсіз факторлар арасында авторлар модельдерде электр жүктемесінің ауыспалы, жылу беру немесе жылу индексі; күнтізбелік айнымалылар; ғимараттардың өлшем көрсеткіштері мен операциялық сипаттамалары, қалалық инфрақұрылымның дамуы; өмір сүру деңгейі мен әлеуметтік-экономикалық даму көрсеткіштерін қолданады [8].

Мысалы, Чилидің тұрғын үй секторындағы электр энергиясына сұранысты болжау үшін [4] авторлар тәуелді айнымалы ретінде кВт энергияны орташа күндік тұтыну бойынша деректерді, Цельский шкаласы бойынша орташа күндік температураның өзгеруін және Чилидің есеп бірлігінің күндізгі құнын түсіндірмелі айнымалы ретінде пайдаланады. Зерттеушілер күнтізбелік әсерлерді көрсету үшін фиктивті айнымалыларды, атап айтқанда барлық сенбі үшін ауыспалы, барлық жексенбі күндері үшін ауыспалы және зерттеу интервалындағы мерекелер үшін ауыспалы айнымалыларды қосады [4]. Модельдерде пайдаланылатын уақыт қатарларының периодтылығы деректердің көзі және қол жетімділігімен анықталады.

Мысалы, жұмыста [5] электр энергиясын тұтынудың сағаттық қатарлары, зерттеуде [3] – жылдық уақыт интервалымен жарты сағаттық деректер берілген. Сәйкесінше, осындай іріктеуде алынған болжамдар тек қысқа мерзімді болуы мүмкін, мысалы аптасына. Орташа мерзімді және ұзақ мерзімді болжамдарды алу үшін үлкен жиіліктің деректерінде (мысалы, айлық [9]) және ұзақ уақыт интервалында (бірнеше онжылдық) бағаланатын модельдер пайдаланылады. Нақты уақыт режимінде болжау өлшеу құралдарынан деректерді тәулік бойы немесе секунд сайын алуды талап етеді.

Украина мен Қазақстанда [10-11] электр энергиясын тұтыну бойынша ашық статистикалық ақпаратты талдау экономиканың барлық секторларының электр энергиясын жалпы тұтынуы туралы статистикалық деректер тек жылдар бойынша ғана қол жетімді екенін көрсетеді; үй шаруашылықтары, өнеркәсіп секторлары, көлік, қызметтер, ауыл, орман және балық шаруашылықтары, сондай-ақ энергияны энергетикалық емес тұтыну бөлігінде жаңартылатын энергия көздерін есепке ала

отырып, түпкілікті тұтыну көрсеткіштері тек 2007 жылдан бастап қана бар. Сонымен қатар, профильді министрліктердің есептерінен [12] елдегі энергияны жалпы тұтыну бойынша айлық көрсеткіштерді және соңғы онжылдықтың шегінде ғана алуға болады.

Адекватты статистикалық маңызды нәтижелер мен сапалы болжамдарды алу үшін деректерді аз іріктеу мәселесін шешудің бір нұсқасы объектілер тобы, мысалы, бір мезгілде даму параметрлері ұқсас өңірдің барлық оқу орындары, ел аймақтары немесе елдер бойынша ұқсас көрсеткіштерді бағалайтын панельді үлгілерді пайдалану болуы мүмкін.

Мысалы, [13] мақалада "жасыл үйлер" құрылысының аса маңызды факторларын анықтау үшін Қытай қалалары бөлінісінде тұрғын үйлердің электр энергиясын тұтынуы бойынша жылдық деректердің панельді іріктеуі қолданылған. Жұмыс авторлары [14] 1998-2015 жылдардағы 23 өнеркәсіптік сала және 9 қызмет секторлары бойынша панельді деректерді талдай отырып, Тайвань өнеркәсібі мен қызмет көрсету саласындағы электр энергиясына сұранысты зерттейді.

[15] мақалада 1994 жылдан 2007 жылға дейінгі кезеңде өтпелі экономикасы бар 27 елден және Еуропадағы ЭЫДҰ-ға мүше 6 елден тұратын теңгерілмеген топ үшін электр энергиясын тұтыну тиімділігі бағаланады. Осылайша, Қазақстан мен Украина сияқты елдер үшін панельдік деректер негізіндегі үлгілер неғұрлым қолайлы болып табылады деген қорытынды жасауға болады.

Бұл ретте, осы елдердегі ғылыми зерттеулердің фокусы алынған нәтижелерді одан әрі неғұрлым жоғары деңгейге (салалық, өңірлік) экстраполяциялай отырып, жоғары жиілікті фиксация электр энергиясын тұтынуды өлшеуге арналған тиісті жабдығы бар жекелеген объектілердің электр энергиясына сұранысты модельдеу жағына ауысуға тиіс.

Жоғарыда көрсетілген тәсіл канадалық ғалымдардың жұмысында егжей-тегжейлі көрсетілген [13], олар тұрғын сектордағы электр энергиясына сұранысты үлгілеудің екі әдісін атап көрсетті: "жоғарыдан төменге" және "төменнен жоғары".

Бірінші тәсіл негізгі факторларды анықтауға және макроэкономикалық көрсеткіштерді (жалпы ішкі өнім, жұмыссыздық және инфляция көрсеткіштері), энергияның әртүрлі түрлерінің бағаларын, климаттық факторларды қамтитын тұрғын үй құрылыстары бойынша тарихи деректерге және жоғары деңгейдегі ауыспалы деректерге байланысты әртүрлі деңгейдегі тұрғын үй объектілері бойынша электр энергиясын тұтынуды болжауға бағытталған.

Екінші тәсіл жеке үйлердің репрезентативті жиынтығының көрсеткіштерін экстраполяциялау арқылы аймақтық және ұлттық деңгейлерде электр энергиясын тұтынуды болжамдау үшін статистикалық және инженерлік әдіснамаларды пайдалануға негізделген [16].

Табиғи құбылыс ретінде энергияны түпкілікті тұтынуды сипаттайтын физикалық заңдарға негізделген және энергия тұтынудың тарихи деректерін талап етпейтін, инженерлік модельдер қазір іс жүзінде пайдаланылмайтынын атап өткен жөн. Деректер көздері мен көлемінің, оларды өңдеу технологияларының және процессінгітік жүйелердің қуаттарының қарқынды өсуі ғылыми мүдделердің статистикалық әдістемелер жағына жылжуына ықпал етті.

Статистикалық модельдердің көптірлілігі деректер құрылымындағы (сызықтық және сызықты емес; дискретті және үздіксіз модельдер) айырмашылықтарға да, оларды іске асыратын машиналық оқыту әдістері мен бағдарламалық құралдардың дамуымен де байланысты. Регрессиялық, авторегрессиялық әдістерге, Фурье моделіне, нейрондық желілерге, анық емес логика моделіне, Вейвлет анализіне, Байесов әдістеріне жіктеуге болатын параметрлік және параметрлік емес әдістер кеңінен таралған.

Параметрикалық әдістерді пайдалану дұрыс таңдалған модель жағдайында параметрлердің ығысқан бағалауын және жалған қорытындыларды алумен байланысты деректерді тарату сипаты туралы ақпараттың болуын болжайды. Осы деректерді тарату белгісіз жағдайларда, параметр емес әдістерді пайдалану неғұрлым қолайлы болып табылады. Параметрлердің бағалауына қарағанда, гипотезаларды тестілеуге бағытталған параметрлердің маңызды кемшілігі және шектеуі оларды есептеудің қиындығы және бағдарламалық және аппараттық қамтамасыз етуге қойылатын жоғары талаптар болып табылады [4].

Электр тұтынуды модельдеу.

Техникалық, биологиялық, экономикалық және басқа да процестерді моделдеу деректер құрылымын, стационарлықтың табиғатын, аномальды бақылаулардың болуын алдын ала зерттеуді талап етеді. Энергия тұтыну көрсеткіштерінің ерекшелігі әртүрлі бағыттағы трендтердің, маусымдық және циклдық ауытқулардың, құрылымдық алшақтықтардың болуы болып табылады, бұл олардың стационарсыздығын негіздейді және автокорреляция, гетероскедастикалық және осы деректер бойынша құрылған модельдердің қалдықтарын бөлудің қалыпты заңының болмауын тудырады. Бұл

классикалық статистикалық аппаратты пайдалануға мүмкіндік бермейді және сапалы математикалық модельдер мен шынайы болжамдарды алу үшін көрсетілген проблемалардың теріс әсерін азайтуға мүмкіндік беретін әдістер мен модельдерді іздестіруді өзектендіреді.

Уақыттық қатарларды болжаудың қазіргі заманғы әдістері негізінен болашақты тарихи болжамдау қағидатына негізделген. Бұл ретте өткен оқиғаларды білдіретін ақпаратты түсіндіру әдістері, сондай-ақ оларды болашаққа экстраполяциялау тәсілдері үнемі жетілдіріледі. Классикалық үлгісі регрессиялық талдау болып табылатын параметрлік модельдеу кең таралған. Модель параметрлерін бағалаудың ең көп таралған әдістері Гаусстың кіші квадраттар әдісі және максималды шындық ұқсату әдісі болып табылады. Параметрлік модельдердің спецификациясына шартты түрде теңдеулер мен параметрлерге шектеулер жүйесіне негізделген құрылымдық модельдерге және теориялық негіздемесі жоқ "ad hoc" арнайы модельдерге бөлуге болады.

Мәселен, 1950 жылдары макроэкономикалық моделдеуде құрылымдық тәсілді жаппай қолданғаннан кейін, 1960 жылдары ғалымдар уақыттық қатарлардың маусымдық және циклдік сипаттамаларын белсенді зерттей бастады. 1970 жылы Бокс пен Дженкинс осы жұмыстардың нәтижелерін жүйелендірді және авторегрессиялық модельдер мен жылжымалы орташа (ARMA / ARIMA) модельдері негізінде уақытша қатарларды моделдеу мен болжауға кешенді тәсіл ұсынды. Бұл әдістеме танымалдыққа ие болды, себебі күрделі құрылымдық үлгілерге қарағанда оңайырақ болды және кем дегенде сапалы болжамдар алуға мүмкіндік берді. Оның бағдарламалық жүзеге асырылуы EViews, stata, Statistica, SPSS, R, Python секілді бағдарламалық эконометриялық пакеттерде ұсынылған.

Құрылымдық тәсіл шеңберінде 1980-ші жылдардан бастап Кальман сүзгісін қолдана отырып, динамикалық сызықтық және сызықтық емес Баессов модельдерін табысты көрсетті. Қалман сүзгісі сондай-ақ Агіма үлгілерінде де параметрлерді дұрыс емес бағалау проблемасын барынша шынайы ұқсату әдісімен жою және бақыланбайтын қатардың компонентін анықтау үшін қолданылады [17]. Статистикалық сипаттамалар мен болжамдық қасиеттері бойынша оңтайлы модельдің негіздемесі қатардың негізгі компонентін, оның стационарлығының табиғатын, спецификациясын, параметрленуін және модельдерді верификациялау мен апробациялауды анықтауды; жалған айнымалыларды олардың сапасын жақсарту мақсатында тестілеуді талап етеді.

Тұрақты уақытша қатарлар үшін орта мәннің айналасында мәндердің тепе-теңдігі (тұрақты дисперсия) тән, ол тұрақты болып табылады. Іс жүзінде бұл трендтің, маусымдық тербелістердің және дисперсияның жүйелі өзгерістерінің болмауын білдіреді [17].

Деректер стационарлығын анықтау үшін қатардың автокорреллограммасын құру тәсілін, яғни автокорреляциялық функцияның (АКФ) графикалық көрінісін қолдануға болады. Стационарлық қатар жағдайында лагтың өсуімен АКФ мәні нөлге ұмтылады. Бұдан басқа, корреллограмманың түрі процесті мынадай түрде сипаттайды: АКФ-ның нөлге біртіндеп жақындауы авторегрессия процестеріне тән, ал нөлге күрт ауысу жылжымалы орташа үрдісіне сәйкес.

Сонымен қатар, қатардың автокорреляциясын зерттеу кезінде Льюнг-Бокстың Q-сынағы арқылы лаг k дейін автокорреляцияның жоқтығы туралы гипотезаны тексеру тәсілі қолданылады [18]. Ол үшін статистикалық мән есептеледі:

$$Q = T(T+2) \sum_{j=1}^k \frac{\rho^2}{T-j}, \quad (1)$$

мұндағы T – бақылаулар саны; $\rho^2 - j$ -қатардың автокорреляциясы; k – лаг саны. Алынған статистика мәні $\chi^2(1 - \alpha, m)$ үлестірімінің теориялық мәнімен салыстырылады.

Деректердің стационарлығын тексерудің басқа кең қолданылатын әдісі 1979 жылы В. Фуллер және Д. Дикимен ұсынылған критерийлерді пайдалану және оның жетілдірілген Дики-Фуллердің (ADF) тестінің кеңейтілген түрі [17] болып табылады. Бұл әдістеме бірлік түбір болуы туралы статистикалық гипотезаны тексеруден тұрады (бірліктен аз түбірдің болуы туралы баламалы гипотезада). Егер t -статистика ADF статистикасының сыни мәндері аз болса, онда нөлдік гипотеза ауытқиды, бұл қатардың стационарлығын көрсетеді. Бірлік түбір болған жағдайда, қатарлар $I(k)$ k -ретті интеграцияланған деп есептеледі және стационарлыққа келтіру үшін саралауды талап етеді. Бұл тестті қолдану шарты ауытқудың гомоскедастикалығы, яғни кездейсоқ ауытқулардың тұрақты дисперсиясы [18].

Дики-Фуллер сынағын DS немесе TS класстарына қатардың тиістілігін анықтау үшін қолданады [18, 268-270 бет]. TS класы мұндай қатардың салыстырмалы түрде кейбір детерминирленген тренд болып табылатындығымен сипатталады және осы қатарлар үшін тренд құраушысын бөлу қажет. DS класты қатарға стохастикалық трендтің болуы тән, яғни TS-қатардан айырмашылығы, әрбір ауытқу

қатардың барлық келесі мәндеріне тең дәрежеде әсер етеді. Дики-Фулер тестінің нөлдік гипотезасы қатардың DS-типке тиістілігі туралы гипотезаға сәйкес келеді, сәйкесінше альтернативті гипотеза зерттелетін қатардың TS типті қатар болып табылатынын көрсетеді, алайда бір мезгілде қатардың стационарлық емес (детерминирленген трендпен сипатталады) немесе стационарлық (трендтің болмауымен сипатталады) болуы мүмкін. Бұл жағдайда тест нәтижелерінің дұрыстығына модель спецификациясы әсер етеді (моделге константа және (немесе) детерминирленген тренд қосу).

Деректердің стационарлығын бағалау және модельді одан әрі дұрыс құру үшін маусымдылық анықталған жағдайда оны жою немесе жалған ауыспалы маусымдылықты қосу қажет. Ең көп таралған тегістеу әдістері: экспоненциалды және бейімделген тегістеу әдістері, Холт-Винтерстің аддитивті және мультипликативті модельдері [17].

Экспоненциалды тегістеу әдісін қолданғанда деректер қатарының жаңа көрінісі ереже бойынша жүзеге асырылады:

$$S_t = y_t, S_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)S_{t-1}, t = \overline{2, T}, \quad (2)$$

мұндағы S_t – қатар деңгейінің жаңа мәні; y_t – қатар деңгейінің бастапқы мәні; α – тегістеу константасы. Бұл әдісті деректер баяу өсетін немесе көлденең тренд болған жағдайда қолданған жөн.

Адаптивті тегістеу әдісі есептеу процесінде тегістеу тұрақтысын өзгертуге мүмкіндік береді, ол үшін келесі схема пайдаланылады:

$$S_{t+1} = \alpha y_t + (1 - \alpha)S_t, \quad (3)$$

Мұндағы α келесі ережемен уақыт бойынша өзгереді:

$$\alpha_t = \frac{|E_t|}{M_t}, E_t = \beta(y_t - \hat{y}_t) + (1 - \beta)E_{t-1}, \\ M_t = \beta|y_t - \hat{y}_t| + (1 - \beta)M_{t-1}, \beta \in (0; 1). \quad (4)$$

Экспоненциалды тегістеудің неғұрлым дамыған модификациясы тегістелген деректерді пайдалануға негізделген Холт-Винтерстің аддитивті моделі, тренд компоненттері және маусымдық индексі болып табылады. Бұл жағдайда тегістеу келесі схема бойынша жүреді:

$$S_{t+p} = \alpha_t + b_t p + c_{t+p}, \quad (5)$$

мұндағы b_t – тренд параметрі; $p = 1, 2 \dots$ – болжау периодының саны, c_t – маусымдылық параметрі. α, b, c компоненттері келесі формуламен есептеледі:

$$\alpha_t = \alpha(y_t - c_{t-s}) + (1 - \alpha)(\alpha_{t-1} + b_{t-1}), \\ b_t = \beta(\alpha_t - \alpha_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}, \\ c_t = \gamma(\gamma_t - \alpha_t) + (1 - \gamma)c_{t-s}, 0 \leq \alpha, \beta, \gamma \leq 1. \quad (6)$$

Мұндағы s – маусымдылық циклының саны; α, β, γ – қатар, тренд және маусым деңгейлеріне сәйкес тегістеу параметрлері.

Бақылауларда маусымдықтың толық екі циклі болған кезде Холт-Винтерстің мультипликативті моделін құру жолымен тегістелуі мүмкін. Мұндай жағдайда келесі ереже қолданылады:

$$S_{t+p} = (\alpha_t + b_t p)c_{t+p} \quad (7)$$

Стационарлық емес деректер негізінде одан әрі модельдеу оларды стационарлық түрге келтіруді талап етеді. Қатардың TS класына жататындығы анықталған жағдайда деректер базасынан тренд бөліп алу жеткілікті. Егер деректерді ADF-тест көмегімен тексеру кезінде қатар DS түріне жататындығы анықталса, онда стационар емес проблеманы і-ретті бірнеше айырмалар деңгейінің орнына пайдалана отырып шешуге болады. Мұндай жағдайда модельдеу үшін жылжымалы орта ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) авторегрессиялық интеграцияланған моделі қолданылады [17], ол уақыттық қатардың болашақ мәндерін болжауды оның алдыңғы мәндері мен ауытқуларының сызықтық комбинациясы негізінде жасайды (сондай-ақ кездейсоқ шок немесе инновация ретінде белгілі).

Бұл ретте P реттегі авторегрессиялық процесс (AR) p түр теңдеуімен сипатталады:

$$Y_t = \varphi_0 + \varphi_1 Y_{t-1} + \varphi_2 Y_{t-2} + \dots + \varphi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t, \quad (8)$$

мұндағы Y_t - t уақыт моментіндегі тәуелді айнымалы; φ, p - авторегрессия коэффициенттері; ε_t - t уақыт моментіндегі қателік [2].

q ретті жылжымалы орташа (MA) теңдеуі келесідей:

$$Y_t = \mu + \varepsilon_t - \omega_1 \varepsilon_{t-1} - \omega_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \omega_q \varepsilon_{t-q}, \quad (9)$$

мұндағы ω_q - MA коэффициенті; μ - үрдістің тұрақты орташасы.

$AR(p)$ кез келген стационарлық моделі $MA(\infty)$ ретінде жазылуы мүмкін. Мысалы, $AR(1)$ үшін тиісті жағдайларды орындау арқылы $MA(\infty)$ моделін аламыз:

$$\begin{aligned} Y_t &= \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t = \phi_1 (\phi_1 Y_{t-2} + \varepsilon_{t-1}) + \varepsilon_t = \\ &= \phi_1^2 (Y_{t-2} + \phi_1 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t) = \dots \\ Y_t &= \varepsilon_t + \phi_1 \varepsilon_{t-1} + \phi_1^2 \varepsilon_{t-2} + \phi_1^3 \varepsilon_{t-3} + \dots \end{aligned} \quad (10)$$

ARIMA моделі белгілі Бокс-Дженкинстің әдіснамасын пайдаланады, ол уақытша қатардың болашақ мәндері оның алдыңғы мәндерінің сызықтық функциясы және кездейсоқ қателіктердің болуын болжайды [18]:

$$y'_t = c + \varphi_1 y'_{t-1} + \dots + \varphi_p y'_{t-p} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t \quad (11)$$

мұндағы y'_t және ε_t t уақыт периодындағы нақты мәндерін және кездейсоқ қателікті көрсетеді; $\varphi_{1,\dots,p}$ $\theta_{1,\dots,q}$ - модель параметрлері, p - модель лагы, d - интеграция реті және q - жылжымалы орташа реті.

SARIMA маусымдық моделіне (p, d, q) параметрлерден басқа (P, D, Q) m маусымдық параметрлер қосымша кіреді, мұнда m - маусымдағы кезеңдер саны.

Гетероскедастикалық мәліметтерде ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) шартты гетероскедастикалық авторегрессиондық модельдерді пайдалану орынды болады [17]. Мұндай модельді $y_t = u_t$ түрінде ұсынуға болатын кейбір уақыттық қатарға қолданған кезде шартты дисперсия қасиеті қолданылады:

$$\sigma_t^2 = \gamma + \delta \cdot u_{t-1}^2 \quad (12)$$

мұндағы u_t - нөлдік орташа тәуелсіз бірдей үлестірілген кездейсоқ шамалардың тізбегі; γ, δ барлық t үшін > 0 шартты қанағаттандырады.

Сенімді болжамның алғышарты алынған үлгінің сапасы мен барабарлығы болып табылады. Модельді диагностикалау кезінде, атап айтқанда, автокорреляцияға үлгінің қалдықтарын, қалыпты таралу заңы мен гетероскедастикалық тексеру орындалады.

Үлгі қалдықтарын бөлудің қалыпты заңын тексеру үшін, әдетте, қалыпты таралу заңы туралы статистикалық гипотезаны тексеруден тұратын Жак-Берр критерийі қолданылады.

Асимметрия және эксцесстің коэффициенттері негізінде Жак-Берр критерийінің статистикалық мәні есептеледі [18, б. 257]:

$$JB = \frac{T-k}{6} \left(S^2 + \frac{(K-3)^2}{4} \right) \quad (13)$$

Мұндағы S - асимметрия коэффициенті мәні; K - эксцесс коэффициенті мәні; k - бағаланатын модель параметрінің саны. Жак-Берр статистикасы χ^2 үлестірілімі бойынша үлестіріледі.

Гетероскедастикалық үлгінің қалдықтарын тексеру әдістерінің бірі 1980 жылы Г.Уайт ұсынған LM-статистика арқылы гетероскедастикалықтың жоқтығы туралы статистикалық гипотезаны тексеретін тест болып табылады:

$$LM = nR^2, \quad (14)$$

мұндағы n – бақылаулар саны; R^2 – көмекші регрессия детерминациясының коэффициенті. LM-статистика моделінің қалдықтарының гомоскедастикалық жағдайында $\chi^2_{(N-1)}$ асимптотикалық таралуы болады, мұндағы N - қосалқы регрессия параметрлерінің саны.

Модельдің сапасын анықтаудың құрамдас бөлігі R^2 детерминация коэффициентін, регрессияның стандартты қателігін, Акаика және Шварцтің ақпараттық критерийлерін және Дарбин-Уотсон статистикасын есептеу болып табылады.

Бірнеше альтернативті модельдерді таңдау үшін 1971 жылы Х. Акаике ұсынған ақпараттық критерий қолданылады [4]:

$$AIC = \ln\left(\frac{\varepsilon'\varepsilon}{T}\right) + \frac{2(p+q)}{T}. \quad (15)$$

Алайда Акаика критерийіне қайта өлшенген модельдің пайдасына таңдау тән. Бұл мәселені Шварцтың ақпараттық критерийі ішінара жояды [18, б. 255]:

$$BIC = \ln\left(\frac{\varepsilon'\varepsilon}{T}\right) + \frac{(p+q)}{T} \ln T. \quad (16)$$

Автокорреляцияға үлгінің қалдықтарын тексеру үшін интерпретациясы уақытша қатарға арналған тиісті тестке ұқсас қалдықтардың коррелограммасы құрылады. Құрылған модельдің ауытқуларында автокорреляцияның болуын тексеру үшін тағы бір критерий (17) формуласы бойынша есептелетін Дж.Дарбин және Дж.Уотсонның DW-статистикасының мәні болып табылады және d_1 және d_2 жоғары және төменгі сыни мәндерімен салыстырылады.

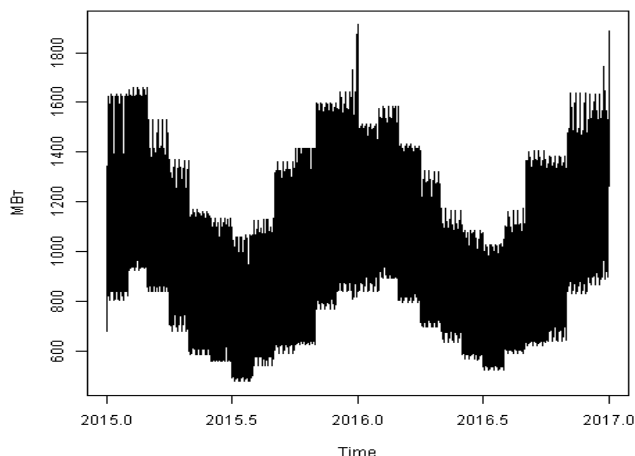
$$d = \frac{\sum_{t=1}^n (\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2}. \quad (17)$$

Электр энергиясын тұтынуды болжау саласындағы мақалаларды талдау соңғы уақытта регрессиялық модельдер (сызықтық регрессия және көпше регрессия) және авторегрессиялық әдістер (авторегрессия және жылжымалы орта модельдері, ARMA, интеграцияланған модельдер, ARIMA, векторлық авторегрессия, VAR, және коинтеграциялық модельдер, VEC) сияқты дәстүрлі параметрлік әдістер сирек қолданылатынын көрсетеді. Дегенмен, кейбір авторлар әлі де бір өлшемді маусымдық интеграцияланған авторегрессияның-жылжымалы орта, SARIMA[1, 20] модельдерінің, сондай-ақ SARIMAX [4, 17] модельдерінің жоғары тиімділігі мен дәлдігін атап өтеді.

Эстонияның қала шаруашылығының коммуналдық саласының сағаттық электр тұтынуының эмпирикалық деректерін талдау [20] мәліметтердің маусымдық сипатын және 17544 деректер нүктесінен тұратын екі жылдық іріктеуде кейбір ауытқушылық бақылаулардың болуын көрсетеді. Сағаттық электр тұтыну динамикасының кестесі 1-суретте көрсетілген.

Сағат сайынғы тұтыну көлеміне әсер ететін ең маңызды факторларды анықтау үшін біз келесі экзогенді айнымалылар зерттелді:

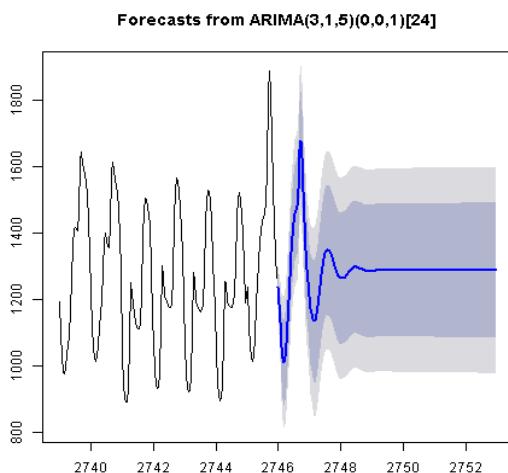
- жер бетінен 2 метр биіктікте Цельсий градустарында бақылау кезеңіндегі орташа температура;
- атмосфералық қысым (мм сынап бағанасы);
- жер бетінен 2 м биіктікте салыстырмалы ылғалдылық (%);
- жер бетінен 1-12 м биіктікте желдің бағыты мен жылдамдығы (бұрыштық градустар);
- кезең ішінде түскен жауын-шашынның саны (мм •);
- бұлтты (күн / бұлтты);
- түн/ымырт/күн;
- демалыс және мерекелер (сенбі үшін жекелеген жалған айнымалылар (1/0); жексенбі (1/0) және мерекелер (1/0)).



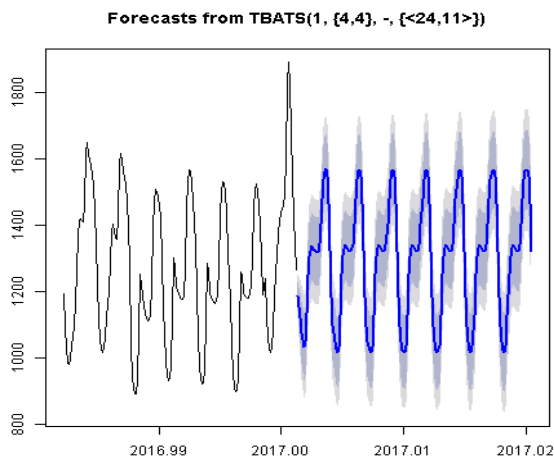
1-сурет. 2015-2016 жж. электр энергиясын тұтыну динамикасы

2 және 3-суретте жылжымалы орта ARIMA маусымдық авторегрессиялық моделі және tbats экспоненциалды тегістеудің маусымдық моделі негізінде электр энергиясын тұтынуды болжау нәтижелері көрсетілген.

SARIMA маусымдық моделінің параметрлері $p=3$ авторегрессиялық ретінің параметрлерін, $d=1$ интеграциялау ретін (стационарлыққа келтіру үшін қатарды саралау ретін) және жылжымалы орташа $q=5$ ретін қамтиды. Сонымен қатар, модель $Qm=1$ маусымдық параметрлерін қамтиды.



2-сурет. ARIMA моделі негізінде электр энергиясын тұтынуды болжау



3-сурет. TbatS экспоненциалды тегістеудің маусымдық моделі негізінде электр энергиясын тұтынуды болжау

Модельді таңдауды негіздеу үшін ақпараттық өлшемдердің ең аз мәндерін және алынған қысқа мерзімді болжамдардың сапа көрсеткіштерін – орташа квадраттық қате (RMSE), орташа абсолюттік қателік (MAE) және орташа салыстырмалы қателік (MAPE) пайдаланамыз. Модельдер мен болжамдардың сапасын жақсарту үшін неғұрлым маңызды көрсеткіштерді таңдап, жалған айнымалыларды қосу арқылы аномальды мәндерді түсіндіре отырып, қосымша түсіндіруші айнымалыларды қосу қажет. Одан кейінгі зерттеулер модельдердің басқа түрлерін іздеу саласында жалғастырылуы тиіс.

Терең теориялық және практикалық әзірлеу, сондай-ақ қолданудағы салыстырмалы қарапайымдылық оларға өзекті және сұранысқа ие болуға мүмкіндік береді. Ғылыми және бизнес ортада жасанды интеллект әдістері (жасанды нейрондық желілер, ANN, және тірек векторлар әдісі, SVM) кеңінен танымал [16]. ANN модельдерінің маңызды артықшылығы олардың сызықты емес байланыстарды моделдеу қабілеті болып табылады. Нейрондық желілердің сызықты емес авторегрессиялық моделін пайдалана отырып алынған t уақыт кезеңіндегі уақытша қатардың болжамды мәндері келесі теңдеумен сипатталады [17]:

$$y'_t = f(y(t-1), y(t-2), \dots, y(t-p), +\varepsilon_t \quad (18)$$

Нейрондық желілердің модельдері көбінесе тесттік үлгісі шегінде нақты және модельдік деректердің мінсіз аппроксимациясын береді, бірақ оқыту үшін деректер көлемі жеткіліксіз болған жағдайда – болжамның үлкен қателіктері болады. ANN болжамдық сапасын жақсарту үшін көптеген әдістер қолданылады, соның ішінде: айқас тексерудің (cross-validation) әртүрлі нұсқалары, шуды азайту, қателерді реттеу, қатені кері тарату әдісі [17], аппроксимацияның оңтайландырылған алгоритмі, сондай-ақ SVM моделі. Соңғылары деректердің құрылымдық қаупін азайтуға, ал нейрондық желілер эмпирикалық қауіпті азайтуға негізделген [8]. Қазіргі уақытта ғалымдар дәстүрлі типті немесе жасанды интеллектті машинамен оқытудың екі немесе одан да көп әдістеріне негізделген әртүрлі гибридті модельдерді ұсынады. Дәстүрлі түрде ANN, ARIMA сияқты уақыттық серияларды болжау әдістері оңтайландыру әдістерімен толықтырылады, олардың құрамына бөлшектердің сілкінісі әдісі, PSO, генетикалық алгоритм, GA, құмырсқа алгоритмі, ASO кіреді. Мысалдарға Малайзиялық студенттердің жұмысында ұсынылған гибридті модель кіреді, ол ARIMA моделін кезеңділік, маусымдық және сызықтық сәйкестікті анықтау үшін эволюциялық алгоритммен (EA) немесе қалдықтарды үлгілеу үшін (SDE) стохастикалық дифференциалдық теңдеуді қолданатын [4] гармоникалық регрессияның гибридтік моделімен біріктіреді.

Қорытынды. Аналитикалық шолуды жүргізу барысында тұтынушылардың электр энергиясын пайдалану тиімділігін басқару жүйелерін модельдеу және болжау теориясының негізгі ережелері анықталған, олар "генерация-климаттық жағдайлар – энергия тұтыну" жүйесін сипаттайтын ішкі (техникалық – экономикалық, құрылымдық, режимдік) және сыртқы (метеорологиялық, экологиялық, энергетикалық, макроэкономикалық) факторлардың уақыттық қатарының динамикасының заңдылықтарын бағалауға негізделеді.

Зерттеудің екі бағыты анықталды: айлар бойынша (елдер, бір елдің аймақтары, салалар бойынша) панельдік деректер негізінде электр энергиясына сұранысты болжау және жоғары жиілікті бекітудің электр энергиясын тұтынуын өлшеу үшін тиісті жабдығы бар жекелеген объектілердің электр энергиясын тұтынуын модельдеу. Болжамдардың сапасын жақсарту модельдеудің әртүрлі тәсілдерін (авторегрессиялық, құрылымдық модельдеуді, нейрожелілік болжауды, жасанды интеллект әдістерін) ұштастыру, сондай-ақ гибридті модельдерді пайдалану маңызды кезең болып табылатыны анықталды. Тандалған теориялық модельдер негізінде электр энергиясын тиімді тұтыну процестерін басқарудың көп деңгейлі жүйесін құру үшін ғылыми-әдістемелік қамтамасыз етуді (құралдарды) әзірлеу болжанады. Электр энергиясына сұраныс серпінін және түрлі объектілер мен деңгейлер үшін ықтимал себеп-салдарлық байланыстарды бағалау, алынған нәтижелерді экстраполяциялау және сценарийлік талдау энергия тиімділігі саясатының негізгі тетіктерін және оларды практикалық іске асыру принциптерін әзірлеуге мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Application of ARIMA for forecasting energy consumption and GHG emission: A case study of an Indian pig iron manufacturing organization / P. Sen, M. Roy, P. Pal. // *Energy*. – 2016. – Vol. 116, – P. 1031–1038. <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.10.068>.
- [2] Калінчик В. П. Методологія оперативного управління споживанням електричної енергії / В. П. Калінчик // *Енергетика*. – 2013. – № 1. – С. 49–53. – Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eete_2013_1_10.
- [3] Time series forecasting for building energy consumption using weighted Support Vector Regression with differential evolution optimization technique / [F. Zhang, C. Deb, S. Lee and oth.] // *Energy and Buildings*. – 2016. – Vol. 126. – P. 94–103. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.05.028>
- [4] Statistic linear parametric techniques for residential electric energy demand forecasting. A review and an implementation to Chile / H. Verdejo, A. Awerkin, C. Becker, G. Olguin // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2017. – Vol. 74. – P. 512–521. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.110>.
- [5] Predicting electricity consumption for commercial and residential buildings using deep recurrent neural networks / A. Rahman, V. Srikumar, A. Smith // *Applied Energy*. – 2018. – Vol. 212. – P. 372–385. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.12.051>.
- [6] OECD/IEA 2015 Energy and Climate Change – World Energy Outlook Special Report, IEA Publishing. – Mode of access: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2015SpecialReportonEnergyandClimateChange.pdf>.
- [7] A review on time series forecasting techniques for building energy consumption / [C. Deb, F. Zhang, J. Yang and oth.] // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2017. – Vol. 74. – P. 902–924. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.085>.
- [8] Building electrical energy consumption forecasting analysis using conventional and artificial intelligence methods: A review / [M. Daut, M. Hassan, H. Abdullah and oth.] // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.015>.
- [9] Son H. Short-term forecasting of electricity demand for the residential sector using weather and social variables / H. Son, C. Kim // *Resources, Conservation and Recycling*. – 2017. – Vol. 123. – P. 200–207. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.01.016>.
- [10] Официальный сайт Государственной службы статистики Украины. – Режим доступа: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
- [11] Официальный сайт Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан. – Режим доступа: <http://stat.gov.kz>.
- [12] Официальный сайт Министерства энергетики и угольной промышленности Украины. – Режим доступа: <http://mpe.kmu.gov.ua>.
- [13] Policies to enhance the drivers of green housing development in China / L. Zhang, J. Wu, H. Liu // *Energy Policy*. – 2018. – Vol. 121. – P. 225–235. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.06.029>.
- [14] Su Y.–W. Electricity demand in industrial and service sectors in Taiwan / Y.–W. Su // *Energy Efficiency*. – 2018. – Vol. 11, Issue 6. – P. 1541–1557. <https://doi.org/10.1007/s12053-018-9615-y>.
- [15] Carvalho A. Energy efficiency in transition economies: A stochastic frontier approach / A. Carvalho // *Economics of Transition*. – 2018. – Vol. 26, Issue 3. – P. 553–578. <https://doi.org/10.1111/ecot.12152>.
- [16] Swan L. Modeling of end-use energy consumption in the residential sector: A review of modeling techniques / L. Swan, V. Ugursal // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2009. – Vol. 13, Issue 8. – P. 1819–1835. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2008.09.033>.
- [17] Hyndman, R. J. and Athanasopoulos, G. *Forecasting: principles and practice*. 2013. Mode of access: <https://www.otexts.org/fpp>.
- [18] Канторович, Г. Г. Анализ временных рядов. *Экономический журнал ВШЭ*. – 2002. No. 2. – P. 251–273.
- [19] *Statistics Estonia*. – Режим доступа: <https://www.stat.ee/en>

Калимолдаев М.Н., Дрозденко А.А., Коплык И.В., Маринич Т.А., Абдилдаева А.А.,
Жукабаева Т.К., Галиева Ф.М.

Современные подходы прогнозирования потребления электрической энергии

Резюме. Проведен обзор современных методов формирования математической модели электроэнергетических систем и разработки интеллектуальной информационной системы мониторинга потребления электроэнергии. Выявлены основные недостатки и преимущества существующих подходов моделирования, а также их применимости для энергетических систем Украины и Казахстана. Определены основные факторы, которые влияют на динамику потребления электроэнергии. Выработаны перечень основных задач, которые необходимо реализовать с целью разработки алгоритмов прогнозирования спроса на электроэнергию для разных объектов, отраслей и уровней.

Ключевые слова: прогнозирование, потребление электроэнергии, панельные модели, модели авторегрессии, нейронные сети.

УДК 519.65

¹**B.G. Mukanova, ¹M.A. Akhmetzhanov, ²D. N. Azimova, ¹B.D. Namazbayev**
 (¹Institute of Information and Computing Technologies CS MES RK, Kazakhstan, Almaty
²L.N.Gumilyov Eurasian National University e-mail: mbsha01@gmail.com,
 maks714@mail.ru, azimovaadn@gmail.com, nbd-81@mail.ru)

THE ALGORITHM IMPLEMENTATION OF THE UNEVEN COATINGS ALGORITHM IN TERMS OF THE STRUT-TYPE STRUCTURE ROBOT (ANYCUBIC KOSSEL 3D PRINTER)

Abstract. In this paper, we consider a 3RPR robot with a parallel structure using the example of an Anycubic kossel 3d printer. One of the main tasks in robotics is to determine the working area of the robot. As an approach to determining the work area, the method of non-uniform coatings was used in this work, which allows one to determine the external and internal approximation of the set of solutions of the system with a given accuracy. Numerical calculations were carried out for different heights of actuators and a change in the volume of the working area of the printer was shown. And also in the work are the results of a computational experiment.

Keywords: Parallel structure robot, uneven coatings, work space, system of nonlinear inequalities.

¹**Б.Г. Муканова, ¹М.А. Ахметжанов, ²Д. Н. Азимова, ¹Б.Д. Намазбаев**
 (¹Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Республика Казахстан, Алматы
²Евразийский Национальный Университет им. Л.Н. Гумилева, Республика Казахстан, Астана
 e-mail: mbsha01@gmail.com, maks714@mail.ru, azimovaadn@gmail.com, nbd-81@mail.ru)

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА НЕРАВНОМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ПРИМЕРЕ РОБОТА ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ (3D ПРИНТЕР ANYCUBIC KOSSEL)

Аннотация. В данной работе рассматривается 3RPR робот параллельной структуры на примере 3d принтера Anycubic kossel. Одной из главной задачи в робототехнике является определение рабочей области робота. В качестве подхода для определения рабочей области в данной работе использован метод неравномерных покрытий, который позволяет определить внешнюю и внутреннюю аппроксимацию множества решений системы с заданной точностью. Были проведены численные расчеты для разных высот актуаторов и показано изменение объема рабочей области принтера. А также в работе приведены результаты вычислительного эксперимента.

Ключевые слова: Робот параллельной структуры, неравномерное покрытие, рабочая область, система нелинейных неравенств.



Рис. 1. Робот параллельной структуры (3d принтер Anycubic kossel)

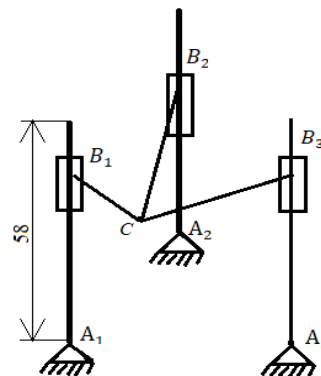


Рис. 2. Кинематическая схема

В данной работе рассматривается параллельный робот на примере 3d принтера (Anycubic kossel), имеющий 3 степени свободы. Данный вид робота имеет 3 штанги A_iB_i , которые совершают поступательные движения и B_iC , совершающие плоскопараллельное движение. Для данного вида робота координатами актуаторов являются положения точек B_i , т.е. длины штанг A_iB_i . Допустим, что расстояния от точки C до вертикальных опор штанг B_iC $i=1,2,3$ не могут быть произвольны и ограничены сверху и снизу некоторыми величинами l_{min} , l_{max} , одними и теми же для всех трех стержней. Положение рабочего органа C в операционном пространстве задается координатами центра масс (x, y, z) . Обозначим через D длину штанги B_iC , которая является постоянной величиной для данного робота, через h_i высоту подъема точки B_i от уровня C и через φ_i углы A_iB_iC между штангой B_iC и вертикальной стойкой A_iB [1].

Запишем ограничения на координаты центра платформы, связанные с длинами штанг в плоскости Oxy :

$$l_{min} \leq |B_i C \sin \varphi_i| \leq l_{max}, \quad i = \overline{1,3},$$

или, в развернутом виде как

$$(x - x_{Bi})^2 + (y - y_{Bi})^2 - l_{max}^2 \leq 0, \quad (1)$$

$$l_{min}^2 - (x - x_{Bi})^2 - (y - y_{Bi})^2 \leq 0,$$

$$i = \overline{1,3}.$$

здесь

$$l_i = D \sin \varphi_i,$$

$$\varphi_i = \arccos \frac{h_i}{D},$$

$$l_i = D \sin \left(\arccos \frac{h_i}{D} \right) = \sqrt{D^2 - h_i^2}, \quad (2)$$

$$\left| \frac{h_i}{D} \right| < 1, \quad 0 < h_i < D.$$

Как видим, ограничения для данного робота имеют тот же вид, что и для плоского робота типа 3RPR [5]. Это означает, что кинематическая схема робота приводится к той же схеме, что и для робота 3RPR, рассмотренного на предыдущих этапах исследования. Для данного робота вычисления значительно сокращаются, вследствие того, что рабочий орган представляет печатающую головку и имеет малые размеры по сравнению с другими геометрическими параметрами модели. Это означает, что рабочий орган можно моделировать как материальную точку, а не как платформу с конечными размерами. Это избавляет нас от необходимости рассматривать угол поворота печатающей головки ϕ в качестве дополнительной степени свободы [4].

Численные результаты. Как видим, при фиксированных высотах актуаторов ограничения (1) задаются уравнениями окружностей в плоскости переменных (x, y) . В нашем исследовании мы применили метод неравномерных покрытий для построения рабочей области робота на основе ограничений, которые образованы шестью неравенствами (1) на переменные (x, y) и ограничением (2). В приведенных ниже численных примерах мы задавали фиксированные значения максимальной и минимальной высоты $h_{max} = 21$ см, 18 см, $h_{min} = 0$ см, 5 см и вычисляли возможные покрытия границ и внутренности рабочей области и объем рабочей области. Чтобы учесть возможные допуски в минимально и максимально возможных значениях длин штанг в расчеты был включен допуск для длины штанги $\varepsilon > 0$.

Алгоритм неравномерных покрытий для случая ограничений в виде неравенств можно сформулировать в виде [2,3,6]:

1. Определяем функции (1), задающие ограничения на рабочую область
2. Задаем размеры допустимого параллелепипеда L_0 , заведомо охватывающего рабочую область Ω .
3. Задаем точность $\delta > 0$, с которой определяются точки границы области и точность $\varepsilon > 0$, с которой удовлетворяются ограничения (1)
4. Инициализируем списки $L := L_0$, $A = \emptyset$, $B = \emptyset$
5. Если список L не пуст, выполняем следующий шаг, иначе переходим на шаг 12.
6. Берем параллелепипед $P \in L$ и исключаем его из списка L .
7. Вычисляем максимум M_j и минимум m_j функций в (5) на параллелепипеде P .
8. Если все $M_j < 0$, то на P выполнено ограничение (5) строго, поэтому P включается в список A для покрытия внутренности допустимого множества
9. Если $m_j \leq 0 \leq M_j$, то P пересекает границу множества Ω и является кандидатом на включение в покрытие B . Если при этом $diam(P) < \delta$ и ограничение (1) выполнено с точностью ε , то включаем P в список B для покрытия

10. Если $m_j \leq 0 \leq M_j$ и $diam(P) \geq \delta$, то делим P на две части вдоль длинной стороны и включаем обе части в список для L для дальнейшей обработки.

11. Переходим на шаг 5.

12. Вывод списка параллелепипедов A, B .

При рассмотрении прямоугольника на предмет включения либо исключения из покрытия понадобилось вычисление экстремумов функций, выражающих ограничения на рабочую область. Заметим, что в данном случае ограничения выражаются в виде функций нескольких переменных, являющихся полиномами не выше второго порядка. Поэтому экстремумы для ограничений вычислялись аналитически. Это существенно упростило и ускорило вычисления.

Численное моделирование проводилось для следующих геометрических параметров робота: $D = B_i C = 22$ см, $A_i B_j \leq 58$ см, $A_1 A_2 = 28$ см.

Таблица 1. Объем рабочей области для фиксированных высот актуаторов.

	$h_{max} = 22$ см, $h_{min} = 0$ см	$h_{max} = 18$ см, $h_{min} = 5$ см
S (см ²)	114,06	35,94

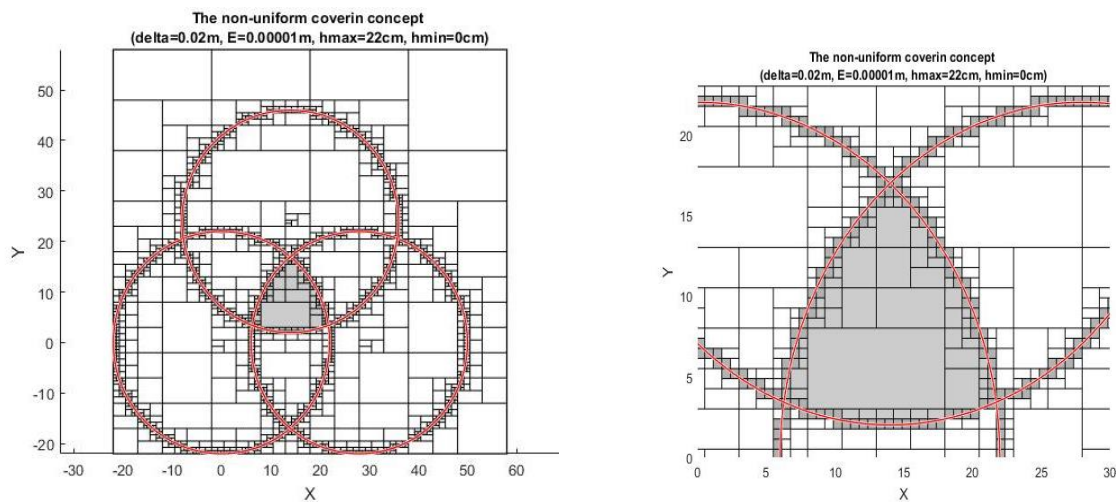


Рис. 3. Покрытие рабочей области и ее границ, построенное методом неравномерных покрытий при максимальных и минимальных значениях высот $h_{max} = 22$ см, $h_{min} = 0$ см.

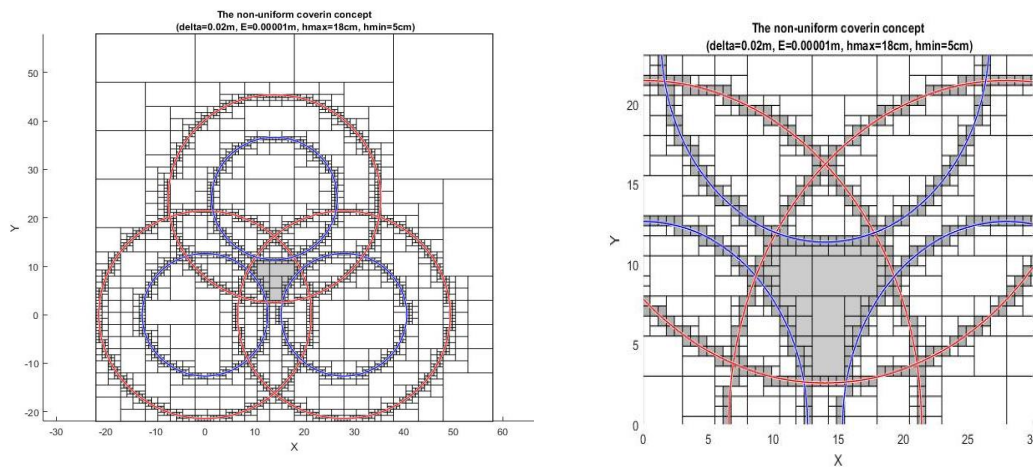


Рис. 5. Покрытие рабочей области и ее границ, построенное методом неравномерных покрытий при максимальных и минимальных значениях высот $h_{max} = 18$ см, $h_{min} = 5$ см.

Расчеты выполнены на персональном компьютере на языке C++, визуализация результатов проведена в пакете Matlab.

Заключение. На данном этапе была выполнена численная реализация метода неравномерных покрытий для 3RPR робота на примере 3d принтера Anycubic kossel. Расчеты показали, что метод неравномерных покрытий может быть применен для модели данного робота. Метод был реализован программно на языке C++ и проведены вычислительные эксперименты. В дальнейшем планируется, применяя нейронные сети, решить прямую задачу кинематики для данного вида робота.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Merlet, J. P. Parallel robots. Ser. Solid Mechanics and its Applications, V.128– Springer Science & Business Media, 2006. – 418p .
- [2] Евтушенко, Ю. Г., Посыпкин, М. А., Применение метода неравномерных покрытий для глобальной оптимизации частично целочисленных нелинейных задач. ЖВМиФ, 2011, том 51, № 8, с. 1376–1389.
- [3] Evtushenko, Y., Posypkin, M., Turkin, A., Rybak, L. The non-uniform covering approach to manipulator workspace assessment // Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus), 2017 IEEE Conference of Russian. – IEEE, 2017. – С. 386-389.
- [4] Д.И. Малышев, М.А. Посыпкин, Л.А. Рыбак, А.Л. Усов. Анализ рабочей области робота DexTAR dexterous twin-arm robot. International Journal of Open Information Technologies, ISSN: 2307-8162 vol. 6, no.7, 2018 – p.15-20.
- [5] Gosselin C. M., Jean M. Determination of the workspace of planar parallel manipulators with joint limits //Robotics and Autonomous Systems. – 1996. – Т. 17. – №. 3. – С. 129-138.
- [6] Посыпкин М.А., Ахметжанов М.А., Намазбаев Б.Д. Определение рабочей области робота с помощью метода неравномерных покрытий. Материалы XIV Международной Азиатской школы-семинара «Проблемы оптимизации сложных систем». Алматы. 2018. Часть 2. –С.368.

Муканова Б.Г., Ахметжанов М.А., Азимова Д. Н., Намазбаев Б.Д.

Параллель құрылымды роботтың мысалында бірқалыпсыз жабу алгоритмын іске асыру (Anycubic kossel 3d принтері)

Түйіндеме. Бұл жұмыста параллельді құрылымы бар 3RPR роботы Anycubic kossel 3d принтерін қолдана отырып қарастырамыз. Робот техникасындағы негізгі міндеттердің бірі роботтың жұмыс аймағын анықтау болып табылады. Бұл жұмыста біркелкі емес жабу әдісі қолданылды, бұл берілген шешімдер жиынтығының сыртқы және ішкі жақындығын анықтауға мүмкіндік береді. Әр түрлі биіктігі үшін сандық есептеулер жүргізілді және принтердің жұмыс аймағының көлемінің өзгерісі көрсетілген. Сонымен қатар жұмыста есептеу тәжірибесінің нәтижелері көрсетілген.

Түйін сөздер. Параллель құрылымды робот, біркелкі емес жабу, жұмыс аймағы, сызықты емес теңсіздіктер жүйесі.

УДК 658.264

G.A. Baymakhanov, T.D. Kaltay, A. Kassymkulkyzy
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: tolganaykaltay@gmail.com)

OPTIMIZATION OF HEAT AND ENERGY PARAMETERS AND CONSUMER SYSTEMS IMPROVEMENT

Abstract.The article deals with the methods of solving the problems of optimization of schemes and parameters of power plants. The principles of accounting for the system effect, variable operating conditions and uncertainty of the initial information are given. Calculation methods and results of the solution of problems of optimization of steam-gas installations are shown, and also requirements to representation of power characteristics are stated.

Key words: TPS, energy, parameters, efficiency coefficient, cycle.

Г.А. Баймаханов, Т.Д. Қалтай, А. Қасымқұлқызы
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы)

ЖЫЛУ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ ЖӘНЕ ТҰТЫНУ ЖҮЙЕЛЕРІН ЖЕТІЛДІРУ

Аңдатпа.Мақалада энергоқондырғылардың сұлбалары мен параметрлерін оңтайландыру есептерін шешу әдістері қарастырылады. Жүйелік әсерді, жұмыстың ауыспалы жағдайларын және бастапқы ақпараттың

белгісіздігін есепке алу принциптері берілген. Бу-газ қондырғыларын оңтайландыру есептерін шешудің әдістері мен нәтижелері көрсетілген, сондай-ақ энергетикалық сипаттамаларды ұсынуға қойылатын талаптар баяндалған.

Түйінді сөздер: ЖЭО, энергия, параметрлер, ПӘК, цикл.

Адам өркениеті дамуының заманауи кезеңінің жағдайын энергияны кеңінен пайдаланусыз елестету мүмкін емес. Энергетика – энергетикалық ресурстар, энергияның әртүрлі формаларын пайдалану және беру, түрлендіру, өңдеуді қамтитын халық шаруашылығының саласы болып табылады. Энергияның қазіргі уақыттағы пайдаланатын негізгі формаларының бірі жылу электр болып табылады. Энергияның көптеген түрлері және өзара ауысуларының қасиеттері энергияны тұтыну және өндіру үшін әртүрлі отын-энергетикалық ресурстар мен энергия тасымалдаушыларды пайдалануға мүмкіндік береді және өзара алмасушылықты анықтайды. Энергияның әртүрлі формаларының эквиваленттілігі және бірлігін түсіну энергияның бір формасының басқа формаларға түрленуінің үлкен тәжірибесі жиналған кезде ХІХ ғасырдың ортасында пайда болды. Энергияның бір формасының басқа формаларға түрленуі бойынша жиналған мәліметтердің үлкен көлемін табиғи қамтуы табиғаттың негізгі фундаменталды заңдарының бірі – энергияның сақталу және түрлену заңдары болды [1].

Энергияның түрленуіне мұқтаждық энергияның нақты формаларының (жылу және электр энергиясы) оларды алудағы біріншілік энергия ресурстарының көп түрлерінің жеткілікті болатын заманауи технологиялық процестерде пайдаланудың қажеттілігімен байланысты. Сонымен қатар тіпті энергияның екі түрі әртүрлі формада қолданылады: жылу – әртүрлі температурадағы бу, қызған газдарда және суда, ал электр энергиясы – айнымалы және тұрақты ток, кернеудің әртүрлі деңгейлерінде. Жылу энергиясының біріншілік көздері негізінде органикалық отындар болды және солай болып қалады (көмір, табиғи газ, мұнай, жанғыш резеңкелер және т.б.). Энергия көздері (энергия ресурстары), жылулық энергия және жұмысты (электр энергиясы) алуға арналған құралдар арасындағы өзара байланыстар талдауы жылу энергетика саласына жатады. Жылу энергетикасы – жылудың энергияның басқа түріне яғни механикалық және электрлік түрленуімен айналысатын энергетиканың саласы. Жылу энергетикасын зерттеу мәні термодинамикалық циклдер, энергоқондырғылар, олардың мүлтіксіздік дәрежесі, отынның жану мәселелері, жылу алмасу, жұмыс денесінің жылуфизикалық қасиеттері және жылу тасымалдаушылар болып табылады.

Энергияның түрленуі түрлі машиналарда, аппараттарда және қондырғыларда жүзеге асады. Энергетикада негізінде қондырғылардың бес түрін қолданады: түрлендіретін, айналдыратын, жинақтайтын, тасымалдайтын және тұтынатын. Заманауи жылу энергетиканың техникалық негізін қазан агрегаты және бу турбиналарынан құралған жылу электр станцияларының (ЖЭС) жылу күштік қондырғылары құрайды. Жылулық энергияның электр энергиясына түрлендіретін қондырғыларды жетілдірумен 100 жылдан көп уақыт бойы жұмыс істеп келе жатыр. Энергия ресурстарының энергетикалық құндылығы, оларды пайдалану тиімділігі, процестерді жетілдіру дәрежесі, энергетикалық өндірістің технологиялық кезеңі энергия қондырғысының пайдалы әсер коэффициентімен анықталады. Көптеген әлемдегі көмірлі жылу электр станцияларының ПӘК-і 35 – 40%-дан төмен, максималды жеткен шама – 45%; БГҚ – да және ГАҚ- орта есеппен 50%-дан төмен және максималды жеткен шама – 60%. Электр механикалық генераторлары болмайтын жылуды электр энергиясына түрлендіруді жүзеге асыратын қондырғы энергияның тікелей түрлендіретін қондырғылар деп аталады. Оларға магнитті-гидродинамикалық генераторлар (МГДГ), термоэлектрлік генераторлар (ТЭГ), энергияның термоэмиссионды түрлендіргіштері (ТЭТ) жатады [2]. Жылудың механикалық энергияға түрленуінің ПӘК циклі түсінігі. Жылу күштік қондырғыларды жылудың механикалық энергияға түрленуі газды немесе бутәрізді дененің оның көлемі өзгергенде механикалық жұмыс істей алу қабылетіне негізделген. Көлемі өзгергенде механикалық жұмысқа айналдыра алатын газды немесе бутәрізді дене жұмыс денесі деп аталады. Бұдан басқа жұмыс дене (газ немесе бу) термодинамикалық процестердің тұйық реттілігін (цикл) жасау қажет. Осындай циклдың нәтижесінде бір немесе бірнеше жылудың көздерінен жылудың белгілі бір мөлшері Q_1 алынады және жылудың бір не бірнеше көздеріне Q_1 ден төмен Q_2 жылу мөлшері беріледі. Осыған байланысты, $Q_1 - Q_2$ айырмасы механикалық жұмысқа $A_{теор}$ айналады. Алынған жұмыстың жұмсалған жылуға қатынасы осы циклдің термиялық ПӘК-і деп аталады:

$$\eta_t = \frac{A_{теор}}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}. \quad (1)$$

Қарапайым жағдайда цикл жұмыс денесіне беретін T_1 температуралы жылудың бір ғана көзінде және жұмыс денесінен жылуды алатын T_2 температуралы жылу көзінде жүзеге асуы мүмкін. Сонымен қатар T_1 - T_2 температуралы интервалында мүмкін болатын барлық циклдердің ішінде ең жоғары ПӘК-ке η ие болатын Карно циклі, яғни $\eta_{к=} = 1 - T_2/T_1 \geq \eta_t$. ПӘК-і 1-ге тең, яғни Q_1 жылудың толықтай жұмысқа айналуы $T_1 = \infty$ немесе $T_2 = 0$ болғанда жүзеге асуы мүмкін. Осы екі жағдайда орындалмайтын болып табылады. Жер жағдайында жылу энергетикалық қондырғылар үшін T_2 температурасы қоршаған ортаның температурасына (ауаның немесе судың) T_0 тең болып қабылдануы қажет. $T_2 < T_0$ температуралы жылуды тек өзінің әрекетіне жұмыстың шығынын талап ететін мұздатқыш машина көмегімен ғана алуға болады (1 сурет) [3]. Жылуды басқа энергия түрлеріне айналдыратын нақты қондырғыларда жүретін процесстер әртүрлі шығындармен жүреді, нәтижесіне алынған шынайы жұмыс $A_{ш}$ теориялық мүмкін болатын $A_{теор}$ жұмыстан кіші болады. Бұл жұмыстардың қатынасы қондырғының салыстырмалы тиімді ПӘК-і $\eta_{оэ}$ деп аталады.

$$\eta_{оэ} = \frac{A_{шын}}{A_{теор}}. \quad (2)$$

(1) және (2) формулалардан мына теңдікті аламыз

$$A_{шын} = Q_1 \cdot \eta_t \cdot \eta_{оэ} = Q_1 \eta_{э} \quad (3)$$

мұндағы, $\eta_{э} = \eta \cdot \eta_{оэ}$ - қондырғының тиімді ПӘК-і

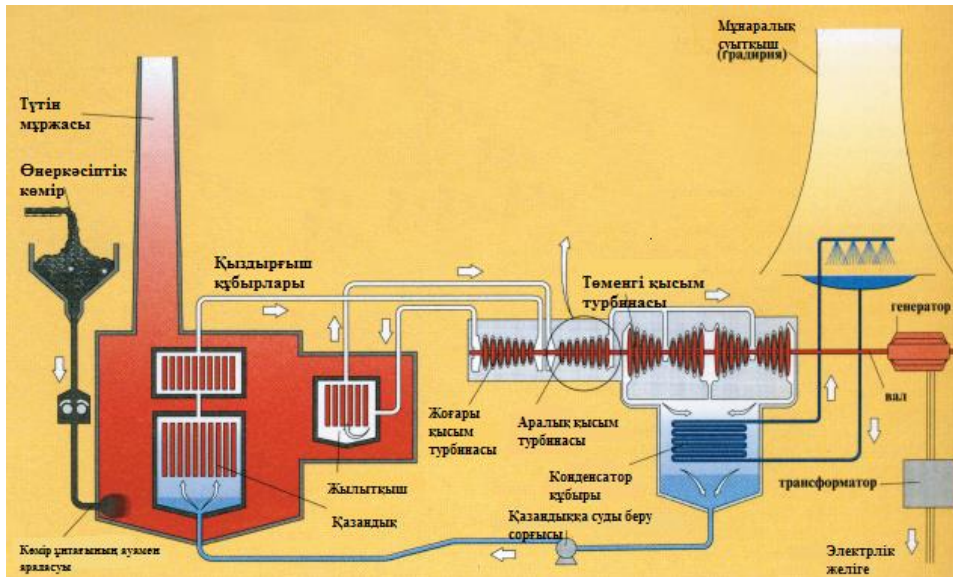
Басқа да тең жағдайларда жылудың жұмысқа түрлену тиімділігі жұмыс денесіне осы жылудың берілуі болатын температураға тәуелді. T_1 температурасы және ортаның берілген температурасында T_0 алынған Q жылу мөлшерінің арқасында алынған максималды жұмысқа қабылеттілік немесе осы жылудың E эксергиясы деп аталады, яғни

$$E = Q \cdot \eta_k = Q \frac{T_1 - T_0}{T_1}. \quad (4)$$

(3)-ші формуладан, соның ішінде $T_1 = T_0$ тең болғанда жылу эксергиясы нөлге тең екенін көреміз.

Жылуды механикалық жұмысқа түрлендіретін қондырғының (мысалы, бу-күштік қондырғылар) толық нұсқасы мыналардан тұрады: термодинамикалық процестердің тұйық реттілігін (цикл) жүзеге асыратын жұмыс денесі; жылу энергия көзінен жұмыс денесіне жылуды жіберу жүйесі; жұмыс денесінің жұмысын қабылдайтын немесе оған жұмыс беретін бір не бірнеше машиналар; қоршаған ортаға жұмыс денесіне жұмысты айдау жүйесі (1 сурет). Жұмыс денесіне жылудың берілу тәсіліне қарай қондырғылар сыртқы айдауы бар және ішкі айдауы бар қондырғылар (жұмыс денесі-отынның жану өнімдері) болып бөлінеді [4].

Бу және оның негізгі параметрлері. Энергетикадағы бу нұсқаулығы. Жылулық жүктемелік қондырғыларда жылуды механикалық жұмысқа түрлендіретін жұмыс денесі бу немесе газ болып табылады. Бу – газдық фаза заттың сұйық және қатты фазаларымен бірге тең күйде болған жағдайдағы заттың газтәрізді күйі. Бу мен газ арасында айтарлықтай айырмашылық жоқ. Жеткілікті жоғары температурада және төменгі қысымда, мысалы отынның жану өнімдерінде, бу газ секілді өзінің қасиеттері бойынша идеалды газға жақындай түседі және идеал газ заңдарына бағынады. Сонымен қатар, су буы қатты және сұйық фазалармен қатар табиғаттағы судың бір формасы болып табылады. Су буы бу жүктемелік қондырғыларында жылу тамымалдағыш ретінде вентиляция жүйесінде, су және жылумен қамтамыз ету жүйелерінде және технологиялық мақсатта қолданылады.



1-сурет. Көмірмен жұмыс істейтін жылу электр станцияларының жалпы сызбасы

Су буын жылу тасымалдағыш ретінде пайдаланудың негізгі артықшылықтары: бу табиғаттағы қолжетімді судан құралады; бу басқа сұйықтықтар немесе басқа газдармен салыстырғанда салыстырмалы төмен температураларда жылуды едәуір мөлшерде сақтап тасымалдай алады; бу қысымы және температурасын қажеттіліктерге байланысты кең диапазонда реттеуге болады; будың тек ішкі энергиясын пайдалана отырып пайдалану орындарына жіберуге болады; будың энергияның басқа шығындарын өзгертін жылулық жүктемені жабуға қолданылуы мүмкін; бу өндірістік қажеттіліктердің ыстық сумен қамтамасыз ету және жылытуға қолданылуы мүмкін; будың шығыны қарапайым түрде анықталады және жүзеге асады; су буы экологиялық таза және денсаулыққа және қоршаған ортаға ешқандай зиян келтірмейді, отқа қауіпсіз және ластануға әкелмейді.

Қаныққан бу тепе-теңдік жағдайында қазандықта пайда болатындықтан, ондағы болатын жылу мөлшері судың энтальпиясы (су энтальпиясы - 0°C қаныққан бу температурасынан судың 1 кг қыздыруға кеткен жылу) және бу пайда болу жылуы немесе булану (құрғақ қаныққан будағы қанығу температурасында 1 кг суға кеткен жылу). Тіпті жылудың аз ғана шығындары будың конденсациясына әкеледі. Сонымен қатар, қаныққан будың қазандықтарда пайда болуы кезінде сыртқа шығатын бумен бірге судың шығарылуы болады. Бұл су қайнаған кезде будың көпіршіктерінің қарқынды пайда болуының арқасында болады. Суды шығару қазан суында ерітілетін қатты бөлшектердің мөлшері жоғары болғанда, қазандықтағы судың жоғары деңгейінде және будың кенеттен өлшемсіз шығыны кезінде күшейеді. Судың шығарылатын тамшыларының құрамында қазандық суында болған ерітілген қатты бөлшектер болады. Қазандықтың қысымы жоғарылаған сайын шығарылу төмендейді.

Қаныққан бу теориялық түрде құрғақ болып табылады, ал практикада ол әрқашан ылғал болады. Қаныққан будың құрғақтылық дәрежесі бу-су қоспасындағы таза будың пайыздық құрамына тең болады. Қазандықтың жақсы эксплуатациясы кезінде құрғақтылық дәрежесі 93% не одан да жоғарыға жетуі мүмкін. Қыздырғыш құралдарда жылу оқшаулайтын су қабықтары жылу беруге едәуір әсер етеді. Сондықтан жоғары сапалы будың соңғы пайдаланушысын жіюеру үшін будың конденсациясын максималды азайтып судың шығарылуын қолдану қажет [5]. Су буын әдетте қазан агрегаттарында (бу қазандықтары) және нұсқаулығына, түріне, өлшеміне, қазандық агрегаттарының құрылымына қарамастан қағида тұрғысында әрқашан тұрақты қысымда бірдей тәсілде болады.

Егер бірнеше судың қысымы кезінде нақты температураға дейін суды қыздырғанда (атмосфералық қысымда су үшін - 101,325 кПа немесе 760 мм с.б. – бұл температура 100°C-ты құрайды), онда ол қайнайды яғни, қарқынды бу пайда болу процесі басталады. Қайнаған судың температурасы болатын бу түрлене бастайды, бірақ айтарлықтай үлкен көлемде (100°C кезінде бу көлемі 4°C кездегі су көлемінен 1673 есе үлкен). Осындай күйдегі бу қаныққан бу деп аталады. Бу пайда болу процесінде су массасы біртіндеп азая бастайды, ал бу массасы – жоғарылайды. Судың бірнеше мөлшері қалғанға дейін жүйе температурасы жылудың аяқталмайтын айдауына қарамастан тұрақты болады. Су мен бу тепе-тең болған күй қанығу қысымы және қанығу температурасымен сипатталатын қанығу күйі деп аталады. Судың соңғы тамшы буланған кезге құрғақ қаныққан бу күйі

сәйкес келеді. Сәйкесінше, құрғақ қаныққан бу тамшыларды құрайтын бу пайда болу процесінің соңында алынатын сұйықтықтар бу деп аталады. Ол әлі де қанығу температурасында болады. Тек осы барлық судың буға айналғаннан кейін бу температурасы жоғарылай бастайды. Егер булану процесі атмосфералықтан өзгеше қысымда жүргізілсе, онда булану температурасы өзгереді: қысымның ұлғаюына қарай буланатын судың температурасы жоғарылайды. Ылғал қаныққан бу деп будың барлық көлемінде біркелкі таралған ылғал тамшыларымен құрғақ бу қоспасын айтады. Сұйықтың болуына қарай қаныққан будың ғана құрылуы болады, сондықтан ылғал буды ылғалды қаныққан деп атайды. Оны бу массасында өлшенетін судың кіші тамшыларымен құрғақ қаныққан будың қоспасы ретінде қарастыруға болады. Ылғал будың құрамын массалық үлеспен анықтайды, ол үшін бу құрғақтылық дәрежесі түсінігін енгізеді. Қаныққан бу құрғақтылығы дәрежесі немесе букұраушы ретінде 1 кг ылғалға құрғақ будың үлесін алады.

Бу құбырына будың кептіретін – ылғалды бөлгішті қосуға болады. Бұл бөлгіштерді дұрыс орналастыру қажет. Егер бөлгіш қазандық жанында орналастырылса, онда будың соңғы бөлігі бу құбырының шығысына түсуді бастаған кезде ғана құрғақ бола бастайды. Бірақ бу құбырындағы жылудың шығындарының әсерінен бөлгіштен кейін будың конденсациясы пайдалану орнына аздаған ылғал болып түседі. Егер пайдалану орнына бөлгішті жақындатып орналастырсақ, онда бу қондырғыға құрғақ болып беріледі. Буды үлестіруші коллекторлар және басты бу құбырларында пайда болатын конденсатты қосушы қондырғылар арқылы жүйелей түрде өшіріп отыру қажет.

Ауа будың берілуі тоқтаған кезде бу аумағын (қазандықтар, құбырлар, жылуалмастырғыштар және т.б.) толтыра бастайды, себебі жүйеде қалған бу бірте-бірте конденсацияланады және ыдыратылады. Сонымен қатар, ауа қазандықтың қоректік сулы бу жүйелеріне түседі. Термиялық деаэрациядан кейін ауа мен азоттың бірнеше мөлшері қоректік суда қалады. Химиялық қоспаларды енгізу ауаны ғана байланыстыруға мүмкіндік береді. Қазандықтың қоректік суында болатын карбонаттардың ыдырауы кезінде газтәрізді көміртегінің қос тотығы пайда болады. Газ ереже бойынша қазандық температурасында суда ерімейді, олар қазандықтан бумен бірге шығып, энергия жабдықтау аумақтарында жиналады. Ауа және конденсацияланбаған газдар жылу алмастырушы беттердің термиялық қарсыласуына ұлғайтады, жылулық сипаттамаларды бұрмалайды және беттердің қызуының біркелкіліксіздігін құрайды, ал оттегі ылғал болған жерде коррозияға ұшыратады. Сондықтан бу жүйелерінде конденсацияланбайтын газдарды болдырмау үшін деаэрация және сапалы судайындауда шаралар қолдану қажет.

Будың ылғалдылығының дәрежесі жоғары болған сайын, оның 1 кг-да энергия төмендей береді. Мысалы, 0,8 МПа қысымда құрғақ бу 2769 кДж/кг құрайды, ал 93% құрғақтылық дәрежесінде және 0,8 МПа қысымда – 2626 кДж/кг. Құбырлардың сапалы окшаулануы осындай энергия шығындарын қысқартуға, сонымен қатар будың ылғалдануымен байланысқан мәселелерді азайтуға көмектеседі.

Жоғарыда айтылғандар бойынша бу-күштік қондырғылардың термиялық ПӘК-і жоғары болған сайын, бу турбинасының кірісі мен шығысында энтальпия айырмасы жоғары болады. Осылайша, заманауи жылу және атом энергетикасында жұмыс денесінің негізі жылу электр станцияларының бу қазандықтарында немесе атом электр станцияларында бу генераторларында өңделген су буы болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Алиев С.Б. Реструктуризация угольной промышленности Казахстана // Уголь. — 2001. — № 9. — С. 41-44.
- [2] Каренов Р.С. Проблемы развития Карагандинского бассейна в условиях рыночных отношений // Комплексное использование минерального сырья. — 1994. — № 4 — С. 73-77.
- [3] Алияров Б.К., Алиярова М.Б. Сжигание казахстанских углей на ТЭС и на крупных котельных. - А.:2012.-130 с.
- [4] Муканов Д. Индустриально-инновационное развитие Казахстана: потенциал и механизмы реализации. — Алматы: Дайк-Пресс, 2004. — 274 с.
- [5] Техника и технология горно-подготовительных работ в угольной промышленности / Под ред. Э.Э.Нильвы. — М.: Недра, 1991. — 315 с.

Баймаханов Г.А., Калтай Т.Д., Касымкулқызы А.

Оптимизация теплоэнергетических параметров и улучшение потребительских систем

Резюме. В статье рассматриваются методы решения задач оптимизации схем и параметров энергоустановок. Даны принципы учета системного эффекта, переменных условий работы и неопределенности исходной информации. Показаны расчетные методы и результаты решения задач оптимизации парогазовых установок, а также изложены требования к представлению энергетических характеристик.

Ключевые слова: ТЭС, энергия, параметры, КПД, цикл.

УДК 622.692.4

N.B. Imansakipova, T.I. Irgibayev

(Kazakh National Technical Research University named after K.I.Satpayev, Almaty, Kazakhstan
E-mail:nurlanaimansakipova@mail.ru)

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL BASIS FOR THE ASSESSMENT THE INFLUENCE OF SURFACE EFFECTS ON THE PROCESS OF FORMATION AND STABILITY OF STEAM-AND-GAS MIXTURE IN THE MAIN OIL PIPELINES

Abstract. The paper presents an assessment of the effect of surface and boundary effects in the solid-liquid-gas system on the formation process and the stability of steam-and-gas mixture in the main oil pipeline. It is shown that considering these effects makes it possible to significantly approximate the simulated situations to real ones. As a result, the accuracy of determining the minimum slope of the route at which steam-and-gas mixture are recorded significantly increases. Such an approach can qualitatively substantiate a number of experimental facts that have not previously found a correct explanation: such as the removal of steam-and-gas mixture formation in its entirety, and not in layers; the existence in the transport system of multi-frequent self-oscillations of pressure.

Key words: hydraulic-weight controller, steam-and-gas mixture, pitch, boundary tension, containment of spills, carryover.

Н.Б. Имансакипова, Т.И. Иргибаев

(Казахский Национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,
г.Алматы, Республика Казахстан. nurlanaimansakipova@mail.ru)

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ЭФФЕКТОВ НА ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ И УСТОЙЧИВОСТИ ГАЗОВОЗДУШНЫХ СКОПЛЕНИЙ В МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДАХ

Аннотация. В работе приводится оценка влияния поверхностных и граничных эффектов в системе твердое тело- жидкость – газ на процесс образования и устойчивости газозвоздушных скоплений в магистральном нефтепроводе. Показано, что учет этих эффектов позволяет значительно приблизить моделируемые ситуации к реальным. В результате точность определения минимального уклона трассы при котором фиксируются газозвоздушные скопления значительно возрастает. Такой подход может качественно обосновать ряд экспериментальных фактов не нашедших ранее корректного объяснения: такие как вынос газозвоздушного образования целиком, а не послойно; существование в транспортной системе поличастотных автоколебаний давления.

Ключевые слова: гидравлические нагрузки, газозвоздушные скопления, уклон, поверхностное натяжение, купирование, вынос.

Введение. Работа магистрального нефтепровода сопровождается различными эксплуатационными проблемами, которые сводятся к проявлениям гидравлических нагрузок и снижением пропускной способности [1,2].

В трубопроводах в условиях сильной пересеченности местности на некоторых участках абсолютное давление может оказаться ниже атмосферного. В этом случае происходит интенсивное выделение газов из жидкости, находящихся в ней в растворенном состоянии. Кроме того, снижение давления может привести к процессу интенсивного испарения (жидкость вскипает).

Большинство магистральных нефтепроводов в Казахстане проложены в условиях неоднородности рельефа местности, в связи с этим особый научно-практический интерес представляет исследование процесса образования газозвоздушных скоплений и их влияния на эффективность транспортировки нефти из-за возникновения гидравлических нагрузок [3].

Классическая теория неустановившегося течения жидкости неприемлема к расчету переходных процессов в магистральных нефтепроводах. Это объясняется тем, что классическая теория содержит одно хотя и не часто формулируемое ограничение об отсутствии в жидкости фазовых переходов. Это предполагает, что ни при каких условиях жидкость не переходит в парогазовую фазу, даже при снижении давления до упругости насыщенных паров. Между тем, при распространении в трубопроводе волн разрежения и рельефной неоднородности трассы это условие нарушается во многих сечениях трубопровода и прежде всего, в вершинах ее профиля [4].

Согласно многочисленным отечественным и зарубежным исследованиям неустановившегося движения реальной жидкости по трубам, математическое моделирование течения - практически основной способ исследования нестационарных процессов [5,6,7].

В то же время, несмотря на многочисленные усилия отечественных и зарубежных ученых, универсальной математической модели поведения эксплуатационного участка трубопровода, уложенного в рельеф местности, которая удовлетворяла бы всем современным требованиям практики до сих пор не предложено.

Нет объяснений экспериментально выявленным фактам, таким как вынос газовой воздушной скопления целиком, а не послойно, существование высокочастотных микропульсаций и низкочастотных макропульсаций давления, определяемых газовыми скоплениями в сечении, неоднозначно трактуется причины и условия образования и устойчивости газовой воздушных скоплений.

Таким образом, анализ состояния изученности процессов образования и условий для устойчивости газовой воздушных скоплений и их влияния на гидравлические нагрузки в нефтепроводе показывает на необходимость новых подходов для решения проблем, вызванных этими явлениями [8].

Методы. В связи с этим, предлагается модель образования газовой воздушных скоплений, основанная на физике поверхностных эффектов.

С образованием пузырьков жидкость локально переходит в двухфазное состояние. На этом этапе множество газовых скоплений в виде воздушных пузырьков хаотично вписываются в объем жидкости, образуя газовые амплуа. К газовой воздушным пузырькам, при снижении давления и наличии свободной поверхности жидкости, присоединяются пузырьки пара вследствие интенсивного испарения (вскипание). Условие вскипания [9]:

$$P_n \geq P_0 + \rho gh + \frac{2\sigma}{r}, \quad (1)$$

где P_n - упругость давления насыщенного пара (внутри пузырька), P_0 - внешнее давление, ρgh - гидростатическое давление вышележащих слоев жидкости, $\frac{2\sigma}{r}$ - дополнительное давление, связанное с кривизной поверхности, r - радиус пузырька пара, h - расстояние от его центра до поверхности жидкости, ρ , σ - плотность и поверхностное натяжение жидкости.

Под действием выталкивающей силы (силы Архимеда) пузыри, двигаясь вместе с потоком жидкости одновременно поднимаются к верхней стенке трубопровода. Тенденции системы к минимуму энергии объясняет стремление пузырей объединяться. Типичным примером снижения поверхностной энергии может служить объединение n одинаковых пузырей радиуса r каждый в один радиусом R . При условии сохранения следует:

$$R = r\sqrt[3]{n} \quad (2)$$

Соответственно, учитывая пропорциональность поверхностной энергии площади поверхности.

$$W_r = W_R \sqrt[3]{n}, \quad (3)$$

где W_r, W_R - поверхностная энергия, пузырей до и после объединения.

Таким образом, объединение пузырей приводит к значительному снижению поверхностной энергии, и поэтому является мотивацией процесса образования объемного газовой воздушного скопления.

Судараясь со стенкой трубы пузырьки передают им свой импульс и одновременно часть из них с кинетической энергией превышающую поверхностную энергию лопаются, так как при деформации пузыря давление в нем резко возрастает и может превысить прочность поверхностной пленки вплоть до ее разрыва. Процесс носит взрывной характер и приводит к локальным скачкам давления, амплитуда скачка зависит от интенсивности таких столкновении [10,11], которая может достигать при определенной газонасыщенности нефти значительных значений давления в потоке, особенно это проявляется вблизи возвышенных точках нефтепровода. В этом случае процесс может являться источником возмущения потока в виде волн пульсации давления, распространяющихся по трубопроводу со скоростью звука. Кроме того, в таких местах возникают сильные механические напряжения в трубопроводе, которые при некоторых условиях могут превысить пределы прочности материалы трубопровода и привести к аварийной ситуации вследствие его повреждения [12].

Как было отмечено, интенсивное газовоздушное выделение происходит в местах с пониженным давлением, поэтому основные газовоздушные скопления формируются на восходящем участке трубопровода и поднимается вверх. Стремление системы перейти в состояние, соответствующее минимуму энергии приводит к захвату газовоздушными скоплениями более мелких (рисунок 1).

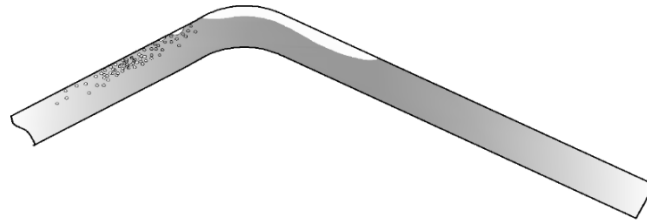


Рис. 1. Места образования газовоздушных скоплений

С поглощением объем газовоздушного скопления возрастает в направлении восходящего участка и достигнув верхней части, продолжает разрастаться вдоль нисходящего участка. Достигнув определенного объема, скопление фиксируется на нисходящем участке трассы. Несмотря на большое количество работ посвященных физическому и математическому моделированию процессов образования газовоздушных скоплений и их устойчивости качественного объяснения фиксации скопления на нисходящем участке нефтепровода не было предложено, не учитываются эффекты, возникающие на границе контакта трех фаз: жидкость-газ-твердое тело. В то же время, по своей физической природе, они должны оказывать значительные влияния на устойчивость таких образований. Поверхностные эффекты обусловлены особыми условиями, в которых находятся молекулы поверхностного слоя, обладающие дополнительной потенциальной энергией. В результате чего, весь поверхностный слой обладает дополнительной энергией. Поскольку положению равновесия соответствует минимум энергии, поверхность стремится сократиться, тенденция к сокращению приводит к появлению так называемых сил поверхностного натяжения. Эти силы направлены по касательной поверхности и перпендикулярны к контуру ее ограничивающего. При рассмотрении поверхностных явлений на границе раздела различных сред следует иметь ввиду, что поверхностная энергия жидкости или твердого тела зависит не только от свойств данных жидкостей или твердого тела, но и от свойства того вещества, с которым они граничат. Строго говоря, нужно рассматривать суммарную поверхностную энергию граничащих друг с другом веществ. Если граничат друг с другом три вещества, то вся система принимает конфигурацию, соответствующую минимуму суммарной энергии, определяемой силовым воздействием на поверхности и внутри жидкости. В частности, контур по которому граничат все три вещества, ориентирован, таким образом, чтобы сумма проекций всех приложенных к каждому элементу контура Δl сил поверхностного натяжения на направления касательной к поверхности твердого тела:

$$\Delta\alpha_{13} = \Delta\alpha_{12} + \Delta\alpha_{23} \cos \theta \quad (4)$$

где α_{13} , α_{12} , α_{23} - коэффициенты поверхностного натяжения, соответственно на границах твердое тело-газ; твердое тело-жидкость; жидкость-газ. Угол θ , отсчитываемый внутри жидкости между касательными к поверхностям твердого тела и жидкости называется краевыми (рисунок 2).

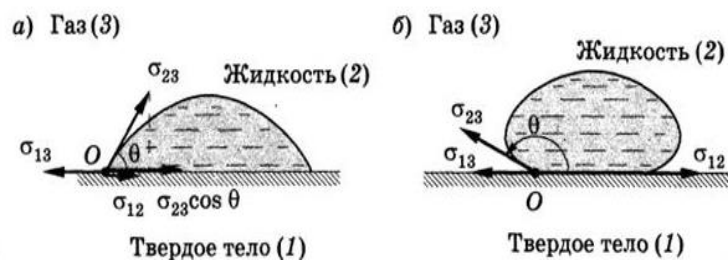


Рис. 2. Поверхностное натяжение на границах твердое тело-газ; твердое тело-жидкость; жидкость-газ.
а - смачиваемая жидкость; б – несмачиваемая жидкость

Под действием поверхностных сил контакта жидкость-твердое тело-газ газозвдушное скопление купируется нефтяной пленкой в верхней части трубопровода. При этом скопления ведет себя так, как если бы оно было заключено в упругую растянутую пленку (пыльный пузырь) стремящуюся сжаться.

В этом состоянии устойчивость таких скоплений будет определяться наряду с поверхностными балансом сил, действующих на них: выталкивающие, тяжести, перепада градиента давления по высоте, проекции на ось трубопровода зависит от его угла наклона, а также сил трения и сопротивление со стороны нефтяного потока. Сила сопротивления пропорциональна плотности нефти, квадрату скорости потока нефти и характерной площади газозвдушного скопления. Таким образом, с увеличением скорости транспортирования нефти сила сопротивления растет, что может привести к нарушению баланса сил и, соответственно потере устойчивости газового скопления.

В связи с этим определение минимального угла нисходящего участка трассы, при котором возможно существование газового скопления в трубопроводе является актуальной задачей и представляет значительный практический интерес особенно на проектной стадии. Использование результатов исследования влияния поверхностных эффектов контакта- твердое тело, жидкость, газ позволяет повысить корректность расчета. В рамках классической теории неустановившегося процесса [13] получена известная и широко используемая в различных моделях зависимость скорости потока для выноса газового скопления от угла наклона трубопровода:

$$g = K \cdot \sqrt{\frac{2gD \sin \beta}{\lambda}},$$

где K - поправочный коэффициент, g - ускорение свободного падения, D - диаметр, β - угол наклона трубопровода, λ - гидравлическое сопротивление.

Поправочный коэффициент K по своему предназначению учитывает влияние различных свойств транспортируемой жидкости и особенности трубопровода. В гидродинамической модели рельефного трубопровода используется по рекомендации Галлямова, поправочный коэффициент K_r учитывающий вязкость нефти и газозвдушной смеси:

$$K_r = 0,225 \sin^{-0,36} \beta \left(\frac{v_r}{v_H} \right)^{0,39},$$

где v_r - вязкость газозвдушной смеси, v_H -вязкость жидкости. С учетом влияния поверхностных фазовых контакта трех веществ поправочный коэффициент принимает вид:

$$K_{II} = 0,225 \sin^{-0,36} \beta \left(\frac{v_r}{v_H} \right)^{0,39} \cos^{0,25} \theta,$$

где θ -краевой угол граничащих друг с другом фаз нефти, газозвдушной смеси и металла.

После замены в (1) значение коэффициента из (3) скорость потока для выноса газового скопления будет иметь вид:

$$g = 0,225 \sin^{-0,36} \beta \left(\frac{v_r}{v_H} \right)^{0,39} \cos^{0,25} \theta \cdot \sqrt{\frac{2gD}{\lambda}}$$

Для корректности сравнительного анализа влияния поверхностных эффектов на результаты расчета минимального угла наклона трассы, при котором газозвдушные скопления фиксируются в трубопроводе, с традиционным подходом использовались те же экспериментальные данные [14,15]. Экспериментально зарегистрированная максимальная степень устойчивого расслоения течения составляет $\omega/\omega_0=0,82$ при которой гидравлический радиус $4R_r/D$ имеет значение 1,21. Выражая скорость потока через объемный расход с учетом степени расслоения потока и величины относительного гидравлического радиуса, выраженных в экспериментально полученных численных значениях, и решая уравнение относительно угла β , получим минимальный уклон трассы, при котором газозвдушное скопление фиксируется в трубопроводе:

$$\sin \beta_{\min} = 12 \left(\lambda \frac{Q^2}{D^5} \right)^{3,57} \left(\frac{v_{\Gamma}}{v_{н}} \right)^{0,79} \cdot \cos^{2,65} \theta.$$

Разница в значениях угла наклона, определяемая двумя способами составляет более 10%. Таким образом, поверхностные эффекты играют существенное влияние на процесс образования и устойчивость газозвдушных скоплений.

Обсуждение. Учет при моделировании влияния поверхностных эффектов на процесс образования и устойчивости газовых скоплений позволяет значительно приблизить моделируемые ситуации к реальным. Уже сейчас на начальной стадии исследования такой подход может качественно объяснить ряд экспериментально выявленных фактов, которые до этого не находили корректное объяснение. Например: при достижении определенной скорости газозвдушное скопление выносится потоком целиком, а не послойно; существование поличастотных колебаний давления. Действительно, газозвдушное скопление купируется силами поверхностного натяжения как бы заключая их в упругую растянутую пленку. Поэтому, одним из условий для выноса газозвдушного скопления целиком вниз по течению является потеря пленкой этих свойств: либо ее порывом в результате резкого скачка давления в потоке; либо минимизаций поверхностных сил добавлением в транспортируемую нефть поверхностно активных веществ. Второе условие – увеличение скорости транспортируемой нефти, приводящая к росту силы лобового сопротивления со стороны нефтяного потока, что при достижении определенной скорости (пороговой) приводит к нарушению баланса сил, действующих на газовое скопление и, соответственно, потере устойчивости. После этого, газозвдушное скопление выносится потоком целиком. Существование в транспортной системе поличастотных автоколебаний давления вызваны пульсациями давления в потоке из-за нарушения режима транспортирования, которые возбуждают колебания газозвдушного скопления под действием квазиупругих сил, создаваемых поверхностным натяжением.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Коршак А.А., Нечваль А.М. Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов. - Ростов-на-Дону.: Феникс, 2016. – 540 с.
- [2] Коршак А.А., Махмотов Е.С. и др. Магистральные трубопроводы: учебник - Уфа: 2008. – 448 с.
- [3] Сябина Н.В. Рутгайзер О.З. Моделирование системы обнаружения газозвдушных скоплений на участке нефтепровода // Энергетика, радиотехника, электроника и связь: сб. науч. тр. АИЭС. – Алматы, АИЭС. – 2006. – С.75-77
- [4] Лурье М.В., Полянская Л.В. Об опасном источнике волн гидравлического удара в рельефных нефте- и нефтепродуктопроводах. // Транспорт и подготовка нефти. – Нефтяное хозяйство. – 2000. – №8. - С. 66-68.
- [5] Чарный И.А. Неустановившееся движение реальной жидкости в трубопроводах. - М.: Недра, 1975. - 297 с.
- [6] Лурье М.В. Теоретические основы трубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов и газа: Учебник - М.: ООО «Издательский дом Недра», 2017. - 477 с.
- [7] Лурье М.В. Математическое моделирование процессов трубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов и газа: Учебное пособие. - М.: Изд. Центр РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2012. - 456 с.
- [8] Панахов Г.М., Аббасов Э.М., Гусейнов В.Г., Мусебли П.Т. Влияние газовыделения на гидравлические характеристики течения жидкости в трубопроводе // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – 2015. - №2. – С. 19-22
- [9] Барков Ю.А., Вотников Г.Н., Зверев О.М., Перминов А.В. Краткий курс общей физики: Учебное пособие – Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015. – 407 с.
- [10] Кутуков С.Е. Гидродинамические условия существования газовых скоплений в трубопроводах // Нефтяное хозяйство. – 2002. - №9. С. 91-94.
- [11] Бахтизин Р.Н., Кутуков С.Е. // Генетический алгоритм диагностики осложненных технологических режимов нефтепродуктопроводов // Известия вузов. Нефть и газ. – 2003. - №5. – С. 55-62.
- [12] N.S. Saidullayeva, N.S. Tagaev, D.T. Pazylova, A.O. Kalikulova Effect of single overload on the development of a fatigue crack // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. Вып.1. № 427. - 2018. – P.107-110 (Scopus)
- [13] Кутуков С.Е., Бахтизин Р.Н., Шаммазов А.М. Оценка влияния газового скопления на характеристику трубопровода // Нефтегазовое дело. 2003. - №1. – С. 11.
- [14] Dammer S.M., Lohse D. Gas enrichment at liquid-wall interfaces // Physical Review Letters. 2006. V. 96. Article 206101.
- [15] Hsieh S.S., Tsai H.H., Lin C.Y., Chien C.M. Gas flow and in a long microchannel // Int. J. Heat Mass Tran. - 2004.47. - P.3877-3887.

Имансакипова Н.Б., Иргібаев Т.И.

Магистральдық мұнай құбырлардағы газ-ауа жинақтарының қалыптасуы мен тұрақтылығына беттік әсер етуін бағалаудың ғылыми-әдістемелік негізі

Түйіндеме. Қатты- сұйықтық - газ жүйесіндегі беткі және шекаралық әсер магистралды мұнай құбырындағы газ-ауа жинақтарының қалыптасуына және тұрақтылығына айтарлықтай әсер етеді. Бұл эффекттерді есепке алу дәлелді жағдайды анықтамаған бірқатар эксперименталды фактілерді нақты және сапалы негіздеуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: гидравликалық жүктемелер, газ-ауа жинақтары, беткі жағы, беттік кернеу, құдық, тазарту.

УДК 621.565.83

МРНТИ 55.63

A. Coj, A. Alimkeshova

(Almaty Technological University, Kazakhstan, Almaty

E-mail: *asylym_menim@mail.ru*)

THE STUDY OF A TEST MILK COOLER WITH EFFECTIVE REFRIGERATION

Abstract: One of the sources of natural cold is effective radiation. Radiation cooling is a method of application, which in the dairy industry is completely new. For this, it is necessary to experimentally investigate the performance of the installation. For this purpose, an experimental setup for cooling milk using radiation cooling was developed and manufactured. Conducted an experimental study.

Before starting the installation, the surface temperature of the radiator was 3°C lower than atmospheric air, as a result of the radiative cooling process.

An experimental study of the installation showed that the milk temperature decreased from 37°C to 20°C in 46 minutes, and the cooling water in the cold accumulator at the same time had a temperature of 18-19°C. During the night, the temperature of the water in the cold accumulator decreased from 20°C to 13°C, while the surface temperature of the radiator was 8°C. Milk at the end of cooling had a temperature of 17-18°C.

At negative outside air temperature of -9...-11°C during the cooling process, ice formed on the heat exchanger tubes. Milk cooling with ice water was stable and intensive up to 5°C.

Key words: radiative cooling, effective radiation, cooling of milk on a farm, installation with radiation cooling, refrigeration unit, milk cooler.

А.П. Цой, А.Х.Алимкешова

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан, Алматы

E-mail: *asylym_menim@mail.ru*)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОЛОКООХЛАДИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ С РАДИАЦИОННЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ

Аннотация: Одним из источников природного холода является эффективное излучение. Радиационное охлаждение это способ применение которое в молочной промышленности является совершенно новым. Для этого необходимо экспериментально исследовать работоспособность установки. С этой целью была разработана и изготовлена экспериментальная установка для охлаждения молока с использованием радиационного охлаждения. Проведено экспериментальное исследование.

Перед запуском установки, температура поверхности радиатора была ниже атмосферного воздуха на 3°C, в результате процесса радиационного охлаждения.

Экспериментальное исследование установки показало что, температура молока снизилась с 37 до 20°C за 46 мин, а охлаждающая вода в аккумуляторе холода при этом имела температуру 18-19°C. За ночь температура воды в аккумуляторе холода снизилась с 20 до 13°C, при этом температура поверхности радиатора составляла 8°C. Молоко в конце охлаждения имела температуру 17-18°C.

При отрицательной температуре наружного воздуха -9...-11°C в процессе охлаждения, на трубках теплообменника образовался лед. Охлаждение молока ледяной водой проходило стабильно и интенсивно до 5°C.

Ключевые слова: радиационное охлаждение, эффективное излучение, охлаждение молока на ферме, установка с радиационным охлаждением, холодильная установка, молокоохладитель.

ВВЕДЕНИЕ

Качество получаемого молока зависит от первичной обработки на ферме. В технологической схеме обработки молока на ферме важной операцией является первичное охлаждение. Охлаждение молока на ферме необходимо провести до того как начнут там размножаться бактерии. Вовремя снижая температуру молока на ферме, можно значительно продлить его бактерицидную фазу при условии низкой начальной обсемененности. Для этого сырое молоко после доения необходимо подвергнуто очистке и охлаждению до температуры $(4\pm 2)^\circ\text{C}$ в течение не более 2 ч [1].

В настоящее время существует два вида охлаждения молока на ферме: естественное и искусственное. Как известно, искусственное охлаждения потребляет электрическую энергию, а с учетом требований к энергосбережению необходимы мероприятия по повышению энергоэффективности производства. В настоящее время большое внимание уделяют применению природного холода. Системы охлаждения молока с использованием природного холода позволяют уменьшить затраты на электроэнергию, сохранить высокое качество молока, эффективно использовать потенциал наружного воздуха.

Одним из источников природного холода является физический эффект эффективного излучения Земли или же другими словами радиационное охлаждение [2-8].

Радиационное охлаждение это способ применение которого в молочной промышленности является совершенно новым. Для использования радиационного охлаждения в молочном производстве необходимо экспериментально исследовать работоспособность установки. Работоспособность которой определяется конструкцией системы, особенностями климата и региона расположения [10-15].

С этой целью была разработана и изготовлена экспериментальная установка для охлаждения молока с использованием радиационного охлаждения. Проведено экспериментальное исследование работы молокоохладительной установки с радиационным охлаждением в г. Алматы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Информация о погодных условиях во время проведения экспериментов получена из архива погоды на метеостанции города Алматы [9]. Для записи экспериментально-исследовательских работ, установлен контроллер, который снимает с датчиков температуры данные за весь период его работы. Температурные датчики установлены: на поверхности радиатора; в аккумуляторе холода, для записи об изменениях температуры воды; на трубопроводах на входе и выходе из аккумулятора холода (АХ) для измерения температуры теплоносителя; в молоке и в охлаждающей рубашке; на атмосферном воздухе, который записывает показания температуры наружного воздуха и производили замер влажности наружного воздуха;

Принципиальная гидравлическая схема молокоохладительной установки представлена на рисунке 1. Основными элементами охладительной установки являются: радиатор - Р, аккумулятор холода – АХ и бак молокоохладитель - МО.

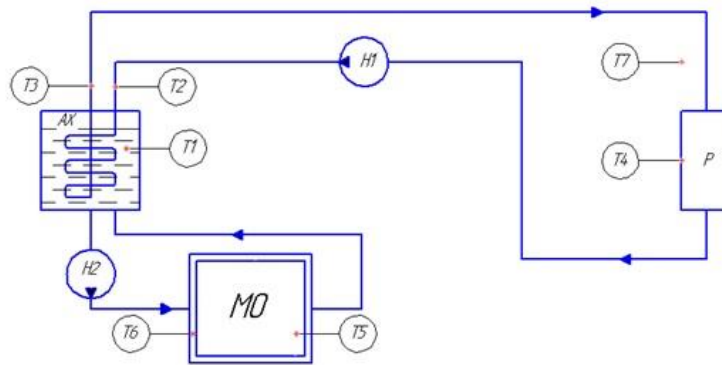
Вспомогательными элементами системы являются:

- Насосы для теплоносителя (хладоносителя) Н1 и для воды Н2;
- Термодатчики Т1...Т7 для измерения температуры воды Т1 в аккумуляторе холода АХ, для теплоносителя (хладоносителя) при входе Т2, при выходе Т3, для поверхности радиатора Т4, для молока Т5, для воды в рубашке Т6 и для наружного воздуха Т7 (измеряет не только температуру но и влажность воздуха);
- Насосы работают через переходники (блок управления) электрическая энергия подается 3...12В;
- Охлаждающая установка оборудована контроллером АСУНРО-1.К, позволяющим записывать данные с датчиков температуры.

Методика проведения экспериментов следующая. В ночное время, определяемое по часам реального времени в интервале между закатом и рассветом, контроллер охлаждающей установки включает насос Н1. Охлажденный теплоноситель из радиатора Р с помощью насоса Н1 подается в теплообменник аккумулятора холода АХ, где охлаждает воду возвращается в радиатор. Охлажденная вода с аккумулятора холода АХ подается насосом Н2 в рубашку бака охладителя. После процесса охлаждения молока, теплоноситель возвращается в аккумулятор холода АХ самотеком.

Контроллер в автоматическом режиме осуществляет запись параметров температуры в различных точках охлаждающей установки, параметры атмосферного воздуха (температуру и относительную влажность), а также регистрирует аварийные ситуации.

Место размещения установки: Республика Казахстан, город Алматы, Алматинский технологический университет (АТУ), улица Фурката, 348/4, лабораторная аудитория 101.



Исследование экспериментальной молокоохладительной установки с радиационным охлаждением

Рис. 1. Гидравлическая схема молокоохладительной установки:

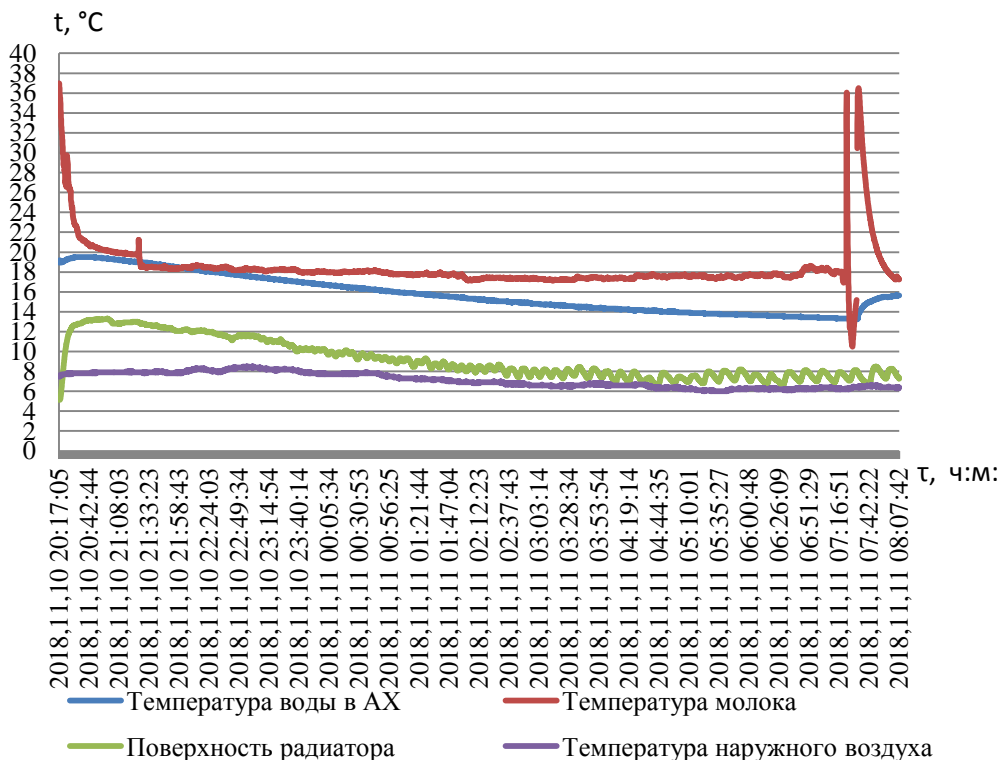
H1 – насос для теплоносителя (хладоносителя); H2 – насос для воды;
P – радиатор; AX – аккумулятор холода; MO – бак охладитель;
T1...T7 – датчики температуры

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

Испытание экспериментальной молокоохладительной установки было проведено 10-ноября (после заката) с 20:17 до 07:31 (до рассвета) 11-ноября 2018 года. Температура наружного воздуха положительная 6-8°C. Влажность воздуха составляло 55-70%. Данные полученные в ходе эксперимента представлены на рисунке 2.

В начале эксперимента до включения насоса радиатор имеет температуру (5°C) ниже атмосферного воздуха (8°C) на 3°C, что показывает способность (работоспособен) радиатора охлаждаться ниже атмосферного воздуха.

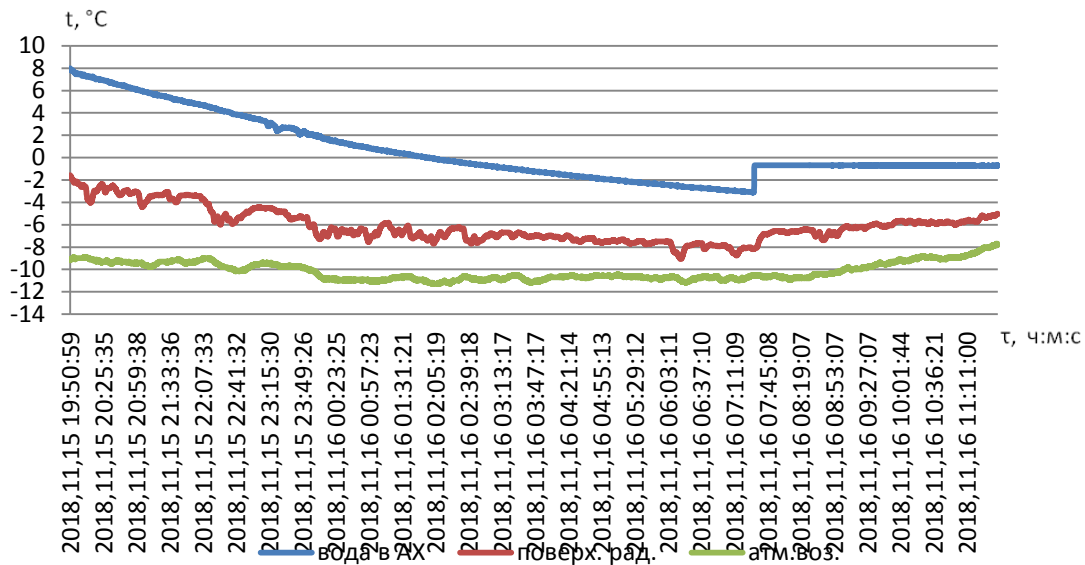
Экспериментальное исследование установки показало что, температура молока снизилась с 37 до 20°C за 46 мин, а охлаждающая вода в аккумуляторе холода при этом имела температуру 18-19°C. За всю ночь температура воды в аккумуляторе холода снизилась с 20 до 13°C, при этом температура поверхности радиатора составляет 8°C. Молоко в конце охлаждения имело температуру 17-18°C.



Исследование экспериментальной молокоохладительной установки с радиационным охлаждением

Рис. 2. Результаты экспериментального исследования молокоохладительной установки при положительной температуре наружного воздуха 10-ноября 2018 года

Теперь рассмотрим динамику изменения температур радиатора и воды в аккумуляторе холода при минусовой температуре наружного воздуха (рисунок 3) за 15-ноября 2018 года.

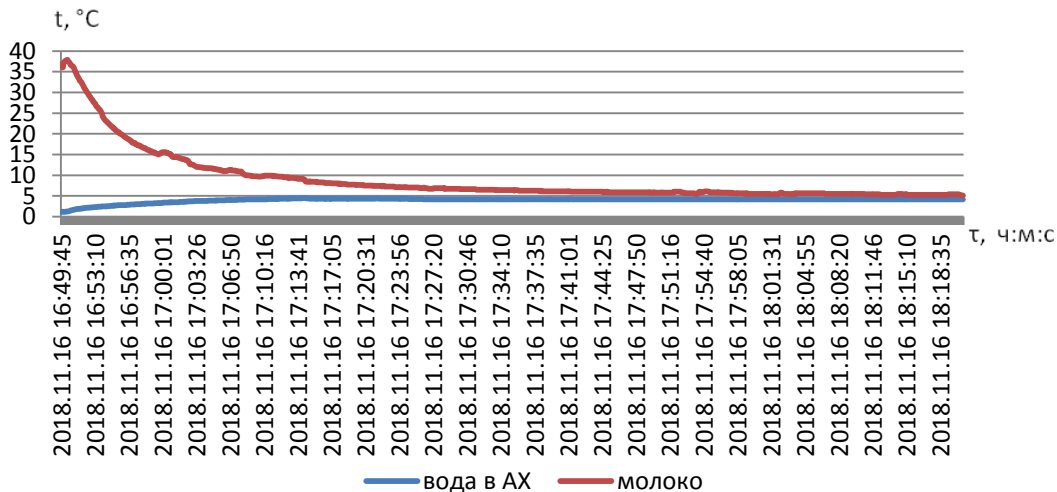


Исследование экспериментальной молокоохладительной установки с радиационным охлаждением
Рис. 3. Динамика изменения температур радиатора и воды в АХ при минусовой температуре атмосферного воздуха

Наружняя температура воздуха минус 9...11°C. В начальный момент температура воды в аккумуляторе холода 8°C, в процессе охлаждения на трубках теплообменника образовался лед. Лед в образовался при минус 3°C и дальше процесс охлаждения воды приостановился.

При температуре помещения 24°C температура воды в аккумуляторе холода остается почти неизменной до конца дня.

В конце дня (вечерняя дойка) 16ноябряохладили молоко полученной ледяной водой. Снижение температуры молока представлена на рисунке 4.



Исследование экспериментальной молокоохладительной установки с радиационным охлаждением
Рис. 4. Снижение температуры молока ледяной водой

Молоко с начальной температуры 37°C охладилось до 10°C за 18 мин, а до 5°C за 52 мин. Вода в аккумуляторе холода нагрелась на 3°C. Из результатов экспериментальных исследований следует, что молоко охлаждается стабильно и за более короткий период, когда имеется лед в аккумуляторе холода.

ВЫВОДЫ

1. Экспериментальная молокоохладительная установка позволяет охлаждать с использованием радиационного охлаждения. Перед запуском установки температура поверхности радиатора была ниже атмосферного воздуха на 3°C, в результате процесса радиационного охлаждения.
2. При положительной температуре наружного воздуха 6-8°C температура поверхности радиатора составляла 8°C. Молоко в конце охлаждения имело температуру 17-18°C.
3. При отрицательной температуре наружного воздуха минус -9...-11°C температура поверхности радиатора составляла минус 8°C в процессе охлаждения на трубках теплообменника образовался лед.
4. Охлаждение молока ледяной водой проходит стабильно и интенсивно до 5°C.

Представленная работа выполнена в рамках проекта AP05130918, осуществляемого по программе грантового финансирования Министерства образования и науки Республики Казахстан по научным и (или) научно-техническим проектам на 2018-2020 годы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Забодалова Л.А., Евстигнеева Т.Н. Технология цельномолочных продуктов и мороженого: учеб. пособие, дополненное и переработанное. 2-е изд. – М., 2015. – 303 с.
- [2] Mark Chalom, Bristol Stickney, Kate Snider. Potentials of night sky radiation to save water and energy in the state of New Mexico: report. Governor Richardson's water innovation fund // - New Mexico, 2006. - PSC #05-341-1000-0035. – P. 100.
- [3] Parker D.S. Theoretical evaluation of the night cool nocturnal radiation cooling concept: report : FSEC-CR-1502-05 // Florida Solar Energy Center. - Clearlake Rd., 2005. – P. 44.
- [4] Rupinder Pal Singh, Ashwani Kumar Sharma, Sethi V. P. Theoretical investigation of Nocturnal cooling potential for Composite type climate of Punjab, India // Journal of Material Science and Mechanical Engineering (JMSME). – 2015. Volume 2, №6. - P. 68 – 71.
- [5] Shuo Zhang, Jianlei Niu. Cooling performance of nocturnal radiative cooling combined with microencapsulated phase change material (MPCM) slurry storage // Energy and Buildings. – 2012. № 54. - P. 122–130.
- [6] Yi Mana, Hongxing Yangb, Yunxia Qua, Zhaohong Fanga. A Novel Nocturnal Cooling Radiator Used for Supplemental Heat Sink of Active Cooling System // Elsevier. 9th International Symposium on Heating, Ventilation and Air Conditioning (ISHVAC) and the 3rd International Conference on Building Energy and Environment (COBEE). Procedia Engineering. – 2015. №121. – P. 300 – 308.
- [7] Xiaolong Xua, Runping Niub, Guohui Feng. An Experimental and Analytical Study of a Radiative Cooling System with Flat Plate Collectors // 9th International Symposium on Heating, Ventilation and Air Conditioning (ISHVAC) and the 3rd International Conference on Building Energy and Environment (COBEE). Procedia Engineering. – 2015. №121. – P. 1574 – 1581.
- [8] Zhang Qingyuana, Liu Yub. Potentials of Passive Cooling for Passive Design of Residential Buildings in China // 2013 ISES Solar World Congress. Energy Procedia. – 2014. №57. – P. 1726–1732.
- [9] Архив погоды в Алматы [электронный ресурс].- URL: <http://rp5.kz> (дата обращения: 15.01.2019 год).
- [10] Tshewang Lhendup, Lu Aye, Robert James Fuller. Experimental Study of Coolth Charging of an Inter-seasonal Underground Thermal Storage System // Proceedings of the 50th Annual Conference, Australian Solar Energy Society. – Melbourne, December 2012.
- [11] Eden Rephaeli, Aaswath Raman, Shanhui Fan. Ultra broad band Photonic Structures To Achieve High-Performance Day time Radiative Cooling // Nano Lett. – 2013. №13. – P. 1457–1461.
- [12] А.П. Цой, А.С. Грановский, Д.А. Цой, А.В. Бараненко. Влияние климата на работу холодильной системы, использующей эффективное излучение в космическое пространство // Наука: техника и технологии. Холодильная техника. - Санкт-Петербург, 2015. №12. С. 43-46.
- [13] А.П. Цой, А.С. Грановский. Математическая модель для расчета теплового баланса радиатора холодильной системы, использующей эффективное излучение в космическое пространство // Энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение. Вестник МАХ. - Санкт-Петербург, 2015. №1 – С. 39-43.
- [14] А.П. Цой, А.С. Грановский, А.В. Бараненко. Моделирование и математическая программа для расчета величины эффективного излучения // Холод: техника и технологии. Вестник МАХ. – Санкт-Петербург, 2014. №12 – С. 7-10.
- [15] А.П. Цой, А.С. Грановский, А.В. Бараненко, А.Я. Эглит. Анализ холодильных систем, использующих тепловое излучение земной поверхности в космическое пространство // Алматы технологиялық университетінің хабаршысы. – Алматы, 2013. №1. – С. 57-59.

Цой А.П., Алимкешова А.Х.

Радиационды салқындатқыш экспериментальды сүт салқындатқыш қондырғысын зерттеу

Түйіндеме. көздерінің бірі табиғи суық тиімді болып табылады сәуле. Радиациялық салқындату-сүт өнеркәсібінде қолдану тәсілі мүлдем жаңа. Ол үшін қондырғының жұмыс қабілетін Эксперименталды зерттеу қажет. Осы мақсатта радиациялық салқындатуды пайдалана отырып сүтті салқындатуға арналған тәжірибелік қондырғы әзірленді және әзірленді. Тәжірибелік зерттеу жүргізілді. Қондырғыны іске қосар алдында радиатор бетінің температурасы радиациялық салқындату процесінің нәтижесінде атмосфералық ауадан 3°C төмен болды.

УДК 666.940

¹N. Zhanikulov, ²I. Borisov, ¹B. Taimasov, ¹Zh. Dzhanmuldayeva

(¹South Kazakhstan State University named after M. Auezov, Shymkent, Republic of Kazakhstan, E-mail: nurgali.zhanikulov@mail.ru. ²Belgorod State University of Technology n.a. V.G. Shukhov)

CALCULATION DATA OF THE HEAT-TECHNICAL PARAMETERS OF BURNING THE LOW-ENERGY INTENSIVE CLINKERS

Abstract. Utilization of man-made materials is currently one of the most significant global problems. The use of industrial wastes during the burning of portland cement clinker is one of the most effective ways to increase the efficiency of cement production. The waste was heat treated in the production of the main product and contains a number of clinker minerals.

The scientific article presents the calculation data of heat technical parameters for burning low-energy intensive clinkers. The calculations were carried out according to the TP100 program. According to the calculation data, the burning temperature is reduced to 1350 °C, the free CaO content is reduced by 0,93-1,85 %, the specific heat consumption for burning 1 kg of clinker decreases from 5742 kJ/kg to 4692-5402 kJ/kg. In the developed mixtures, specific fuel consumption is reduced from 218,9 kg to 160,1-184,3 kg per ton of clinker.

Key words: heat thermal calculation, energy saving, clinker, portland cement, raw mix, burning, lead slag, coal mining waste.

¹Н. Жаникулов, ²И. Борисов, ¹Б. Таймасов, ¹Ж. Джанмулдаева

(¹Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Республика Казахстан, E-mail: nurgali.zhanikulov@mail.ru

²Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова)

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБЖИГА МАЛОЭНЕРГОЕМКИХ КЛИНКЕРОВ

Аннотация. Утилизация техногенных материалов в настоящее время является одной из наиболее значимых мировых проблем. Применение техногенных отходов при обжиге портландцементного клинкера является одним из действенных способов повышения эффективности цементного производства. Отходы прошли тепловую обработку в производстве основного продукта и содержат в своем составе ряд клинкерных минералов.

В научной статье приведены результаты расчетов теплотехнических показателей обжига малоэнергоемких клинкеров. Расчеты проведены по программе TP100. По результатам расчетов температура обжига снижается до 1350 °C, содержание CaO_{своб} снижается на 0,93-1,85 %, удельный расход тепла на обжиг 1 кг клинкера уменьшается с 5742 кДж/кг до 4692-5402 кДж/кг. В разработанных смесях удельный расход топлива снижается с 218,9 кг до 160,1-184,3 кг на тонну клинкера.

Ключевые слова: теплотехнический расчет, энергосбережение, клинкер, портландцемент, сырьевая смесь, обжиг, свинцовый шлак, отход угледобычи.

Производства цемента в Казахстане увеличивается год от года. В 2010 году объем выпущенного цемента в стране составила 5 миллионов тонн, а 2016 году уже превышал 9 миллионов тонн. По статистике Министерства Национальной Экономики РК, производство цемента за 2018 года едва не дотянуло до отметки в 10,0 миллионов тонн и составило 9,91 млн тонн [1]. 2019 год станет еще более успешным, так как в апреле запущен новый цементный завод в Костанайской области с мощностью 0,5 млн тонн, введен в эксплуатацию завод по выпуску тампонажных цементов в Кызылординской области с мощностью 1,0 млн тонн. Также в апреле 2019 года начались строительно-монтажные работы

цементного завода ТОО «Актобе цемент» стоимостью 101 млрд тенге и мощностью 1,8 млн тонн в год в Байганинском районе Актюбинской области [2].

Экспорт казахстанского цемента за год увеличился в 2,2 раза. В 2018 году Казахстан поставил на экспорт 1,6 млн тонн цемента. «Львиная доля» экспорта – около 70 %, идет в Узбекистан. Средние цены поргланццемента в Казахстане растут. В 2017 году цена за тонну цемента составила 20592 тенге, а в 2018 году цена за тонну цемента взлетела на 24,5 % - до 23995 тенге [3].

Благодаря непрерывно развивающимся темпам строительства с каждым годом потребляется все большее количества цемента. В связи с этим необходимым является снижение цены цемента с применением различных техногенных материалов, а также улучшить экологическую обстановку региона [4]. Поэтому нами были использованы несколько видов отходов такие как отходы угледобычи и свинцовый шлак для получения энерго- и ресурсосберегающих поргланццементов.

Методы анализа. Теплотехнические расчеты проводили по разработанной программе TP 100 [5], предназначенной для выполнения расчета материального и теплового балансов вращающейся печи при использовании твердых и жидких топлив. Программа составлена на языке Borland Delphi 6 на кафедре ТЦКиС (ЮКГУ им. М. Ауэзова). Для проведения расчета нами использованы химический состав клинкеров из расчета сырьевых смесей, а также элементный состав твердого топлива. Для выполнения расчета были введены следующие основные показатели: производительность печи, влажность шлама, потери при прокаливании сырья и т.д. Общий вид теплотехнического расчета в программе TP 100 приведен в таблице 1.

Результаты экспериментов и обсуждение. Для проведения теплотехнического расчета нами выбраны различные составы энерго- и ресурсосберегающих сырьевых смесей и традиционная сырьевая смесь из результатов расчета составов сырьевых смесей. В таблице 2 представлены составы сырьевых смесей и их модульные характеристики.

Табл.1. Теплотехнический расчет в программе TP 100

The image shows two windows from the TP100 software. The top window, titled 'Состав клинкера', displays the chemical and elemental composition of clinker. The bottom window, titled 'TP100', shows a detailed list of process parameters for a rotary kiln, including productivity, temperatures, air flow, and losses, with a 'Подсчитать' (Calculate) button at the bottom.

Хим. состав клинкера		Элем. состав Р/Массы П/У топл.	
SiO ₂	21,79 %	Ср	55,50 %
Al ₂ O ₃	4,89 %	Нр	3,26 %
Fe ₂ O ₃	3,82 %	Нр	1,05 %
CaO	64,32 %	Ор	7,29 %
MgO	2,50 %	Sp	3,48 %
SO ₃	0,28 %	Ар	24,50 %
Прочие	2,40 %	Wр	5,00 %

Параметр	Значение	Единица	Параметр	Значение	Единица
Производительность печи	35	т/ч	Коеф-т избытка воздуха	1,10	
Температура отходящих газов	250	°C	Количество первичного воздуха	25	%
Макс. температура материала	1350	°C	Количество вторичного воздуха	70	%
Темп-ра клинкера, вых. из печи	1200	°C	К-во воздуха, подсосыв. в головку печи	5	%
Темп-ра клинкера, вых. из холод-ка	90	°C	К-во воздуха, подаваемого в холод-к	2,4	м ³ /кг-кл
Влажность шлама	32	%	Температура атмосферного воздуха	15	°C
Потери при прокаливании сырья (ппп)	34,45	%	Температура первичного воздуха	170	°C
Содержание CO ₂ в сырье	42,19	%	Т избыточного возд., выбрас-го из холод.	170	°C
Содержание СаО карб. в сырье	53,70	%	Длина цепной гирлянды	6,1	м
Температура шлама	15	°C	Диаметр тела цепи	0,025	м
К.П.Д. электрофилтра	98	%	Продольный шаг гирлянды	2,80	м
Темп-ра пыли, возвращаемой в печь	50	°C	Поперечный шаг гирлянды	5,50	м
Состав клинкера...			Объем, плотность завесы ВЦ/ВЦЗ	0,03	
Низшая теплота сгорания Рабочего/Топл	5166,561	ккал/кг	Поверх. плотность завесы FC/FCЗ	5,60	
Средний размер час-ц угольной пыли	0,00005	м	Темп-ра мат-ла, выходящ. из Ц/Завесы	100	°C
Коеф-т полифракционности Угольн/Пыли	0,92		Влажность мат-ла, выходящ. из Ц/Завесы	8,0	%
Температура угольной пыли	50	°C	Потери тепла печной устан. в окр. среду	13,7	%
Температура воспламенения топлива	700	°C	Скорость вращения печи	1,24	об/мин
Студент	Жаникулов Нургили		Наклон печи	0,035	
Группа	ДЖТ-17-2к		Подсчитать		

Табл.2. Составы сырьевых смесей и модульные характеристики

Смесь	Состав сырьевых смесей, мас. %					КН	Модули	
	2	3	4	5	6		7	8	9
Традиционная сырьевая смесь								
1	Известняк		лесс		огарки	0,90	2,5	1,69
	78,3		20,34		1,35			
Энерго- ресурсосберегающие сырьевые смеси								
Смеси	Известняк	Отход угледобычи	Огарки	Отход угле добычи +тефрито- базальт (1:1)	Свинцовый шлак	КН	Модули	
							п	р
1	78,11	18,92	2,98	-	-	0,92	2,5	1,09
2	76,93	18,03	-	-	5,05	0,90	2,5	1,13
3	77,37	17,68	-	-	4,94	0,92	2,5	1,13
4	75,13	-	-	22,16	2,71	0,85	2,5	1,27
5	76,32	-	-	21,1	2,57	0,90	2,5	1,27
6	75,38	-	-	18,27	6,35	0,92	2,0	0,83
7	76,78	-	-	20,70	2,52	0,92	2,5	1,28
8	77,44	-	-	20,12	2,45	0,95	2,5	1,28

Теплотехнические расчеты позволяют наглядно определить источник потерь теплоты в обжиговом агрегате и разрабатывать способы по возможности их сокращению или устранению. При этом следует анализировать не только абсолютные, но и относительные значения статей потерь теплоты в структуре теплового баланса. Тепловой эффект клинкерообразования $Q_{ТЭК}$ – это теоретический расход теплоты на образование 1 кг клинкера из сырьевой смеси без материальных и тепловых потерь [6, 7].

Тепловой эффект клинкерообразования зависит только от химического состава сырьевой смеси. При получении клинкера теплота расходуется на диссоциацию карбонатов кальция и магния, а также на дегидратацию глинистых минералов. Эти процессы протекают с поглощением теплоты и называются эндотермическими. При взаимодействии оксида кальция с кислотными оксидами (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3) образуются клинкерные минералы. Такие реакции сопровождаются выделением теплоты, т.е. являются экзотермическими. Одним из способов снижения теоретического расхода теплоты на обжиг клинкера является использование отходов других отраслей промышленности, где ранее при термических процессах карбонат кальция был подвергнут диссоциации. К таким продуктам относятся свинцовый шлак и отход угледобычи. Применение их в качестве сырьевых материалов приводит к снижению теплового эффекта клинкерообразования до 1000-1100 кДж/кг клинкера [6,7]. Составы сырьевых смесей, снижение их влажности, реакционная способность и удельный расход топлива на обжиг клинкера приведены в таблице 3.

Табл.3. Влияние составов сырьевых смесей на усвоение СаО, удельный расход тепла и топлива

Смесь	Влажность шлама, %	Снижение влажности, %	Содержание СаО _{своб.} % при температуре обжига 1350 °С	Фактический минералогический состав клинкера, %				Удельный расход топлива, кг/кг кл	Удельный расход тепла на обжиг, кДж/кг кл	Удельный расход условного топлива, кг/т кл
				C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF			
Традиционная сырьевая смесь										
1	38	0	6,35	57,83	19,00	9,01	9,84	0,265	5742,5	218,9
Энерго- ресурсосберегающие сырьевые смеси										
1	37	1	5,38	63,88	15,50	5,16	12,82	0,276	5985,0	204,2
2	35	3	1,74	58,96	19,35	5,46	12,67	0,256	5545,6	189,2
3	36	2	1,62	55,55	24,02	5,42	12,49	0,262	5671,4	193,5
4	30	8	0,93	47,25	28,97	7,09	11,21	0,216	4692,6	160,1
5	32	6	1,39	57,85	18,99	6,50	11,61	0,230	4981,8	170,0
6	33	5	1,04	59,86	14,58	2,96	17,20	0,229	4962,2	169,3
7	34	4	1,77	61,98	15,13	6,45	11,46	0,242	5238,5	178,8
8	35	3	1,85	68,15	9,36	6,36	11,25	0,249	5402,3	184,3

В традиционной известняково-лессо-огарочной сырьевой смеси с $KH=0,90$, $n=2,5$; $p=1,69$ влажность шлама составляет 38 %. При обжиге 1350 °С содержание $CaO_{своб}$ составляет 6,35 %. Это показывает, что температура обжига 1350 °С для традиционной смеси недостаточна. По результатам теплотехнических расчетов удельный расход условного топлива на тонну клинкера составляет – 218,9 кг.

Разработанные нами сырьевые смеси являются менее энергоемкими. В сырьевой смеси, состоящей из известняка, отхода угледобычи и огарков с $KH=0,92$, $n=2,5$; $p=1,09$ влажность шлама составляет 37 %. Введение отходов угледобычи в состав сырьевой смеси снижает влажность шлама. При обжиге 1350 °С содержание $CaO_{своб}$ составляет 5,38 %. По результатам теплотехнических расчетов удельный расход условного топлива составляет – 204,2 кг. С уменьшением влажности шлама снижается расход условного топлива на обжиг клинкера. Этот состав не целесообразен для получения клинкера по малоэнергоемким технологиям. Варианты из энерго- и ресурсосберегающих сырьевых смесей 2 и 3 являются более оптимальными. Включение отходов угледобычи и свинцового шлама в состав сырьевой смеси снижает влажность шлама на 2-3 %. В процессе обжига клинкера свинцовый шлак оказывает минерализующее действие, содержание $CaO_{своб}$ снижается до 1,62-1,74 %. Добавка свинцовых шлаков вносит в обжигаемые смеси такие каталитические элементы как Pb, Cu, Zn которые, растворяясь в образующемся при обжиге клинкерном расплаве, интенсивно снижают температуру обжига клинкера, снижают вязкость расплава вследствие чего существенно повышается скорость лимитирующей стадии клинкерообразования. Кроме того, каталитические добавки изменяют (улучшают) структуру клинкерного расплава, стабилизируют гранулометрический состав клинкера, улучшают работу вращающейся печи, повышают качества цемента. Отход угледобычи, вводимый в количестве 17-18 %, вносит в сырьевую смесь 4,5 - 5 % угля. Это будет способствовать снижению расхода форсуночного топлива на 10-15 %. По результатам теплотехнических расчетов удельный расход условного топлива на тонну клинкера составляет – 189,2-193,5 кг.

Варианты из энерго- и ресурсосберегающих сырьевых смесей 4-8 являются оптимальными. В процессе обжига клинкера тефритобазальт и свинцовый шлак оказывают минерализующее действие. Тефритобазальт, вводимый в количестве 9-11 % также способствует ускорению процессов минералообразования вследствие появления жидкой клинкерной фазы при пониженных температурах. В целом это приводит к ускорению процессов обжига и завершению клинкерообразования при температурах на 100-150 °С ниже, чем в традиционных сырьевых смесях, обжигаемых при 1450 °С. Температура обжига снижается до 1350 °С, содержание $CaO_{своб}$ снижается до 0,93-1,85 %, удельный расход тепла на обжиг 1 кг клинкера уменьшается с 5742 кДж/кг до 4692-5402 кДж/кг, удельный расход топлива снижается с 218,9 кг до 160,1-184,3 кг на тонну клинкера.

В таблице 4 приведены результаты теплового баланса печи на 1 кг клинкера полученных из традиционных и энерго- и ресурсосберегающих сырьевых смесей.

Табл.4. Сводная таблица теплового баланса печи на 1 кг клинкера

Тепловой баланс Наименование	Традиционная сырьевая смесь	Энерго- и ресурсосберегающие сырьевые смеси							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Приход									
1. Теплота сгорания топлива, ккал/кг кл	1371,5	1429,4	1324,4	1354,5	1120,7	1189,8	1185,1	1251,1	1290,2
2. Теплосодержание топлива, ккал/кг кл	3,98	4,15	3,84	3,93	3,25	3,45	3,44	3,63	3,74
3. Теплосодержание сырья, ккал/кг кл	3,96	4,01	3,61	3,77	2,80	3,08	3,14	3,36	3,52
4. Теплосодержание воздуха, ккал/кг кл	7,71	8,04	7,45	7,62	6,30	6,69	6,66	7,04	7,26
Всего	1387,1	1445,6	1339,3	1369,8	1133,1	1203,0	1198,3	1265,1	1304,7
Расход									
1. Тепловой эффект клинкерообразования, ккал/кг кл	348,24	398,19	374,70	373,12	336,53	347,18	328,93	350,49	356,61
2. Потери тепла на испарение воды из сырья, ккал/кг кл	522,54	514,67	467,61	488,50	367,28	403,86	417,50	441,55	461,89
3. Потери тепла с отходящими газами, ккал/кг кл	271,82	280,30	258,47	265,80	214,98	229,81	230,33	243,66	251,99
4. Потери тепла с клинкером, ккал/кг кл	16,92	16,92	16,92	16,92	16,92	16,92	16,92	16,92	16,92
5. Потери тепла с клинкером, ккал/кг кл	39,55	36,35	42,15	40,49	53,40	49,59	49,84	46,20	44,04
6. Потери тепла с воздухом, выбрасываемом из холодильника, ккал/кг кл	187,89	195,83	181,45	185,57	153,54	163,00	162,36	171,40	176,76
7. Потери тепла в окружающую среду, ккал/кг кл	7,18	7,38	7,31	7,31	7,22	7,23	7,14	7,22	7,23
7. Потери тепла с уносом, ккал/кг кл									
Всего	1394,16	1449,6	1348,6	1377,7	1149,8	1217,6	1213,0	1277,4	1315,4

В тепловом балансе следует отметить две статьи расхода тепла:

Расход тепла $Q_{\text{расход}}$: тепловой эффект клинкерообразования; потери тепла на испарение воды из сырья; потери тепла с отходящими газами; потери тепла с клинкером; потери тепла с воздухом, выбрасываемом из холодильника; потери тепла в окружающую среду; потери тепла с уносом.

Приход тепла $Q_{\text{приход}}$: теплота сгорания топлива; теплосодержание топлива; теплосодержание сырья; теплосодержание воздуха.

Оптимальный режим работы печи должен соответствовать минимальному удельному расходу теплоты на обжиг клинкера и максимальной производительности вращающейся печи по клинкеру. Тепловая эффективность работы вращающейся печи при обжиге цементного клинкера может быть оценена путем составления ее теплового баланса. Из теплового баланса определяют эффективность процесса обжига.

Таким образом, выполненные нами теплотехнические расчеты обжига энерго- и ресурсосберегающих малоэнергоемких сырьевых смесей на основе техногенного сырья показали возможность получения клинкеров различного состава, что позволяет снизить температуру обжига клинкера и уменьшить удельный расход топлива.

Снижение удельного расхода топлива происходит за счет введения в сырьевую смесь 17-18 % выгорающей добавки - отхода угледобычи, уменьшения влажности шлама с 38 % до 30-36 %, понижения температуры обжига клинкера с 1450 °С до 1350 °С, снижения доли карбонатной извести при введении свинцовых шлаков в предлагаемых сырьевых смесях. Это позволит увеличить производительность вращающейся печи и экономить расход топлива, сырья, снизить себестоимость клинкера.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Итоги 2018 года. Производство цемента в Республике Казахстан. Подробнее на этом сайте: http://www.cem.kz/ru/news/755857-itogi_2018_goda_proizvodstvo_cementa_v_respublike_kazahstan/ (23.01.2019).

[2] Цементный завод стоимостью 101 млрд тенге построят в Актюбинской области. Подробнее на этом сайте: http://www.cem.kz/ru/news/821860-cementnyj_zavod_stoimostju_101_mlrd_tenge_postrojat_v_aktubinskoj_oblasti/ (22.02.2019).

[3] Запрет на вывоз цемента из Казахстана возможен после проведения отраслевого анализа – МНЭ. Подробнее на этом сайте: <https://time.kz/news/economics/2019/01/04/zapret-na-vivoz-cementa-iz-kazahstana-vozmozhen-posle-provedeniya-otraslevogo-analiza-mne> (04.01.2019).

[4] Классен В.К. Материальный баланс завода. Теплотехнические расчеты тепловых агрегатов / Классен В.К. – Учебное пособие. -2007. - 103 с.

[5] Таймасов Б.Т., Бычков В.В. Методические указания по применению программы TP100 «Тепловой расчет вращающейся печи с цепной завесой». – Шымкент: ЮКГУ, 2006. –11 с.

[6] Кудярова Н.П., Поляков Г.П., Афанасьева Л.Б., Перескок С.А., Черкасов А.В.. Теплотехнические расчеты. Методические указания к выполнению лабораторных работ БГТУ им. В.Г. Шухова, - Белгород, 2006.

[7] Taimasov B.T., Alzhanova A.Zh., Zhanikulov N.N., Askerbek G.N., Zhanseit B.G. «Heat technical indicators of roasting of resource saving low power intensive raw mixes on the basis of technogenic raw materials» // International Conference of «Industrial Technologies and Engineering». – Shymkent, 2016. - P. 255-258.

Жаникулов Н., Борисов И., Таймасов Б., Джанмулдаева Ж.

Аз энергия тұтынатын клинкерді күйдірудің жылу техникалық көрсеткіштерін есептеу нәтижелері

Түйіндеме. Техногендік материалдарды кәдеге жарату қазіргі уақытта ең маңызды әлемдік проблемалардың бірі болып табылады. Портландцемент клинкерін күйдіру кезінде техногенді қалдықтарды қолдану цемент өндірісінің тиімділігін арттырудың негізгі тәсілдерінің бірі болып табылады. Қалдықтар негізгі өнім өндірісінде жылу өндеуден өткен және құрамында клинкердің негізгі минералдары бар болып табылады.

Ғылыми мақалада аз энергия тұтынатын клинкерді күйдірудің жылу техникалық көрсеткіштерін есептеу нәтижелері келтірілген. Есептеулер TP100 бағдарламасы бойынша жүргізілді. Есептеу нәтижелері бойынша күйдіру температурасы 1350 °С дейін төмендеді, бос СаО мөлшері 0,93-1,85 % дейін төмендеді, 1 кг клинкерді күйдіруге жұмсалатын жылудың үлестік шығыны 5742 кДж/кг-нан 4692-5402 кДж/кг-ға дейін азайды.

Түйін сөздер: жылу техникалық есептеу, энергия үнемдеу, клинкер, портландцемент, шикізат қоспасы, күйдіру, қорғасын шлағы, көмір өндіріс қалдығы.

A. Batyrgaliyev

(Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: askhat.b.b@gmail.com)

**COMPLEXES AND SYSTEMS REVIEW OF THE TECHNICAL MEANS SECURITY
ASSESSMENT AGAINST THE INFORMATION LEAKAGE THROUGH THE CHANNEL OF
SIDE ELECTROMAGNETIC RADIATIONS AND INDUCTIONS**

Abstract. This article provides an overview of automated systems and systems for assessing the protection of technical equipment against information leakage through the spurious electromagnetic radiation channel and interference. Decommissioned complexes and the complexes intended for the decision of separate problems on researches of collateral electromagnetic radiations are listed.

In addition, a comparative analysis of the main technical characteristics and functionality of the considered complexes and systems is given.

Keywords: spurious electromagnetic radiation and interference, special studies, security assessment systems.

А.Б. Батыргалиев

(Satbayev University, г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: askhat.b.b@gmail.com)

**ОБЗОР КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ ОЦЕНКИ ЗАЩИЩЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ
СРЕДСТВ ОТ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ ПО КАНАЛУ ПОБОЧНЫХ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ И НАВОДОК**

Аннотация. В данной статье проведен обзор автоматизированных комплексов и систем оценки защищенности технических средств от утечки информации по каналу побочных электромагнитных излучений и наводок. Перечислены снятые с производства комплексы, а также комплексы, предназначенные для решения отдельных задач по исследованиям побочных электромагнитных излучений.

Кроме того, приведен сравнительный анализ основных технических характеристик и функциональных возможностей рассмотренных комплексов и систем.

Ключевые слова: побочные электромагнитные излучения и наводки, специальные исследования, системы оценки защищенности.

Введение

Вопросам побочных электромагнитных излучений и наводок (ПЭМИН) посвящено большое количество теоретического материала, разработаны различные нормативные и методические документы, приняты стандарты, разрабатываются и производятся средства и методы защиты, оценки защищенности.

Задача анализа опасности ПЭМИН с позиции возможности утечки информации является весьма сложной и трудоемкой. Для эффективного решения указанной задачи разработаны и производятся автоматизированные комплексы оценки защищенности технических средств. В основе работы таких комплексов лежат схожие принципы – исследуемое техническое средство поочередно переключается то в активный (тестовый) режим работы, при котором возможно относительное простое выявление характеристик ПЭМИН, то возвращается в пассивное состояние, при котором излучения минимальны или отсутствуют. Сравнение излучений в активном и пассивном режимах позволяет выявлять частоты информативных ПЭМИН [1]. Однако, применяемые при этом функциональные возможности и технические характеристики различных комплексов отличаются друг от друга.

Основная часть

Ручной поиск и измерение информативных ПЭМИН технических средств обработки, хранения и передачи информации является весьма сложным, трудоёмким, длительным и требующим высокого концентрации и внимания оператора процессом. Большая часть выполняемых оператором операций – однообразные рутинные процедуры: перестройка частоты, регистрация обнаруженных информативных ПЭМИН, запись частот и уровней этих излучений в таблицу и др. В этой связи автоматизация измерений параметров информативных ПЭМИН является важной и актуальной

задачей, как в практическом плане, так и в теоретическом аспекте. С позиции теории требуется обоснованно выбрать метод автоматизации измерений, а на практике создать измерительный комплекс, реализующий методы автоматизации измерений.

Как было отмечено, поиск информативных ПЭМИН требует от оператора постоянной сосредоточенности, концентрации внимания. Однако, работать в таком режиме человек может лишь ограниченное время, после чего ему необходим отдых, требуемая продолжительность которого определяется индивидуальными особенностями его организма. При более длительной работе наблюдается эффект «замыливания глаза», когда оператор перестает распознавать информативные сигналы среди шумов, пропускает их гармонические составляющие, допускает иные ошибки. При большом объеме технических средств, подлежащих специальным исследованиям (СИ), требуется пропорциональное увеличение штата операторов, что по вполне понятным причинам, не всегда представляется возможным и целесообразным. В таких случаях, автоматизация процесса измерений ПЭМИН является естественным решением возникающей проблемы. Также, автоматизация поиска и измерения параметров сигналов информативных ПЭМИН позволяет значительно упростить процесс СИ на всех этапах их проведения: поиска сигналов ПЭМИН, измерение их параметров и расчет требуемых значений защищенности. Кроме того, применение специализированных комплексов и систем освобождает оператора от подбора средств измерений, различных преобразователей, усилителей, коммутаторов, кабелей, разъемов, штативов и др. средств, а также их сочетания [2-6].

В настоящее время на рынке средств технической защиты информации представлено большое количество автоматизированных систем и комплексов оценки защищенности технических средств по каналу ПЭМИН. Далее приведен обзор этих систем и комплексов.

1. Автоматизированная система оценки защищенности технических средств от утечки информации по каналу ПЭМИН «Сигурд», обеспечивающая автоматический и ручной поиск сигналов ПЭМИН исследуемого технического средства по электрической и магнитной составляющим электромагнитного поля, а также в отходящих линиях. Система «Сигурд» позволяет производить расчет показателей защищенности технических средств от утечки информации по каналу ПЭМИН, исследование систем активного зашумления (САЗ) и расчет показателей их эффективности [7].

В состав системы «Сигурд» входят анализатор спектра или измерительный приемник, антенны дипольная электрическая и рамочная магнитная, штатив для установки антенного блока, пробник напряжения (токосъемник), измерительные кабели, управляющий компьютер (ноутбук) и специальное программное обеспечение («Сигурд-Интерфейс», «Сигурд-Лайт», «Сигурд-Дельта» и «Сигурд-Тест»).

Существует несколько модификаций системы «Сигурд» (М3, М5, М7, М8 и М19), которые отличаются входящими в их состав измерительными приемниками или анализаторами спектра.

Система «Сигурд» работает под управлением специального программного обеспечения (СПО) автоматизации процесса поиска сигналов ПЭМИН «Сигурд-Интерфейс» [8]. ПО «Сигурд-Лайт» предназначена для обеспечения дистанционного управления измерительным средством (анализатором спектра или измерительным приемником) [9]. ПО «Сигурд-Дельта» применяется для проведения расчетов показателей защищенности технических средств от утечки информации по каналу ПЭМИН, а также показателей эффективности САЗ [10]. ПО формирования тестов на ПЭМИН «Сигурд-Тест» предназначена для управления работой подсистем ПЭВМ с целью формирования у них сигналов ПЭМИН заданного вида. Имеются версии, функционирующие под управлением операционных систем семейства Windows или LINUX/UNIX/MSVC [11, 12].

ПО «Сигурд-Тест» позволяет реализовать тестирование видеоподсистемы, COM- и LPT-портов, подключенных дисковых накопителей, клавиатуры, Ethernet, USB, CD-ROM подключенных принтеров и сканеров.

К системе «Сигурд» имеются дополнительные опции: устройство передачи информации по инфракрасному каналу «Сигурд-ИК» и модуль цифровой обработки сигналов «МК-14».

2. Аппаратно-программный комплекс «Легенда-18» предназначен для проведения СИ по каналу ПЭМИН технических средств обработки информации.

Комплекс является автоматизированной системой оценки защищенности средств вычислительной техники от утечки информации по каналу ПЭМИН, позволяющей осуществить полный цикл работ по инструментальному исследованию технических средств, включая поиск и обнаружение информативных составляющих побочных излучений и наводок, измерение их параметров, а также расчет показателей защищенности технических средств и формирование протокола исследований [13].

В комплектацию комплекса «Легенда-18» входят: анализатор спектра, антенны логопериодическая, измерительные дипольная и рамочная, пробник напряжения, кабели измерительные, управляющий компьютер (ноутбук), СПО «Легенда-18Р» («Программа расчета зон безопасности средств вычислительной техники «Легенда-18Рз», «Программа расчета защищенности средств вычислительной техники «Легенда-18Рк» и «Программа расчета эффективности средств активной защиты «Легенда-18Рсаз»).

3. Программно-аппаратные комплексы «Навигатор-ПхМ» предназначены для поиска и измерения ПЭМИН при контроле защищённости объектов информатизации от утечки информации, для оценки эффективности средств защиты информации от утечки за счёт ПЭМИН, для автоматизации измерений и расчётов показателей защищенности информации. Принцип действия комплексов основан на поиске и ПЭМИН, измерении и последовательном анализе амплитудно-частотных характеристик электрической и магнитной составляющих электромагнитного поля, а также характеристик сигналов в тракте, наведенных электромагнитными полями [14, 15].

Конструктивно комплексы имеют 4 модификации, различающиеся диапазонами рабочих частот («Навигатор-ПЗМ», «Навигатор-П4М», «Навигатор-П5М» и «Навигатор-П6М») и состоят из измерительного устройства (анализатор спектра), антенн измерительных, пробника напряжения пассивного, штатива диэлектрического, управляющего компьютера (ноутбука) и СПО («Навигатор», «Навигатор-С»).

СПО «Навигатор» со встроенным тестовой программой предназначено для автоматизированного управления процессом измерения, выполняемых комплексом. СПО «Навигатор-С» является математическим аппаратом, позволяющим производить расчет показателей защищенности информации от утечки по каналам ПЭМИН [15].

4. Аппаратно-программный комплекс «СОЖ» предназначен для проведения СИ технических средств обработки информации от утечки за счет ПЭМИН и обеспечивает измерение параметров ПЭМИН, обработки результатов измерений, выполнение необходимых расчетов и подготовку отчетной документации [16].

В состав комплекса «СОЖ» входят: анализатор спектра, комплект измерительных антенн и токосъемников, эквивалент сети, портативный компьютер, приемопередатчики беспроводного управления исследуемым компьютером и СПО.

5. Измерительно вычислительные комплексы «IRS» (Impulse Research System, «IRS-2000D», «IRS-3600D», «IRS-4000 Mobile») предназначены для исследования амплитудных и временных параметров слабых сигналов. Использование статистических методов обработки результатов измерений обеспечивает проведение измерений даже при наличии больших помех и позволяет достоверно определять амплитудно-временные параметры сигналов при соотношении сигнал/шум много меньше единицы. Эти комплексы совместно с СПО позволяют проводить СИ в области защиты информации и оценивать защищенность объектов информатизации, специальной техники, в том числе средств вычислительной техники по проводным каналам и ПЭМИН [17-19].

Также имеется возможность для проведения непрерывной и продолжительной записи сигнала в реальном времени, что позволяет организовать измерения и анализ сигналов протоколов Ethernet, DVI, HDMI и др.

В состав комплексов входят: системный блок с монитором, антенна, комплект кабелей и оптической гальваноразвязки «OpticSynx».

Комплект «OpticSynx» служит для вывода логических сигналов синхронизаций и/или событий из исследуемого аппарата посредством электронно-оптического преобразования и передачи их в комплексы типа IRS [20].

6. Автоматизированный комплекс радиомониторинга и поиска закладных устройств, обнаружения и измерения ПЭМИН от средств электронно-вычислительной техники (ЭВТ) «АКОР-ЗПК» является универсальным средством. Комплекс предназначен для обнаружения, идентификации и локализации устройств съёма речевой и видеoinформации (закладных устройств), установленных в помещении, электросети и проводных линиях; проверки оргтехники, офисной техники и средств связи на наличие радиоизлучений от аппаратных закладок; обнаружения и измерения ПЭМИН от средств ЭВТ, оргтехники и информационно-телекоммуникационных систем; выявления и измерения сигналов акустоэлектрических преобразований в сети электропитания, проводных линиях и по высокочастотному каналу [21].

Конструктивно комплекс выполнен в виде отдельного устройства. В состав комплекса входят: электрическая и магнитная антенны, звуковой коррелятор, блок измерения наводок по току и

напряжению «БИН 2-4» и блок низкочастотных измерений высокоомный «БНЧ-В» «БНЧ-В», специальное математическое обеспечение (СМО).

СМО включает в себя: тестовую программу «АКОР Test PC», позволяющей тестировать любые устройства средств ЭВТ (видеотракт, жесткий диск, дисковод, клавиатура, CD-R, CD-RW, принтер, сканер, локальную сеть, USB-flash drive) и определять параметры тестовых сигналов, необходимых для оценки их защищенности; программу управления комплексом «Мастер исследования ПЭМИН», позволяющей проводить технический анализ и измерение параметров тестового сигнала – частоты, напряженности поля, ширины спектра, периода и длительности тестовых сигналов; программу автоматического расчёта параметров защищенности «Расчётный модуль АКОР-М-Р»; пакета СМО «Мастер создания протоколов» для формирования протокола по результатам оценки защищенности информации.

7. Автоматизированный комплекс «АКОР-ПК/М» предназначен для обнаружения и измерения ПЭМИН от средств ЭВТ, оргтехники и информационно-телекоммуникационных систем, и сигналов акустоэлектрических преобразований; идентификации среди обнаруженных ПЭМИН информативных (тестовых) сигналов; расчёта параметров защищенности средств ЭВТ по измеренным тестовым сигналам; оценки защищенности оргтехники, офисной техники и средств связи по каналам акустоэлектрических преобразований [22].

Состав и предназначение комплекса, за исключением возможности обнаружения, идентификации и локализации закладных устройств, идентичен комплексу «АКОР-ЗПК».

8. Приемник измерительный «АРК-Д1ТИ» предназначен для проведения СИ технических средств на ПЭМИН; измерения параметров радиосигналов и напряженности электромагнитного поля; панорамного спектрального анализа; радиомониторинга и измерения параметров радиоизлучений в помещении; записи и технического анализа радиосигналов; анализа параметров базовых станций беспроводных сетей связи и передачи данных (GSM, IS-95, cdma2000, EV-DO, TETRA, UMTS, LTE, Wi-Fi, WiMAX, DECT, DMR, APCO P25), а также цифрового телевидения DVB-T/T2/H [23, 24].

Типовой состав приемника составляют: центральный блок со встроенным центральным радиоприемным устройством семейства «АРГАМАК», антенным коммутатором, источником питания от сети переменного тока и автомобильной бортовой сети с зарядным устройством и аккумулятором; «АРК-КНВ4» – выносной дистанционно управляемый конвертор радиосигналов; «АРК-А2М» – низкопрофильная комнатная антенна; «АРК-А14К» – широкополосная антенна; сетевые пробники активный («АРК-АСП2») и пассивный («АРК-ПСП2»); «АРК-МА2» – магнитная приемная антенна коротковолнового диапазона; «АРК-А12» – широкополосная антенна; устройство управления и отображения с программными пакетами «СМО-ПАИ», «СМО-СТА», «СМО-АСПД», «СМО-ПРИЗ», «СМО-ТЕСТ», «СМО-РАПИРА»; кейс для хранения и транспортировки аксессуаров.

Выносной дистанционно управляемый конвертор радиосигналов «АРК-КНВ4» предназначен для переноса радиосигналов ультравысокочастотных и сверхвысокочастотных диапазонов на промежуточную частоту [25].

Программа «СМО-ПАИ» предназначена для управления измерительной аппаратурой и обеспечивает взаимодействие всех устройств в режимах панорамного анализа в реальном масштабе времени и отложенной обработки [26].

Программный пакет «СМО-СТА» предназначен для технического анализа радиосигналов, измерения их параметров, определения вида модуляции, а также обеспечивает запись фрагментов радиосигналов в векторной форме, анализ сигналов на радиочастоте, детектированных сигналов и сигналов на поднесущей [27].

Программный пакет анализа спектрально-пеленгационных данных «СМО-АСПД» предназначен для воспроизведения результатов спектрального анализа [28].

Комплект программного обеспечения (ПО) ПЭМИН «СМО-ПРИЗ, СМО-ТЕСТ, СМО-РАПИРА» предназначен для выполнения комплекса задач исследований технических средств на наличие ПЭМИН, управления аппаратными средствами измерения параметров ПЭМИН и расчета параметров защищенности технических средств обработки информации по требованиям безопасности информации [1, 24, 29].

Помимо рассмотренных комплексов ранее применялись снятые с производства системы «Зарница П», «АКОР-ПК», «АКОР-1ПК», «АКОР-2ПК», «АРК-СИ (АРКАН)», «Легенда», «Легенда-05М», «Легенда-11», «IRS-1000», «Астра-В» и др.

Также на рынке представлены программно-аппаратные комплексы «Пегас» (с рабочими диапазонами частот до 4 ГГц или до 12,5 ГГц), предназначенные для оценки защищенности речевой

информации от её утечки за счёт модуляции акустическим сигналом ПЭМИН от технических средств, возникающей в результате акустоэлектрических преобразований [30, 31]. Выявление информативных побочных излучений позволяет осуществлять автоматизированная станция радиоконтроля «Фактор», предназначенная для решения задач комплексного технического контроля в стационарных и полевых условиях [32]. Программно-аппаратный комплекс для автоматизации измерений при проведении СИ и аттестации объектов информатизации «Аргонавт» позволяет проводить инженерные исследования и исследования на сверхнормативные побочные электромагнитные излучения [33].

Отдельно можно отметить автоматизированные системы измерения реального затухания электрического сигнала и/или электромагнитного поля между двумя исследуемыми точками в пространстве при выполнении объектовых СИ технических средств от утечки информации по каналу ПЭМИН. К таким системам относятся «Стентор», «Зонд-3», «Зонд-12», «Дистанция», «Гриф-РЗ», «АКОР-БЗС», «Зонд».

Однако, следует отметить, что основное предназначение комплексов «Пегас» и «Аргонавт», а также станции радиоконтроля «Фактор» отличаются от рассмотренных выше, специализированных на исследовании ПЭМИН, автоматизированных систем.

Отдельное необходимо обозначить решения компаний Rohde&Schwarz и Keysight Technologies в области исследования TEMPEST (Transient Electromagnetic Pulse Emanation Standard, представляет собой стандарт на переходные электромагнитные импульсные излучения работающей радиоэлектронной аппаратур, аналог ПЭМИН).

Тестовый приемник «R&S®FSWT» с полосой измерения до 500 МГц и очень высокой чувствительностью представляет собой TEMPEST измерительный приемник с цифровой оценкой сигналов. Приемник обладает очень высокими техническими характеристиками (чувствительность, рабочий диапазон частот, полоса пропускания, наличие предусилителя и большого количества фильтров и др.), а также весьма большим функционалом по демодуляции даже слабых сигналов. Для реализации аналогичных функций ранее применялись снятые с производства тестовые приемники «R&S FSET7» и «R&S FSET22».

«R&S®FSWT» позволяет проводить автоматическое сканирование предварительно сконфигурированных полос частот и сравнивать результаты сканирования. После окончания измерения, приемник последовательно выбирает обнаруженные частоты, и дает возможность пользователю оценивать сигналы на «слух» или с помощью встроенных функций анализа и измерения, таких как аналоговая демодуляция. С помощью приемника можно проводить измерения электромагнитных эмиссий в соответствии с MIL-STD-461 и иных коммерческих стандартов [34]. Наличие большого количества опций, включая векторный анализ сигналов (опция R&S®VSE-K70) и ПО «R&S®EMC32» и «R&S®ELEKTRA», для указанного приемника позволяют расширить его возможности при проведении измерений и анализа ПЭМИН с большой точностью и быстродействием.

Модульные анализаторы сигналов в формате VXI «Keysight E3238S» (сняты с производства в 2013 году) предназначены для перехвата и сбора сигналов. Анализаторы E3238S имеют широкий динамический диапазон, обеспечивающий выделение сигналов из шумов, высокое разрешение по частоте, позволяющее выявлять слабые сигналы, скрытые сигналами с более высоким уровнем, а также высокую скорость сканирования, что дает возможность захватывать сигналы длительностью в доли секунды. Последние модели были построены на базе анализаторов спектра серии PXA и работали совместно с ПО «RF Emissions Testing» [35-37]. На смену модульным анализаторам пришли системы спектрального мониторинга с ПО N6820ES (автоматический мониторинг спектра, перехват сигналов, сбор и классификация данных), 89601B (захват и анализ сигналов) и VSA 89600 (векторного анализа сигналов) [38].

Необходимо отметить, что рассмотренные автоматизированные комплексы, позволяют значительно облегчить рутинную работу специалиста-исследователя по поиску, верификации и расчету информативных ПЭМИН. Однако, такие комплексы имеют ряд своих недостатков. К основным из которых можно отнести следующие:

1) входящее в состав комплексов тестовое ПО предназначено для исследования ПЭМИН только компьютерной техники. Вследствие чего, при проведении СИ иных технических средств обработки и передачи информации потребуются разработка собственного ПО, позволяющего выявлять тестовые излучения, что потребует дополнительных затрат (временных, финансовых и др.);

2) ПО поиска и верификации может допускать множество ложных срабатываний, которые требуется анализировать оператору самостоятельно;

3) невозможность (нецелесообразность) применения всех имеющихся функций при проведении СИ разработке собственных технических средств обработки и передачи информации;

4) в состав большинства представленных на рынке комплексов входят средства измерений (анализаторы спектра или измерительные приемники) сторонних производителей (Rohde&Schwarz, Keysight Technologies, СК-Белан и др.). Таким образом, производителями, как правило, разрабатывается только управляющее, измерительное и расчетное ПО, а также отдельные модули. В некоторых комплексах применяются приемники собственного производства. Однако, эти приемники изначально затачивались для целей радиомониторинга (радиоконтроля, радиопеленгации);

5) более высокую стоимость по сравнению со средствами измерений (в стоимость входит цена СПО и др. расходы).

Вместе с тем, несмотря на имеющиеся недостатки, роль и место автоматизированных комплексов, с учетом их непрерывного обновления и доработки, при проведении СИ однотипной техники будет достаточно высока. Одновременно, большинство комплексов позволяют проводить оценку защищенности САЗ (генераторов пространственного электромагнитного зашумления), что делает их еще более привлекательными.

Для проведения СИ разрабатываемых технических средств в защищенном исполнении полагается целесообразным использовать специализированные приемники Rohde&Schwarz и Keysight. Однако, следует отметить их весьма высокую стоимость.

На рисунке 1 приведены основные характеристики для максимально возможных комплектаций комплексов (получены из официальных сайтов производителей).

	Сигурд М8	Легенда-18	Навигатор-П6М	СОЖ	ИВК IRS-3600D	АКОР-3ПК	АКОР-ПК/М	АРК-Д1П
Приемник	Анализатор спектра R&S FSV-13 (10 Гц-13,6 ГГц)	Анализатор спектра СК4-4051 (10 Гц-45 ГГц)	СЕТС AV4051H (3 Гц-50 ГГц)	Анализатор спектра R&S или Keysight	ИВК IRS-3600D (до 2 ГГц)	Приемник (10 Гц-12,5 ГГц)	Приемник (10 Гц-12,5 ГГц)	Приемник Д1П (9кГц - 18 ГГц)
Антенна электрическая	АП5-0 (9 кГц-2 ГГц)	АП 5-2 (9 кГц-2 ГГц), ЛПА-2 (1-12,5 ГГц)	АП5-0 (9 кГц-2 ГГц), АДА-9 (9 кГц-2 ГГц), ЕЛВ-26 (1-26 ГГц), АРП-40 (14-40 ГГц)	АП5-0 (9 кГц-2 ГГц)	АП5-0 (9 кГц-2 ГГц)			АРК-А12 (20-3000 МГц), АРК-А2М (25-3000 МГц), АРК-А14К (3-8 ГГц)
Антенна магнитная	АИР3-2 (9 кГц-30 МГц)	АИР3-2 (9 кГц-30 МГц)	АИР3-2 (9 кГц-30 МГц), АМА-30 (9 кГц-30 МГц)	АИР3-2 (9 кГц-30 МГц)				АРК-МА2 (9 кГц-30 МГц)
Пробник напряжения	Я6-122/1 (9 кГц-300 МГц)	Я6-122/1М (9 кГц-1 ГГц)	ШМЕЛЬ-П (3 кГц-400 МГц)	0,3 кГц-300 МГц		БИН-2-4 (9 кГц-500 МГц)	БИН-2-4 (9 кГц-500 МГц)	АРК-АСП2, АРК-ПСП2 (0,5 кГц-30 МГц)
Управляющее и измерительное СПО	Сигурд-Лайт, Сигурд-Интерфейс	Легенда-18	Навигатор	СПО	СПО	Мастер исследования ПЭМИН	Мастер исследования ПЭМИН	СМО-ПА, СМО-СТА, СМО-АСПД, СМО-РАШРА
Расчетное СПО	Сигурд-Дельта, Сигурд-Альфа	Легенда-18Рз, Легенда-18Рк, Легенда-18Рсз	Навигатор-С			АКОР-М-Р	АКОР-М-Р	СМО-ПРИЗ
Тестовое СПО Опши	Сигурд-Тест Модуль ЦОС МК-14, Сигурд-ШК, Сигурд-РМ		Навигатор			АКОР Test PC БНЧ-В	АКОР Test PC БНЧ-В	СМО-ТЕСТ АРК-А7А-3, АРК-А3А, СМО-БС, СМО-ЦТ

Рис. 1. Основные технические характеристики автоматизированных комплексов и систем

Выводы

В статье рассмотрены представленные на рынке комплексы для проведения СИ, позволяющие в автоматическом режиме проводить поиск и измерение ПЭМИН, проводить расчеты защищенности технических средств. Такие комплексы и системы призваны, в первую очередь облегчить работу специалиста-исследователя, а также повысить производительность его труда.

Вместе с тем, необходимо отметить, что, хотя такие комплексы облегчают процесс СИ, они не могут заменить работу специалиста – выявление структуры тестового сигнала, создание эталонного образа, формирование задания на проведение измерений, которые остаются за человеком [2].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Тупота В.И., Козьмин В.А., Переверзев С.Б., Петигин А.Ф., Токарев А.Б. Автоматизация исследования защищенности информации от утечки по каналу ПЭМИН // Специальная техника. – М.: 2007. – № 3 – С. 36-48.
- [2] Кузнецов Ю.В., Баев А.Б. Методы измерения ПЭМИН: сравнительный анализ // Защита информации. Конфидент – М.: 2002. – № 4-5 (46-47) – С. 54-57.
- [3] Сталенков С.Е., Василевский И.В., Мусатов С.В. Проблемы автоматизации поиска ПЭМИН и их решение в комплексе «Навигатор» // Защита информации. Конфидент – М.: 2002. – № 4-5 (46-47) – С. 58-64.
- [4] Судаков А.Н., Федоров П.Н. К вопросу о выборе средств измерений ПЭМИН // Защита информации. Конфидент – М.: 2002. – № 4-5 (46-47) – С. 66-67.
- [5] Козлов Н.Б. Опыт разработки и эксплуатации комплекса «Зарница П» // Защита информации. Конфидент – М.: 2002. – № 4-5 (46-47) – С. 70-73.
- [6] Кондратьев А.В. Техническая защита информации. Практика работ по оценке основных каналов утечки. – М.: Горячая линия – Телеком, 2016. -304 с.
- [7] Серия «Сигурд». Система оценки защищенности технических средств от утечки информации по каналу ПЭМИН [Электронный ресурс]. – <http://www.mascom.ru/equipment/sistemy-otsenki-zashchishchennosti-informatsii/sistemy-otsenki-kanala-pemin/sigurd.php>
- [8] Сигурд-Интерфейс. Программа управления аппаратурой системы «Сигурд» и автоматизации процесса поиска сигналов ПЭМИН [Электронный ресурс]. – <http://www.mascom.ru/equipment/programmnoe-obespechenie/po-kontrolja-zashchishchennosti-informacii/sigurd-interface.php>
- [9] Сигурд-Лайт. Программа управления измерительным средством [Электронный ресурс]. – <http://www.mascom.ru/equipment/programmnoe-obespechenie/po-kontrolja-zashchishchennosti-informacii/sigurd-lite.php>
- [10] Сигурд-Дельта. Программа расчета показателей защищенности технических средств от утечки информации по каналу ПЭМИН [Электронный ресурс]. – <http://www.mascom.ru/equipment/programmnoe-obespechenie/po-kontrolja-zashchishchennosti-informacii/sigurd-delta.php>
- [11] Сигурд-Тест. Программа формирования тестов на ПЭМИН (WINDOWS) [Электронный ресурс]. – <http://www.mascom.ru/equipment/programmnoe-obespechenie/po-kontrolja-zashchishchennosti-informacii/sigurd-test-windows.php>
- [12] Сигурд-Тест. Программа формирования тестов на ПЭМИН (LINUX/UNIX/МСВС) [Электронный ресурс]. – <http://www.mascom.ru/equipment/programmnoe-obespechenie/po-kontrolja-zashchishchennosti-informacii/sigurd-test-linux.php>
- [13] Аппаратно-программный комплекс «Легенда-18» [Электронный ресурс]. – https://www.nppgamma.ru/catalog/otsenka_zashchishchennosti_po_kanal_u_pemin/legenda_18/
- [14] Описание типа средства измерений. Приложение к свидетельству об утверждении типа средств измерений RU.С.34.314.А № 65140. – 6 с.
- [15] Программно-аппаратный комплекс поиска и измерения побочных электромагнитных излучений и наводок «Навигатор-ПХМ». Руководство по эксплуатации. ЛИБЮ.424400.049РЭ. – 48 с.
- [16] Аппаратно-программный комплекс «СОЖ» [Электронный ресурс]. – http://niitzi.by/niitzi.by?option=com_content&view=article&id=96:%D1%81%D0%BE%D0%B6&catid=32&Itemid=189&lang=ru
- [17] ИВК «IRS-2000D» [Электронный ресурс]. – <http://www.centeradc.ru/produkcija/kompjuternye-sistemy-i-kompleksy/ivk-irs-2000d>
- [18] ИВК «IRS-3600D» [Электронный ресурс]. – <http://www.centeradc.ru/produkcija/kompjuternye-sistemy-i-kompleksy/ivk-irs-3600d>
- [19] ИВК «IRS-4000 Mobile» [Электронный ресурс]. – http://www.centeradc.ru/produkcija/kompjuternye-sistemy-i-kompleksy/irs-4000_Mobile
- [20] Комплект гальваноразвязки «OpticSynx» [Электронный ресурс]. – <http://www.centeradc.ru/produkcija/dopolnitelnye-ustrojstva-dlja-sozdanija-sistem/komplekt-galvanorazvjazki-opticsynx>
- [21] Автоматизированный комплекс радиомониторинга и поиска закладных устройств, обнаружения и измерения ПЭМИН от средств ЭВТ «АКОР-ЗПК» [Электронный ресурс]. – <http://akor.com.ua/AKOR-3PK.pdf>
- [22] Автоматизированный комплекс обнаружения и измерения ПЭМИН от средств ЭВТ, оргтехники и информационно-телекоммуникационных систем «АКОР-ПК/М» [Электронный ресурс]. – http://akor.com.ua/AKOR-PK_M.pdf
- [23] Приемник измерительный «АРК-Д1ТИ» [Электронный ресурс]. – http://www.ircos.ru/ru/msr_d1ti.html
- [24] Тупота В.И., Козьмин В.А., Токарев А.Б. Применение многофункционального комплекса АРК-Д1ТИ для оценивания защищенности информации от утечки по каналу ПЭМИН // Специальная техника. – М.: 2006. – № 1 – С. 38-46.
- [25] Выносной дистанционно управляемый конвертор «АРК-КНВ4» [Электронный ресурс]. – http://www.ircos.ru/ru/msr_knv4.html
- [26] Программный пакет панорамного анализа, измерений и пеленгования «СМО-ПА/ПАИ/ППК» [Электронный ресурс]. – http://www.ircos.ru/ru/sw_pa.html

- [27] Программный пакет технического анализа радиосигналов «СМО-СТА» [Электронный ресурс]. – http://www.ircos.ru/ru/sw_sta.html
- [28] Программный пакет анализа спектрально-пеленгационных данных «СМО-АСПД» [Электронный ресурс]. – http://www.ircos.ru/ru/sw_aspd.html
- [29] Комплект программного обеспечения ПЭМИН «СМО-ПРИЗ, СМО-ТЕСТ, СМО-РАПИРА» [Электронный ресурс]. – http://www.ircos.ru/ru/sw_si.html
- [30] Программно-аппаратный комплекс выявления признаков модуляции речевой информацией сигналов электромагнитных излучений и наводок «Пегас» (диапазон частот до 4 ГГц) [Электронный ресурс]. – https://nelk.ru/catalog/sistemy_otsenki_zashchishchennosti_informatsii/programmno_apparatnye_kompleksy/pegas-diapazon-chastot-do-4-ggts/
- [31] Программно-аппаратный комплекс выявления признаков модуляции речевой информацией сигналов электромагнитных излучений и наводок «Пегас» (диапазон частот до 12,5 ГГц) [Электронный ресурс]. – https://nelk.ru/catalog/sistemy_otsenki_zashchishchennosti_informatsii/programmno_apparatnye_kompleksy/pegas-diapazon-chastot-do-12-5-ggts/
- [32] Автоматизированная станция радиоконтроля «Фактор» [Электронный ресурс]. – https://nelk.ru/catalog/sistemy_radiokontrolya_i_radioelektronnoy_borby/kompleksy_radiokontrolya/faktor/
- [33] Программно-аппаратный комплекс для автоматизации измерений при проведении СИ и аттестации объектов информатизации «Аргонавт» [Электронный ресурс]. – https://nelk.ru/catalog/sistemy_otsenki_zashchishchennosti_informatsii/programmno_apparatnye_kompleksy/argonavt/
- [34] Тестовый приемник «R&S®FSWT» [Электронный ресурс]. – https://scdn.rohde-schwarz.com/ur/pws/dl_downloads/dl_common_library/dl_brochures_and_datasheets/pdf_1/FSWT_bro_en_3607-0275-12_v0200.pdf
- [35] E3238S/35688E Система перехвата сигналов и сбора данных [Электронный ресурс]. – <https://www.keysight.com/ru/pd-100002709%3Aepsg%3Apro-pn-E3238S/signal-intercept-and-collection-system?nid=-32860.536880593&cc=RU&lc=rus>
- [36] PXA-based Tempest testing [Электронный ресурс]. – <https://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5992-1415EN.pdf?id=2710432>
- [37] RF Emissions Testing [Электронный ресурс]. – <https://www.keysight.com/main/editorial.jsp?cc=US&lc=eng&ckey=2320640&nid=null&id=2320640>
- [38] Системы спектрального мониторинга [Электронный ресурс]. – <https://www.keysight.com/ru/pcx-x205197/spectrum-monitoring-and-interference-systems?nid=-32509.0&cc=RU&lc=rus>

Батыргалиев А.Б.

Жанама электромагниттік сәулелену және нысаналау бойынша ақпарат таралуының техникалық арналары арқылы ақпарат таралуынан техникалық құралдардың қорғалғандығын бағалаудың кешендері мен жүйелеріне шолу

Түйіндеме. Бұл мақалада жанама электромагниттік сәулелену және нысаналау бойынша ақпарат таралуының техникалық арналары арқылы ақпарат таралуынан техникалық құралдардың қорғалғандығын бағалаудың кешендері мен жүйелеріне шолу жүргізілді. Өндіруден алынған кешендер, сондай-ақ жанама электромагниттік сәулеленуді зерттеудің жеке мәселелерін шешуге арналған кешендер аталып кетті.

Бұдан басқа, қарастырылған кешендер мен жүйелердің негізгі техникалық сипаттамалары мен функциялық мүмкіншіліктеріне салыстырмалы талдау келтірілген.

Түйін сөздер: жанама электромагниттік сәулелену және нысаналау, арнайы зерттеулер, қорғалғандықты бағалау жүйелері.

УДК 532.5; 54.03

ГРНТИ 27.35.45

^{1,3}**T. Amanzholov** ^{2,3}**M. Tungatarova** ^{2,3}**A. Toleukhanov** ^{2,3}**B. Akhmetov**

⁽¹⁾Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

⁽²⁾Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

⁽³⁾GreenWell Mechanics” LLP, Almaty, Kazakhstan

GEOTHERMAL HEAT STORAGE DEVICE: THERMAL CONDUCTIVITY COEFFICIENT TEST

Abstract. In recent decades, due to an increase in the cost of energy tariffs, the use of renewable energy sources as the main sources of energy has become increasingly actual and has great potential. In this regard, research is being conducted worldwide to reduce CO2 emissions and the cost of green energy, namely solar energy, in order to increase their competitiveness compared to traditional energy. Solar energy is intermittent and not consistent with demand in

energy so there is a need for a system for storing thermal energy. One of the most popular and cheap energy storage systems is underground thermal energy storage system (UTES).

Thermal response test (TRT) is considered as one of the most important tools in order to design underground thermal energy storages, namely borehole thermal energy storage (BTES), and ground-coupled heat pump systems.

In this paper, Thermal response test was conducted to define the thermal properties of terrain place. Also the Choi's model is used to accurately describe environment affection to the heat loss through the pipes of TRT installation in the intersection between heat source and ground.

Key words: Renewable energy, solar energy, thermal response test, geothermal heat storage device, thermal conductivity coefficient test.

Introduction

One of the most accuracy method of ground thermal properties determination is considered thermal response test (TRT) in order to design borehole thermal energy storage and geothermal heat pump systems. Based on the results of TRT, ground and borehole thermal properties are evaluated which are necessary to effectively construct borehole heat exchangers (BHE) and assess its efficiency. Moreover, results of the test give enough information on how efficient will be the ground in terms of thermal energy storage and help to pre-design a heat pump system with appropriate parameters.

The operation principle of the conventional TRT equipment is relatively simple. While passing through a heater, the temperature of the working fluid is gradually increased with constant heat input rate. The heated fluid, in turn, is circulated through a BHE thus warming up the borehole and the ground around it. During the test, the temperature of the working fluid is constantly measured at the input and output sections of the BHE.

Applying line source model to the collected temperature data, effective thermal conductivity λ_{eff} and borehole thermal resistance R_b are then estimated. It is known that these two parameters parametrize all the heat transferring processes in the subsurface around the BHE.

According to the geological structure of the earth, ground consists of different layers and depth of these layers depends on the location. However, line source model does not take into consider geological heterogeneity, presence of groundwater flow and type of aquifer. Moreover, in case of single and double U-type BHE, the spacing between pipes, depth of BHE and type of grouting material affects on borehole resistance R_b . Consequently, calculation of effective thermal conductivity λ_{eff} and thermal resistance R_b based on TRT results is overestimated.

Main objective of the current study is to obtain deeper insight into temperature field around borehole heat exchanger during TRT process in terms of experimental and numerical studies.

Experimental studies and TRT results give an opportunity to define the suitability of underground layers for storing of solar thermal energy and to set the value of temperature relaxation time of underground, but this is not sufficient to construct effective BTES and geothermal heat pump systems. Therefore, there are a need for mathematical model and numerical tool for careful study of mass and heat transfer processes underground. Furthermore, numerical model is developed based on finite difference technique, which is more simple method relatively to finite element method.

Test installation and procedure

Test installation

Data from the laboratory may not be accurate enough to describe the actual thermal properties of underground materials. One of the most accurate methods is TRT.

TRT installation was designed in order to determine thermal properties of the ground and measure the temperature field along the borehole. A layout and schematic diagram of the TRT installation and underground layers is illustrated in Figure 1. The TRT installation has to be very mobile and well defended from the ambient conditions. Therefore, TRT installation was designed as a box with width 0.5m, length 1m and height 1 m to freely move around the borehole and to avoid the excessive weight. The developed compact TRT installation is relatively simple and includes main equipment such as circulation pump "Grundfos" with flowrate 2.8 m³/h, 3kW water heater, expansion tank with the volume of 8-litre, pressure measuring device-manometer, air remover, valves, three temperature sensors and polypropylene connecting pipes. In order to maximally reduce the heat losses, the connecting pipes between TRT installation and borehole well wrapped with insulation material. Connection order of devices is very important from point of view correct operation of the whole system during the TRT. A couple of temperature sensors was mounted to measure inlet and outlet temperatures of BHE and the third one was mounted for measuring the temperature into the box. Additional five temperature

sensors located at every 10m along the borehole filled with cement and bentonite (grout), the length of borehole frame is 50m. All eight temperature sensors are joined to the data logger, which collects and records the temperature data every one minute throughout the test. Collected temperature data along the borehole are used not only for estimation of the temperature field but also for numerical and analytical investigations, too.

The undisturbed temperature of the ground has to be determined before the injection of heat disturbance. It is measured with two temperature sensors that measure inlet and outlet temperature of the borehole and it will be continued till the working fluid doesn't reach the thermal equilibrium on the inlet and outlet of U-shaped heat pipe.

Real TRT operation is started after the definition of the undisturbed ground temperature. Constant supplied heat and constant mass flow rate are retained whole time during the TRT test.

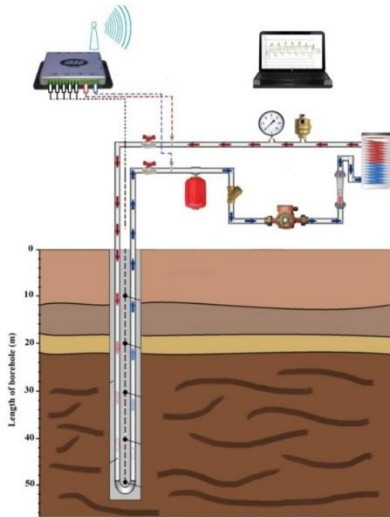


Fig. 1. Schematic diagram of the TRT installation and underground layers

Geological and hydrogeological structures

A specific information which includes geological structure, thermal conductivity, volumetric heat capacity and water content plays the crucial role in study and construction of Borehole Thermal Energy Storage.

Geological and hydrogeological structures of the place were carefully examined during the drilling process of the borehole. All underground layers depicted in Figure 1. How it looks like, the first layer is a loam that depth reaches 12m. The coarse sand layer is placed from 12m to 18m and groundwater flow was detected in this layer. Presence of groundwater flow is undesirable for borehole heat exchangers system construction. If the coarse sand layer has high permeability properties then the convective heat transfer leads to the large heat losses on the side surfaces of BTES. In the case of low permeability, convective heat transfer is negligible and conductive heat transfer plays predominant role. The coarse sand layer is followed by impermeable clay layer with thickness 4m and higher porosity. The last layer is fine-grained clayey sand with saturation 10%. If the speed of groundwater is in order 10-9, then volumetric heat capacity of the layer is doubled and facilitates to achieve a maximum efficiency of borehole thermal energy storage system. Table 1 provides information about layers of the soil around the BHE. The information in the table is used for conducting numerical analysis as well.

Table 1. Detailed information of rock layers around the borehole

Rock type	Depth (meters)	Thermal conductivity (W/m K)	Volumetric heat capacity (MJ/kg K)	Porosity (%)	Hydraulic permeability (m/s)
Loam	0-12	1.8	3.32	40	$1.16 \cdot 10^{-7}$
Coarse sand	12-18	0.83	3.38	33	$1.16 \cdot 10^{-5}$
Clay	18-22	2.33	1.38	45	$1.16 \cdot 10^{-8}$
Fine-grained clayey sand	22-55	1.75	3.19	35	$1.16 \cdot 10^{-6}$

Experimental studies (Thermal Response Test)
Line Source Model

The thermal properties of the terrain place must be known to build effective BTES systems. There are many methods of determining of ground thermal properties, but more of them have a low accuracy. The most accurate in situ method is TRT, which is based on the analytical model such as Line Source Model (LSM) (Eq. 1).

$$T_{cf,f}(t) = \frac{\dot{Q}}{H \cdot 4\pi \cdot \lambda} \ln(t) + \frac{\dot{Q}}{H} \left[\frac{1}{4\pi \cdot \lambda} \left(\ln\left(\frac{4\alpha}{r_b^2}\right) - \gamma \right) + R_b \right] + T_g \quad (1)$$

Simplified view of Eq.1 is expressed as:

$$T_{cf,f}(t) = k \cdot \ln(t) + m \quad (2)$$

where

$$\lambda = \frac{\dot{Q}}{H \cdot 4\pi \cdot k} \quad (3)$$

$$R_b = \frac{H}{\dot{Q}} \left[m - T_g - \frac{\dot{Q}}{H \cdot 4\pi \cdot \lambda} \left(\ln\left(\frac{4\alpha}{r_b^2}\right) - \gamma \right) \right] \quad (4)$$

In the Line Source Model, next assumptions are made: a considered medium is assumed as a homogeneous medium, supplied heat have to be constant and groundwater flow are not considered. Such assumptions are a weakness of this model and it impacts to the validity of TRT results, but errors, appearing due to the above assumptions, do not exceed more than 5%.

The accuracy of TRT results is violated not only by afocited, environmental temperature and voltage fluctuation impact also. The temperature response of the ground is determined as the mean value of inlet and outlet part temperature of the borehole heat exchanger, that's why accurately studying of environment influence is very important. Current fluctuations from electrical grid are controlled with a voltage regulator. Therefore, the current fluctuation is not considered in this paper.

Analytical model of temperature disturbance in the TRT

How it is seen in Figure 2, polypropylene insulation pipes connecting TRT rig with borehole heat exchanger are located in the open air. The length of connecting pipes is proposed same and equal to L .

Heat transfer between circulating fluid and environment is negligible inside the TRT rig. During performance of TRT circulating fluid are subjected by direct, diffuse and reflected solar radiation in the whole length of connecting pipes on the earth surface. It causes convective, conductive and radiative heat transfer between circulating fluid and environment. As a result, the temperature perturbation is appeared in a closed loop, which leads to accuracy decrease of TRT results. In order to increase TRT accuracy and calculate the real temperature at the inlet and outlet of borehole heat exchanger $T_{cf,in,BHE}$ and $T_{cf,out,BHE}$, respectively, an analytical model developed by W. Choi and R. Ooka [1] was used.

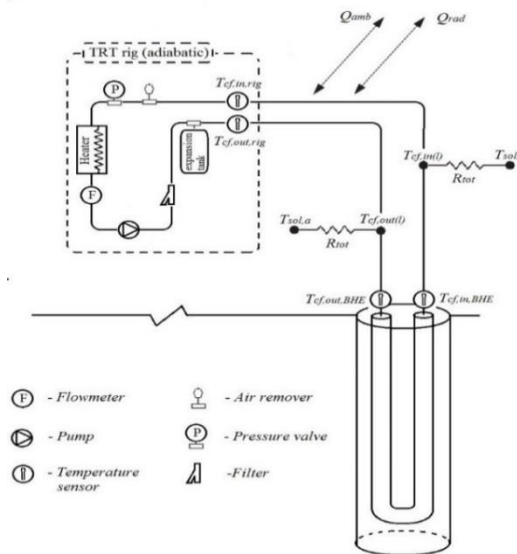


Fig. 2. Schematic of the TRT installation above the ground

Temperature changes in the whole length of connecting pipes are considered to calculate a real temperature change in inlet and outlet of borehole heat exchanger and it's can be written as:

$$\frac{dT_{cf,out}(l,t)}{dl} = \frac{1}{\rho_{cf} c_{cf} \dot{V}_{cf} R_{tot}(t)} (T_{sol,a}(t) - T_{cf,out}(l,t)) \quad (5)$$

Eq.5 is integrated in the interval $[0, L]$ and following equation is obtained:

$$\ln \left(\frac{T_{sol,a}(t) - T_{cf,out,rig}(t)}{T_{sol,a}(t) - T_{cf,out,BHE}(t)} \right) = \frac{L}{\rho_{cf} c_{cf} \dot{V}_{cf} R_{tot}(t)} \quad (6)$$

Right hand side of Eq.6 is denoted as k , which is a dimensionless parameter:

$$\frac{L}{\rho_{cf} c_{cf} \dot{V}_{cf} R_{tot}(t)} = k(t) \quad (7)$$

Substituting Eq.7 into Eq.6 and using the properties of natural logarithm can be obtain the following equation describing the real temperature at the one of the very important nodes $T_{cf,out,BHE}$:

$$T_{cf,out,BHE}(t) = \left(\frac{T_{cf,out,rig}(t) - T_{sol,a}(t)(1 - e^{-k_{out}(t)})}{e^{-k_{out}(t)}} \right) \quad (8)$$

where $T_{cf,out,rig}(t)$ is a measured temperature at inlet of TRT rig and $T_{sol,a}$ is the solar-air temperature. R_{tot} is a total thermal resistance of four serial connected materials. $T_{sol,a}$ and R_{tot} are considered in detail in next subsection.

The real temperature at the inlet of borehole heat exchanger is determined based on above-defined parameters and known temperature at the outlet of TRT rig. Thus, it can be written as:

$$T_{cf,in,BHE}(t) = T_{cf,in,rig}(t)e^{-k_{in}(t)} + T_{sol,a}(t)(1 - e^{-k_{in}(t)}) \quad (9)$$

Influence of environment on heat carrier temperature and derivation of above equations were described in detail in Ref. Choi[1].

Description of parameters.Solar-air temperature

TRT carried out in the vicinity of Almaty [43° 15'24"n.l., 76° 55'42"e.l.], where fall of solar radiation shows a high the mean monthly value of direct solar radiation (Figure 3). In August, there is a large amount of direct solar radiation intensity falls in Almaty and annual fluctuations in the intensity of direct solar radiation were shown in Figure 3. Therefore, during the investigation of ground thermal properties, the studying of convection and radiation heat transfer between circulating fluid and environment is very important. These processes facilitate appearing of temperature perturbation in the circuit above the ground. Because upper circumference of connecting pipes circuit above the ground is affected by the direct and diffuse radiation and lower half of circumference is affected by reflected radiation from the ground and longwave radiation. The solar-air temperature was introduced to consider the influence of these processes. The general form of $T_{sol,a}$ is:

$$T_{sol,a} = T_{amb} + F_{cor} \frac{a_{ins} I_{sol}}{h_o} \quad (10)$$

where a_{ins} is a absorptivity of foam surface, I_{sol} is the intensity of global solar irradiation, h_o is the overall heat transfer coefficient and F_{cor} is the correction factor. Derivation of Eq. 10 in detail described in Ref. [1].

Jürges [2] model, which was approximated by McAdams [3], is used as overall heat transfer coefficient h_o . Overall heat transfer coefficient h_o is linear function of wind velocity and expressed as:

$$h_o = 5.7 + 3.8v_w \quad (v_w \leq 5\text{ m/s}) \quad (11)$$

Correction is needed more accurately to define velocity of wind v_w on TRT installation level from the ground surface, because the weather stations are installed more higher than TRT installation level. Wind velocity correction is determined as:

$$v_w = v_w \left(\frac{z}{z_m} \right)^{\alpha_m} \quad (12)$$

where z is the height above the ground .

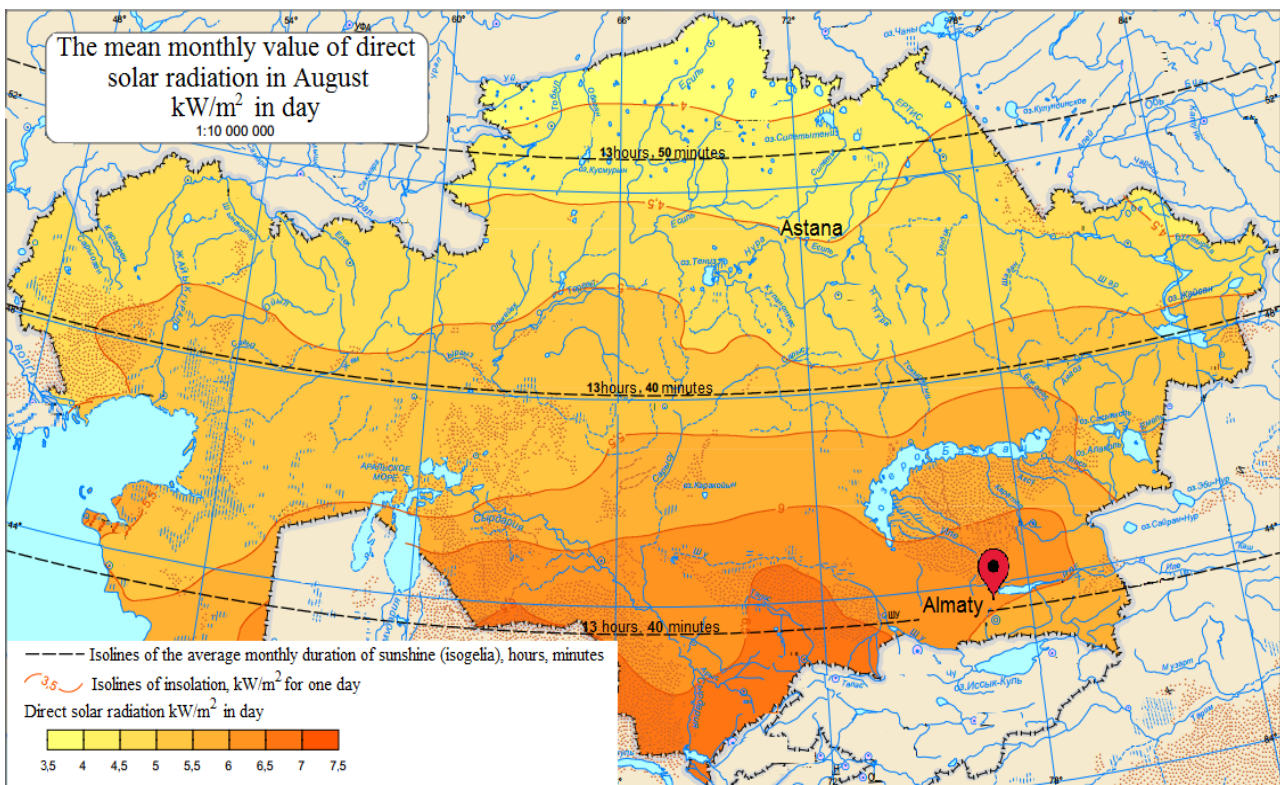


Fig. 3. Schematic of the TRT installation above the ground

Thermal resistance

In the main, thermal resistance coefficients of materials are determined experimentally. If there are thermal conductivity of materials are known, then thermal resistance can be calculated based on simple formulations. The composite system in Figure 4 is considered. There are four thermal resistances between heat carrier and environment: convective thermal resistance in the circulating fluid from the center to the inner radius of pipe, conductive resistance in pipe from inner radius to outer radius of pipe, conductive resistance of the insulation material with thickness 1 cm and convective resistance on the surface of the insulation material. In such a case total thermal resistance of connecting pipes is determined as:

$$R_{tot} = R_{c,i} + R_p + R_{ins} + R_o \quad (13)$$

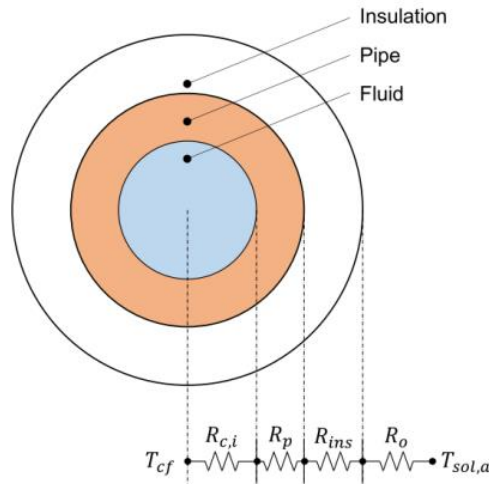


Fig. 4. Thermal resistance between circulating fluid and environment.

Eq.13 can be written more precisely as:

$$R_{tot} = \frac{1}{2\pi r_{p,i} h_i} + \frac{\ln(r_{p,o} / r_{p,i})}{2\pi \lambda_p} + \frac{\ln(1 + \tau_{ins} / r_{p,o})}{2\pi \lambda_{ins}} + \frac{1}{2\pi r_{ins,o} h_o} \quad (14)$$

The convective heat transfer coefficient is defined through the Nusselt number (Nu):

$$h_i = \frac{Nu \lambda_{cf}}{2r_{p,i}} \quad (15)$$

Nusselt number depends on velocity of circulating fluid in closed loop and roughness of pipe surface:

$$Nu = \frac{(f/8)(Re-1000) Pr}{1 + 12.7(f/8)^{0.5} (Pr^{2/3} - 1)} \quad (16)$$

For determining dimensionless parameters Re and Pr are utilized the following expressions:

$$Re = \frac{\rho_{cf} v_{cf} 2r_{p,i}}{\mu_{cf}} \quad (17)$$

$$Pr = \frac{\mu_{cf} c_{cf}}{\lambda_{cf}} \quad (18)$$

The roughness of the inner surface of pipe is negligible and Darcy friction f is approximated as:

$$f = (0.79 \ln Re - 1.64)^{-2} \quad (19)$$

Results and discussions

TRT conducted at the Agro-Bio Center of Al-Farabi Kazakh National University, Almaty

At the Agro-Bio Center laboratory of Al-Farabi Kazakh National University was conducted TRT in propose to determine the thermal conductivity and thermal resistance coefficients of the ground for study of heat transfer processes between borehole heat exchanger and soil.

TRT was carried out on August in 2016 in the surrounding area of Almaty. Test was continued 7 days. For implementation of the test was used TRT installation developed by authors.

Before the beginning of TRT, undisturbed ground temperature, which were used in numerical simulation as an initial depth depending temperature, was determined.

The perturbations of temperature were recorded by data logger every one minutes and illustrated in Figure 5. There are six temperature fluctuations are illustrated, five of them are temperature fluctuations by depth and last one is ambient temperature fluctuation. Ambient temperature sensor was installed in the TRT installation, therefore there are level of temperature is very high.

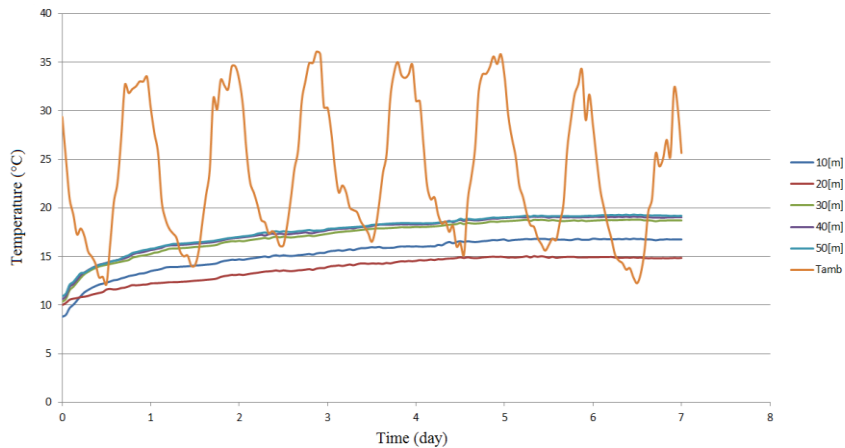


Fig. 5. Temperature perturbation along the borehole heat exchanger during the TRT.

Also, inlet and outlet temperature was measured. Figure 6 shows inlet T_{in} , outlet T_{out} and average T_f

$$T_f = \frac{T_{in} + T_{out}}{2}$$

temperatures and temperature of ambient, where

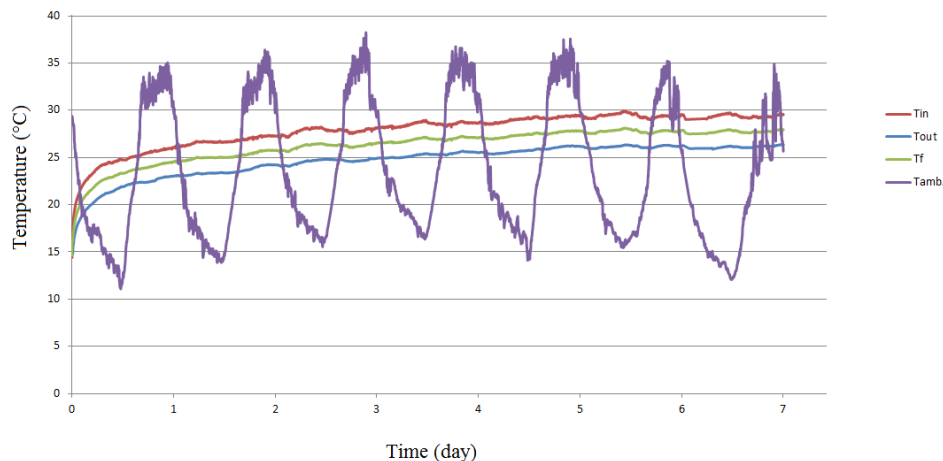


Fig. 6. Temperature perturbation at the inlet and outlet part of BHE.

Using the developed mathematical model by W.Choi and R.Ooka the experimental data was analyzed to increase the accuracy of TRT results.

To determine the thermal conductivity and thermal resistance of the ground was build the regression line for full time (Figure 7).

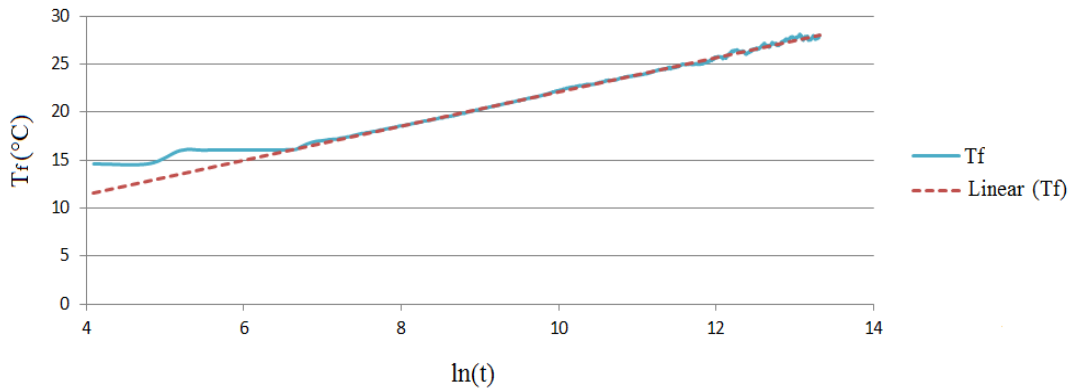


Fig. 7. Regression line for full time.

The results of interpolation without taking into account the first 10 hours are shown in Figure 8.

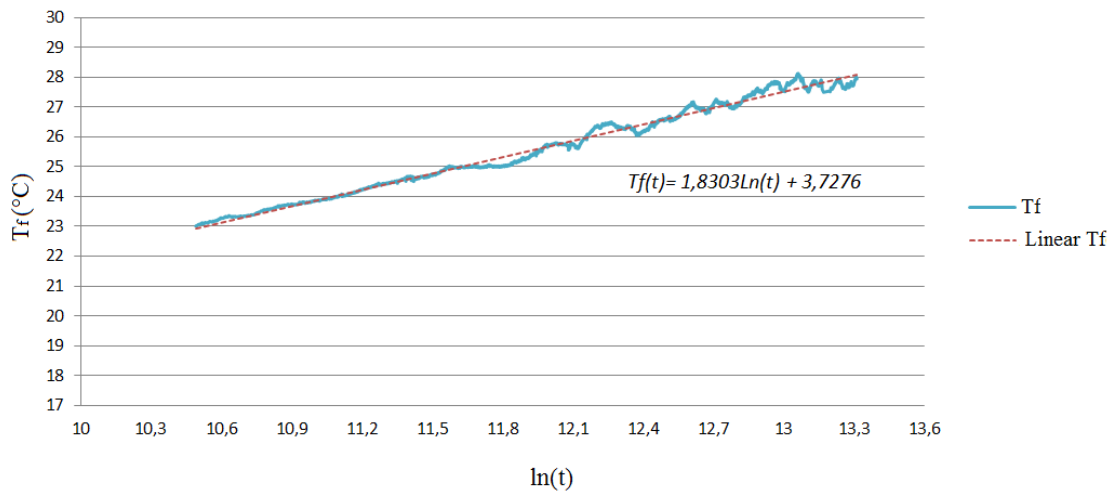


Fig. 8. Regression line without 10 hours.

In this case, deviations at the beginning of the experiment are also observed, and interpolations were carried out without the first 24 hours of the experiment (Figure 9).

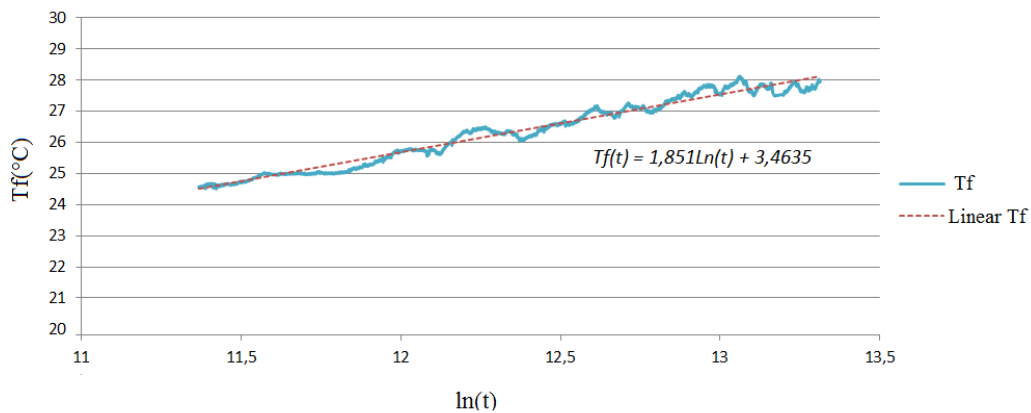


Fig. 9. Regression line without 24 hours.

Regression line was built without 48 hours to accurately define thermal conductivity and thermal resistance coefficients (Figure 10).

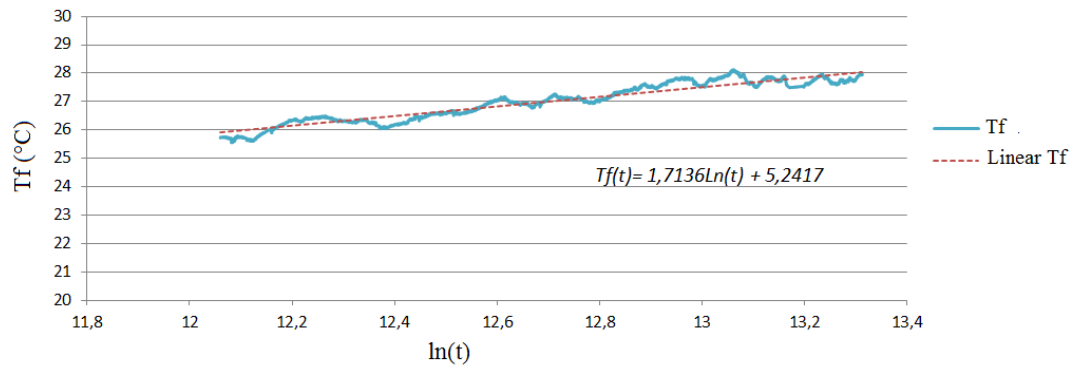


Fig. 10. Regression line without 48 hours.

The thermal conductivity and thermal resistance coefficients were calculated taking into account the temperature perturbation in the connecting pipes above the ground (Table 2).

Table 2. Results of TRT carried out at the al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

Time	k	m	Q [J/s]	λ [W/mK]	Rb [K/W]
10th hour	1,83	3,7276	1924,845	1,674610615	0,207741267
1st day	1,851	3,4635	1924,845	1,655883203	0,205710277
2nd day	1,7136	5,2417	1924,845	1,788655351	0,219845643
Mean				1,71	0,21

The value of the thermal conductivity depends on the geological structure of ground. In the case of a high thermal conductivity of the ground, the storage of thermal energy for a long period of time becomes impossible due to the rapid transferring of heat from one place to another. Otherwise, if the thermal conductivity of the ground is low, the quantity of stored thermal energy will be insufficient in amount. Therefore, there is a range of thermal conductivity, which is optimal for storing of thermal energy.

Conclusion

In last decades widely investigations and design works were carried out in the world on storage systems of thermal energy. In Europe was counted, that it is possible to save near 1.4mln GWH, also avoid 400mln tons of CO2 emissions if cooling and space heating systems are replaced by heat and cold accumulators with solar thermal collectors and geothermal heat pumps.

Investigations of heat transfer in Borehole Thermal Energy Storage systems and TRT were firstly carried out in Kazakhstan. During the investigations in order to conduct the TRT, special equipment was needed. The installation was developed by the authors and discussed in detail in this work. The main aim in the development of the installation was to make it mobile and compact with dimensions of 1m×1m×0.5m (height length width), and the expectations were achieved. The developed installation was used to conduct TRT for the first time in Almaty towards mid of May, 2016.

After building of TRT installation, experimental studies was successfully carried out at the Agro-Bio Center of Al-Farabi Kazakh National University, in surrounding area of Almaty and thermal conductivity and thermal resistance coefficients was determined. The value of the thermal conductivity coefficient, which is the main indicator of the suitability of ground for the storage of solar thermal energy, of the ground shows the possibility of storing solar thermal energy in terrain place.

Acknowledgments

This work was performed within the frame of World Bank project № APP-JRG-16/0071P titled “Technology of seasonal accumulation of solar thermal energy for heating and hot water supply of a residential area / multi-storey buildings”.

REFERENCES

- [1] W. Choi, R. Ooka, Effect of disturbance on thermal response test, part 1: Development of disturbance analytical model, parametric study and sensitivity analysis, Renewable Energy 85(2016) 306-318.

- [2] W. Jürges, Der warmeübergang an einer ebenen wand (heat transfer at a plane wall, Gesundheits-Ingenieur (Beihefte 1) (1924).
- [3] W.H. McAdams, Heat Transmission, third ed., McGraw-Hill, New York, 1958.
- [4] Al-Khoury R., Bonnier P. G. and Brinkgreve R. B. J., Efficient finite element formulation for geothermal heating systems // International journal for numerical methods in engineering.-2005. -P. 988-1013.
- [5] Al-Khoury R., Nabi M., An efficient finite volume model for shallow geothermal systems. Part I: Model formulation // Computers & Geosciences.-2012. –Vol.49, -P. 290-296.
- [6] B. Akhmetov, A. Georgiev, R Popov, D.Zh. Atanasova, M. Tungatarova, A. Kaltayev Thermal Energy Storage systems – Review // Bulgarian Chemical Communications 2016, V. 48, Special Issue E, 31-40 p.
- [7] L. Boeck, S. Verbeke, A. Audenaert, L. Mesmaeker Improving the energy performance of residential buildings: A literature review // Renewable & Sustainable Energy Reviews 2015. V. 52, 960-75 p.
- [8] <http://underground-energy.com/>

Аманжолов Т., Тунгатарова М., Толеуханов А., Ахметов Б.

Геотермалды жылу сақтау аккумуляторы: жердің жылу өткізгіштік коэффициентін табуға арналған тәжірибе

Түйіндеме. Соңғы жылдарда энергияға тарифтердің өсуі есебінен энергияның негізгі көздері ретінде жаңартылатын энергия көздерін пайдалану маңызды және үлкен әлеуетке ие. Осыған байланысты, жаңартылатын энергия көздерінің бәсекеге қабілеттілігін арттыру мақсатында, CO₂ шығындарын азайту және жасыл энергияның, атап айтқанда, күн энергиясының құнын төмендету үшін бүкіл әлем бойынша зерттеулер жүргізілуде. Күн энергиясы тұрақты емес және энергия сұранысына сәйкес келмейді, сондықтан жылу энергиясын сақтау қажеттілігі туады. Ең танымал және арзан энергия сақтау жүйелерінің бірі - жерасты жылу энергиясын сақтау жүйесі.

Жердің жылу өткізгіштік коэффициентін табуға арналған тәжірибе геотермалды жылу сақтау аккумуляторының және геотермалды жылу насосының жүйелерін жобалауда маңызды құралдарының бірі болып саналады.

Бұл мақалада топырақтың жылу қасиеттерін анықтау үшін термиялық реакция тесті өткізілді. Сонымен қатар, жылу көзі мен жердің қиылысындағы жердің жылу өткізгіштік коэффициентін табуға арналған тәжірибе қондырғысының құбыры арқылы арқылы жылудың жоғалуына қоршаған ортаның әсерін дәл сипаттау үшін Чой моделі қолданылады.

Түйін сөздер: жаңартылатын энергия көздері, күн энергиясы, жердің жылу өткізгіштік коэффициентін табуға арналған тәжірибе, геотермалды жылу сақтау аккумуляторы, жылу кедергісінің коэффициенті.

УДК 519.68; 681.513.7;
612.8.001.57; 007.51/.52

А.Ж.Ахметова, Л.Л. Ла

(Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева,
Астана, Республика Казахстан. E-mail: akhmetova_azh@mail.ru, lira_la@hotmail.com)

**АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ИЗМЕНЕНИЯ В ИНФОРМАЦИОННОМ
ПРОСТРАНСТВЕ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ**

Аннотация. Данная статья посвящена проблемам анализа компьютерных социальных сетей. Речь идет о методе R/S анализа, которое можно использовать для прогнозирования изменения событий в социальных сетях. В статье описывается алгоритм относительно нового статистического метода — R/S анализа, описанного Гарольдом Херстом. Данный метод анализа временных рядов позволяет определить, является ли временной ряд случайным или персистентным, то есть обладающим долговременной памятью. Описаны данные, которые можно использовать как временные данные. Для проведения экспериментов была разработана программа с модулями извлечения и анализа данных. К временным данным, полученных из компьютерных социальных сетей, применяется алгоритм R/S анализа и делается вывод об их персистентном характере.

Ключевые слова: социальные сети, анализ социальных сетей, интернет, vkontakte, анализ данных, R/S анализ.

Введение. Социальные сети стали очень популярными в последние годы из-за растущего и доступности интернет-устройств, таких как персональные компьютеры, мобильные устройства и другие новейшие аппаратные инновации, такие как планшеты и т.д. Об этом свидетельствует растущая популярность многих онлайн-социальных сетей, таких как Twitter, vkontakte, Facebook и LinkedIn. В социальных сетях содержится огромное количество сетевых данных. Социальные сети могут быть как Facebook, которые явно предназначены для социальных взаимодействий, или такие как Flickr, которые предназначены для совместного использования контента, но они также позволяют пользователям взаимодействовать друг с

другом в онлайн режиме. В общем, социальная сеть определяется как сеть взаимодействий или отношений, где узлы состоят из актеров, а ребра состоят из отношений или взаимодействий между этими участниками. Все эти данные дают нам возможность делать различного рода анализы.

Анализ социальных сетей можно использовать для исследования взаимодействий между пользователями социальной сети, прогнозирования их дальнейшего поведения, классификации пользователей и сообществ, моделирования информационных потоков в сетях.

Метод R/S-анализа. Для эффективного проведения информационно-аналитических исследований на основе анализа контента сети предлагается использовать Метод R/S-анализа,

Метод R/S-анализа – это статистический метод анализа временных рядов или числовых последовательностей (преимущественно финансовых), позволяющих определить некоторые важные их характеристики, такие как наличие неперiodических циклов, «памяти» у процесса, степень хаотичности и т.д. [1]. Метод применим и для анализа изображений, т.к. можно рассматривать последовательность значений функции яркости вдоль некоторой прямой или кривой линии. Интересно, что метод применяется в химии для анализа микрофотографий (например, лигнина), и метод показал определенную эффективность [2,3].

Важной характеристикой, вычисляемой методом R/S-анализа, является показатель Хёрста, обычно обозначаемый H , который характеризует степень хаотичности процесса.

Отметим, что в случае, когда $0.5 < H < 1$ говорят о персистентном (поддерживаемом) поведении процесса, либо о том, что процесс обладает длительной памятью. Другими словами, если в течение некоторого времени в прошлом наблюдались положительные приращения процесса, то есть происходило увеличение, то и впредь в среднем будет происходить увеличение. Иначе говоря, вероятность того, что процесс на $i+1$ шаге отклоняется от среднего в том же направлении, что и на i шаге настолько велика, насколько параметр H близок к 1. Таким образом, персистентные стохастические процессы обнаруживают четко выраженные тенденции изменения при относительно малом «шуме».

В случае, когда $0 < H < 0.5$ говорят об антиперсистентности процесса. Здесь высокие значения процесса следуют за низкими, и наоборот. Другими словами, вероятность того, что на $i+1$ шаге процесс отклоняется от среднего в противоположном направлении (по отношению к отклонению на i шаге) настолько велика, насколько параметр H близок к 0. При $H=0.5$ отклонения процесса от среднего являются действительно случайными и не зависят от предыдущих значений, что соответствует случаю броуновского движения [4].

В настоящее время этот метод применили для анализа социальных сетей, а именно для прогнозирования кого-либо события в сети. Ниже приведены соответствующие формулы и результаты исследования.

Алгоритм RS-анализа

1. Дан исходный ряд S_t . Рассчитаем логарифмические отношения: $N_t = \ln \frac{S_t}{S_{t-1}}$

Разделим ряд N на A смежных периодов длиной n . Отметим каждый период как I_a ,

где $a = 1, 2, \dots, A$. Определим для каждого I_a среднее значение: $E(I_a) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n N_{k,a}$

3. Рассчитаем отклонения от среднего значения для каждого периода I_a : $X_{k,a} = \sum_{i=1}^k (N_{i,a} - E(I_a))$

4. Рассчитаем размах в пределах каждого периода: $R_{I_a} = \max(X_{k,a}) - \min(X_{k,a})$

5. Рассчитаем стандартное отклонения для каждого периода I_a : $S_{I_a} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (N_{k,a} - E(I_a))^2}$

6. Каждый R_{I_a} делим на S_{I_a} . Далее рассчитываем среднее значение R/S:

$$R/S_{(n)} = \frac{\sum_{a=1}^A R/S(A)}{A}$$

7. Увеличиваем n и повторяем шаги 2-6 до тех пор, пока $n \leq N/2$

Вычисляя в соответствии с вышеприведенным алгоритмом значения R/S, образуем из них и соответствующих значений количества элементов n последовательность точек на плоскости

$(x_n - y_n) = (\ln n, \ln RS_n)_{n=1}^N$. Осталось применить метод наименьших квадратов (МНК) для определения углового коэффициента прямой, проходящей максимально близко к полученным точкам. По известной МНК-формуле, полагая

$$c_1 = \sum_{i=1}^N x^2, c_2 = \sum_{i=1}^N x, g_1 = \sum_{i=1}^N xy, g_2 = \sum_{i=1}^N y$$

Дальше находим коэффициент Хёрста:

$$H = \frac{Ng_1 - c_2g_2}{Nc_1 - c_2^2}$$

Мы решили сделать эксперименты на данных, взятых из социальных сетей. В наших расчетах мы четко придерживались приведенного выше алгоритма. В качестве исходных данных были взяты хэштеги событий. Хэштег — это ключевое слово или фраза, отмеченное символом «решетка». Вот несколько примеров хэштегов: #Казахстан, #ГеннадийГоловкин, #Олимпиада, #выборыпрезидента и т.п. С помощью хэштегов пользователи социальных сетей группируют тематические сообщения и создают информационные каналы. Помечая хэштегом собственное сообщение, автор включает его в соответствующий канал. Большинство популярных социальных сетей, включая Facebook, «ВКонтакте», Twitter, Google+, YouTube и другие, поддерживает функции хэштегов. Отмеченные знаком «решетка» ключевые слова после публикации сообщения превращаются в кликабельные гиперссылки. Перейдя по ссылке, пользователь получает ленту сообщений, отмеченных соответствующим хэштегом. Хэштег появился как ответ на потребность упорядочить нарастающий информационный хаос в соцсетях.

И так, в нашем случае это хэштеги: #девальвация тенге, #ДенисТен, #ГоловкинАльварес и другие показаны в таблице. Диапазон исходных данных составил 2 месяца: с 15.08.2018 по 15.10.2018 Источником данных послужил сайт vk.com [4]. Итоги анализа показаны в Табл. 1.

Табл.1. Таблица исходных данных

Хэштег	Количество исходных данных	H (показатель Херста)
#ДенисТен	12	0,5978
# Девальвациятенге	12	0.2179
#ГоловкинАльварес	12	0.0794
#Выборыпрезидента	12	0.4390
#Казахфильм	12	0.1123
#БаянЕсентаева	12	0.3378
#БатырханШукенов	12	0.4905

Значения показателя Херста говорят о том, что динамика хэштега #ДенисТен персистентна, так как значение лежит $0.5 < H < 1$. А показатели Херста для #Девальвациятенге и других антиперсистентна, значения близки к 0.

Как показали данные полученные на 10.02.2019 (Табл.2) динамика хэштега #ДенисТен действительно персистентна, а динамика хэштегов #Девальвациятенге и #ГоловкинАльварес антиперсистентна.

Табл.2. Количество публикаций по хэштегам на 15.10.2018г.

Хэштег	Количество публикаций
#ДенисТен	382
# Девальвациятенге	220
#ГоловкинАльварес	626
#Выборыпрезидента	93
#Казахфильм	118
#БаянЕсентаева	397
#БатырханШукенов	455

Табл.3. Количество публикаций по хэштегам на 10.02.2019г.

Хэштег	Количество публикаций
#ДенисТен	19800
#Девальвациятенге	250
#ГоловкинАльварес	653
#Выборыпрезидента	134
#Казахфильм	188
#БаянЕсентаева	487
#БатырханШукенов	589

Для проведения экспериментов разработана программа программа с модулями извлечения и анализа данных. Все модули реализованы на языке Python для широкого круга операционных систем, на которых может работать комплекс. Структура программного комплекса показана на Рис.1.

Модуль извлечения данных имеет возможность извлекать данные, в первую очередь, из социальной сети: vkontakte. На данный момент этот модуль имеет возможность функционального расширения практически на любую социальную сеть, в зависимости от предоставляемого API.

Для работы с большинством методов API необходимо передавать в запросе access_token — специальный ключ доступа. Токен — это строка из цифр и латинских букв, которую Вы передаете на сервер вместе с запросом. Из этой строки сервер получает всю нужную ему информацию. Есть разные способы получения токена, более того, он может быть выдан не только пользователю, но и сообществу, и сразу всему приложению.

Получить ключ доступа пользователя можно одним из этих способов:

- Implicit flow. Для работы с API от имени пользователя в Javascript-приложениях и Standalone-клиентах (десктопных или мобильных).
- Authorization code flow. Для работы с API от имени пользователя с серверной стороны Вашего сайта.

В нашем случае используется первый способ.

Основные методы, которые мы используем:

Users - Методы для работы с данными пользователей.

Wall - Методы для работы с записями на стене.

Groups - Методы для работы с сообществами.

Полный список методов на странице : <https://vk.com/dev/methods>

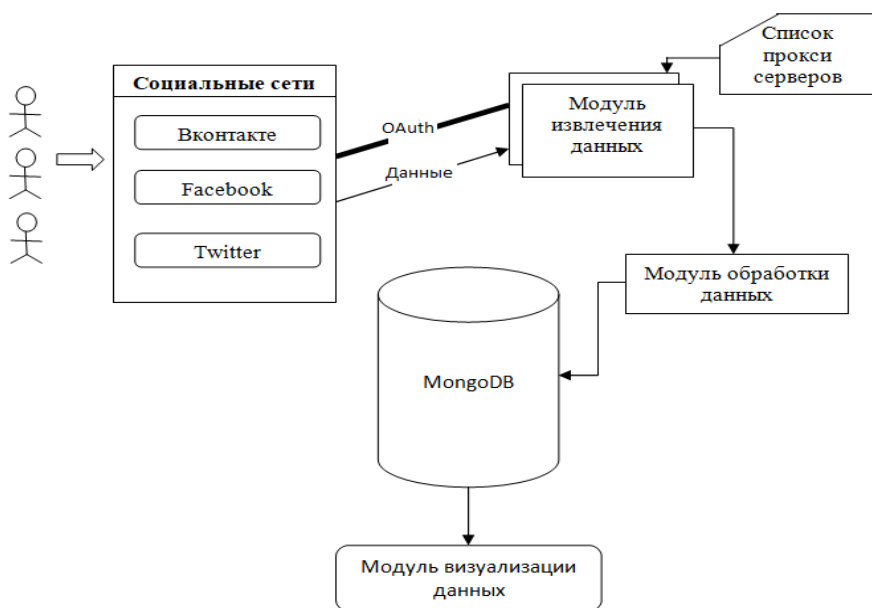


Рис.1. Структура программы

После извлечения, модуль обработки данных производит поиск хэштегов, упоминаний пользователей, ссылок и т.д. Извлеченные данные показаны на Рис.2.

Для хранения данных используется документ-ориентированная база данных MongoDB [8]. Выбор пал именно на эту БД по следующим причинам.

1. Имеются механизмы обработки данных Map Reduce и Aggregation framework, значительно ускоряющие обработку данных в самой БД для предоставления обрабатываемых данных в требуемом формате для последующего анализа.

2. Скорость работы самой БД, а именно, время записи в 2,5-3 раза меньше, нежели у MySQL, время чтения в 1,7-2,5 раза меньше, в зависимости от количества записей.

3. Отсутствие жесткой структуры данных (точнее, вариабельность структуры) и простота ее изменения, что было важным условием, так как на начальном этапе получалось большое количество неструктурированных данных, и сама структура хранения данных постепенно вырабатывалась по мере их извлечения и исследования.

Вывод. Как показали исследования, метод R/S-анализа можно использовать для анализа социальных сетей. Разработанная для экспериментов программа скачивает данные из социальных сетей и производит поиск хэштегов. Мы рассчитали показатель Херста для хэштегов, взятых из социальной сети vkontakte. Из расчетов стало возможным сделать выводы о персистентности событий.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Херст, Г. Э. Долгосрочная вместимость водохранилищ. //Труды Американского общества гражданских инженеров. – 1951. – №116. –С.770-808.

[2] Карманов А.П., Лигнин. Структурная организация и самоорганизация // Институт химии Коми научного центра Уральского отделения РАН, Сыктывкар. –1999. –С. 66-67

[3] Карманов А.П., Матвеев Д.В., Проблемы химии древесины и лесохимии // Институт химии Коми научного центра Уральского отделения РАН, Сыктывкар. – 2001. – С. 50-52.

[4] Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала. – М.: Мир. – 2000. – 272 с.

[5] Вэй Тан, Брайан Блейк, Иман Салех. Аналитика Больших Данных и социальные сети // Открытые системы.СУБД. – 2013. – № 8. – С. 37–41. URL: <http://www.osp.ru/os/2013/08/13037856> (дата обращения: 18.09.2018).

[6] API (программный интерфейс приложения, интерфейс прикладного программирования) <https://ru.wikipedia.org/wiki/API> (дата обращения: 18.09.2018).

[7] Методы и объекты API <https://vk.com/dev/methods> (дата обращения: 23.09.2018).

[8] MongoDB <http://docs.mongodb.org/manual/reference/replica-status/> (дата обращения: 23.09.2018).

[9] Eric Matthes. *Python Crash Course*, San Francisco. – 2016. – 565 С.

[10] Paul Barry. *Head First Python*. November 2010: First Edition. – O'Reilly Media. – 494 С.

[11] Allen Downey, Jeffrey Elkner, Chris Meyers. *How to Think Like a Computer Scientist*. First edition.

[12] А.Г. Додонов, Д.В. Ландэ, В.Г. Путятин. Компьютерные сети и аналитические исследования. – Киев. – 2014. -486С.

[13] Бугров Я.С., Никольский С.М. Высшая математика: Учеб. для вузов: В 3 т. / Я. С. Бугров. — 6-е изд., стереотип. — М.: Дрофа, 2004.— 512 с.

[14] Redis // Википедия [Электрон. ресурс]:

<https://ru.wikipedia.org/wiki/Redis>. (дата обращения: 23.09.2018).

[15]И.Д. Колесин. Принципы моделирования социальной самоорганизации. — СПб.: Издательство «Лань», — 2013. — 288 с.: ил. — (Учебники для вузов.Специальная литература).

Ахметова А.Ж., Ла Л.Л.

Әлеуметтік желінің ақпараттық кеңістігіндегі өзгеру үрдістерін талдау

Түйіндеме. Мақалада R/S талдау әдісін әлеуметтік желілердің ақпараттық кеңістігіндегі өзгеру үрдістерін болжау мақсатында қолдану ұсынылған. Гарольд Херст ойлап тапқан әдістің алгоритм бойынша қадамдары сипатталды. Жұмыста уақыттық деректердің көмегімен белгілі бір үрдістердің өзгеруін зерттеу жұмыстары сипатталған. Зерттеу жұмыстарын жүргізу үшін арнайы бағдарламалық кешен дайындалды.

Түйін сөздер: әлеуметтік желілер, әлеуметтік желілерді талдау, деректерді талдау, интернет, vkontakte, R/S талдау.

M.A.Beisenbi, S.A.Kaliyeva

(L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan
e-mail: s.kaliyeva@mail.ru)

CONTROL SYSTEM SYNTHESIS IN THE ONE-PARAMETER RANK OF THE STRUCTURALLY STABLE DISPLAYING

Abstract. A new method is proposed for constructing a robust stable control system in the class of one-parameter structurally stable displaying by dynamic objects with undefined parameters, which will maximize the robust stability potential. The article proposes for the first time a universal gradient-velocity method of Lyapunov vector functions for studying linear and nonlinear automatic control systems of any dimension with indefinite parameters. The gradient-velocity method of Lyapunov vector functions is proposed for the first time and is a new fundamental scientific result in the theory of self-propelled guns and in general in the field of dynamical systems and has great innovative potential for practical use.

Key words: control system, gradient-speed method, one-parameter structural-stable representation, stationary condition, Lyapunov vector function.

М.А. Бейсенби, С.А.Калиева

(Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан Республикасы
e-mail: s.kaliyeva@mail.ru)

БІР ПАРАМЕТРЛІК ҚҰРЫЛЫМДЫ-ОРНЫҚТЫ БЕЙНЕЛЕУ КЛАСЫНДА БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН СИНТЕЗДЕУ

Түйіндеме. Динамикалық объектілердің, анықталмаған параметрлермен, бір параметрлік құрылымды-орнықты бейнелеу класында робасты орнықты басқару жүйесін құрудың жаңа тәсілі ұсынылды, бұл робасты орнықтылықтың потенциалын барынша арттыруға мүмкіндік береді. Мақалада тұңғыш рет белгісіз параметрлері бар кез-келген өлшемдегі сызықты емес автоматты басқару жүйелерін зерттеуге арналған Ляпунов векторлық функциясының градиент-жылдамдықты әмбебап әдісі ұсынылады. Ляпунов векторлық функциясының градиентті-жылдамдық әдісі автоматты басқару жүйелері саласындағы және тұтастай динамикалық жүйелер саласындағы жаңа іргелі ғылыми нәтиже болып табылады және практикалық қолдануға үлкен инновациялық мүмкіндіктерге ие.

Түйін сөздер – басқару жүйесі, градиент-жылдамдық әдісі, бір параметрлік құрылымдық-орнықты бейнелеу, орнықтылық жағдай, Ляпунов вектор функциясы.

КІРІСПЕ

Әр түрлі процесстерді автоматтандыру кезінде басқарудың нақты жүйелерінің көпшілігі жобаланып, анықталмағандық жағдайында жұмыс істейтінін ескеру қажет. Бұл ретте, әдетте анықталмағандық басқару объектілері параметрлерінің нақты мәндерін білмеу және нақты анықтау мүмкін еместігімен және пайдалану процесінде олардың уақыт бойынша болжанбаған өзгеруімен байланысты болуы мүмкін. Практикалық есептерді, басқару процесстерін құрастырумен және үлгілеумен байланысты [1,2,3,4], параметрлік анықталмағандық жағдайында робасты орнықтылық потенциалын арттыру бейберекетсіз қозғалысқа түсу факторын болдырмайды және жобаланған басқару жүйелері жұмысының модельдері мен сенімділігіне кепілдік береді.

Жалпы қойылымда робасты орнықтылықты зерттеу орнықтылығы сақталатын басқару жүйесінің параметрлерінің өзгеруін шектеуді көрсетеді [2,3,4,7]. Бұл шектеулер жүйенің анықталмаған параметрлері бойынша орнықтылық аумағында анықталады. Осыған байланысты сыртқы және ішкі әсерлер болған кезде орнықтылықтың шектелмеген кеңейтілген саласы бар басқару жүйесін құрудың модельдері мен әдістерін әзірлеу қажеттілігі туындады, оны жоғары потенциалды робастық орнықтылығы бар басқару жүйесі деп атады.

ЗЕРТТЕУ НЫСАНЫ МЕН ӘДІСТЕРІ

Бір кірісті және бір шығысты объектілер үшін бір параметрлік құрылымды-орнықты бейнелеу класындағы жоғары потенциалды робастық орнықтылығы бар басқару жүйесін құру міндетін қарастырайық.

Басқару объектісінің күй векторы толық өлшенсін және жүйе толық басқарылатын деп алайық [3,4,5,6]. Бір кірісті және бір шығысты басқару жүйесін қарастырайық.

Стационарлы сызықты басқару жүйесінің динамикасы (1) теңдеумен сипатталсын.

$$\frac{dx}{dt} = Ax + Bu, \quad (1)$$

мұндағы $x(t) \in R^n$, — күй векторы, $u(t) \in R^1$, - басқару әсері

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \\ -a_n & -a_{n-1} & -a_{n-2} & \dots & -a_1 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_1 & b_2 & \dots & b_n \end{pmatrix}$$

Жүйенің (1) күй векторы $x(t)$ өлшеуге қол жетімді болып саналады. Бір параметрлі құрылымды-орнықты бейнелеу түрінде берілген басқару заңы қарастырылады (2):

$$u_i = -x_i^3 + k_i x_i, \quad (2)$$

мұндағы, $k_i (i = 1, \dots, n)$ - жоғары потенциалды робастық орнықтылығы бар реттегіштің анықталуы тиіс коэффициенттері.

Робастық орнықтылықтың жоғары потенциалы бар басқару жүйесі бір параметрлік құрылымды-орнықты бейнелеу класында толық синтезделіп келесідей түрде ұсынылады:

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = x_2 \\ \frac{dx_2}{dt} = x_3 \\ \dots \\ \frac{dx_{n-1}}{dt} = x_n \\ \frac{dx_n}{dt} = -x_1^3 + (k_1 - a_n)x_1 - x_2^3 + (k_2 - a_{n-2})x_2 - \dots - x_n^3 + (k_n - a_1) \end{cases} \quad (3)$$

Бір параметрлік құрылымдық-орнықты бейнелеу класындағы жоғары потенциалды робастық орнықтылығы бар басқару жүйесінің сапасы мен орнықтылығын тұйықталған басқару жүйесінің коэффициенттерімен $k_i (i = 1, \dots, n)$ анықтайды.

Сондықтан жүйеде талап етілетін өтпелі үрдістерді қамтамасыз ету, яғни жүйеде талап етілетін басқару сапасына қол жеткізуге болады, егер бір параметрлік құрылымды орнықты бейнелеу класындағы жоғары потенциалды робастық орнықтылықты [8,9,10,11] тұйықталған басқару жүйесінің коэффициенттері $k_i (i = 1, \dots, n)$ берілген мәнге ие болса.

НӘТИЖЕЛЕРІ МЕН ТАЛДАУ

Бұл тікелей бір параметрлік құрылымдық-орнықты бейнелеу класындағы жоғары потенциалды робастық орнықтылығы бар тұйық жүйенің берілген коэффициенттерін $d_i (i = 1, \dots, n)$ алу жағдайына әкеледі.

Стационарлық (1) немесе (3) жүйе күйлері алгебралық теңдеулер жүйесі шешімдерімен анықталады:

$$\begin{cases} x_{2s} = 0 \\ x_{3s} = 0 \\ \dots \dots \dots \dots \dots \\ x_{ns} = 0 \\ -x_{1s}^3 + (k_1 - a_n)x_{1s} - x_{2s}^3 + (k_2 - a_{n-1})x_{2s} - x_{3s}^3 + (k_3 - a_{n-2})x_{3s} - \dots - x_{ns}^3 + (k_n - a_1)x_{ns} = 0 \end{cases} \quad (4)$$

(4) теңдеуден (3) жүйенің стационарлық күйін табамыз:

$$x_{1s} = x_{2s} = \dots = x_{ns} = 0, \quad (5)$$

Басқа стационарлық жүйе (3)-ші күйі теңдеу шешімімен анықталатын болады

$$-x_{is}^2 + k_i - a_{n-i+1} = 0, \quad i = 1, \dots, n$$

Теңдеу $k_i - a_{n-i+1} (k_i - a_{n-i+1} < 0, i = 1, \dots, n)$ теріс таңбалы болғанда, шешім жорамал болады, ол физикалық мүмкін болатын қандайда бір жағдайына сәйкес келмейді [12,13,14,15]. Теңдеудің $k_i - a_{n-i+1}, i = 1, \dots, n$ болғанда келесі стационарлық күйге рұқсат етіледі

$$x_{is}^{2,3} = \pm \sqrt{k_i - a_{n-i+1}}, \quad i = 1, \dots, n \quad (6)$$

Басқару жүйесінің $k_i - a_{n-i+1} = 0$ параметрі кезінде күйлер (6) мен (5) бірігіп және $k_i - a_{n-i+1} > 0$ кезінде одан тармақталады.

Ляпунов вектор функциясының градиентті жылдамдық әдісін, (5) және (6) жағдайындағы робастық орнықтылық жағдайын зерттеу үшін қолданамыз.

А.М.Ляпуновтың вектор функциясының градиентті жылдамдық әдісімен (5) жағдайының робасты асимптотикалық орнықтылық шартын анықтаймыз. Басқару жүйесінің (3) жағдай теңдеуінен Ляпунов вектор-функциясының вектор градиент компоненттерін $V(x) = (V_1(x), V_2(x), \dots, V_n(x))$. анықтаймыз.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_1} = 0, \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_2} = -x_2, \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_3} = 0, \dots, \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_n} = 0 \\ \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_1} = 0, \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_2} = 0, \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_3} = -x_3, \dots, \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_n} = 0 \\ \dots \\ \frac{\partial V_{n-1}(x)}{\partial x_1} = 0, \frac{\partial V_{n-1}(x)}{\partial x_2} = 0, \frac{\partial V_{n-1}(x)}{\partial x_3} = 0, \dots, \frac{\partial V_{n-1}(x)}{\partial x_n} = -x_n \\ \frac{\partial V_n(x)}{\partial x_1} = x_1^3 - (k_1 - a_n)x_1, \frac{\partial V_n(x)}{\partial x_2} = x_2^3 - (k_2 - a_{n-1})x_2, \frac{\partial V_n(x)}{\partial x_3} = \\ = x_3^3 - (k_3 - a_{n-2})x_3 + \dots + x_n^3 - (k_n - a_1)x_n \end{array} \right. \quad (7)$$

Сондай-ақ, (3) –тен жылдамдық векторын координаттар X_1, X_2, \dots, X_n бойынша бөлеміз:

$$\left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{dx_1}{dt} \right)_{x_1} = 0, \left(\frac{dx_1}{dt} \right)_{x_2} = x_2, \left(\frac{dx_1}{dt} \right)_{x_3} = 0, \dots, \left(\frac{dx_1}{dt} \right)_{x_n} = 0; \\ \left(\frac{dx_2}{dt} \right)_{x_1} = 0, \left(\frac{dx_2}{dt} \right)_{x_2} = 0, \left(\frac{dx_2}{dt} \right)_{x_3} = x_3, \dots, \left(\frac{dx_2}{dt} \right)_{x_n} = 0; \\ \dots \\ \left(\frac{dx_{n-1}}{dt} \right)_{x_1} = 0, \left(\frac{dx_{n-1}}{dt} \right)_{x_2} = 0, \left(\frac{dx_{n-1}}{dt} \right)_{x_3} = 0, \dots, \left(\frac{dx_{n-1}}{dt} \right)_{x_n} = x_n; \\ \left(\frac{dx_n}{dt} \right)_{x_1} = -x_1^3 + (k_1 - a_n)x_1, \left(\frac{dx_n}{dt} \right)_{x_2} = -x_2^3 + (k_2 - a_{n-1})x_2, \\ \left(\frac{dx_n}{dt} \right)_{x_3} = -x_3^3 + (k_3 - a_{n-2})x_3, \dots, \left(\frac{dx_n}{dt} \right)_{x_n} = -x_n^3 + (k_n - a_1)x_n, \end{array} \right. \quad (8)$$

Ляпунов функциясының уақыт бойынша толық туындысы, градиент векторының жылдамдық векторына (8) скалярлық туынды түрінде аламыз: (7)

$$\frac{dV(x)}{dt} = \frac{\partial V(x)}{\partial x} \frac{dx}{dt} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{\partial V_i(x)}{\partial x_j} \left(\frac{dx_i}{dt} \right)_{x_j} = -x_2^2 - x_3^2 - \dots - x_n^2 - (x_1^3 - (k_1 - a_n)x_1)^2 - (x_2^3 - (k_2 - a_{n-1})x_2)^2 - (x_3^3 - (k_3 - a_{n-2})x_3)^2 - \dots - (x_n^3 - (k_n - a_1)x_n)^2, \quad (9)$$

Ляпунов функциясының уақыт бойынша толық туындысының теріс анықталу шарты әрқашан орындалады. Градиент векторының құрамдас бөліктері үшін Ляпунов вектор функциясын скалярлық түрде аламыз:

$$V(x) = \frac{1}{4}x_1^4 - \frac{1}{2}(k_1 - a_n)x_1^2 + \frac{1}{4}x_2^4 - \frac{1}{2}(k_2 - a_{n-1} + 1)x_2^2 - \frac{1}{4}x_3^4 - \frac{1}{2}(k_3 - a_{n-2} + 1)x_3^2 + \dots + \frac{1}{4}x_n^4 - \frac{1}{2}(k_n - a_1 + 1)x_n^2, \quad (10)$$

Функция (10) Ляпуновтың функциялары үшін шарттарды қанағаттандырады, егер мынадай шарттар орындалса.

$$\begin{cases} k_1 - a_n < 0 \\ k_2 - a_{n-1} + 1 < 0 \\ k_3 - a_{n-2} + 1 < 0 \\ \dots \\ k_n - a_1 + 1 < 0 \end{cases} \quad (11)$$

Сонымен, тұрақты күй (4) орнықты болады егер (11) шартты қанағаттандырса.

ҚОРЫТЫНДЫ.

Технологиялық процесстерді басқару жүйесін құру үшін бір параметрлі құрылымдық-орнықты бейнелеу тұрғыда, параметрі анықталмаған орнықсыз басқару жүйесінің кез-келген мәнінің орнықтылығында ғана емес, сонымен қатар технологиялық процестің анықталмаған параметрлерінің өзгеруіне ешқандай шектеу жоқ екенін көрсетеді.

Техникалық, экономикалық, биологиялық және басқа да салаларда басқару процестерін жобалау мен үлгілеуге қатысты практикалық тапсырмаларда маңызды параметрлік белгісіздік жағдайында орнықтылықты арттыру кепілдікті басқару жүйесінің бейберекетсіздік қозғалысқа жетуін қамтамасыз ететін және жобаланған жүйелердің үлгілері мен сенімділігін қамтамасыз ететін негізгі факторлардың бірі болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Томпсон Дж. М.Т. Неустойчивости и катастрофы в науке и технике: Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 254 с.
- [2] GregoireNicolis, Ilya Prigogine. Exploring Complexity an Introdution. – New York: W.H. Freeman & Co., 1989.
- [3] Воронов А.А., Матросов В.М. Метод векторных функций Ляпунова в теории устойчивости – М.: Наука, 1987. – 312 с.
- [4] Гилмор Р. Прикладная теория катастроф. В 2-х томах. Т.1. – М.: Мир, 1984.
- [5] Beisenbi M.A., Abitova G.A., Nikulin V., Ainagulova A., Yermekbarva J. Design of Complex Automation System for Effective Control of Technological Processes of Industry. // 3d International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM 2012), Istanbul, Turkey,2012. – Proceedings of the IEOM 2012.
- [6] Андреев Ю.Н. Управление конечномерными линейными объектами. М.: Наука, 1976. 424с.
- [7] Rama K. Yedavalli. Robust Control of Uncertain Dynamic Systems: A Linear State Space Approach.
- [8] Андриевский Б.Р., Фрадков А.Л. Избранные главы теории автоматического управления с примерами на языке MATLAB. – СПб.: Наука, 2000. - 475с.
- [9] Бейсенби М.А., Калиева С.А., Сатыбалдина Д.К., Кисикова Н.М. Синтез системы управления с m-входами и n-выходами по вектору состояния объекта градиентно-скоростным методом вектор-функций Ляпунова. //Вестник КазНИТ имени К.И. Сатпаева. - Алматы,2018. - №4 (128) - с.56-61.

[10] Галимова Р.Ф., Сатыбалдина Д.К. Построение систем управления с повышенным потенциалом робастной устойчивости для объектов с одним входом и одним выходом. //Наука вчера, сегодня, завтра: сб. ст. по матер. VII междунар. науч.-практ. конф. № 7(7). – Новосибирск: СибАК, 2013.

[11] Кукаренко Н.В. Синтез модальных регуляторов при неполной управляемости объектов. //Известия Академии наук. Российская академия наук. Техническая кибернетика, 1992. №3

[12] Гантмахер Ф.Д. Теория матриц. М.: Наука, 1967. Стрейц В. Метод пространства состояний в теории дискретных линейных систем управления //Перевод с англ. языка. М.: Наука, 1985.

[13] Бейсенби М.А. Исследование робастной устойчивости систем автоматического управления методом функций А.М. Ляпунова –Астана: ТОО "DR - Project", 2015. –204с.

[14] Beisenbi M., Kaliyeva S. Synthesis of the control systems by the state of an object with single output by a gradient-velocity method of A.M.Lyapunov vector functions. //International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET). Volume:9, Issue:10, Pages:2080-2086.

[15] Beisenbi M.A., Nikulin V.V., Abitova G.A. Design of a Control System with High Robust Stability Characteristics. //ICUMT 2011, 3rd International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems, 5-7 October, 2011. – Budapest, Hungary.

Бейсенби М.А., Калиева С.А.

Синтез системы управления в классе однопараметрических структурно-устойчивых отображений

Резюме. Предложен новый метод построения робастной устойчивой системы управления в классе однопараметрических структурно-устойчивых отображений динамическими объектами, с неопределенными параметрами, что позволит предельно увеличить потенциал робастной устойчивости. В статье впервые предлагается универсальный градиентно-скоростной метод вектор-функций Ляпунова для исследования линейных и нелинейных систем автоматического управления любой размерности с неопределенными параметрами. Градиентно-скоростной метод вектор-функций Ляпунова предлагается впервые и является новым фундаментальным научным результатом в области теории САУ и в целом в области динамических систем и обладает большим инновационным потенциалом для практического использования.

Ключевые слова. Система управления, градиентно-скоростной метод, однопараметрический структурно-устойчивое отображение, вектор функций Ляпунова.

¹**A.K. Baibulov, ²N.V. Ivanitskaya, ³G.P. Rysbayeva**
(¹K.ZhubanovAktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan
E-mail: amirbai@mail.ru. ²Kazakh-Russian International University,
Aktobe, Kazakhstan, E-mail: vip.nvi1979@mail.ru
³Academy of the Border Service of the National Security Committee of the
Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan. E-mail: rgp_81@mail.ru)

THE COMPUTER MODELLING OF THE TRANSPORT TUNNEL STRESS STATE UNDER THE INFLUENCE OF AN EXTERNAL MOVING LOAD

Abstract. In the article presents the results of study the transport tunnel's stress state exposed to an external moving load. Numerical experiments performed in the ANSYS program complex allowed us to obtain diagrams showing the distribution of equivalent stresses according to the finite element model of the tunnel. The research results suggest that, of the external factors, the stress state of the tunnel is mainly affected by the distance to the moving load. The obtained results allow to increase the reliability and safety of operation of such a tunnel.

Key words: computer modelling, tunnel, external moving load, numerical experiment, stress state.

¹**А.К. Байбулов, ²Н.В. Иваницкая, ³Г.П. Рысбаева**
(¹Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова, г. Актобе, Республика Казахстан. ²Казахско-Русский международный университет, г. Актобе, Республика Казахстан. ³ Академия Пограничной службы КНБ Республики Казахстан г. Алматы, Республика Казахстан)

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ТОННЕЛЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВНЕШНЕЙ ПОДВИЖНОЙ НАГРУЗКИ

Аннотация. В статье представлены результаты исследования напряженного состояния транспортного тоннеля подверженного воздействию внешней подвижной нагрузке. Численные эксперименты, выполненные в

программном комплексе ANSYS, позволили получить эпюры, демонстрирующие распределение эквивалентных напряжений (напряжений по Мизесу) по конечно элементной модели тоннеля. Результаты исследований дают основание утверждать, что из внешних факторов на напряженное состояние тоннеля влияет, главным образом, расстояние до подвижной нагрузки. Полученные результаты позволяют повысить надежность и безопасность эксплуатации подобного тоннеля.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, тоннель, внешняя подвижная нагрузка тоннеля, численный эксперимент, напряженное состояние.

Одними из основных сооружений, входящих в состав транспортных систем, несмотря на сложность возведения, большие затраты и трудоемкость, являются транспортные тоннели. Нарушение целостности грунтового массива, в частности, тоннельная выработка, меняет напряженно-деформированное состояние массива, в том числе и по контуру тоннеля. Это приводит к появлению в некоторых местах растягивающих напряжений, а в других - напряжений сжатия [1]. При проектировании подобных объектов необходим учет деформационных характеристик вмещающего массива пород, глубины заложения и размеров поперечного сечения тоннелей, а также различные виды нагрузок и воздействий, которые влияют на напряженное состояние подземных конструкций.

Нагрузки и воздействия на тоннели подразделяются на постоянные и временные. К постоянным нагрузкам и воздействиям на тоннели относится горное давление. К временным относятся подвижные нагрузки от транспорта, движущегося как внутри, так и вне тоннеля, по проходящей рядом дороге. Воздействие подобных нагрузок на тоннель может привести к изменению его напряженного состояния. Если возникающие напряжения будут превосходить расчетные сопротивления грунта на растяжение и сжатие, то, соответственно, может произойти обрушение кровли и выпучивание боковых стенок тоннеля [2, 3]. Другими словами, это приведет к потере несущей способности конструкций тоннеля или его непригодности для нормальной эксплуатации. Существует большое количество работ, в которых исследуется воздействие на напряженное состояние тоннеля со стороны движущегося по нему транспортного средства, разработаны эффективные аналитические и численные методы расчёта [4 - 8]. В то же время, до сих пор остается неисследованным влияние на тоннели подвижных нагрузок со стороны движущегося вне тоннеля транспорта, хотя мировая практика эксплуатации тоннелей свидетельствует о многочисленных повреждениях и разрушениях, которым данные сооружения подвергаются вследствие их воздействия.

Методы

Целью работы является исследование напряженного состояния тоннеля, находящегося под действием постоянного горного давления и временных воздействий со стороны проходящего снаружи тоннеля транспортного средства, которое в расчетной схеме будем считать подвижной нагрузкой. Рассматривалось воздействие на тоннель динамической нагрузки со стороны движущегося вне тоннеля транспортного средства массой 10 тонн при изменении расстояния между тоннелем и нагрузкой и скорости движения транспортного средства. При назначении величины нагрузки локальная нагрузка, распределенная по проекциям колес, была усреднена и приведена ко всей площади автомобиля.

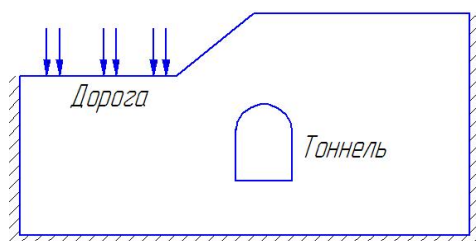


Рис. 1. Расчетная схема исследуемой области массива

Решение такой задачи аналитическими методами невозможно, поэтому анализ напряженного состояния был выполнен методом конечных элементов (МКЭ) с использованием программного комплекса ANSYS. Расчетная схема рассматриваемой конструкции представлена на рис. 1. Размеры массива подобраны из условий затухания его напряженно - деформированного состояния (НДС) и приняты равными трем диаметрам тоннелей в соответствующие стороны [9,10]. Нижняя граница массива закреплена от вертикальных перемещений, а боковые - от горизонтальных по нормальям к поверхностям. В качестве массива принят мелкозернистый песок со следующими характеристиками: модулем упругости $E = 4 \cdot 10^7 \text{ Па}$, коэффициентом Пуассона $\mu = 0,3$, плотностью $\rho = 2000 \text{ кг/м}^3$ и углом внутреннего трения, равным 38

градусам. Процесс осадки массива моделируется путем назначения упруго пластических свойств в форме закона Друкера-Прагера [11,12]. В соответствии с критерием прочности Друкера-Прагера предполагается, что поверхность текучести не меняется с ростом пластических деформаций, т.е. отсутствует эффект упрочнения, а материал является идеально упруго пластическим. Моделирование окружающего грунта и тоннеля осуществляется с помощью конечных элементов SOLID45 [13,14]. При проведении расчетов использовалось свободное разбиение сетки конечных элементов со сгущением в окрестностях тоннеля.

Вычислительная процедура представлена в виде последовательности шагов с изменяющимися значениями расстояния (6, 12 и 18 метров) между трассой и тоннелем. К проезжей части прикладывалась подвижная нагрузка, соответствующая скорости проезжающего транспортного средства (40, 60 и 80 км/ч). Нагрузка задавалась тремя шагами с линейным изменением величины силы.

Результаты

Вывод о надежности конструкций следует производить на основании сопоставления предельных напряжений, которые возникают в наиболее опасных точках, с предельно допустимым значением для данного материала. Надежность работы оказывается тем выше, чем дальше от предельного состояния уровень фактических напряжений внутри материала массива. Использование программ ANSYS для проведения расчета напряженно-состояния тоннеля позволяет получать выходные результаты в виде поля напряжений в различных вариантах, из которых наиболее полную информацию дают эквивалентные напряжения по Мизесу.

Поля напряжений по Мизесу (эквивалентные напряжения по теории прочности энергии формоизменения) в рассматриваемом массиве в зависимости от расстояния между тоннелем и подвижной нагрузкой, передвигающейся со скоростью 60 км/ч, приведены на рис. 2-4. Из них видно, что наибольшие деформации возникают на поверхности проезжей части под движущимся транспортным средством, несколько уменьшаясь при отдалении нагрузки от тоннеля. Величина этих деформаций незначительна. Из рис. 2 следует, что при близком расположении нагрузка оказывает существенное влияние на напряженное состояние массива в окрестностях тоннеля.

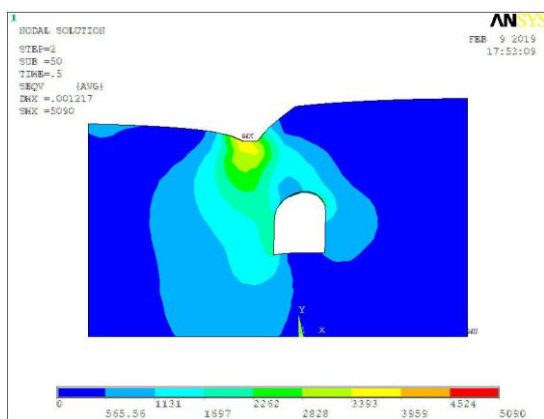


Рис. 2. Поле напряжений по Мизесу при расстоянии от тоннеля до проезжей части 6 м.

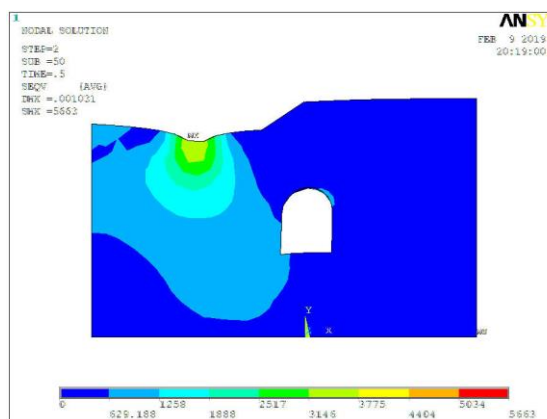


Рис. 3. Поле напряжений по Мизесу при расстоянии от тоннеля до проезжей части 12 м.

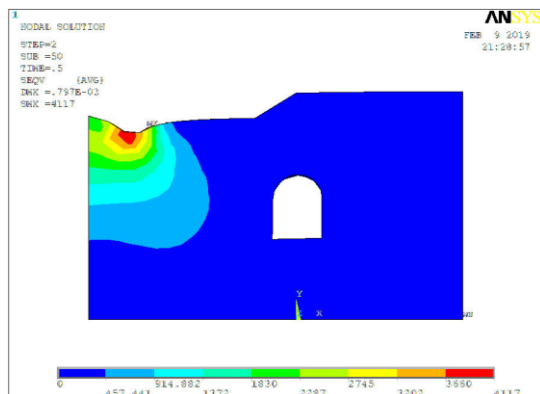


Рис. 4. Поле напряжений по Мизесу при расстоянии от тоннеля до проезжей части 18 м.

На площадке приложения нагрузки, сжимающие напряжения принимают максимальные значения, распространяются вглубь на большую площадь, полностью охватывая контур тоннеля. При этом наибольшие напряжения возникают на боковой поверхности тоннеля со стороны действующей нагрузки. Дно тоннеля практически не испытывает дополнительных нагрузок, незначительные напряжения возникают на его кровле и в нижних углах. По мере удаления влияние подвижной нагрузки на напряженное состояние тоннеля уменьшается. При этом поле напряжений сдвигается вслед за нагрузкой и на расстоянии 12 метров изменения напряжений происходят только в нижнем углу тоннеля со стороны действующей нагрузки (рис. 3). Дальнейшее увеличение расстояния до нагрузки практически не оказывает влияния на напряженное состояние тоннеля (рис.4).

Для учета влияния скорости движения транспортного средства на напряженное состояние тоннеля были рассмотрены варианты с различными скоростями. На рис.2 приведены поля напряжений по Мизесу при скорости движения транспортного средства 60 км/ч. Распределения напряжений при скоростях 40 км/ч (рис. 5) и 80 км/ч (рис. 6) оказались идентичными рассмотренному. Можно утверждать, что в указанном диапазоне скорости движения транспортного средства существенного влияния на характер распределения напряжений не оказывает.

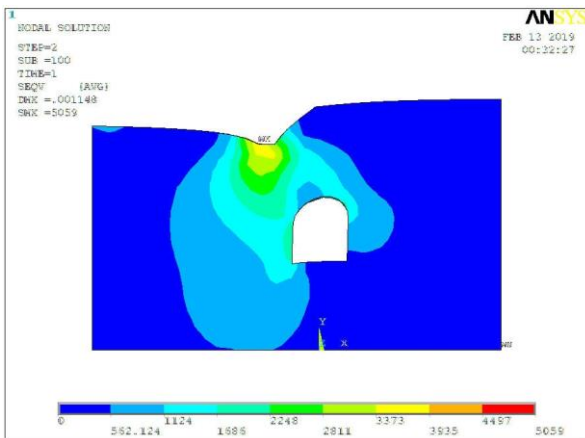


Рис. 5. Поле напряжений по Мизесу при расстоянии от тоннеля до проезжей части 6 м. и скорости 40 км/ч

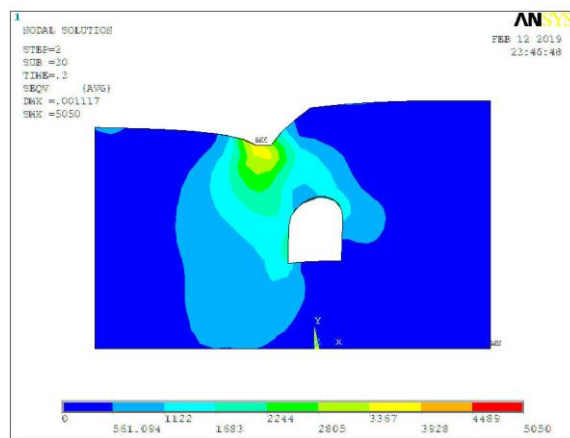


Рис. 6. Поле напряжений по Мизесу при расстоянии от тоннеля до проезжей части 6 м. и скорости 80 км/ч

Заключение

Результаты исследования показали, что между внешней подвижной нагрузкой и напряженным состоянием тоннеля существует определенная зависимость. Основным фактором, влияющим на изменение напряженного состояния сооружения, является расстояние до подвижной нагрузки. При этом скорость движения транспортного средства существенного влияния на напряженное состояние тоннеля не оказывает. Следовательно, при проектировании подземных сооружений необходимо более детально подходить к выбору места его расположения, наличием рядом автомобильных трасс, а также вопросу обеспечения несущей способности элементов конструкций и их обделок.

ЛИТЕРАТУРЫ:

[1] Y. Zhou, J. Zhao. Assessment and planning of underground space use in Singapore, *Tunnelling and Underground Space Technology* 55, 3(2016) - 249-256. DOI: 10.1016/j.tust.2015.12.
 [2] Баутдинов Д.Т., Атабиев У.И. Напряженное состояние трансверсально-изотропного скального грунта вблизи напорного гидротехнического туннеля коробовой формы сечения // *Вестник МГСУ*. 2017. - Т. 12. Вып. 10 (109). - С. 1172–1179.
 [3] Aulbach, B. and Ziegler, M. (2013). Simplified design of excavation support and shafts for safety against hydraulic heave. *Geomechanics and Tunnelling* 6(4),- 362-374. - DOI: 10.1002/geot11.201300031.
 [4] Украинец В.Н., Гирнис С.Р., Ахметжанова М.М. Расчет перегонного тоннеля метрополитена глубокого залегания на транспортную нагрузку // *Вестник КазАТК*. - Алматы, 2013. - №4. – С10-16.
 [5] Саммаль А.С., Тормышева О.А. Методика оценки напряженного состояния обделок транспортных тоннелей при действии внутренних локальных нагрузок // *Транспортное строительство*. 2014. №7. - С.16 – 18.

[6] Дворянкин В.Г. Напряженное состояние обделок тоннелей мелкого заложения от веса технологического оборудования / В.Г. Дворянкин, С.В. Анциферов, О.А. Тормышева // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной X Всероссийской конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 391 - 396.

[7] Лебедев М.О. Напряженно-деформируемое состояние обделок наклонных тоннелей, сооруженных по различным технологическим схемам // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 8. Ч.2 - 2015-С. 18-26.

[8] Фадеев А.Б. Метод конечных элементов в геомеханике. М.: Недра, 1987. - 221 с.

[9] Зенкевич О.С. Метод конечных элементов в технике / О.С. Зенкевич. — М.: Книга по Требованию, 2013. - 540 с.

[10] Чан Суан Линь. Оценка размеров массива грунта, задаваемого при пространственных расчетах подземных сооружений, исходя из условий затухания его напряженно – деформированного состояния // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2013. № 4. М.: РУДН, 2013. – С. 41 – 43.

[11] Дашенко А.Ф. ANSYS в задачах инженерной механики / А.Ф. Дашенко, Д.В. Лазарева, Н.Г. Сурьянинов / Изд. 2-е, перераб. и доп. Под ред. Н. Г. Сурьянинова.—Одесса. — Пальмира, 2011.- 505 с.

[12] Денисов М.А. Математическое моделирование теплофизических процессов. Ansys и CAE – проектирование: учебное пособие / М.А. Денисов, Екатеринбург: УрФУ, 2011. – 149 с.

[13] Burkov P.V, Chernyavsky D.Y, Burkova S.P., Konan A. // Proc. IOP Conf. Bristol: IOP Publishing Ltd, Series: Earth and Environmental Science, 2014. V. 21. P. 1–5.

[14] Чигарев М.А. ANSYS для инженеров. М.: Машиностроение-1, 2003. -320 с.

Байбулов А.К., Иваницкая Н.В., Рысбаева Г.П.

Сыртқы жылжымалы жүктеме әсері кезінде көлік тоннелінің кернеулі күйін компьютерлік модельдеу

Түйіндеме. Мақалада сыртқы жылжымалы жүктеме әсеріне ұшыраған көлік тоннелінің кернеулі күйін зерттеу нәтижелері берілген. ANSYS бағдарлама кешенінде орындалған сандық эксперименттер, тоннелдің шекті элементтер моделі бойынша эквивалентті кернеулердің таралуын көрсететін эпюраларды алуға мүмкіндік берді. Зерттеу нәтижелері осындай тоннелдердің кернеулі күйіне сыртқы факторлардың әсерін тигізетіне көз жеткізуге болады, әсіресе жылжымалы жүктемеге дейін арақашықтық. Алынған нәтижелер осындай тоннелдерде пайдаланудың сенімділігі мен қауіпсіздігін арттыруға мүмкіндік береді.

Тірек сөздер: компьютерлік модельдеу, тоннел, тоннелдің сыртқы жылжымалы жүктемесі, сандық эксперимент, кернеулі күйі.

УДК 621.3.019.34

¹Y.J. Dzhunusbekov, ²S.A. Orazbayev

(¹ Kazakh-British Technical University JSC, Almaty, Kazakhstan, e-mail: erlan555dj@yahoo.com

² Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan.)

ELECTROLYTIC CAPACITOR RELIABILITY CALCULATION UNDER VARYING OPERATING CONDITIONS

¹Е.Ж. Джунусбеков, ²С.А. Оразбаев

(¹ АО "Казахстанско-Британский Технический Университет", Алматы, Казахстан, e-mail:

erlan555dj@yahoo.com. ² Казахский Национальный университет

им. Аль-Фараби, Алматы, Казахстан.)

РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО КОНДЕНСАТОРА В ПЕРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Аннотация: В статье обсуждаются практические методы расчета времени наработки до неисправности электролитических конденсаторов. Существующие общепринятые формулы предоставляют методы расчета для статических внешних условий, тогда как практика требует учета переменных условий эксплуатации, например, в условиях переменной нагрузки или погодных изменений температур. В работе на основе принципа накопления усталости Майнера и разумных приближений выведены формулы учитывающие усредненные по годам сезонные и суточные колебания температур. Полученные формулы будут полезны для инженерных расчетов надежности при проектировании электротехнических устройств подверженных погодным изменениям температур.

Ключевые слова: надежность, электролитические конденсаторы, время наработки до отказа, сезонные и суточные колебания температур, закон Аррениуса, принцип накопления усталости Майнера, принцип выработки ресурса при переменных условиях.

1. Введение. Надежность электронных приборов в большой степени зависит от надежности электролитических конденсаторов [1,2], повсеместно используемых в электротехнике. Электролитический конденсатор - сложный электрохимический прибор, на надежность которого влияют различные факторы такие, как напряжение, ток, частота и окружающая среда: температура, влажность и т.д. Предсказание срока службы конденсаторов является предметом непрекращающихся исследований. Для инженерных расчетов очень важно уметь количественно рассчитать время допустимой эксплуатации. Обширные эмпирические данные [3-7] говорят о том, что процессы деградации характеризуются сильной зависимостью от температуры по полуэмпирическому закону Аррениуса, известному из химии. При увеличении температуры конденсатора на 10⁰С время работы увеличивается в два раза (1):

$$L(T) = L_0 * 2^{\frac{T_0 - T}{10}} \quad (1)$$

где L(T) время наработки до отказа, T - текущая температура, L₀ - время работы до отказа при работе на номинальной температуре T₀. Вид закона Аррениуса по формуле (1) общепринятый к использованию. Каждый производитель конденсаторов старается обеспечить потребителей своими формулами расчета надежности [11-14]. В научной литературе [6,7] предлагаются более сложные формулы учитывающие зависимость времени наработки от напряжения конденсатора, частоты, влажности окружающей среды, но пока что не были адаптированы производителями для расчетов. Формулы производителей не сильно отличаются от формул вида (1) и особенность в том, что константы L₀ - времени наработки находятся из экспериментальных данных для стандартных условий и предоставляются в спецификациях пользователям для уточняющих расчетов. Например, компания Rubycon [11] для электролитических конденсаторов предоставляет формулу с нормированным действующим током вида:

$$L = L_0 * 2^{\frac{T_0 - T_a}{10}} * 2^{\left(\frac{\Delta T_s}{10 - 0.25 * \Delta T_s} - \frac{\Delta T_j}{10 - 0.25 * \Delta T_j}\right)} \quad (2)$$

, где L₀ - время наработки до отказа при номинальной окружающей T₀ и номинальном действующем токе I₀, T_a - окружающей среды, ΔT_j - это перегрев внутри конденсатора по сравнению с температурой на поверхности при действующем токе, ΔT_s - перегрев при номинальном действующем токе I₀. Формулы производителей не содержат зависимостей времени наработки от влажности, напряжения и других факторов кроме основного температурного, поскольку, как показывает практика, в пределах номинальных значений неучтенные факторы не существенно влияют. Электролитические конденсаторы, как правило, располагаются внутри корпуса прибора, то в формуле (2) в качестве T_a следует брать значение установившейся температуры воздуха внутри корпуса. Формулы (1) и (2) являются обобщенными статистическими формулами действительными при факторах постоянных на протяжении всего цикла жизни конденсатора.

2. Принцип выработки ресурса при переменных условиях. Конечно же, большинство устройств не работает круглосуточно при постоянных внешних условиях, за исключением, к примеру, некоторых дежурных осветительных приборов на предприятии или офисах. Чаще встречаются лампы работающие в основном в вечерние и ночные часы. Поэтому было бы интересно получить оценку времени наработки конденсатора, и возможно, всего электротехнического прибора именно в подобном, переменном, режиме работы. К сожалению формулы (1) и (2) не годятся для расчетов подобного рода, но тем не менее они содержат объективную информацию об электролитических конденсаторах, которую можно попытаться использовать. Для этого воспользуемся аналогией с принципом Майнера о накоплении усталости [8]. Пусть R - это некий гипотетический полный ресурс работы электролитического конденсатора, и в процессе эксплуатации его ресурс вырабатывается со скоростью α > 0, то есть:

$$\frac{dR}{dt} = -\alpha$$

α - это параметр деградации в общем случае зависящий от внешних переменных факторов, например, T_a - окружающей среды, U - напряжения, I_{гms} - действующих токов и т.д. Для времени t_{out} выработки ресурса R, то есть искомого времени наработки до отказа, найдем уравнение:

$$R = \int_0^{t_{out}} \alpha(t) * dt \quad (3)$$

К сожалению, структура параметра скорости деградации $\alpha(t)$ не известна, но предположим, что мы знаем из опытных данных время наработки до отказа $t(\dots)$ при постоянных, до конца времени наработки, внешних условиях деградации. И пусть нам известно достаточное множество времен $\{t(\dots)\}$ определенное на множестве постоянных параметров деградации $\{(Ta, U, Irms, \dots)\}$, для которых согласно (3) выполняется:

$$\alpha(Ta, U, Irms, \dots) = R/t(Ta, U, Irms, \dots) \quad (4)$$

и подставив (4) в (3) получим уравнение для нахождения t_{out}

$$R = \int_0^{t_{out}} \frac{R}{t(Ta, U, Irms, \dots)} * dt \quad \text{или} \quad 1 = \int_0^{t_{out}} \frac{1}{t(Ta, U, Irms, \dots)} * dt \quad (5)$$

где в формуле (5) $t(Ta, U, Irms, \dots)$ - время жизни, которое было бы, если параметры определяющие скорость деградации были бы постоянными. Формула (5) получена для вычисления отведенного времени работы единичного изделия, и предполагает априорные знания о времени $t(Ta, U, Irms, \dots)$ работы изделия для большого массива внешних условий. Значения $t(Ta, U, Irms, \dots)$ в действительности не могут быть известны заранее, а может быть известно, и постфактум, только одно время жизни после которого изделие перестает функционировать. Тем не менее, будем предполагать что формула (5) верна в измененном виде (6) для расчета статистических параметров времени наработки до отказа:

$$1 = \int_0^L \frac{1}{L(Ta, U, Irms, \dots)} * dt \quad (6)$$

где $L(Ta, U, Irms, \dots)$ статистическое время наработки до отказа известное для серии изделий при постоянных условиях эксплуатации - $Ta, U, Irms, \dots$, в том числе понимаемое в смысле (1) и (2). Формула вида (6) была получена в статье [9] на основе принципа Майнера [8]. В частном случае [9,10], когда внешние условия переменны, но можно определить интервалы времен Δt_i , в течении которых факторы воздействуют на электролит постоянно, из (6) можно получить выражение (7).

$$v_i = \frac{\Delta t_i}{L}, \quad \text{для } i = 1, \dots, N$$

$$\frac{1}{L} = \frac{v_1}{L_1} + \frac{v_2}{L_2} + \dots + \frac{v_N}{L_N} \quad (7)$$

где Δt_i - интервалы времени в течении которых действуют факторы и не меняются, v_i - доли времени действия факторов деградации, L - время наработки при воздействии факторов в N режимах, L_i - полное время наработки если бы факторы i -ого режима действовали все время. Очевидно что формула (9) верна в том случае если переменные условия эксплуатации меняются медленно, то есть устройство проходит через равновесные, установившиеся, состояния.

3. Колебания температур в аналитических расчетах. Часто бывает необходимость просчитать время жизни электролитического конденсатора в приборе эксплуатируемого на улице. В таком случае для надежности приборы герметизируют для предотвращения попадания влаги, пыли, насекомых и других посторонних предметов. Поэтому при идеальных условиях для компонентов внутри корпуса прибора существенном отличием в условиях эксплуатации на улице по сравнению с помещением является разница по температуре окружающей среды и ее цикличность. В статье [10] рассматривался вопрос учета погодных сезонных колебаний температур путем аппроксимации формулы (6), когда переменные условия разбивались на интервалы времени, в течении которых факторы приближались постоянными значениями, а время наработки вычислялось по формуле (7). В методе [10] суточные колебания температур не учитывались из-за трудоемкости процесса и необходимости ручного введения статистических данных в расчеты. Целью настоящей работы является получение аналитического выражения удобного для расчетов времени наработки до отказа в условиях сезонных и суточных колебаний температур. Для определенности подсчитаем время наработки в условиях больших погодных изменений температур в Казахстане, отличающимся резко континентальным климатом. Самые высокие температуры, а следовательно предположительно наихудшие условия эксплуатации наблюдаются в Южно-Казахстанской области. В Таблице 1 представлены сведения о среднегодовых и среднесуточных колебаниях температур в Шымкентской области.

Таблица 1. Показания средних и абсолютных значений температур.

Климат Шымкента													
Показатель	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб.	Дек.	Год
Абсолютный максимум, °С	22,2	24,5	31,5	33,0	37,8	43,0	47,2	42,2	39,2	34,4	30,6	25,4	47,2
Средний максимум, °С	4,1	6,6	12,9	19,2	25,1	30,0	32,7	32,1	27,2	18,8	12,1	6,0	18,9
Средняя температура, °С	-0,7	1,6	7,6	13,6	19,1	23,7	26,3	25,3	19,9	12,3	6,4	0,9	13,0
Средний минимум, °С	-4,8	-2,7	3,0	8,3	12,9	16,7	19,1	17,9	12,8	6,6	1,7	-3,1	7,4
Абсолютный минимум, °С	-31,1	-28,9	-23,9	-7,8	-2,8	5,5	7,8	7,0	-1,1	-12	-30	-26,1	-31,1
Норма осадков, мм	73	70	83	69	56	16	12	4	10	41	67	75	576

Источник: Погода и климат

Из таблицы 1 первое, что бросается в глаза, это среднегодовая температура +13.0⁰С, которая ниже средней комнатной на 12.0⁰С. Кажется бы, что время наработки конденсатора в таком более облегченном температурном режиме должно увеличиться более чем в два раза. Следующая особенность, это большие колебания температур: средний месячный максимум 32.7⁰С в июле, а средний месячный минимум -4.8⁰С в январе. Среднемесячные значения по таблице 1 хорошо поддаются аппроксимации формулой (8):

$$T_w(t) = T_y - T_s * \text{Cos}\left(2\pi * \frac{t}{\text{year}}\right) - T_d * \text{Cos}\left(2\pi * \frac{t}{\text{day}}\right) \quad (8)$$

где параметр day понимается как сутки, $T_y = 13.0^{\circ}\text{C}$ - среднегодовая температура, $T_s = 13.8^{\circ}\text{C}$ - амплитуда сезонного колебания температур, и $T_d = 6.7^{\circ}\text{C}$ - амплитуда внутри дневного колебания температур, смотри график 1 и 2. На графике 2 видно, что амплитуды колебаний подобраны таким образом, чтобы мгновенное значение $T_w(t)$ превышало среднемесячные показатели, хотя бы, на 1-2 градуса в максимумах и было ниже на 1-2 градуса в минимумах. Это сделано в попытке восстановить "мгновенные" значения температур из запаздывающих усредненных данных Таблицы 1. Резко континентальный климат Казахстана отличается довольно большими суточными колебаниями температур, размах которых составляет 13.4⁰С в среднем.

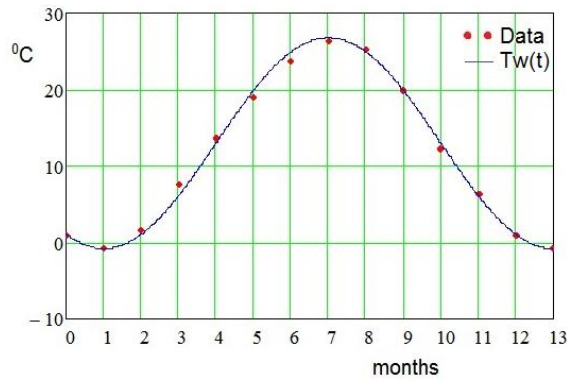


График 1. Аппроксимация сезонного колебания температур, при $T_d=0$.

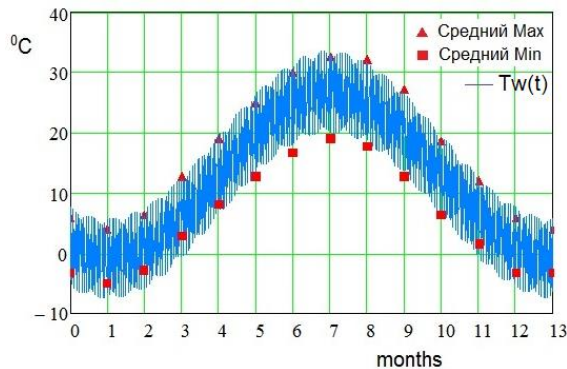


График 2. Аппроксимация сезонного и суточного колебаний температур.

Теперь, полезно получить формулу расчета наработки на отказ при переменчивых условиях, в которых учитывались, хотя бы, суточные и сезонные колебания температур. Установившаяся температура T_a внутри корпуса работающего прибора в первом приближении линейно зависит от внешней температуры. И если было измерено $T_a(25^{\circ}\text{C})$ при температуре 25°C окружающего прибор воздуха, то можно с уверенностью предсказать температуру $T_a(T_w)$ для конденсатора при других значениях температур T_w внешней по отношению к прибору среды: $T_a(T_w) = T_a(25^{\circ}\text{C}) + (T_w - 25^{\circ}\text{C})$. Тогда учитывая это и считая, что все другие условия неизменны кроме температуры, перепишем формулу (2) в виде:

$$L(t) = L_0 * 2^{\frac{T_0 - T_a(25) + 25 - T_w(t)}{10}} * 2^{\left(\frac{\Delta T_s}{10 - 0.25 * \Delta T_s} - \frac{\Delta T_j}{10 - 0.25 * \Delta T_j}\right)} \quad (9)$$

Отсюда для получим

$$L(t) = L_{\text{indoor}_{25^{\circ}\text{C}}} * 2^{\frac{25 - T_w(t)}{10}} \quad (10)$$

где $L_{\text{indoor}_{25^{\circ}\text{C}}}$ - время наработки внутри помещения при температуре 25°C и непрерывной работе. Поставляя полученное выражение (10) для $L(t)$ и выражение (8) для $T_w(t)$ формулу (6) получим следующее:

$$\int_0^{L_{d-s}} 2^{\frac{T_s}{10} * \cos\left(2\pi * \frac{t}{\text{year}}\right) + \frac{T_d}{10} * \cos\left(2\pi * \frac{t}{\text{day}}\right)} * dt = L_{\text{indoor}_{25^{\circ}\text{C}}} * 2^{\frac{25^{\circ}\text{C} - T_y}{10^{\circ}\text{C}}} \quad (11)$$

где L_{d-s} - искомое время наработки на отказ с учетом суточных и сезонных колебаний температур. Проведем преобразования над левой частью равенства (11), зная, что период суточного колебания гораздо меньше, в 365 раз, периода годового колебания. Значения медленно меняющихся сезонных колебаний были приняты за постоянные на интервале интегрирования суточных осцилляций и потому были вынесены за знак суточных интегралов. А весь непрерывный интеграл заменен на сумму (по суткам) кусочных суточных интегралов с соответствующими для каждого суток весами сезонных изменений, получив для левой части равенства (11):

$$\approx \sum_i^{\frac{L_{d-s}}{\text{day}}} 2^{\frac{T_s}{10} * \cos\left(2\pi * \frac{i * \text{day}}{\text{year}}\right)} * \text{day} * \left(\frac{1}{\text{day}} * \int_0^{\text{day}} 2^{\frac{T_d}{10} * \cos\left(2\pi * \frac{t}{\text{day}}\right)} * dt\right)$$

Затем суточный интеграл был вынесен за сумму, а сама сумма заменена на сумму непрерывных кусочно-годовых интегралов, и в итоге при переходе на безразмерные аргументы в суточном и годовом интегралах было получено выражение (12):

$$\approx L_{d-s} * \left(\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} 2^{\frac{T_s}{10} * \cos(x)} * dx\right) * \left(\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} 2^{\frac{T_d}{10} * \cos(x)} * dx\right) \quad (12)$$

И наконец, из (12) и (11) следует, что:

$$L_{d-s} = L_{\text{indoor}_{25^{\circ}\text{C}}} * K_y * K_{do}^{-1} * K_{so}^{-1} \quad (13)$$

где K_y - коэффициент связанный с тем что конденсатор находится в условиях, где среднегодовая температура T_y отличается от комнатной:

$$K_y = 2^{\frac{25^{\circ}\text{C} - T_y}{10^{\circ}\text{C}}} \quad (14)$$

а K_{do} и K_{so} - понижающие коэффициенты связанные соответственно с суточной и сезонной осцилляциями многолетних усредненных температур:

$$K_{so} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} 2^{\frac{T_s}{10} \cdot \cos(x)} * dx = I_0\left(\frac{T_s}{10} \ln(2)\right) \quad (15)$$

$$K_{do} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} 2^{\frac{T_d}{10} \cdot \cos(x)} * dx = I_0\left(\frac{T_d}{10} \ln(2)\right) \quad (16)$$

Понижающие коэффициенты можно связать с модифицированной функцией Бесселя первого рода $I_0(x)$. На графике 3 наглядно показана зависимость значения функции Бесселя от его аргумента.

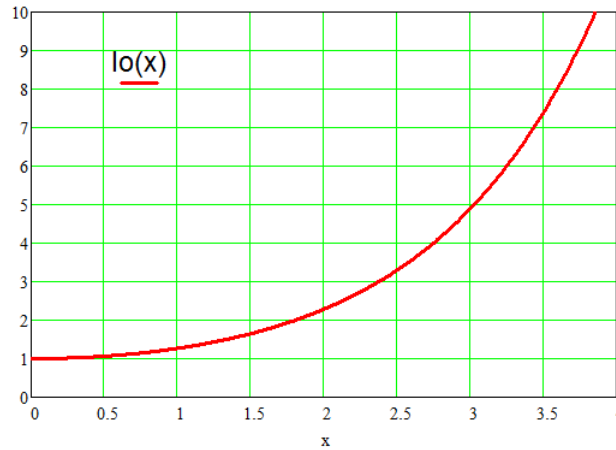


График 3. Значения функции Бесселя $I_0(x)$.

Теперь не сложно найти коэффициенты $K_y=2.30$, $K_{so}=1.24$ и $K_{do}=1.06$. Расчеты показали, что учет годовых погодных колебаний температур дает небольшие поправки. Дневные колебания практически не сказались в формуле расчета (6). Гораздо большее влияние оказывает средняя годовая температура, а поскольку она ниже на 12°C чем комнатная, то соответственно это дает значительную поправку в 2.3 раза к вычисленному значению для устройства непрерывно работающего при комнатной температуре. В итоге получили искомое значение $L_{d-s} = 1.75 * L_{\text{indoor}_25^{\circ}\text{C}}$. Формула (13) будет полезна для инженерных расчетов надежности, по которой можно оценить через поправочные коэффициенты влияние погодных изменений температур на время наработки по сравнению с измеренным либо вычисленным временем наработки прибора в стандартных лабораторных условиях, то есть при непрерывной работе и фиксированной температуре окружающего воздуха.

Вычисление формулы (13) были проведены для устройства работающего круглосуточно. Однако не все устройства работают в таком режиме. Например, устройства уличного освещения работают в ночное время суток, а устройства станции и ретрансляторы сотовой связи активно нагружены в дневное время суток. Рассмотрим гипотетический прибор, например, лампу работающую в ночное время суток и вычислим ее ресурс работы по сравнению с временем $L_{\text{indoor}_25^{\circ}\text{C}}$ круглосуточной работы до отказа при комнатной температуре. Будем считать что прибор работает 12 часов ночного и вечернего времени с 20.00 до 8.00 часов. В дневное время светодиодная лампа выключена, температура внутри корпуса светодиодного источника питания установится равной температуре воздуха на улице, если никаких мер дополнительного подогрева не предусмотрено. Для удобства перепишем формулу (6):

$$L(t) = L(Ta(25), Irms, \dots) * 2^{\frac{25-Tw(t)}{10}} \quad (17)$$

где

$$L(Ta(25), Irms, \dots) = L_0 * 2^{\frac{T_0-Ta(25)}{10}} * 2^{\left(\frac{\Delta T_s}{10-0.25*\Delta T_s} - \frac{\Delta T_j}{10-0.25*\Delta T_j}\right)}$$

- время наработки до отказа при некоторых условиях эксплуатации и температуры внутри корпуса $Ta(25^{\circ}\text{C})$ привязанного к комнатной температуре. Пусть, работающий прибор имеет температуру $Ta(25^{\circ}\text{C}) = 84^{\circ}\text{C}$ внутри корпуса, тогда $L(Ta(25^{\circ}\text{C}), Irms, \dots) = L_{\text{indoor}_25^{\circ}\text{C}}$ время наработки в этих стационарных условиях, найденное ранее при стандартных подсчетах или измерениях. Если

прибор не работает то внутри корпуса $T_a(25^{\circ}\text{C}) = 25^{\circ}\text{C}$, а $L(T_a(25^{\circ}\text{C}), I_{rms}, \dots) = L_{\text{storage}_{25^{\circ}\text{C}}}$ - предельный срок хранения при температуре 25°C . Подставляя выражение (17) для $L(t)$ в (6), получим:

$$1 = \int_0^{L_{d-s}} \frac{2^{\frac{T_y-25}{10} + \frac{T_s}{10} \cos(2\pi \frac{t}{\text{year}})} + \frac{T_d}{10} \cos(2\pi \frac{t}{\text{day}})}{L(T_a(25), I_{rms}, \dots)} * dt \quad (18)$$

Правую часть равенства (18) преобразуем аналогично преобразованию левой части равенства (11) и получим:

$$\approx 2^{\frac{T_y-25}{10}} * \left(\sum_k^{L_{d-s}/\text{year}} \int_0^{\text{year}} \frac{T_s}{2^{10}} \cos(2\pi \frac{t}{\text{year}}) * dt \right) * \left(\frac{1}{\text{day}} * \int_0^{\text{day}} \frac{2^{\frac{T_d}{10} \cos(2\pi \frac{t}{\text{day}})}}{L(T_a(25), I_{rms}, \dots)} * dt \right)$$

или перейдя к безразмерным величинам:

$$\frac{1}{L_{d-s}} = 2^{\frac{T_y-25}{10}} * \left(\frac{1}{2\delta} \int_0^{2\pi} \frac{T_s}{2^{10}} \cos(x) * dx \right) * \left(\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{2^{\frac{T_d}{10} \cos(x)}}{L(T_a(25), I_{rms}, \dots)} * dx \right)$$

или:

$$\frac{1}{L_{d-s}} = K_y^{-1} * K_{so} * \left(\frac{1}{2\pi} \int_{\phi_1}^{\phi_2} \frac{2^{\frac{T_d}{10} \cos(x)}}{L_{\text{indoor}_{25^{\circ}\text{C}}} * dx} + \frac{1}{2\pi} \int_{\phi_2}^{\phi_3} \frac{2^{\frac{T_d}{10} \cos(x)}}{L_{\text{storage}_{25^{\circ}\text{C}}} * dx} \right) \quad (19)$$

где $\phi_1 \leq \phi \leq \phi_2$ - интервал, где прибор работает, и $\phi_2 \leq \phi \leq \phi_3$ - интервал, где он выключен, при этом выполняется $\phi_3 - \phi_1 = 2\pi$. Для того чтобы вычислить коэффициенты при $L_{\text{indoor}_{25^{\circ}\text{C}}}$ и $L_{\text{storage}_{25^{\circ}\text{C}}}$, к примеру, будем считать, что светодиодная лампа работает в моменты самых низких температур, то есть в отрицательной полуволе косинуса, тогда:

$$\frac{1}{L_{d-s}} = K_y^{-1} * K_{so} * \left(\frac{\frac{1}{2\pi} \int_{\frac{3}{2}\pi}^{\frac{3}{2}\pi} \frac{2^{\frac{T_d}{10} \cos(x)}}{L_{\text{indoor}_{25^{\circ}\text{C}}} * dx}{L_{\text{indoor}_{25^{\circ}\text{C}}} + \frac{\frac{1}{2\pi} \int_{-\frac{1}{2}\pi}^{\frac{1}{2}\pi} \frac{2^{\frac{T_d}{10} \cos(x)}}{L_{\text{storage}_{25^{\circ}\text{C}}} * dx}}{L_{\text{storage}_{25^{\circ}\text{C}}}} \right)$$

или для нашего случая
$$\frac{1}{L_{d-s}} = \frac{1.24}{2.30} \left(\frac{0.376}{L_{\text{indoor}_{25^{\circ}\text{C}}} + \frac{0.679}{L_{\text{storage}_{25^{\circ}\text{C}}}} \right) \quad (20)$$

Таким образом в формуле (20), для времени наработки до отказа L_{d-s} гипотетической уличной лампы работающей только в ночное время суток, получим поправочный коэффициент 0.376 для ночного, холодного, времени и коэффициент 0.679 для дневного, теплого, времени суток. Поскольку прибор работает в ночное время суток, то коэффициент 0.376 стоит при $L_{\text{indoor}_{25^{\circ}\text{C}}}$, а дневной коэффициент 0.679 при $L_{\text{storage}_{25^{\circ}\text{C}}}$. Заметим что суточный понижающий коэффициент из (13) и (15) $K_{do} = 0.376 + 0.679$.

4. Заключение.

В работе выведены формулы для вычисления времени наработки до неисправности электролитического конденсатора учитывающие усредненные по годам сезонные и суточные колебания температур. Усредненные сезонные и суточные колебания температур для определенной местности были аппроксимированы гармоническими колебаниями температур наложенными друг на друга. В приближении, что период суточных колебаний температур значительно меньше сезонных была получена простая и удобная к использованию аналитическая формула для расчета. По аналогии, возможно получить прикладные формулы расчета времени наработки с учетом других переменных условий эксплуатации, например, нагрузки, периодического выключения. Например, была выведена формула для расчета среднего времени работы до отказа гипотетического уличного светотехнического прибора включаемого в темное время суток. Были рассчитаны поправочные погодные коэффициенты

для конкретной местности Казахстана с резко континентальным климатом, для целей разработки уличных осветительных приборов и автономных источников энергии. Полученные формулы будут полезны для инженерных расчетов надежности при проектировании электротехнических устройств подверженных погодным изменениям температур.

Работа была профинансирована Комитетом Науки МОН РК в рамках проекта АРН05135334 "Исследование и разработка инновационного микроинвертора для фотоэлектрических панелей".

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Sun B., Fan X., Qian C., and Zhang G. "PoF-Simulation-Assisted Reliability Prediction for Electrolytic Capacitor in LED Drivers." *IEEE Transactions on Industrial Electronics* Vol. 63 No. 11 (2016): pp. 6726-6735.
- [2] Wang H. and Blaabjerg F. "Reliability of Capacitors for DC-Link Applications in Power Electronic Converters—An Overview." *IEEE Transactions on Industry Applications* Vol. 50 No. 5 (2014): pp. 3569–3578.
- [3] Naikan V.N.A. and Rathore A. "Accelerated temperature and voltage life tests on aluminium electrolytic capacitors: A DOE approach." *The International Journal of Quality & Reliability Management* Vol. 33 No. 1 (2016): pp. 120-139.
- [4] C. S. Kulkarni, J. R. Celaya, G. Biswas and K. Goebel, "Accelerated Aging Experiments for Capacitor Health Monitoring and Prognostics," in 2012 IEEE AUTOTESTCON, Anaheim, CA, 2012.
- [5] Whitman CS. Impact of ambient temperature set point deviation on Arrhenius estimates. *Microelectron Reliab*, 2012; 52: 2–8.
- [6] Cherry Bhargava, Vijay Kumar Banga, Yaduvir Singh, "An intelligent prognostic model for electrolytic capacitors health monitoring: A design of experiments approach", *Advances in Mechanical Engineering*, 2018, Vol. 10 (10) 1-11.
- [7] Anunay Gupta, Om Prakash Yadav, Douglas DeVoto, and Joshua Major, "A Review of Degradation Behavior and Modeling of Capacitors: Preprint.", Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory, 2018, NREL/CP-5400-71386.
- [8] M. Miner, "Cumulative damage in fatigue," *J. Appl. Mech.*, vol. 12, pp. 159–164, 1945.
- [9] Albertini, A., Masi, M. G., Mazzanti, G., Peretto, L., and Tinarelli, R. "Toward a BITE for Real-Time Life Estimation of Capacitors Subjected to Thermal Stress." *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* Vol. 60 No. 5 (2011): pp. 1674-168.
- [10] Toshihiko Furukawa, Daizou Senzai, Takahiro Yoshida, "Electrolytic Capacitor Thermal Model and Life Study for Forklift Motor Drive Application", Conference: 2013 World Electric Vehicle Symposium and Exhibition (EVS27), DOI: 10.1109/EVS.2013.6914976, November 2013.
- [11] Rubycon corporation, "Technical notes for electrolytic capacitor", <http://www.rubycon.co.jp/en/products/alumi/pdf/life.pdf>
- [12] Elna corporation, "Technical note: aluminum electrolytic capacitors", http://www.elna.co.jp/en/capacitor/alumi/catalog/pdf/al_tecnote_e.pdf
- [13] Nippon Chemi-con corporation, Technical note: "Aluminum electrolytic capacitors", pp.392-394, "Lifetime of Aluminum Electrolytic Capacitors", <http://www.chemi-con.co.jp/e/catalog/pdf/al-e/al-all-e1001s-2018.pdf>
- [14] A. Albertsen, "Electrolytic Capacitor Lifetime Estimation," Jianhai Europe Electronic Components GmbH, 2012.

Джунусбеков Е.Ж., Оразбаев С.А.

Расчет надежности электролитического конденсатора в переменных условиях эксплуатации

Аннотация: В статье обсуждаются практические методы расчета времени наработки до неисправности электролитических конденсаторов. Существующие общепринятые формулы предоставляют методы расчета для статических внешних условий, тогда как практика требует учета переменных условий эксплуатации, например, в условиях переменной нагрузки или погодных изменений температур. В работе на основе принципа накопления усталости Майнера и разумных приближений выведены формулы учитывающие усредненные по годам сезонные и суточные колебания температур. Полученные формулы будут полезны для инженерных расчетов надежности при проектировании электротехнических устройств подверженных погодным изменениям температур.

Ключевые слова: надежность, электролитические конденсаторы, время наработки до отказа, сезонные и суточные колебания температур, закон Аррениуса, принцип накопления усталости Майнера, принцип выработки ресурса при переменных условиях.

Джунусбеков Е.Ж., Оразбаев С.А.

Электролиттік конденсатордың қызмет ету мерзімі түрлі жұмыс жағдайларында

Түйіндеме. Мақалада электролиттік конденсаторлардың істен шығуына орташа жұмыс уақытын есептеу әдістері қарастырылады. Кәдімгі формулалар статикалық қоршаған орта жағдайларының есептеу әдістерін қамтамасыз етеді, ал практикада ауыспалы жүктемені немесе ауа температурасының өзгеруін ескеру қажет.

Майнера шаршау жинақталуының және қонымды жақындаулардың принципіне сүйене отырып, көптеген маусымдық және тәуліктік температура ауытқуларының орташаланғанын ескеретін жалпы формулалар шығарылады. Алынған формулалар ауа температурасының өзгеруіне ұшыраған электрондық құрылғылардың сенімділігін есептеу үшін пайдалы.

Түйінді сөздер: құрылғының қызмет ету мерзімі, электролиттік конденсаторлар, сәтсіздікке орташа уақыт, температурадағы маусымдық және тәуліктік ауытқулар, Аррениус заңы, Майнера шаршау жинақтау қағидасы, әртүрлі шарттарда ресурстардың сарқылу қағидасы.

УДК 004.21

^{1,2} S. S. Akhmetov, ^{1,2} A. U. Kalizhanova, ³ G. S. Nabyeva

(¹Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK, Kazakhstan

²Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan

³Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Kazakhstan

e-mail: kalizhanova_aliya@mail.ru, as_sultan@mail.ru)

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF ANALYSIS METHODS FOR THE MODULAR DATA PROCESSING SYSTEMS OF VARIOUS CLASSES AND PURPOSES

Abstract. This article is devoted to the research and development of analysis methods for modular data processing systems. Data processing systems of various classes and purposes are represented by a combination of application software, databases, system-wide software implemented on the basis of a computer system in order to obtain some practical application for data processing. Analysis methods are proposed that are implemented in conjunction with the methods of formalized presentation of analysis results and allow using the set of standard document forms to present the received information in a form convenient for further use in the synthesis of modular data processing systems.

Keywords. Modular data processing systems, application design methods, information elements.

^{1,2} С.С. Ахметов, ^{1,2} А.У. Калижанова, ³ Г.С. Набиева

(¹Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан, Алматы

²Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан

³Алматинский университет энергетики и связи, Казахстан

e-mail: kalizhanova_aliya@mail.ru, as_sultan@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ АНАЛИЗА МОДУЛЬНЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ РАЗЛИЧНОГО КЛАССА И НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию и разработке методов анализа модульных систем обработки данных. Системы обработки данных различных классов и назначений представлены совокупностью прикладного программного обеспечения, баз данных, общесистемного программного обеспечения, реализованных на основе компьютерной системы, с целью получения некоторого практического применения для обработки данных. Предложены методы анализа, которые реализуются в совокупности с методами формализованного представления результатов анализа и позволяют с помощью набора стандартных форм документов представить полученную информацию в виде, удобном для дальнейшего использования в процессе синтеза модульных систем обработки данных.

Ключевые слова. Модульные системы обработки данных, методы проектирования прикладных программ, информационные элементы.

Введение. Системы обработки данных (СОД) различного класса и назначения представляют собой совокупность прикладного программного обеспечения, базы данных, общесистемного программного обеспечения, реализуемые на основе вычислительной системы, с целью решения некоторого прикладного приложения по обработке данных или управлению. Основными задачами проектирования системы обработки данных является синтез прикладного программного обеспечения и базы данных, при этом последние, до настоящего времени, разрабатываются, часто используя опыт и знания конкретных разработчиков.

Проблемы проектирования модульных систем обработки данных для сложных и многокомпонентных систем исследованы в работах известных ученых Мамиконова А.Г., Ашимова А.А., Кульбы В.В., Казиева Г.З., Косяченко С.А., Сиротюк В.О. и др. авторов. Данными авторами

достигнуты значительные результаты в применении методов анализа и синтеза оптимальных модульных систем обработки данных (СОД), синтеза информационного обеспечения модульных СОД, анализа диалоговых систем. Новые условия функционирования современных СОД приводят к необходимости усложнения и пересмотра используемых моделей и подходов к решению

В настоящее время разработаны формализованные методы проектирования прикладных программ и базы данных, системы автоматизации их проектирования, системы автоматизации процессов разработки программ.

Исследования показали, что при разработке формализованных моделей и методов проектирования систем обработки данных, задачи, как правило, формулируются в виде задач дискретного программирования, трудоемкость и сложность решения которых общеизвестна.

В связи с этим возникает необходимость разработки принципиально новых подходов, постановок и методов решения, обеспечивающих эффективное решение задач проектирования информационного и прикладного программного обеспечения.

Вместе с тем при разработке сложных информационных систем эти инструментарию не всегда обеспечивают качество и сокращение длительности разработки проектов.

Поэтому возникает необходимость разработки формализованных моделей и методов проектирования прикладного программного обеспечения и базы данных систем обработки данных. Одним из направлений такого подхода является разработка моделей и методов анализа и синтеза модульных и типовых модульных систем обработки данных.

Модели и методы анализа и синтеза модульных и типовых модульных систем обработки данных.

В рамках этого направления рассмотрим известные подходы анализа и проектирования систем обработки данных.

Для разработки формализованных методов необходимо провести анализ предметной области, для которой разрабатываются системы обработки данных.

В результате анализа систем обработки данных выделяется множество функциональных задач и процедур обработки данных, множество информационных элементов, необходимых и достаточных для решения множества задач системы, а также взаимосвязи между информационными элементами и процедурами обработки данных в процессе решения задач по обработке данных. В ряде случаев в процессе анализа оцениваются и выделяются такие количественные характеристики, как размеры информационных элементов и процедур, частоты функционирования программных модулей и функциональных задач, средние времена обращения к массивам базы данных и другие [1-5].

Уточним некоторые понятия.

Под функциональной задачей понимается последовательность процедур обработки данных и используемых ими входной информации (информации элементов) для решения приложения, необходимого для управления или принятия решения.

Под процедурой обработки данных понимается любая математическая или логическая операция, либо сложная комбинация указанных операций, приводящая к формированию результата на основе заданных исходных данных.

Информационным элементом (атрибут) называется наименование минимальной неделимой информации, значения которой используются в качестве исходных данных процедурами обработки либо являются результатом их обработки.

Рассмотрим методы анализа систем обработки данных реального времени (СОД РВ), которые могут быть использованы при анализе систем других классов.

Процедуры обслуживания заявок в системах обработки данных реального времени (СОД РВ) неоднозначно определяются требуемым множеством выходных информационных элементов и детерминированной технологией их получения, а зависят от времени поступления заявки на обработку, состава и взаимосвязей, необходимых для ее обслуживания задач и от текущего состояния информационной базы, определяющего альтернативные возможности обработки данных. Для исследования этих возможностей необходим совместный анализ множества требований, предъявляемых поступающими на обработку заявками, используемых для их обслуживания задач обработки данных, алгоритмов их решения и используемых массивов. Для анализа структур информационных потоков и технологии обработки данных в СОД РВ используется совокупность взаимосвязанных матричных и графовых моделей, обеспечивающих формальный анализ технологий обработки данных как отдельной задачи СОД РВ, так и множества задач в целом [6-9].

Обобщенной формой представления взаимосвязей информационных элементов, процедур и информационных элементов при решении задач являются технологические матрицы сложности и достижимости, которые затем преобразуются в интегрированный граф обработки данных. Построение единого интегрированного графа осуществляется путем выполнения операции «наложения» технологических графов и заключается в совмещении идентичных уровней каждого графа и идентичных вершин на каждом уровне. В результате формируется интегрированный граф, которому соответствует матрица, полученная путем логического сложения технологических матриц.

Рассмотрим указанные процедуры анализа более подробно, так как они являются общими для модульных систем обработки данных любого класса.

Построение и структуризация технологических графов решение отдельных задач обработки данных реального времени осуществляется следующим образом.

Пусть задано множество задач СОД РВ $\{\eta_n\}$, $n = \overline{1, N}$. Технологии решения каждой задачи соответствует направленный граф $G^n = (D^n, R^n)$, где $D^n = \{d_l^n\}$; $l = \overline{1, L^n}$; L^n – множество вершин графа, отражающих информационные элементы задачи η_n ; $R_n = \{p_r\}$ – множество отношений между информационными элементами $d_l^n \in D^n$. Каждому графу G^n соответствует квадратная бинарная матрица смежности $C_n = \|C_u^n\|$ размера $L^n \times L^n$. Элемент $\|C_u^n\|$ матрицы C_n равен 1, если элементы d_l^n и $d_{l^1}^n$ графа G^n связаны отношениями p_r , и равен 0 в противном случае.

Структурированный граф взаимосвязей информационных элементов задачи, преобразованный к виду, не содержащему циклов обработки, называется скелетным графом задачи G_c^n . Он состоит из ряда уровней или непересекающихся подмножеств вершин, каждая из которых является выходным результатом обработки предыдущего уровня или подмножества информационных элементов. С использованием графа G_c^n определяется множество процедур обработки данных, необходимых для решения задач $\{\eta_n\}$, $n = \overline{1, N}$. Для каждой упорядоченной пары элементов $(d_l^n, d_{l^1}^n) \in D^n$ определим подмножества

$$\begin{aligned} D_1^n &= \{d_l^n \mid \exists d_{l^1}^n ((d_l^n, d_{l^1}^n) \in D^n)\}, \\ D_2^n &= \{d_{l^1}^n \mid \exists d_l^n ((d_l^n, d_{l^1}^n) \in D^n)\}, \\ D_1^n \cup D_2^n &= D^n. \end{aligned}$$

Затем определим на множестве D^n декартово произведение $D^n = D_1^n \times D_2^n$. Пара элементов $(d_l^n, d_{l^1}^n)$ связана с процедурой p_r , если она принадлежит отношению R_n . Совокупность процедур задачи образует множество $\{p_r\} = R^n$. Полное множество процедур анализируемого множества $\{\eta_n\}$ задач определяется путем объединения $R = \bigcup_n R^n = \{p_r\}$.

Для определения в задаче входных, промежуточных и выходных данных, последовательности их получения и контуров обратной связи, а также анализа взаимосвязей в системе введено понятие матрицы достижимости.

Под матрицей достижимости M_n понимается квадратная бинарная матрица, проиндексированная одинаковым образом по обеим осям множеством информационных элементов D_n . Элемент d_l достижим из элемента $d_{l^1} (d_l R d_{l^1})$, если на графе $G^n = (D^n, R^n)$ можно указать направленный путь от вершины d_l к вершине d_{l^1} (либо $l = l^1$),

$$m_{ll^1} = \begin{cases} 1, & \text{если для получения элемента } d_{l^1} \text{ используется элемент } d_l, \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Матрица M_n определяется на основе матрицы \tilde{N}_n . При этом они связаны булевым уравнением

$$M_n = C_m^{m+1} = C_m^m \neq C_m^{m-1}.$$

Анализ структур обработки данных для каждой η_n задачи СОД и определение необходимой последовательности получения информационных элементов упрощается, если элементы построенной матрицы достижимости упорядочить по уровням (этапам) их обработки. Получение матрицы M_n методом свертки циклов позволяет уменьшить ее размерность, облегчить анализ и синтез структуры решения, как отдельных задач η_n системы, так и функционирования всей СОД РВ.

Процесс построения матриц достижимости значительно упрощается, если проектировщик представляет информацию не о парных отношениях «информационный элемент – информационный элемент», а информацию о существовании направленного пути (путей) между парами информационных элементов.

Взаимосвязь между процедурами обработки данных при обслуживании каждой заявки СОД РВ, наборами входных и промежуточных данных удобно представлять с помощью таблицы инцидентности обработки множеств запросов $Y_n = \|y_{rl}^n\|$, которая представляет собой матрицу вида

$$y_{rl}^n = \begin{cases} +1, & \text{если } d_l \text{ является входным элементом процедуры } p_r \\ & \text{при решении задачи } \eta_m, \\ 0, & \text{если при решении задачи } \eta_m \text{ задачи элемент } d_l \text{ не используется} \\ & \text{процедурой } p_r, \\ -1, & \text{если } d_l \text{ является выходным элементом процедуры } p_r \\ & \text{при решении задачи } \eta_m. \end{cases}$$

В матрице Y_n каждая строка отображает процедуру обработки, а каждый столбец – использование всеми процедурами при решении η_n задачи рассматриваемого информационного элемента. В строке содержится информация о множестве входных и выходных данных, связанных с анализируемой процедурой. Анализ столбцов позволяет выявить входные и выходные информационные элементы рассматриваемой задачи η_n . Элементы $d_l \in D^n, l = \overline{1, L^n}$ являются входными при решении η_n задачи, если d_l столбец матрицы Y_n содержит единственную, отличную от нуля запись $y_{rl}^n = +1, r = \overline{1, R^n}$. Если l -й столбец содержит запись $y_{rl}^n = -1$, то соответствующий ему элемент $d_l \in D^n, l = \overline{1, L^n}$ является выходным. Технологической матрицей смежности C_T^n при решении η_n задачи назовем квадратную бинарную матрицу, проиндексированную по обеим осям множествами $D^n \cup R^n$. Матрица C_T^n имеет четыре подматрицы: C^n, C_1^n, C_2^n, C_3^n с размерами $D^n \times D^n, R^n \times D^n, D^n \times R^n, R^n \times R^n$.

Нулевые элементы подматрицы C_1^n соответствуют элементам, равным -1 в матрице Y_n , а не нулевые элементы подматрицы C_2^n соответствуют элементам, равным +1 в транспонированной матрице Y_n . Таким образом, элемент $(p_r, d_l), r = \overline{1, R^n}, l = \overline{1, L^n}$ матрицы C_T^n равен 1, если элемент d_l является входным для процедуры p_r , и элемент (d_l, p_r) равен 1, если элемент d_l является входным при решении η_n задачи. В противном случае элементы в позициях (p_r, d_l) и (d_l, p_r) равны 0. Единичный элемент в позиции $(p_r, p_r), r = \overline{1, R^n}$ подматрицы C_3^n соответствует наличию единичных элементов в позиции (p_r, d_l) подматрицы C_1^n и в позиции (d_l, p_r) подматрицы $C_2^n, l = \overline{1, L^n}$, что равносильно существованию информационного элемента d_l , который является входным для процедуры p_r , и выходным для процедуры p_r при решении η_n задачи. Для удобства формального описания будет считать, что главная диагональ подматрицы C_3^n заполнена единичными записями.

Используя матрицу C_T^n , можно определить матрицу M_T^n , которая содержит подматрицы $M_n, M_n^{(1)}, M_n^{(2)}, M_n^{(3)}$, проиндексированы соответственно: $D^n \times D^n, R^n \times D^n, D^n \times R^n, R^n \times R^n$.

Подматрица $M_n^{(1)}$ удовлетворяет соотношению $M_n^{(1)} = C_1^n * (C^n)^k = C_1^n * (C^n)^{k+1} \neq C_1^n * C_1^{k-1}$, где k - целое положительное число, не больше числа L^n элементов при решении η_n задачи, т.е. $k < L^n - 1$. Матрица $M_n^{(1)}$ содержит единичные элементы в позиции (p_r, d_l) , если процедура входит в последовательность процедур, необходимую для получения элемента d_l при решении η_n задачи. В противном случае запись в позицию (p_r, d_l) подматрицы $M_n^{(1)}$ равна нулю. Подматрица $M_n^{(2)}$ определяется соотношением $M_n^{(2)} = M_n \times C_2^n$ и содержит единичный элемент в позиции (d_l, p_r) , если элемент d_l является входным для последовательности процедур, в состав в которых входит процедура p_r . В противном случае элемент (d_l, p_r) равен 0. Подматрица $M_n^{(3)}$ является матрицей достижимости процедур обработки данных при решении η_n задачи и удовлетворяет соотношению

$$(C_3^n)^{k-1} \neq (C_3^n)^k = (C_3^n)^{k+1} = M_n^{(3)}.$$

Единичная запись в позиции $(p_r, p_{r'})$ подматрицы $M_n^{(3)}$ соответствует наличию направленного пути в графе технологии решения η_n задачи от процедуры p_r к процедуре $p_{r'}$.

Построение единого интегрированного графа осуществляется путем выполнения операции «наложения» графов G^n и заключается в совмещении идентичных уровней каждого графа и идентичных вершин на каждом уровне. В результате формируется интегрированный граф G^0 , которому соответствует матрица смежности $C^0 = \|C_l^0\|$, $l = \overline{1, L}$, $l' = \overline{1, L}$, полученная путем логического сложения матриц C_T^n : $C^0 = C_T^1 \vee C_T^2 \vee \dots \vee C_T^n$.

Анализ структур полученного интегрированного графа позволяет на заключительном этапе анализа определить следующие общесистемные требования к обслуживанию заявок в СОД РВ: множество требуемых задач обработки данных для обслуживания одного типа заявок и базовые задачи для каждого типа, взаимосвязи между заявками по решаемым задачам и между задачами по используемым процедурам и данным, рациональную дисциплину обслуживания заявок и оценку требуемой производительности вычислительной системы для заданной дисциплины обслуживания.

В качестве моделей описания и анализа задач обработки данных при создании типовых модульных СОД также используется аналогичная совокупность графовых и матричных моделей. Методика анализа и структуризация исходной для синтеза системы типовых модулей СОД информации базируется на последовательном преобразовании матричных и графовых моделей алгоритмов решения задач обработки данных, содержащих всю необходимую информацию о взаимосвязях и отношениях между различными элементами отдельных задач. При формировании полного структурированного графа технологии решения задачи учитывается наличие в алгоритмах решения задач обработки данных циклических участков и альтернативных вариантов обработки, процедур обновления информационных элементов и процедур принятия решений. Полный структурированный граф и соответствующие ему матрицы смежности и достижимости позволяют описывать алгоритмы решения задач обработки данных в целом и отдельные их части с заданной степенью детализации [10-14]

Рост числа решаемых в диалоге задач в составе модульных СОД их сложности, повышение требований своевременности, к достоверности и полноте представляемой информации обуславливает необходимость дальнейшего усовершенствования методологии проектирования СОД, которая должна учитывать не только особенности «человеческого фактора», но и требование по обеспечению максимальной эффективности использования технического, программного и информационного обеспечения диалоговых систем (ДС) и их типизации.

На стадии предпроектного анализа ДС необходимо выполнить комплекс работ, основной из которых также является анализ решаемых пользователями задач, технологии их решения, определения требований пользователей к эффективности и качеству решения задач [14]. На этой стадии определяется необходимый набор процедур реализации комплекса диалоговых задач и требуемой для их решения информации.

Для представления результатов изучения и анализа задач пользователей и технологии их решения используется модификации описанных выше формализованных методов представления результатов этого изучения.

Определение процедур обработки данных, анализ и структуризацию каждой диалоговой задачи целесообразно осуществлять с использованием дополнительной совокупности матричных и графовых моделей, обеспечивающих подготовку локальных сценариев (ЛС) диалога и других исходных данных, необходимых для технического проектирования оптимальных ДС [15].

Локальные сценарии диалога строятся на основе описанных пользователями (средствами языка описания задач – ЯОЗ) схем их решения, которые дополняют формами представления результатов проектирования систем. Схема решения каждой задачи представляется в виде совокупности взаимосвязанных таблиц решений (ТР), описывающих последовательность и содержание шагов диалога пользователя с ДС при решении задачи, используемую при этом информацию, а также требования пользователя к характеристикам процесса обработки запросов, выдаваемых на каждом шаге диалога. Совокупность таблиц решений однозначным образом отображается в граф локального сценария диалога (ГЛС). Каждая вершина ГЛС соответствует одной ТР, а направленные дуги – взаимосвязям между таблицами. Каждому ГЛС ставятся в соответствие матрица смежности и матрица достижимости, отражающие структуру и взаимосвязь узлов графа.

При помощи матриц для облегчения последующего анализа локальных сценариев диалога производится упорядочение ГЛС, в ходе которого узлы графа распределяются по уровням их прохождения и процессе решения задачи. При наличии контуров на уровнях ГЛС осуществляется их свертка, что приводит к сокращению размерности и упрощению матриц смежности и достижимости графа. На основе упорядоченного таким образом ГЛС с помощью языка ГЕРТ сетей могут быть определены такие характеристики ГЛС диалога, как условная вероятность завершения решения задачи в заданном узле графа, обладающей свойством аддитивности на дугах графа.

С учетом результатов анализа требований пользователей и локальных сценариев диалога формируется сценарий ДС в целом путем операции «наложения» упорядоченных узлов на каждом уровне. Для формализации, упорядочения и анализа сценария диалога всей системы также используется совокупность взаимосвязанных матричных и графовых моделей и методы оценки ГЕРТ-сетей.

На этой стадии производится проверка корректности описания схем решения задач и соответствия характеристик функционирования ДС построенному сценарию системы и требованиям пользователей к эффективности и качеству задач. Выявление неточностей и противоречий в описании схем решения задач и в заданных требованиях к эффективности и качеству их решения на стадии предпроектного анализа ДС до реализации этапов проектирования, отладки и внедрения системы позволяет свести к минимуму затраты на исправление ошибок, тестирование и, следовательно, сократит общие затраты на реализацию ДС.

Качественные изменения в структуре современных модульных СОД связаны с широким внедрением сетей ЭВМ, систем управления локальными и распределенными базами данных, а также новейших систем передачи данных.

Процедура формального анализа предметной области пользователей банков данных также основана на использовании совокупности графовых и матричных моделей, обеспечивающих структуризацию предметной области пользователя, выявление дублирующих информационных элементов и избыточных взаимосвязей, формирование графов информационных структур, выделение ключей и атрибутов, и направлена на построение рациональных канонических структур баз данных.

Анализ в процессе проектирования распределенных баз данных (РБД) в модульных системах включает четыре взаимосвязанных этапа- предпроектный анализ предметных областей пользователей, анализ предметных областей пользователей и построение внешних моделей, построение обобщенной внешней модели и построение канонической структуры РБД. Результатом анализа предметных областей пользователей является построение канонической структуры РБД, которая отражает наиболее существенные характеристики и устойчивые свойства данных и отношений между ними и является инвариантной по отношению к аппаратным и программным средствам ее реализации [16-18].

В результате анализа определяется также целесообразность применения методов типизации, обеспечивается формирование обобщенной внешней модели (ОВМ), проектирование канонической структуры РБД и выделенные на ней множества типовых и специфических сегментов данных. Выделенные сегменты данных и их характеристики используются при синтезе логической структуры РБД, логических и физических структур локальных БД [19].

Целесообразность применения методов типизации при проектировании РБД определяется уровнем информационной и процедурной общности внешних моделей предметной области пользователей.

Внешняя модель предметной области пользователя включает описание характеристик информационных элементов и отношений между информационными элементами и процедурами.

Для унификации групповых информационных элементов, входящих в структуру внешней модели предметной области отдельного пользователя, выделенное множество групповых информационных элементов проверяется на семантическую связность и возможность удаления дублированных информационных элементов в группах.

Результатом выполнения процедур нормализации внешней модели предметной области пользователя является каноническая структура, т.е. структура, которая представляет собой минимальную концептуальную схему и отражает наиболее существенные свойства и характерные особенности предметных областей пользователей.

В процессе анализа модульных СОД широко используется аппарат сетей Петри [20]. Задачи анализа систем обработки данных, решаемых при помощи временных сетей Петри с разноцветными маркерами, включают задачи определения возможности и корректности реализации любой функциональной задачи пользователя или заданного множества таких задач, возможности многократного использования процедур обработки данных выявления тупиковых ситуаций при совместной обработке информационных элементов. С использованием сетей Петри проводится также анализ механизмов защиты в системах обработки данных [20].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенные методы анализа реализуются в совокупности с методами формализованного представления результатов анализа и позволяют с помощью набора стандартных форм документов представить полученную информацию в виде, удобном для дальнейшего использования в процессе синтеза модульных систем обработки данных.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Максименко С.В. Технологическая модель обеспечения достоверности данных информационных технологий. // Безопасность информационных технологий. – 1995, №2, с.14-15.
- [2] Скородумов Б.И. Информационная безопасность. Обеспечения безопасности информации электронных банков. – М.: МИФИ, 1995, - 104с.
- [3] Герасименко В.А. Комплексная защита информации в современных системах обработки данных. //Зарубежная радиоэлектроника. – 1993, №2, с. 35-38.
- [4] Герасименко В.А., Размахин М.К. организация работ по защите информации в системах обработки данных. //Зарубежная радиоэлектроника. – 1989, №12, с. 110-124.
- [5] Пономарев В.П., Корниенко А.А., Максимов Ю.Н., Платонов В.В. Организационно- технические аспекты обеспечения безопасности информации в ходе информатизации Санкт-Петербург. // Информатика и вычислительная техника. – 1994, №2-3, с. 46-49.
- [6] Охрименко С., Черней Г., Фотенко В., Руссу В. Система банковской безопасности. – Банковско-финансовый центр Республики Молдова, 1996, с. 79.
- [7] Диллон Б., Сингх Ч. Инженерные методы обеспечения надежности систем. – М.: Мир, 1984, с. 318.
- [8] Казиев Г.З., Айтчанов Ш.К., Мусина Р.Ж. Блочно-симметричные задачи дискретного программирования // Тезисы докладов – I Съезда математиков Казахстана. – Шымкент: Гылым, 1996, с. 288-289.
- [9] Казиев Г.З., Набиева Г.С., Молдакалыкова А. Қолданбалы бағдарламалық қамтамасыз ету мен деректер қорының массивтерін үлестірудегі дискретті бағдарламалаудың блокты-симметриялы есебі. // Ізденіс. - 2013. -№1(1). Алматы, с. 136-140
- [10] Helme M., Jack C., Shulman A. Planning for new services in the local loop.// Teletraffic Science in new cost-eff. systems, networks and services. – Amsterdam: 1989, p. 461-472.
- [11] Курило А. П. О проблеме компьютерной преступности.// НТИ. Серия 2. Организация и методика информационной работы. – 1993, №8, с. 6-9.
- [12] Казиев Г.З., Набиева Г.С., Оспанова С.Б. Многокритериальные блочно – симметричные задачи дискретного программирования // Труды международной научно- практической конф. «Состояние, проблемы и задачи информатизации в Казахстане», посвященной к 70-летию КазНТУ им. К.И. Сатпаева и 10-летию Международной Академии Информатизации (МАИН). – Алматы: РИО, 2004. - с. 258-263.
- [13] Тұрдалыұлы М., Бекова С., Сагалова К., Ахметов С.С., Набиева Г.С. Техникалық жобалау кезеңінде деректерді өңдеу жүйелерінің қолданбалы есептері мен бастапқы құжаттарын декомпозициялау// Труды Международных Сатпаевских чтений «Роль и место молодых ученых в реализации стратегии «Казахстан - 2050», посвященных 80-летию КазНТУ имени К.И.Сатпаева». Алматы, 2014. Том III. С. 511-515
- [14] Набиева Г.С., Казиев Г.З., Каленова Б.С., Калижанова А.У., Ахметов С.С. Мәліметтерді өңдеу

жүйелерін жобалау үрдісіндегі дискретті бағдарламалау есебінің модельдері мен әдістері. Труды международного форума «Инженерное образование и наука в XXI веке: проблемы и перспективы», посвященного 80-летию КазНТУ имени К.И.Сатпаева, том II, 22-24 октябрь 2014 г., с.295-298

[15] Nabiyeva G.S., Kaziev G.Z., Balgabaeva L.Sh., Kalenova B.S., Kalizhanova A.U., Akhmetov S.S., Izbasarov E.Zh. Development of models and methods for optimal allocation of information resources in computer systems //Proceedings of 6th World Conference on Educational Sciences, 2014. - P. 283-290. Valletta, Malta.

[16] Казиев Г.З., Набиева Г.С. Методы проектирования модульного прикладного программного обеспечения и массивов базы данных в информационных системах // Совместный выпуск научных журналов «Вычислительные технологии» РАН и «Региональный вестник Востока» ВКГУ по итогам международной конференции «Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании». - Новосибирск, Алматы, Усть-Каменогорск, 2003. - Ч. VI. - С. 272-274.

[17] Казиев Г.З. Блочно-симметричные модели и методы постановки и решения задач дискретного программирования // Вестник Инженерной академии РК №2 (10). - Алматы, 2003. - С. 55-59.

[18] Казиев Г.З., Сагимбекова А.О., Набиева Г.С., Оспанова С.Б. Эффективный алгоритм решения блочно-симметричных задач // Вестник КАЗ НТУ имени К.И. Сатпаева. - Алматы, 2003. - №3/4 (37/38). - С.310-315.

[19] Г. З. Казиев, Н. А. Кузнецов, В. В. Кульба, А. Б. Шелков. Модели, методы и средства анализа и синтеза модульных информационно-управляющих систем. Автоматика и телемеханика, 1993, выпуск 6, с. 3–59

[20] В. В. Кульба, А. Р. Швецов. Методы анализа и синтеза систем обеспечения достоверности информации в АСУ II. Задачи синтеза систем повышения достоверности. Автоматика и телемеханика, 1994, выпуск 8, с.154–164

Ахметов С.С., Калижанова А.У., Г.С. Набиева

Әртүрлі мақсатты және класты деректерді өңдеудің модульдік жүйесін талдау әдістерін құру және зерттеу

Түйіндеме. Берілген жұмыс деректерді өңдеу модульдік жүйесін талдау әдістерін құру және зерттеуге арналған. Әртүрлі мақсатты және класты деректерді өңдеу жүйесі қолданбалы программалық жабдықтау, деректер қоры, деректерді өңдеу үшін кейбір практикалық қолдануларды пайдалану мақсатындағы жалпы жүйелік программалық жабдықтауларының жиынтықтары. Талдаулар нәтижелерін көрсетудің формальді түрде ұсыну әдістерімен бірге жүзеге асырылатын ұсынылған талдау әдісі құжаттардың стандартты формалар жиынтығының көмегімен деректерді таңдаудың модульдік жүйесін синтездеу процесінде алдағы уақытта қолдануға ыңғайлы болатындай түрде алынған ақпараттарды көрсетуге мүмкіндік береді.

Кілттік сөздер. Деректерді өңдеудің модульдік жүйесі, қолданбалы программаларды жобалау әдістері, ақпараттық элементтер.

Akhmetov S.S., Kalizhanova A.U., Nabiyeva G.S.

Research and development of analysis methods for modular data processing systems of various classes and purposes

Abstract. This article is devoted to the research and development of analysis methods for modular data processing systems. Data processing systems of various classes and purposes are represented by a combination of application software, databases, system-wide software implemented on the basis of a computer system in order to obtain some practical application for data processing. Analysis methods are proposed that are implemented in conjunction with the methods of formalized presentation of analysis results and allow using the set of standard document forms to present the received information in a form convenient for further use in the synthesis of modular data processing systems.

Keywords. Modular data processing systems, application design methods, information elements.

УДК 621.396.933

A. Aitmagambetov, D. Yeryomin, N. Saterov, R. Kaliyeva
(Institute of space technique and technology, Almaty, Kazakhstan
e-mail: keshrim95@gmail.com)

DATA REGISTRATION AND TRANSMISSION DEVICE ABOUT THE FLIGHT TRAJECTORY OF SMALL AIRCRAFT USING SATELLITE SYSTEMS

Abstract. The article is devoted to the description of a remote device that records navigation data using the global navigation satellite system during the flight of small aircraft and transmits data via cellular and satellite channels to a ground-based data center. This device named terminal is part of the monitoring system for the flight path of small aircraft. The work describes the technical means of the terminal, methods of data transfer between the components of the terminal and the principle of its operation.

Key words: monitoring of flight trajectory, monitoring, small aircraft, global navigation satellite system, satellite communication.

А.З. Айтмагамбетов, Д.И. Еремин, Н.М. Сатеров, Р.А. Калиева
(ДТОО «Институт космической техники и технологий», Алматы,
Республика Казахстан. keshrim95@gmail.com)

УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ О ТРАЕКТОРИИ ПОЛЕТА МАЛЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ

Аннотация. Статья посвящена описанию удаленного устройства, производящего регистрацию навигационных данных с использованием глобальной навигационной спутниковой системы в процессе полета малых воздушных судов и передачу данных по каналам сотовой и спутниковой связи в наземный центр обработки данных. Данное устройство (терминал) является частью системы мониторинга полетной траектории малых воздушных судов. В работе описаны технические средства терминала, способы передачи данных между компонентами терминала и принцип его работы.

Ключевые слова: мониторинг полетной траектории, мониторинг, малое воздушное судно, глобальная навигационная спутниковая система, спутниковая связь

В настоящее время актуальной задачей является проведение мониторинга траектории и параметров полета воздушных судов (ВС) малой авиации [1]. Парк малой авиации является основой авиации общего назначения и включает около 90 % всех ВС [2, 3]. При этом обычно малые ВС не оснащаются устройствами, обеспечивающими мониторинг их полета с наземных пунктов. В результате отсутствуют достоверные статистические данные о полете ВС малой авиации, невозможен полноценный контроль над малыми ВС и значительно усложнен процесс поиска ВС при аварийной посадке.

Для решения данной проблемы предлагается система мониторинга полетной траектории малых воздушных судов, состоящая из удаленного бортового устройства (терминала), для сбора и передачи данных, и наземных пунктов, обеспечивающих проведение мониторинга полета ВС.

Целью данной работы является создание устройства для регистрации и передачи данных о траектории полета малых воздушных судов, использующего современные технологии передачи сигналов через низкоорбитальные мобильные спутниковые системы связи [4], и устанавливающегося непосредственно на борту ВС.

Система мониторинга полетной траектории малых воздушных судов обеспечивает автоматизированное непрерывное наблюдение за траекторией и параметрами полета воздушного судна по схеме, которая представлена на рисунке 1.

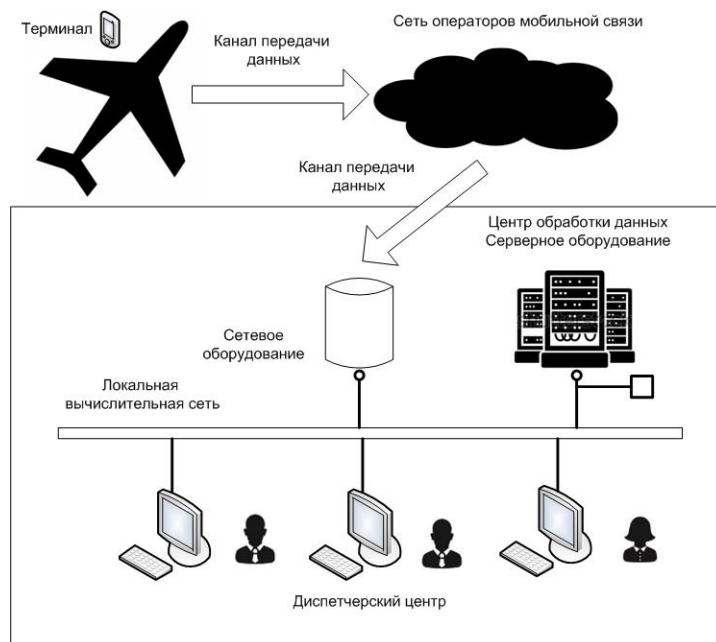


Рис. 1. Взаимодействие подсистем системы мониторинга полетной траектории малых воздушных судов

Система мониторинга полетной траектории малых воздушных судов состоит из трех подсистем:
– терминал;
– центр обработки данных;

– диспетчерский центр.

Терминал является удаленной подсистемой, которая устанавливается непосредственно на ВС и выполняет следующие функции:

- обеспечение компонентов терминала электропитанием;
- регистрация давления;
- контроль целостности корпуса терминала;
- контроль целостности троса терминала;
- регистрация навигационных данных;
- сбор и временное хранение зарегистрированных данных;
- передача данных по каналам сотовой связи;
- передача данных по каналам спутниковой связи.

Терминал осуществляет регистрацию текущих телеметрических и навигационных данных наблюдаемого объекта при срабатывании барометрического датчика, с помощью которого устанавливается факт поднятия на высоту ВС, и передачу данных по каналам передачи данных через сеть мобильных операторов в центр обработки данных.

Центр обработки данных, включающий серверное и сетевое оборудование, обеспечивает непрерывный и параллельный во времени прием данных с терминала, их архивирование, обработку и передачу в диспетчерский центр.

В диспетчерском центре происходит визуальное отображение текущих и исторических данных о состоянии объектов наблюдения, карты местоположения терминалов, графиков показаний датчиков мониторинга и формирование отчета.

Структура и алгоритм работы системы мониторинга полетной траектории малых воздушных судов подробно описаны в работах [5, 6].

Терминал системы мониторинга полетной траектории малых воздушных судов включает следующие технические средства:

- контроллер управления (микроконтроллер);
 - карта памяти;
 - аккумулятор;
 - преобразователь постоянного тока;
 - датчик контроля троса;
 - датчик давления;
 - оптический датчик;
 - модуль спутниковой связи Iridium;
 - совмещенный модуль сотовой связи и спутниковой системы навигации;
- Схема технических средств терминала представлена на рисунке 2.

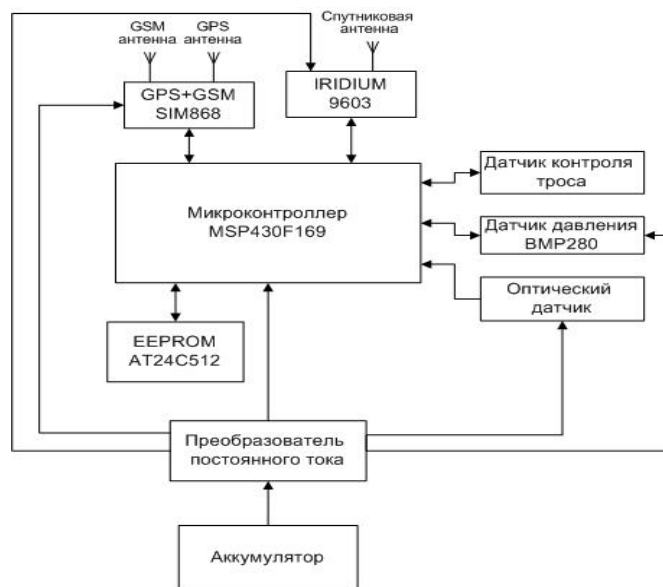


Рис. 2. Структурная схема комплекса технических средств терминала

Для управления работой терминала выбран микроконтроллер MSP430F169 с энергонезависимой памятью EEPROM AT24C512. Выбор микроконтроллера MSP430F169 обусловлен очень низкой потребляемой электроэнергией при высокой производительности. Для создания программного обеспечения микроконтроллера использовали среду разработки IAR.

Микроконтроллер управления MSP430F169 имеет следующие характеристики:

- низкое напряжение питания: 1,8 В ... 3,6 В;
- очень малая потребляемая мощность (280 мкА (1 МГц, 2,2 В) в активном режиме);
- 16-разрядная RISC-архитектура, время выполнения инструкции 125 нс;
- 60 кБ+256 байт флэш-памяти, 2 кбайт ОЗУ;
- диапазон рабочих температур от -40 °С до 85 °С.

Основные характеристики памяти EEPROM AT24C512:

- объем памяти 512 кбит;
- организация 64Кx8;
- диапазон рабочих температур от -40 °С до 85 °С.

Получение навигационных данных и прием-передача данных по GSM каналам связи осуществляется с применением объединенного модуля GPS+GSM SIM868. Данный четырехдиапазонный GSM/GPRS комбо-модуль является самым миниатюрным модулем, поддерживающим спутниковую навигацию в системах GPS/ГЛОНАСС. Кроме того модуль GPS+GSM SIM868 характеризуется низким потреблением электроэнергии и невысокой ценой.

Обмен данными по каналам спутниковой связи обеспечивается модулем Iridium 9603, позволяющим передавать данные пакетами небольшого размера. Iridium 9603 имеет маленькие габаритные размеры и вес.

Применение GSM канала связи и дополнительного спутникового канал связи является необходимым в связи с разнообразием географических условий и местностей, в которых необходимо осуществлять мониторинг полета ВС.

Для регистрации давления, основываясь на соотношении стоимости датчика и точности определения давления, выбран барометрический датчик BMP280. Данный датчик имеет следующие характеристики:

- напряжение питания: 1,71 – 3,6 В;
- ток потребления в рабочем режиме: 2,7 мкА при частоте опроса 1 Гц;
- диапазон измерения атмосферного давления: 300 гПа – 1100 гПа ($\pm 0,12$ гПа), что эквивалентно диапазону от -500 до 9000 м над уровнем моря;
- диапазон измерения температуры: -40 °С до +85 °С ($\pm 0,01$ °С).

Датчик контроля троса и оптический датчик являются дополнительными датчиками, которые предназначены для обеспечения сохранности терминала и ограничения его перемещения. Наличие данных датчиков в терминале обусловлено необходимостью проведения контроля за парком малой авиации и сбора статистических данных о полете малых ВС.

Оптический датчик обеспечивает контроль целостности корпуса терминала. В случае разрушения или сквозного повреждения корпуса, на оптический датчик попадет видимый свет, в микроконтроллер поступит соответствующая информация, которая передается в диспетчерский центр. Датчик контроля троса основан на регистрации обрыва токопроводящего троса путем измерения длительности и формы импульса, проходящего через трос.

Для обеспечения компонентов терминала электропитанием выбран свинцово-кислотный аккумулятор с абсорбированным электролитом Ritar RT1270. Основные характеристики Ritar RT1270:

- емкость аккумулятора 7 А·ч;
- напряжение 12 В;
- рабочая температура -20 °С до 60 °С.

Для обмена данными между микроконтроллером и датчиками применяется протокол I²C. Передача данных с ГНСС в микроконтроллер осуществляется по протоколу NMEA. Передача данных с микроконтроллера в центр обработки данных по каналам сотовой и спутниковой связи осуществляется по протоколу ModBus. Управление модулями GPS+GSM SIM868 и Iridium 9603 осуществляется по стандартному протоколу UART.

Соединение всех составляющих терминала осуществляется посредством их двустороннего монтажа на единой печатной плате. Датчик контроля троса, оптический датчик и датчик давления всегда находятся во включенном состоянии и регистрируют информацию с частотой 1 раз в 1 минуту.

При снижении давления, регистрируемого барометрическим датчиком, до уровня давления на высоте полета малого ВС или регистрации нарушения целостности корпуса и/или троса терминала происходит автоматическое включение модулей GPS+GSM и Iridium. Происходит первая передача данных в центр обработки данных по каналам сотовой связи при ее наличии, или по каналам спутниковой связи, в ином случае. Далее регистрация навигационных данных происходит с частотой 1 раз в 10 секунд. Данные с датчиков терминала и модуля спутниковой навигации сохраняются на карте памяти терминала и отправляются в виде пакета данных во время сеансов связи, происходящих с частотой, устанавливаемой пользователем системы. При наступлении времени передачи данных происходит проверка наличия сотовой связи и, в случае ее отсутствия, подключение модуля спутниковой связи, и передача данных в центр обработки данных. Регистрация навигационных данных и периодическое установление сеансов связи с центром обработки данных прекращается при регистрации барометрическим датчиком повышения давления до уровня, соответствующего посадке ВС.

Разработано устройство (терминал) для регистрации и передачи навигационных и телеметрических данных о полете малых воздушных судов с использованием спутниковых систем навигации и связи.

Основными достоинствами терминала являются его простая структура и автономная и автоматизированная работа. Структура терминала позволяет совершенствовать и дополнять систему при необходимости. Процесс работы терминала обеспечивает низкое потребление электроэнергии, что способствует длительной бесперебойной работе.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бадулина А.В. Современное состояние и перспективы развития международного рынка малой авиации // Российский внешнеэкономический вестник. – 2014. – № 5. – С. 68-79.
- [2] Соболев Л.Б. Большая миссия малой авиации // Экономический анализ: теория и практика. – 2016. – Т. 15, № 3. – С. 4-16.
- [3] Отчеты о состоянии безопасности полетов // Межгосударственный авиационный комитет (МАК) URL: <https://mak-iac.org/rassledovaniya/bezopasnost-poletov/> (дата обращения: 23.08.2019).
- [4] Кирпичев И.Г., Петров Д.В. Перспективы развития средств информатизации и мониторинга процессов сопровождения технической эксплуатации авиационной техники в задачах государственного контроля летной годности воздушных судов гражданской авиации // Научный вестник МГТУ ГА. – 2012. – № 175. – С. 13-17.
- [5] Айтмагамбетов А.З., Еремин Д.И., Жаксыгулова Д.Г., Калиева Р.А. Определение местонахождения малых воздушных судов при авариях и катастрофах с использованием спутниковых систем // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2019. – Т.13, №?. – В печати.
- [6] Айтмагамбетов А.З., Еремин Д.И., Жаксыгулова Д.Г. Структура системы мониторинга полета малых воздушных судов гражданского назначения // Вестник КБТУ. – 2019. – Т. 16, № 3 (50). – С. 349-352.

Айтмагамбетов А.З., Еремин Д.И., Сатеров Н.М., Калиева Р.А.

Шағын әуе кемелерінің ұшуы траекториясы бойынша деректерді тіркеуге және беруге арналған спутниктік жүйелер пайдаланатын құрылғы

Андатпа. Мақала шағын әуе кемелерінің ұшу процесінде жаһандық навигациялық спутниктік жүйені пайдалана отырып, навигациялық деректерді тіркеуді және ұялы немесе спутниктік байланыс арналары арқылы жерүсті өндеу орталығына беруді жүргізетін қашықтағы құрылғыны сипаттауға арналған. Бұл құрылғы (терминал) шағын әуе кемелерінің ұшу траекториясының мониторингі жүйесінің бір бөлігі болып табылады. Жұмыста терминалдың техникалық құралдары, терминал компоненттерінің арасында деректерді беру тәсілдері және оның жұмыс істеу принципі сипатталған.

Кілттік сөздер: ұшу траекториясының мониторингі, мониторинг, шағын ұшақтар, ғаламдық навигациялық спутниктік жүйе, спутниктік байланыс

ӘОЖ 664.5

A.N. Serikbayeva, B.T. Tiymbayeva, G.O. Bugubayeva, G.N. Zhaksylykova
(Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,
e-mail: ayana-sn@mail.ru)

FLAVORING BASED ON GERMINATED CEREALS AND LEGUMES CULTURES

Abstract. In recent years, the product range has expanded significantly and new types of food additives have appeared. The range of products from germinated cereals is also expanding. In order to improve the technology and improve the quality of seasonings, we offer a flavoring made on the basis of germinated cereals and legumes cultures.

Key words: germinated cereals, flavoring, «Beta» bio flavoring, sprout, corn.

А.Н. Серикбаева, Б.Т. Тиймбаева, Г.О.Бугубаева, Жаксылыкова Г.Н.
(Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы,
эл.адрес: ayana-sn@mail.ru)

ӨНГЕН ДАҚЫЛДАР НЕГІЗІНДЕ ЖАСАЛҒАН ДӘМДІК ДӘМДЕУІШ

Андатпа. Соңғы жылдары өнім ауқымы едәуір ұлғайып, дәмдік тағамдық қоспалардың жаңа түрлері шығарылуда. Өнген дақылдар қосылып жасалатын өнімдердің қатары да кеңеюде. Дәмдеуіштердің дайындау технологиясын жетілдіру және сапасын жақсарту мақсатында өнген дақылдар негізінде жасалған дәмдік дәмдеуіштер ұсынылады.

Түйінді сөздер: өнген дәндер, дәмдік дәмдеуіш, «Бета» биодәмдеуіш, өскін, жүгері.

Еліміздің тұрғындарын жоғарғы сапалы, биологиялық толық құнды, экологиялық қауіпсіз өнімдермен, тамақ өнеркәсібінің өндірістік әлеуетін дамыту арқылы тұрақты қамтамасыз етуге болады. Қазіргі уақытта өнім түрлері едәуір көбейіп келеді және де өнген дақылдар қосылып жасалатын өнімдердің қатары да кеңеюде.

Өнген дәндер – спраутс адам ағзасы үшін ғажап экстра мұнай, ол өзіне күн сәулесінің энергиясын сіңірген тағам, «күн сәулесі дәрумендерінің» аккумуляторы болып табылады. Жүйелі және ұзақ уақыт бойы пайдаланылған бұл тағам ағзадағы барлық керексіз заттарды өлтіреді де, ауыратын жерлерді қалпына келтіреді, яғни ағзаны мықтырақ етеді [1].

Өнген дәндер мен өскіндердің емдік қасиеттері бұрыннан мәлім. Алайда ісіну процесі жүрген кезде дәннің өскіндерінде ерекше қасиеттер байқалады. Барлық жағында заттардың активті өлшемдері пайда болады: ақуыз – аминқышқылына, крахмал – қантқа, май – май қышқылына. Дәрумендер синтезделеді, ауксиндер, фитогармондар өседі, сол кезде дәнде энергия беретін қасиет пайда болады. Оны биостимуляторлы комплекс деп атайды. Сол үшін өсірілген дәнде барлық пайдалы биологиялық активті микроэлементтер жоғарылайды. Олар жасушаны қалпына келтіріп, энергиямен толықтырады. Өсіру кезінде бірнеше тәулік ішінде өскіндердің дәрумендік құрылысы өзгеруінен В және РР, токоферол (Е) дәрумендерінің мөлшері көбейіп, жай дәннің құрамында жоқ С дәрумені пайда болады. Олар қартаю процесін баяулатады, ағзаның өміршеңдігін белсендіреді, жүйке – жүйе қалпын дұрыстайды [1].

Қазіргі заманда астық дақылдарының үш түрі айқындалады – бұл бидай, жүгері, күріш. Осы дақылдар, халықаралық өндірістің 83–85 % құрайды. Бұлардың массалық үлесінің аралығы жақын, яғни 27–28 % мал азығы үшін 60 % шамасындайы, ал техникалық және азық – түліктік тауарлар мақсатында 20 % шамасындайы қолданылады. Көптеген елдерде жүгері дақылы ең негізгі салаға жатады. Ол әр түрлі салада тағамдық шикізат ретінде және халықтың тамақтану мәзірінде пайдаланылады [2].

Жүгері дәнді – дақылдардың ішіндегі негізгі өсімдік дақылына Zea түрін жатқызады. Көп мөлшерде әртүрлі гибридтердің түрін түзеді. Біздің елде әсіресе тіс тәрізділер, жартылай тіс тәрізді, кремнийлі, жарылғыш, қантты, крахмалды түрлері кең тараған. Қазақстанның зерттеу - өндірісінің селекционерлері екі бағытты және сұрып бағытты гибридтер шығарған. Олар мол өнім береді. Өзінің өсу дәрежесімен, собықтың орналасуымен, ылғал сүйгіштігімен, жоғары өнімділігімен ерекшеленеді. Химиялық құрамының ерекшелігіне байланысты, емдік шөптер тобына кіретін, дәнді дақылдардың қатарына жүгері дәнін де жатқызуға болады [3,4].

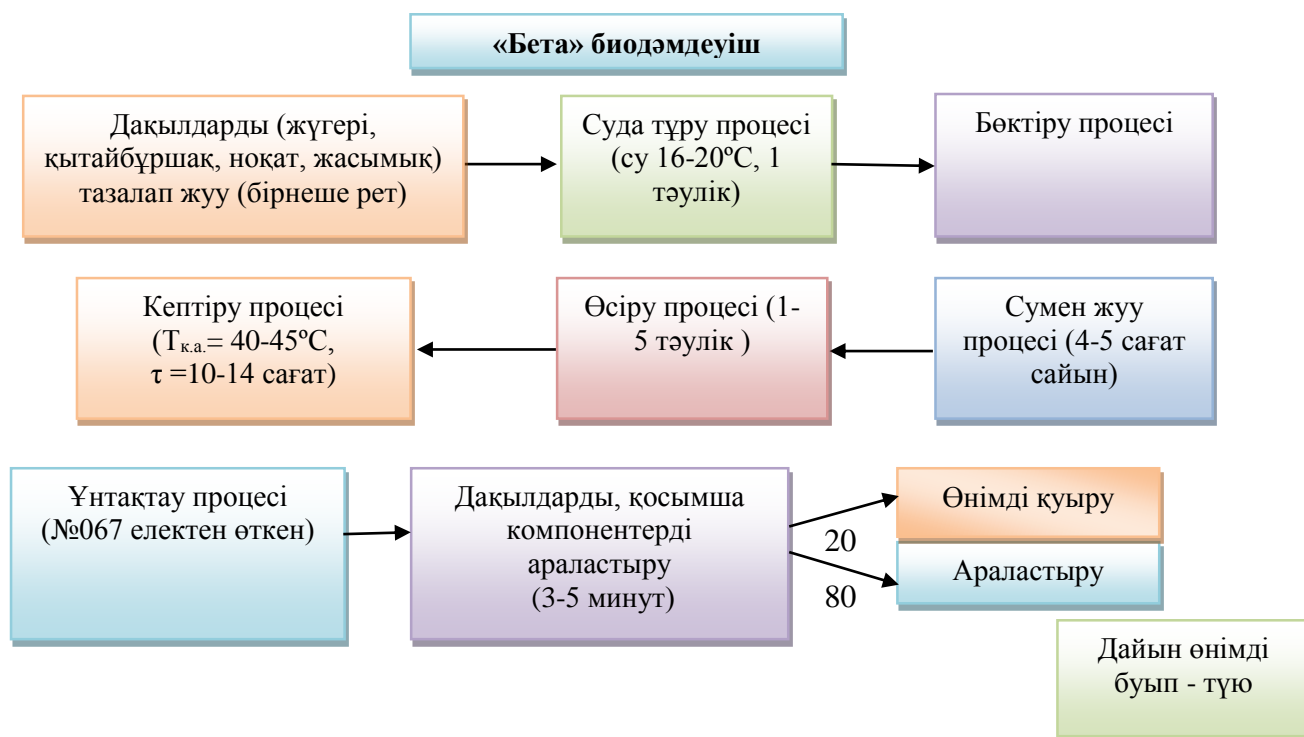
Өнген жүгері дәні ақуыз, көмірсу, фосфор, калий, магний, марганец, кальций, цинк, темір, селен, мыс, ванадий, В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₉, Е, F, биотин, С дәрумендердің жоғары болумен ерекшеленеді. Олар мидың, жүйке жүйесінің және жүректің қалыпты жұмыс істеуіне қатысады, күйзеліс процесін түсіреді, тері мен шаштың жағдайын жақсартып, қартаю процесін баяулатады. Әсіресе балаларға, кәрі адамдарға, дене және ой еңбегімен жұмыс жасайтын адамдарға пайдалы. Өнген дәндерден жасалатын тағам өнімдерінің технологиясын жетілдіру және тиімділігін жоғарылату, тағам сапасын қалыптастыруды ғылыми негіздеу бағытында Wigmore A., Шаскольский В.В., Шаскольская В.В., Шаталова Г.С., Құлажанов Т.Қ., Изтаев Ә.І., Витавская А.В., Кизатова М.Ж., Исакова Ф.Қ және т.б. ғалымдардың еңбегі зор. Осыған орай өнген дәнді және дәнді бұршақ дақылдарынан биологиялық және тағамдық нәрлілігі жоғары тағам түрлерінің технологиясын жетілдіру **өзекті** болып табылады.

Халықты тағам өнімдерімен қамтамасыз етуді жақсарту кезінде тағам концентратын өндіру де маңызды рөл атқарады. Бүгінгі күні дәмдік дәмдеуіштерді пайдаланбайтын тағам өндірістерін елестету қиын. Олар өнімнің құны мен технологиясын өзгертпей түрлерін кеңейтуге мүмкіндік береді. Дүние жүзі бойынша дәмдік тағамдық қоспалар өнімге бірегей дәм және хош иіс беретін жалғыз табиғи компонент ретінде аса маңызды болып келеді. Табиғи ингредиенттері бар өнім үнемі үлкен сұранысқа ие болады [5].

Дәмдік дәмдеуіштер тек тағамның дәмін жақсартпай, пайдалы да болуы керек. Оның ішіндегі дәрумендер, минералды заттар, ағзаға қажетті ақуыздар, көмірсулар, басқа да элементтер сақталуы қажет. Осыған байланысты «Бета» биодәмдеуіші шығарылды. Ол тамақтың дәмін, хош иісін жақсартып, дәрумендерін, минералды заттарын, ағзаға қажетті ақуыздарын, көмірсулар, басқа да элементтерін сақтап, пайдасын тигізеді. «Бета» биодәмдеуішін – өнген жүгеріге, жасымыққа, қытайбұршаққа, ноқатқа өсімдік ингредиенттерін: кара және қызыл бұрыш, ұнтақталған сәбіз асқабақ және сарымсақ, теңіз орамжапырағы, теңіз тұзын қосу арқылы дайындайды.

Бұл «Бета» биодәмдеуіші дәрумендерге, β-каротинге, -макро, -микро элементтерге, фолий қышқылына, сирек кездесетін элементтерге бай. Көкөністерден жасалған дәмдеуіштердің қасиеті зор, бірақ өнеген дәнді дақылдардан жасалған биодәмдеуіштердің емдік қасиеті бар, ағзаға сіңімді болып келеді. Әрбір үй дастарқанында тұратын қызыл, кара бұрыш сияқты «Бета» биодәмдеуішінде қолданған дұрыс. Ол құрамында өнген дәндердің болуымен ерекшеленеді.

«Бета» биодәмдеуішінің құрамына кіретін өнген дақылдардың ұны МЕМСТ (14176-69) деңгейіне дейін ұсақталды, содан соң № 067 (80 % кем емес) елегімен еленіп, рецептура бойынша барлық қосымша компоненттер араластырылды. Дәмдік қасиеттерін жоғарылату үшін 120°C температураға дейін қыздырылған плитада өнімнің 20 % майсыз қуырылды. «Бета» биодәмдеуішін дайындау технологиясының кезеңдері 1-суретте көрсетілген.



1-сурет. «Бета» биодәмдеуішін дайындау технологиясы

Өнген жүгері дәнінен ұнтақталып жасалған «Бета» биодәмдеуішінің сапасын анықтайтын келесі көрсеткіштерді анықталды.

Олардың органолептикалық - пішіні, түрі, консистенциясы, дәмі және иісі анықталды, ол 1-кестеде көрсетілген.

1-кесте. Өскіні өскен жүгері дәнінен ұнтақталып жасалған биодәмдеуіштің органолептикалық көрсеткіштері

Көрсеткіштері	«Бета» биодәмдеуіш сипаттамасы
Консистенциясы	майда ұнтақталған, шашылмалы
Дәмі мен иісі	дәмдеуішке тән жақсы дәм
Түсі	ашық сарыдан ашық қоңыр

• **Техническіе наукі**

Физика-химиялық көрсеткіштері - қышқылдылық, ылғалдың массалық бөлігінің мөлшері. Биодәмдеуіш өнімін сынақтан өткізу кезінде номативтік құжаттар қолдануды талап етеді. 2-кестеде биодәмдеуіш өнімінің физика-химиялық көрсеткіші ұсынылған.

2-кесте. Биодәмдеуіш өнімінің физика-химиялық көрсеткіштері

Атауы	Ылғалдығы, %	Қышқылдығы, град, емес
«Бета» биодәмдеуіші	7,1	6,5

«Бета» биодәмдеуішніің тағамдық құндылығы, дәрумендері, минералды заттары, энергетикалық құндылығын зерттеу нәтижелері 3 - кестеде көрсетілген.

3-кесте. «Бета» биодәмдеуішінің тағамдық құндылығының көрсеткіштері

Атауы	«Бета» биодәмдеуіші
Ақуыз, г	10,2
Май, г	7,19
Көмірсу, г	73,90
Ылғалдылық	7,1
Құлділік	1,58
Энергетикалық құндылығы, ккал/100 г	401
100г өнімдегі дәрумендер	
В-каротин, мкг	398
РР, мг	2,17
В ₁ , мг	0,46
В ₂ , мг	0,19
Е, мг	5,12
Ауыстырылмайтын аминқышқылы, мг	3429
Валин	483
Изолейцин	412
Лейцин	1043
Лизин	426
Метионин	156
Треонин	347
Триптофан	89
Фенилаланин	473
Ауыстырылатын аминқышқылы, мг	6567
Аланин	681
Аргинин	511
Аспарагин қышқылы	826
Гистидин	263
Глицин	384
Глутамин қышқылы	1902
Пролин	852
Серин	525
Тирозин	460
Цистин	163
Минералды заттар, мг	
Са	124±34,8
Mg	28,7±57,4
Fe	7,46±1,49
Cu	0,145

3-кестедегі «Бета» биодәмдеуішінің көрсеткіштері 100 г өнімнің ақуызы 16,6 % , майы 91,6 % , энергетикалық құндылығы 65,8 % , дәрумені бета каротин 99,9 % , «Е» -99,8 % , «В₁» 52,1 % , « В₂»- 73,6 % , «РР» 44,7 % болып шықты.

Қорытынды. Өнген дәндерден жасалған нәрлілігі жоғары «Бета» биодәмдеуіштерінің технологиясы жасалып олардың тағамдық, биологиялық құндылығы анықталды. Дайын өнімнің жоғары биологиялық құндылығын растайтын, олардың тағамдық, биологиялық және энергетикалық құндылығы жоғарылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Нилова Д. Лечебная сила живых проростков. - СПб.: ИК «Крылов», 2010. – 144 с.
- [2] Новоселов С.Н. Использование кукурузы в пищевой промышленности// Пищевая промышленность. - М., 2002. –№2. –С. 64-65.
- [3] Каталог допущенных к использованию сортов и гибридов сельскохозяйственных культур селекций РГП НПЦ ЗР. –Алматы, 2004. – 96 с.
- [4] Соломов Х.Т. Кизатова М.Ж., Есболова С.А., Умбетбеков А.Т., Тнымбаева Б.Т., Булантаева Ж.А. Характеристика продуктивности гибридов кукурузы, выращенных в Алматинской области //Пищевая технология и сервис. – 2007. –№ 4. –Б.31.
- [5] В. В. Похлебкин. Специи и приправы - М.: Центрполиграф, 2007. – 141. с.

Серикбаева А.Н., Тнымбаева Б.Т., Бугубаева Г.О., Жаксылыкова Г.Н.

Вкусовая приправа на основе пророщенных злаков и бобовых культур

Резюме. В последние годы ассортимент продукции значительно расширился, и появились новые виды вкусовых приправ. Ассортимент продукции из пророщенных зерен культур также расширяется. С целью совершенствование технологии и улучшение качество приправ, предлагаем вкусовую приправу изготовленные на основе пророщенных злаков и бобовых культур.

Ключевые слова: пророщенные зерна, вкусовая приправа, «Бета» биоприправа, проросток, кукуруза.

ЖОК 681.587.5

Bigaliyeva Zh. S., Assylbekova L.R.

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF THE STAND ALONE SYSTEM FOR WATER DISTRIBUTION

Abstract: The object of the study is a smart greenhouse. The essence of the research is the creation and modeling of an intellectual greenhouse, as well as the choice of equipment. The aim of the work is to create a home greenhouse model for growing plants and flowers in an autonomous mode with remote control and remote control of the processes of plant care using energy-saving technologies and modern intelligent systems. The importance of this study is also used in agriculture for industrial purposes and for personal purposes. In addition, this project is of great interest among urban residents who work for their garden or gardening for beauty and ornamental plants.

Keywords: greenhouse, sensors, microclimate, automation.

Ж.С. Бигалиева, Л.Р. Асылбекова

(Сәтбаев университеті, Алматы қ.Қазақстан Республикасы, email: zhanka_s_81@mail.ru)

АВТОНОМДЫ СУ ҚҰЮ ЖҮЙЕСІН ЖАСАУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа: Зерттеу объектісі ақылды жылыжай болып табылады. Зерттеудің мәні ақылды жылыжайды жасау мен үлгілеу, сонымен қатар ол үшін жабдықтарды таңдау. Жұмыстың мақсаты – энергия үнемдеуіш технологиялар мен заманауи интеллектуалды жүйелерді қолдану арқылы өсімдіктерді күту үрдістерін қашықтықтан бақылау мен қашықтықтан басқару мүмкіндігі бар автономды режимде өсімдіктер мен гүлдерді өсіруге арналған үй жылыжайы макетін құру болып табылады. Бұл зерттеудің маңыздылығы ауыл шаруашылығында өнеркәсіптік мақсаттар мен жеке мақсаттарда да қолданылады. Сондай-ақ бұл жоба өзінің бақшасы үшін көшеттерді немесе әдемілік пен үй жағдайы үшін сәндік өсімдіктерді өсірумен айналысатын жұмысбасты қала тұрғындары арасында да жоғары қызығушылық тудырады.

Кілттік сөздер: жылыжай, датчиктер, микроклимат, автоматтандыру.

1 Жасалатын макеттің тұжырымдасы

Қазіргі заманғы жылыжайлық шаруашылық – өте күрделі технологиялық объект болып саналады. Объектіде шешілетін негізгі технологиялық тапсырмалар – микроклиматты оңтайлы сақтауды (жарық, суару, оңтайлы температураны сақтау) тек заманауи технологиялар деңгейінде, компьютерлік басқаруды қоса алғанда шешуге болады. Жылыжай өнімділігін арттыру үшін дақылдардың пісуінің минималды уақыт режимі маңызды – оған өсімдіктерді өсірудің интенсивті тәсілдері көмегімен жету мүмкін. Бірінші бөлімнің қорытындысы негізінде ауа мен топырақтың температурасын, суару мен жарық жүйесін басқаруды жүзеге асыру қарастырылған болатын (1.1-сурет).



1.1-сурет. Дақылдарды өсіру бойынша автоматтандырылған кешен тұжырымдамасының құрылымы

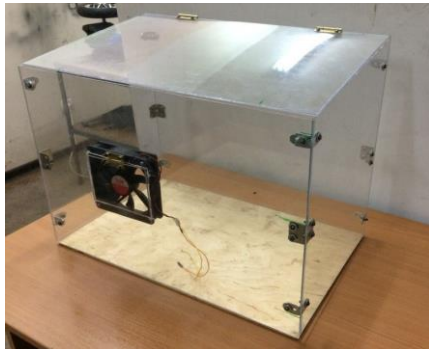
1.2. Жылыжайдың қаңқасының конструкциясы

Бұл жұмыста қарастырылатын автоматтандырылған жұмыс орнының конструкциясын автоматтандырылған жылыжайлық кешен құрайды. Макеттің қаңқасы кең таралған полимер, термопластикалық мөлдір пластик – органикалық шыныдан жасалынды. Органикалық шыны термопластикалық шайырдан тұрады. Жылыжайдың қаңқасының беріктігін күшейту үшін 20x20 мм алюминий бұрышы қолданылды. Металлопрокаттың бұл өнімдері шаруашылық бойынша қолданылатын әр түрлі конструкцияларда түйістіру элементі ретінде жиі қолданылады, өйткені алюминий бұрыштарының пайдалану сипаттамалары сенімді, тозтөзімді, коррозия әсері мен агрессивтік ортаға орнықты болып табылады. Сонымен қатар, беріктік пен сенімділік оны сырттан қатты әсерлерге ұшырайтын өндіріс элементтері үшін негізгі материал ретінде қолдануға мүмкіндік береді. Сондай-ақ 1.2-суретте көрсетілген әр түрлі металл бекітпен элементтері қолданылды.



1.2-сурет. Метал бекітпе элементтері

Бұл макеттің табаны ретінде 80x40 см өлшемді ламинатталған ағашжоңқалы тақта қолданылды (1.3-сурет).



1.3-сурет. Жылыжай макетінің сыртқы түрі

1.3 Технологиялық элементтерді орналастыру мен қосу

Алдыңғы бөлімшелерде таңдалған компоненттер жиынтығын орналастыра отырып, болашақ макетте элементтерді орналастыру сұлбасы құрастырылды (3.11-сурет).

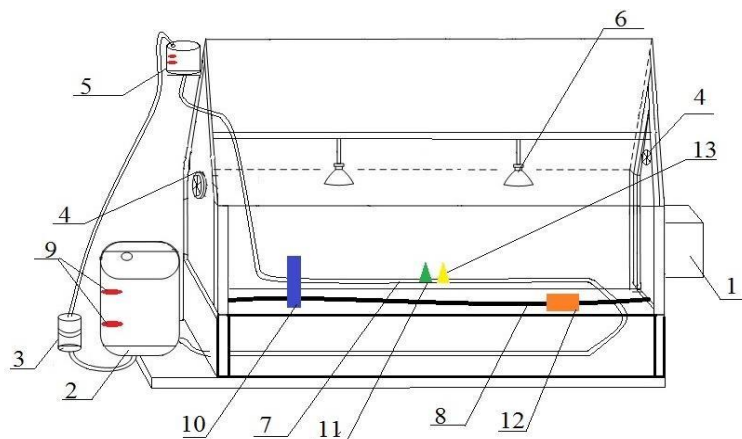
Стендтегі суару жүйесі суды беру (2) үшін жоғарғы және төменгі апаттық деңгейлер (9) датчиктерімен көлемі 5 л. ыдысты қамтиды. Помпалы сорғы (3) тамшылатып суаруды дайындау үшін суды буферлік ыдысқа (5) сықап толтырады. Суару жүйесі мөлшерлеуіш көмегімен жылыжайдағы өсімдіктердің әрбіреуіне суды жеке бөлуге мүмкіндік береді. Суару жүйесін реттеу үшін топырақтың ылғалдылық датчигі қолданылады (12).

Стендте жарық беру жүйесін жарықдиодты шамдар (6) мен жарық датчигі (13) қамтиды.

Топырақты қыздыру жүйесін стендте өздігінен реттелетін қыздыру кабелі (8) мен температураның герметикалық датчик (10) білдіреді.

Стендтегі желдету жүйесі екі желдеткіштен (4) және температура мен ылғалдылық датчигінен (11) тұрады.

Барлық басқарылатын элементтер және қуат көзі элементтері бөлгіш жәшікте (1) орналастырылады.



1.4-сурет. Макет элементтерін орналастыру сұлбасы

1.4 Электр құраушыларын құрастыру және макетті автоматтандыру

«Жылыжайлық шаруашылықты басқару жүйесі» автоматтандырылған кешені өсірілетін ауыл шаруашылығы өнімінің жоғары жылдамдығын және жоғары өнімділігін алу үшін арналған. Негізгі техникалық және технологиялық артықшылықтары болып табылады: техникалық және технологиялық режимдерді икемді компьютерлік реттеу отырғызатын ауданы 1 метр квадраттан жүздеген квадрат метрлерге дейінгі жылыжайлық кешендерді құруға мүмкіндік береді.

Конструкцияны құрастыру мен жүйені қосуды техникалық жеңілдету мақсатында жүйенің барлық бөліктері нөмірленеді және құрастыруды қате күйлерде жүзеге асыруға жол бермейтін жалғағыштармен жабдықталады. Жүйе стартынан кейін дайындық немесе қызмет етпейтін нақты түйін туралы хабарламасынан жүйенің автоматтандырылған тестілеуі жүргізіледі.

Барлық жүйе модульдік болып табылады және көпреттік монтаж-демонтажға рұқсат етеді. Жүйе энергия тиімді шешімдерді қолданатындықтан энергия үнемді болып есептеледі. Түнде жарық болмаған сәтте қуат беру блогы қол режимімен өшіріледі. Басқару жүйесінде электр энергиясын үнемдеу төмен энергия тұтынатын – 12 вольт контроллерді қолдану арқылы жүзеге асырылады.

Жылыжайды басқарудың бағдарламалық кешені төмен деңгейде датчиктерден құрастыру тапсырмаларын жүргізеді:

- жылыжай ішіндегі ылғалдылық пен температура датчигі;
- жылыжай сыртындағы температура датчигі;
- жылыжайлық құмыралардағы топырақ ылғалдылығы датчигі;
- жылыжайлық құмыралардағы топырақ температурасы датчигі;
- бактағы суаруға арналған су деңгейін өлшегіш датчигі.

Ылғалдылық датчигі ауа ылғалдылығын абсолютті бірліктерде өлшейді және пайызға айналдырылады. Жарық датчигі жарықты орнату нүктесінен люксте өлшейді.

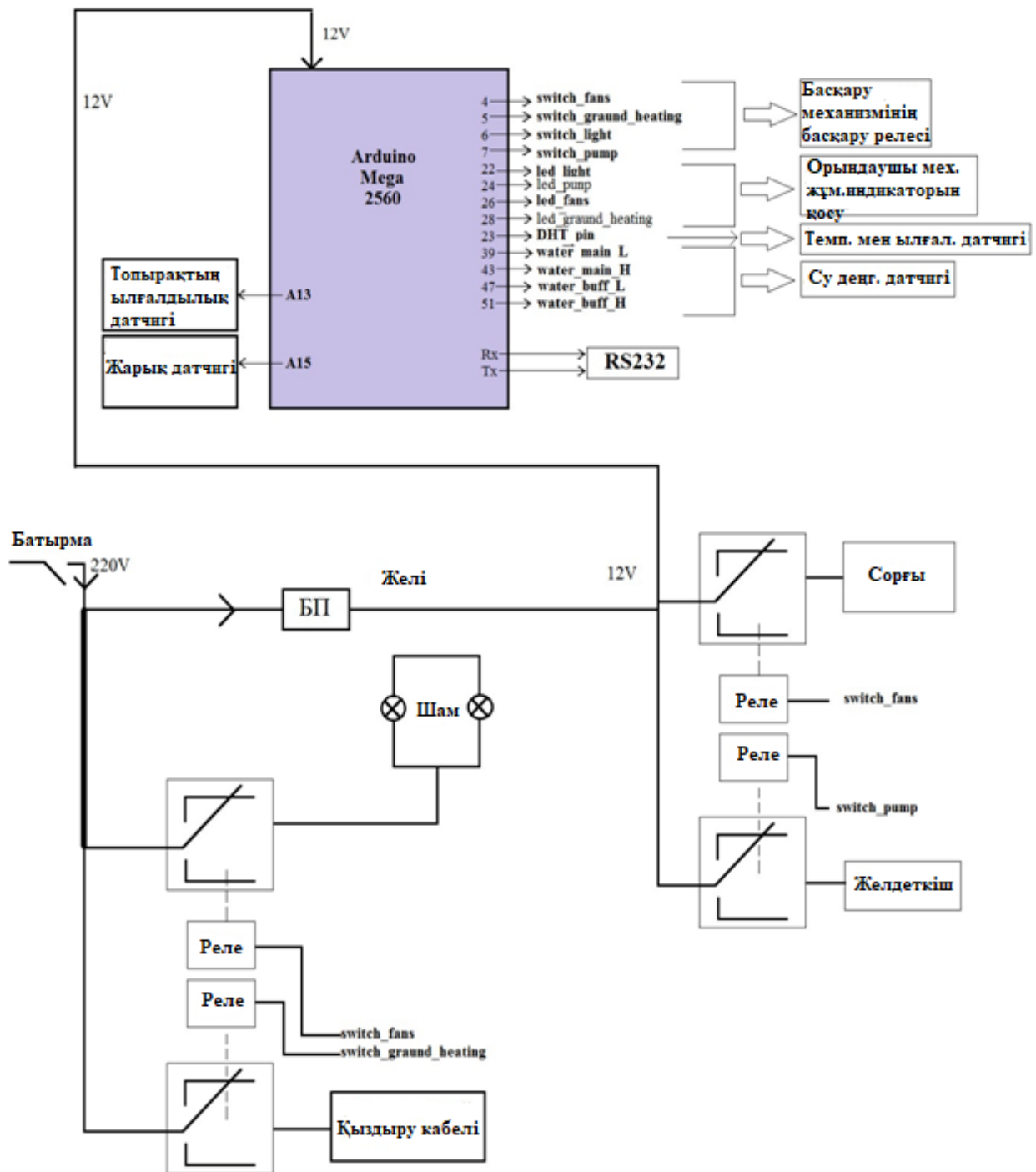
Сыртқы температура датчигі көше жылыжайлары үшін арналған, өйткені температураны -50°C -тан $+47^{\circ}\text{C}$ -қа дейін өлшейді.

Автоматтандырылған кешен жүйесінің жоғарғы деңгейі сервер мен клиенттік құрылғыларға орнатылатын және қолданушы мен автоматтандырылған жүйенің төменгі деңгей элементтері арасындағы кері байланысты қамтамасыз ететін ақпараттық жүйені ұсынады. Ақпараттық жүйе АСУ ТП жүйесінің адаммен өзара әрекеттесуі мен визуализациясының кең мүмкіндіктерін қамтамасыз етеді. Жүйе клиент-серверлік архитектура бойынша құрастырылған. Серверлік бөліктің негізгі функциялары:

- жүйенің төмен деңгейінен түсетін ақпараттарды қабылдау мен өңдеу (датчиктердегі орташаландырылған деректер мен жүйе күйі);
- клиент бағдарламалық жасақтамасымен өзара әрекеттесуі;
- шынайы уақыт режиміндегі жүйе көрсеткіштерін қадағалау мен критикалық жағдайлар кезінде хабардар ету. Командаларды төмен деңгейге беру (суаруды қосу/өшіру, жарық, желдету, жылыту);
- орта параметрлерінің автоматты түзету жасауын жүргізу үшін дақылдардың өмір циклінің әрбір кезеңдерінен төменгі деңгейге оңтайлы мәндерін беру мен сақтау (максималды және минималды температура, ылғалдылық және т.б.).

Сұлбада (3.12-сурет) жүйенің барлық функционалды элементтері, осы элементтер жағдайы туралы ағымдық ақпарат шықпасымен және командаларды төменгі деңгейге жіберу үшін сәйкес келетін ауыстырып-қосқыштармен бейнеленген. Дақылдарды өсіру үрдісін басқаруға арналған жүйенің негізгі параметрлер болып табылады:

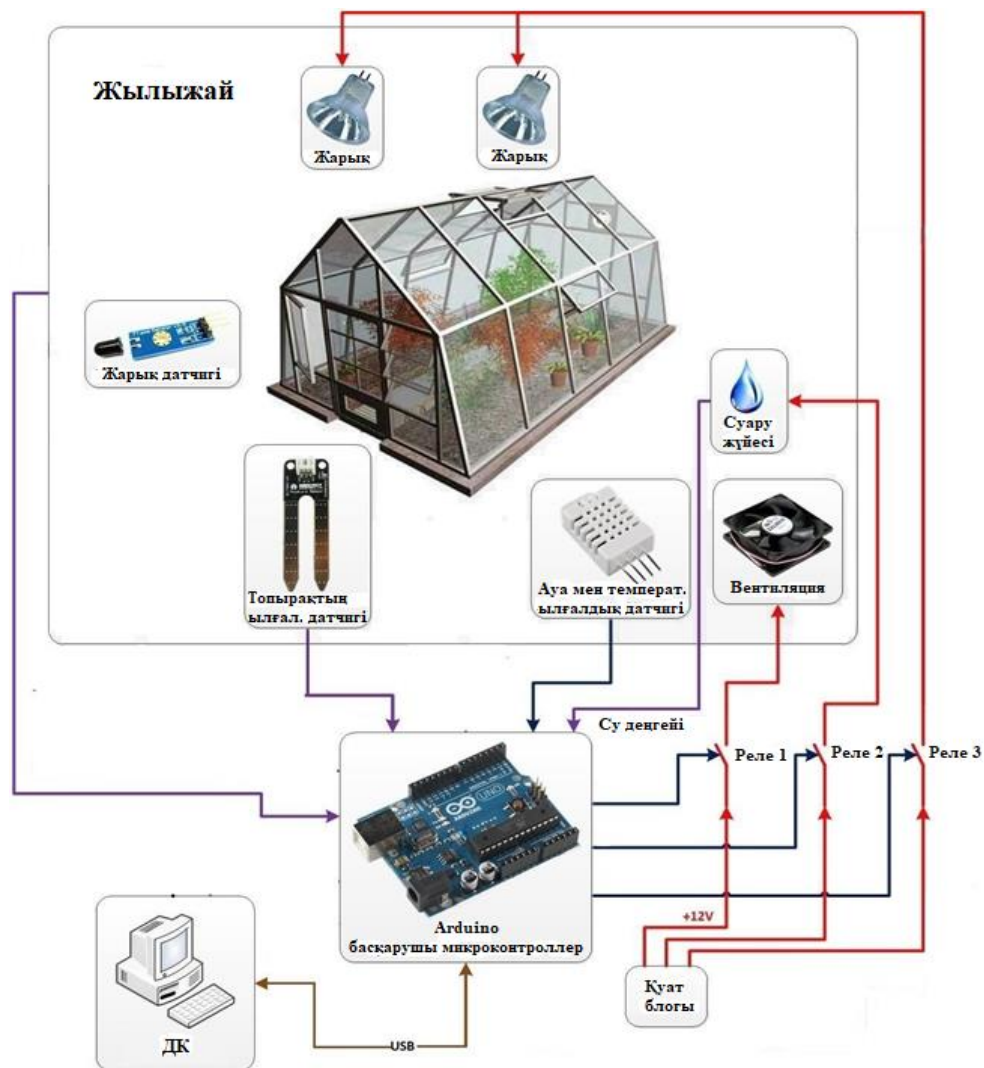
- жылыжайдың ішкі ылғалдылығы мен температурасы ($^{\circ}\text{C}$);
- ішкі температура ($^{\circ}\text{C}$);
- жердің ылғалдылығы мен температурасы (%);
- жарық (Люкстер - Lx);
- суару үшін қол жетімді су көлемі.



1.5-сурет. Басқару блогының сұлбасы

Жарықтандыру жүйесі екі жарық диодты шамнан, жарықтандыру датчигінен және реледен тұрады. Жарықтандыру датчигінің көрсеткіш тағайындамалармен салыстырылады, сосын реленің контактісі тұйықтылады немесе ажыратылады.

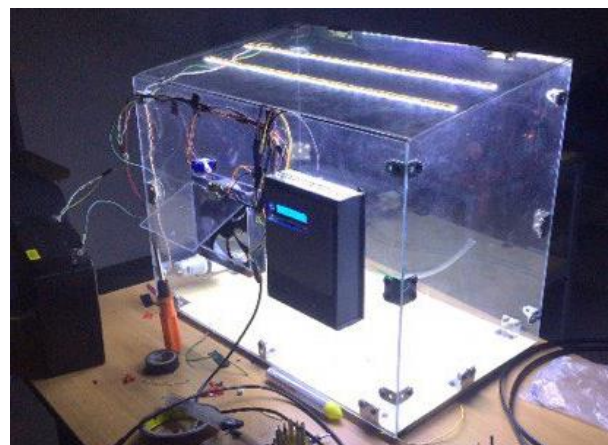
Топырақты қыздыру жүйесі өздігінен қызатын кабельді, температураның герметикалық датчигін камтиды. Температураның герметикалық датчигінің көрсеткіші тағайындамалармен салыстырылады, сосын реленің контактісі тұйықтылады немесе ажыратылады. Дайын басқару блогының түрі мен автоматтандырылған жұмыс макеті сәйкес 1.7, 1.8-суреттерде көрсетілген.



1.6-сурет. Жүйенің жалпы түрі



1.7-сурет. Макетті басқару блогы



1.8-сурет. Автоматтандырылған жылыжайдың макеті

Жобаланған макеттің жасалуы мен құрастырылуы толық сипатталды, атап айтқанда жылыжай қаңқасының құрастырылуы, датчиктер мен атқарушы механизмдердің орналасуы, басқарушы блокқа қосылуы. Макетті құраушы элементтердің негізгі ерекшеліктері қарастырылды. Жұмыс макетінің қолмен және автоматты режимдерде тестілеуді өткіздім. Сынау нәтижелері бойынша макет келесі басқарылатын параметрлердің берілген мәндерін ойдағыдай қамтамасыз етті: жарық, макет ішіндегі температура мен ылғалдылық, топырақтың температурасы мен ылғалдылығы.

Жобаны орындау барысында алға қойылған барлық тапсырмалар шешілді.

«Ақылды» жылыжай уақыттың көптеген бөлігін үнемдейді және бос уақыт береді. Сонымен бірге, мұндай конструкция өнімділіктің жоғарлауы мен өсімдіктердің жеміс беру уақытын 2 есеге көбейтеді. Мұндай жылыжайды сәуір айынан бастап, қоршаған ортаның орташа күндік температурасы +10⁰С-тан +15⁰С-қа дейін жеткенде және қазан бойынша, ауаның орташа температурасы +10⁰С-тан жоғары болмаған кезде қолдануға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Климов. В.В. Оборудование теплиц для подсобных и личных хозяйств. М.: Энергоатомиздат, 1992.
- [2] Автоматический полив – системы автоматического полива // [Электронный ресурс]. URL: <http://www.polivmaster.ru/tehno>.
- [3] Курченко Н. Ю. Классификация установок для электрохимической активации жидкостей / Н. Ю. Курченко, В. А. Ковко // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: мат. науч.-практ. конф. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – С. 355-357.
- [4] Курдюмов Н.И., Малышевский К.Г. Умная теплица – М.: Владис, 2007. – 37 с.
- [5] Комплексное управление микроклиматом теплиц, котельными и оборудованием электроснабжения, А.Н. Рыков, генеральный директор ООО НПО «Автоматика», к.т.н. // [Электронный ресурс]. URL: <http://www.greenhouses.ru/upravlenie-mikroklimatem-teplic>.
- [6] Системы электроснабжения: учебник / Н.П. Гужов, В.Я. Олховский, Д.А. Павлюченко. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – 258 б.
- [7] Температура в теплице – автоматический терморегулятор // [Электронный ресурс]. URL: <http://parnik-teplitsa.ru/temperatura-v-teplice>.
- [8] Зуев В.П, Шкрабак В.С. Применение тепла в сельском хозяйстве – Л: Колос, 1976 – 232 с.: ил.
- [9] Тавернье К. Микроконтроллеры. – М.: ДМК Пресс, 2008.
- [10] Система автоматизированного управления микроклиматом теплиц // [Электронный ресурс]. URL: http://www.syst.ru/vnedren/sau_mkt.htm.
- [11] Касаткин А.С. Электротехника. Учебник для вузов. Изд-во: М., «Энергия», 1969. – 592 с.

Бигалиева Ж.С., Асылбекова Л.Р.

Разработка и исследование автономной системы для полива воды

Аннотация: Объектом исследования является умная оранжерея. Суть исследования - создание и моделирование интеллектуальной теплицы, а также выбор оборудования. Целью работы является создание домашнего тепличного макета для выращивания растений и цветов в автономном режиме с дистанционным управлением и дистанционным управлением процессами ухода за растениями с использованием энергосберегающих технологий и современных интеллектуальных систем. Важность этого исследования также используется в сельском хозяйстве в промышленных целях и для личных целей. Кроме того, этот проект представляет большой интерес среди городских жителей, которые работают для своего сада или садоводства для красоты и декоративных растений.

Ключевые слова: теплица, датчики, микроклимат, автоматизация.

УДК 004.048

¹Zh. Bidakhmet, ²A. Rakhmatulina, ¹R. Bidakhmetova

(¹Almaty University of Power Engineering and Telecommunications Almaty, Kazakhstan;

² Kazakh National Technical University after K.I.Satpaev, Kazakhstan
zhanarbi@rambler.ru)

USE IN PRACTICE OF BIG DATA IN MOBILE SYSTEM

Abstract: This article discusses the research of methods for data processing in statistical techniques, methods of data mining and artificial intelligence applications to work with the data, as well as the methods of design and database development. In addition, the purpose of scientific research is a study based on the accumulated data by the simple user facilities, but it requires a deeper knowledge of mathematical statistics, machine learning, programming, and generally higher level of education. Research and development of Big Data technologies could be a factor, which stimulates the development of Big Data, but also ensures data growth, accelerate management decision-making and improve their quality. The purpose of this paper is to study the principles of the functioning of existing systems and embedded company-operators of mobile connection and creating own software for the calculation of payments for conducted conversations for the operator of cellular services. Sets of test for testing developed system using the equivalent partitioning method was developed.

Keywords: Big Data, Transmission and processing, Methods of Data Mining, Mathematical statistics, Machine learning, Programming.

Introduction

The growing volume of heterogeneous information prompted the development of methods of storage, transmission and processing as well as began to emerge the paradigm of Big Data.

Without a single paradigm - storage, transmission and processing, will rend data. Therefore, an essential condition for the successful development of the economy is the ability to capture and analyse the arrays and the flow of information [1].

Paradigm Big Data allows you to process millions of tasks simultaneously in a distributed environment. Twenty thousand stations worldwide, in real-time collect information about the Earth's crust vibrations that need to process and interpret instantly.

The technology is designed so that only data from one station are little informative value, so use the information from several stations for analysis. Organizations that start and complete big data projects see practical results and significant value. Big data delivering business outcomes for a wide spectrum of strategic corporate goals-from new revenue generation and new market development to enhancing the customer experience and improving enterprise-wide performance [2].

Organizations regard big data as extremely important and central to their digital strategy. Direction «Big Data» concentrates its efforts in organizing the storage, processing and analysis of huge amounts of data. Research of Big data with the scientific and educational potential gives a good chance to take a worthy place among the economies, where the extraction of useful knowledge from big volumes of data of different nature is at the service of industrial progress. Scientific research goal is to study the problem analysis, processing and presentation of big data.

Research of methods for data processing in a high-volume and high-level parallelism, statistical techniques, methods of data mining and artificial intelligence applications to work with the data, as well as the methods of design and database development.

To analyses the "Big Data" concept and to have knowledge in these areas makes it possible to have a profession in practical interdisciplinary field of activity.

This direction since the early 2010s is considered one of the most necessary, important and promising directions [3]. The main practical goal of the research activities of large data - finding regularities in data, knowledge extraction from data in a generalized form. Research very large scale heterogeneous sets of digital information and the inseparable link with information technology to enable them to process. In comparison with the activities in the field of designing and working with databases, where it is assumed preliminary data model that reflects the relationship of the subject area.

The subsequent investigation of the downloaded data with relatively simple methods in science is supposed to support the mathematical statistics, artificial intelligence, machine learning, often without prefetching data model.

Materials and methods

In addition, the purpose of scientific research is a study based on the accumulated data by the simple user facilities, but it requires a deeper knowledge of mathematical statistics, machine learning, programming, and generally higher level of education. In modern life, big project is not possible without the use of a distributed data processing infrastructure. Big Data technologies will be used to store information. The developed software platform and technology of distributed computing and Big Data solutions adapted to large-scale problems in the field of economics, business, sociology, public administration, etc. Here are the critical changes in data management, IT infrastructure and staff competencies.

In the world of Big Data modern technology makes it possible to process and analyses huge amounts of data, in some cases - of all data related to particular phenomena in their original form - structured, unstructured, streaming. Management of Big Data. The strategic objective is the implementation of proposals for the development and adaptation, accumulated and implemented a wide range of government objectives, industry, business and education. Experience on the application of these solutions allows you to create software platforms, which together with the specialized application packages adapted to these platforms, and allow achieving a qualitatively new level of processing and analyzing data, essentially impossible without the use of these technologies. New analytical applications make demands to the platform to work with Big Data:

- Integrate and manage all the variety, velocity and volume, reliability and validity of the data.
- Have the ability to apply advanced analytics to the information in its original form.
- Visualize all available data for a specific analysis.
- Availability of development environment to create new analytic applications.
- Ability to optimize the workload and planning.
- Security and Management.

The purpose of this work is to study the principles of the functioning of existing systems and embedded company-operators of mobile connection and creating own software for the calculation of payments for conducted conversations for the operator of cellular services. Sum of payments subscriber for a specific time depends on the time of day and days of the week, during which operated the line and constructions telephone network company-operator to provide telephone services. The database contains data on all tariffs offered by the operator. "Table 1" shows the main parameters of the developed system.

Table 1. Categories of services provided by mobile operators

Name of service	Payment traffic	Additional traffic	Fixed payment services
Services chargeable with the help an increased payment of talk time	Elevated	Yes	No
Services related to the generation of additional voice traffic charged according to standard tariffs for voice services	Standard	Yes	No
Services related to the generation of additional voice traffic to be paid according to the reduced tariffs for voice	Lowered	Yes	No
Services paid at fixed rates	No	No	Yes
Free of charge services	No	Yes	No

The developed system has the ability to work with a large number of categories of subscribers and introducing them to different tariff plans and is intended for the operating company on a regional scale. Recommended marketing strategy of the operator on entering to the market GSM is phased introduction of perspective services and tariff plans, starting with only three or four tariff plans and ending with a number of tariff plans for various categories of users. User after starting of the system by selection of a menu item indicates which processing modules you need to execute and enters the values of input data.

In this case, the user defines the input state and the subsequent state of the domain model, i.e. all problem solving procedure. Therefore, the appropriate facilities of system controls are procedurally oriented.

Results and discussion

Sets of test for testing developed system using the equivalent partitioning method was developed [1]. This method consists of two stages: the allocation of equivalence classes and construction tests.

The equivalence class - a set of input values, each of which has the same probability of detecting a specific type of error. For any conditions there are right and wrong equivalence classes.

The test data sets were created in the following way: the first test set - on true equivalence classes, the second set of test - the wrong equivalence classes. Fragment of the selection equivalence classes is shown in "Table 2".

Table 2. Selection equivalence classes

Input condition	Correct equivalence classes	Incorrect equivalence classes
1	2	3
Input value "Call date" should be	Not empty input field	empty row
	A value of type «Date»	A value not of type «Date»
"Call time"	Not empty input field	empty row
	A value of type «Time»	A value not of type «Time»
"Duration of the ether"	Not empty input field	empty row
	A non-negative integer numeric value	Not non-negative integer numeric value
"Type of Service"	Selected item from a list	empty row
"Call Type"	Selected item from a list	empty row

Table 3. **The first test set of data**

Name of data	Value of data
Name of rate	Super
Subscription fee	0,00
The cost of outgoing calls to a favorite number	0,00
The cost of outgoing calls within the network	3,50
The cost of outgoing calls to other mobile operators	5,50
The cost of outgoing calls to local phones	5,50
Cost of outgoing SMS	1,00
Cost of outgoing MMS	5,00
Should get: A new entry in the table of tariffs	
Contract number	12542
Date of conclusion of the contract	2016/03/10
Subscriber number	+77778596324
Subscriber name	Mary John

When you enter the first test set data the system works properly and performs all the tasks assigned to it.

When you enter the second set of data, the system works correctly, i.e. it does not give the wrong data and outputs the message to the user of the incorrect data entered them.

The first test set is shown in Table 3 and the second set of test in is shown “Table 4”.

Table 4. **The second test set of data**

Name of data	Value of data
Name of rate	empty row
Subscription fee	- 80,00
The cost of outgoing calls to a favorite number	Free
The cost of outgoing calls within the network	3.50
The cost of outgoing calls to other mobile operators	- 5
The cost of outgoing calls to local phones	empty row
Cost of outgoing SMS	empty row
Cost of outgoing MMS	empty row
Contract number	QU127RF42
Date of conclusion of the contract	2016/03/10
Subscriber number	empty row
Subscriber name	empty row

Results of the using Big Data defines three main types of of problems.

- Storage and management of the amount of data that conventional relational databases do not allow effective use.

- The organization of unstructured information, consisting of text, images, video and other types of data.

- Analysis of Big Data, which raises the question of how to work with unstructured information, generating analytical reports.

The amount of data in different aspects of life increases, and at the same time increasing data storage capacity.

Accelerating growth in data volume is an objective reality.

Social networks, mobile devices, the data from the measuring devices, business information sources are capable of generating huge amounts of information.

Du with this increases demand for effective use of the data. Using Big Data in the business requires considerable investment, so it possible the increase business performance by cutting costs.

Big Data projects include components of network technology, servers, software and technical services.

The use of Big Data technologies is actual for the class income security solutions for the automation of the companies' activities [7].

Research and development of Big Data technologies could be a factor, which stimulates the development of Big Data, but also ensures data growth, accelerate management decision-making and improve their quality.

REFERENCES

- [1] Bodrov A.A, V.M Ramsay. Analysis of large data: A new philosophy of knowledge nol in «International Institute for the market» 2015.
- [2] Franks B. Taming big data. Publisher «Technology Development Ltd», Moscow, 2014.
- [3] Victor Mayer-Schonberger, Kenneth Cukier. Big Data. A Revolution That will Transform How We Live, Work, and Think. Publisher «Mann, Ivanov and Ferber» Moscow, 2014.
- [4] Woo, Benjamin et al. IDC's Worldwide Big Data Taxonomy. International Data Corporation (1 October 2011).
- [5] Evelson, Boris and Hopkins, Brian. How Forrester Clients Are Using Big Data. Forrester Research (20 September 2011).
- [6] Thibodeau, Patrick. Gartner's Top 10 IT challenges include exiting baby boomers, Big Data. Computerworld (18 October 2011).
- [7] MSc in Data Science. School of Computing. Dundee University (1 January 2013).
- [8] McKinsey, 2011, "Big data" refers to data sets whose size is beyond the ability of typical software tools to capture, store, manage, and analyze.
- [9] Henschen, Doug. Oracle Releases NoSQL Database, Advances Big Data Plans. InformationWeek (24 October 2011).
- [10] Woo, Benjamin et al. IDC's Worldwide Big Data Taxonomy. International Data Corporation (1 October 2011).
- [11] Evelson, Boris and Hopkins, Brian. How Forrester Clients Are Using Big Data. Forrester Research (20 September 2011).

Бидахмет Ж., Рахматулина А., Бидахметова Р.

Практическое применение больших данных в мобильной системе

Аннотация: В статье рассматриваются исследования методов обработки данных в статистических методах, методов интеллектуального анализа данных и приложений искусственного интеллекта для работы с данными, а также методов проектирования и разработки баз данных. И целью научных исследований является исследование, основанное на накопленных данных простыми средствами пользователя, но оно требует более глубоких знаний математической статистики, машинного обучения, программирования и, как правило, более высокого уровня образования. Исследования и разработки технологий больших данных могут быть фактором, который стимулирует развитие больших данных, но также обеспечивает рост данных, ускоряет принятие управленческих решений и повышает их качество.

Целью данной работы является изучение принципов функционирования существующих систем и встраиваемых компаний-операторов мобильной связи и создание собственного программного обеспечения для расчета платежей за проводимые разговоры для оператора сотовой связи. Были разработаны наборы тестов для тестирования разработанной системы с использованием метода эквивалентного разбиения.

Ключевые слова: большие данные, передача и обработка, методы интеллектуального анализа данных, математическая статистика, машинное обучение, программирование, сеть.

Бидахмет Ж., Рахматулина А., Бидахметова Р.

Мобильді жүйеде үлкен деректерді практикалық қолдану

Түйіндеме. Бұл мақалада статистикалық әдістерде деректерді өңдеу әдістерін, деректерді өңдеу әдістерін және деректермен жұмыс істеу үшін жасанды интеллект қосымшаларын, сондай-ақ дерекқорды жобалау мен әзірлеу. Ғылыми зерттеулердің мақсаты қарапайым пайдаланушы құралдарын пайдаланып жинақталған деректерге негізделген зерттеу болып табылады, бірақ ол математикалық статистика, машина жасау, бағдарламалау және, әдетте, білімнің жоғары деңгейін тереңірек. Үлкен деректерді зерттеу және өңдеу үлкен деректердің дамуын ынталандыратын фактор болып табылады, сонымен қатар деректердің өсуін қамтамасыз етеді, басқару шешімдерін жылдамдатады және олардың сапасын жақсартады.

Бұл жұмыстың мақсаты - қолданыстағы жүйелердің және ұялы байланыс операторларының жұмыс істеу принциптерін зерделеу және ұялы байланыс операторы үшін әңгімелесу үшін төлемдерді есептеу үшін өз бағдарламалық жасақтамасын құру. Тестілеу бөлімдері дамыған жүйені баламалы бөлу әдісімен сынау үшін жасалды.

Түйінді сөздер: үлкен деректер, деректер беру және өңдеу, деректерді өңдеу әдістері, математикалық статистика, машина жасау, бағдарламалау, желі.

УДК: 620.92

¹A. Tolqyn, ¹K.D. Baizhumanov, ²A.A. Darkhanova

(¹Al-Farabi Kazakh National University, tolqynaydyn@gmail.com, kadirbek_79@mail.ru

²Satbayev University, aliya86d@mail.ru)

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE WIND ENERGY UTILIZATION IN THE ELECTRIC POWER SYSTEM

Abstract. Experimental proof of the advantages of using wind energy in the power grids and the use of power systems. The goal of using this green energy in the country is to set goals and to do so. Nowadays, the wind power plant has a high cost, so it's best to reduce the cost of the newest technologies.

Key words: wind power, wind power plant, wind generator, natural ventilation, rotor, electrical energy.

¹А. Толқын, ¹Қ.Д. Байжұманов, ²А.А. Дарханова

(¹Әл-Фараби атындағы қазақ ұлттық университеті, Алматы қ. Қазақстан

²Қаныш Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ. Қазақстан)

ЖЕЛ ЭНЕРГИЯСЫН ҚУАТ ЖҮЙЕСІНДЕ ҚОЛДАНУ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ

Аңдатпа. Бұл мақалада жел энергиясын қуат жүйелерінде пайдалану жолдары және Қазақстан жер жағдайына өте ыңғайлы болған осы бір жасыл энергия көзін Қазақстанда дамытудың артықшылықтары, экономикалық пайдасы ашып түсіндірілген. Жел энергетикалық қондырғының (ЖЭҚ) түрлері және олардың артықшылық кемшіліктері көрсетілген, салыстыра келіп соның ішіндегі Савониус роторы таңдалып алынып, есептеуімізде қолданылды.

Кілт сөздер: Жел энергиясы, жел энергетикалық қондырғы, жел генераторы, жел турбинасы, ротор, қалақша, электр энергиясы.

Жел энергиясын электр энергиясына айналдыруға байланысты схемаларды талқылау кезінде ескерілуі керек негізгі мәселелер: жалпыланған электр энергиясының түрі (ауыспалы немесе тұрақты жиілікті немесе тұрақты кернеудің айнымалы кернеуі); жел диірмен айналымының жиілігі (тұрақты, тұрақты немесе айнымалыға жақын); генерацияланған электр энергиясын пайдалану сипаты (аккумуляторлық батареяны немесе АС жинақтаудың басқа әдістерімен, ауыспалы ток желісіне электр энергиясын жеткізу) (1).

Тікелей өндіріс қазіргі уақытта қуаттылығы 10-20 кВт-тан аспайтын шағын жел турбиналарында ғана жүзеге асырылады. Бұл жағдайда жел диірменінің тұрақты айналу жылдамдығы талап етілмейді және көп жағдайда аккумуляторлық батареялар пайдаланылады. Осындай ЖЭҚ [9] пайдалану арқылы өте алыс жерлерде салыстырмалы түрде шағын энергия талаптарын қанағаттандыруға болады.

Жел электр энергиясын (кейіннен оны пайдалану мақсатында) жылу түрінде жинақтау ЖЭҚ айнымалы кернеулі немесе ЖЭҚ тұрақты кернеулі орамасын пайдалану арқылы жүзеге асырылады. Бұл жағдайда, жел диірменінің айналу жиілігі бұл жағдайда тұрақты болмауы керек. Тұрақты кернеуді алу үшін түзеткіштерді тікелей пайдалануға немесе тұрақты жиілікті айнымалы кернеуге түрлендіргеннен кейін пайдалануға болады [8].

Бастапқыда жел энергиясын пайдалану арқылы кең ауқымды электр энергиясын өндіру қолданыстағы энергетикалық жүйелер желісінде электр қуатын беру мүмкіндігі үшін тұрақты жиіліктің айнымалы кернеу түрінде жүзеге асырылуы тиіс деп танылды.

Жоғары қуатты жел турбиналарын жасаудың алғашқы нұсқалары синхронды генераторға қосылған жел айналымының тұрақты айналу жылдамдығымен, жел турбиналарын пайдаланумен байланысты болды. Мысалы, 1250 кВт сыйымдылығы бар Смит Путнам ЖЭҚ. Тұрақты жиіліктің ауыспалы кернеуін алу үшін, жел қуатын электр қуатына жеткізу мүмкін болғанда, асинхронды генератор жел диірменінің айналу жиілігінің тұрақты мәніне айналуын талап етеді.

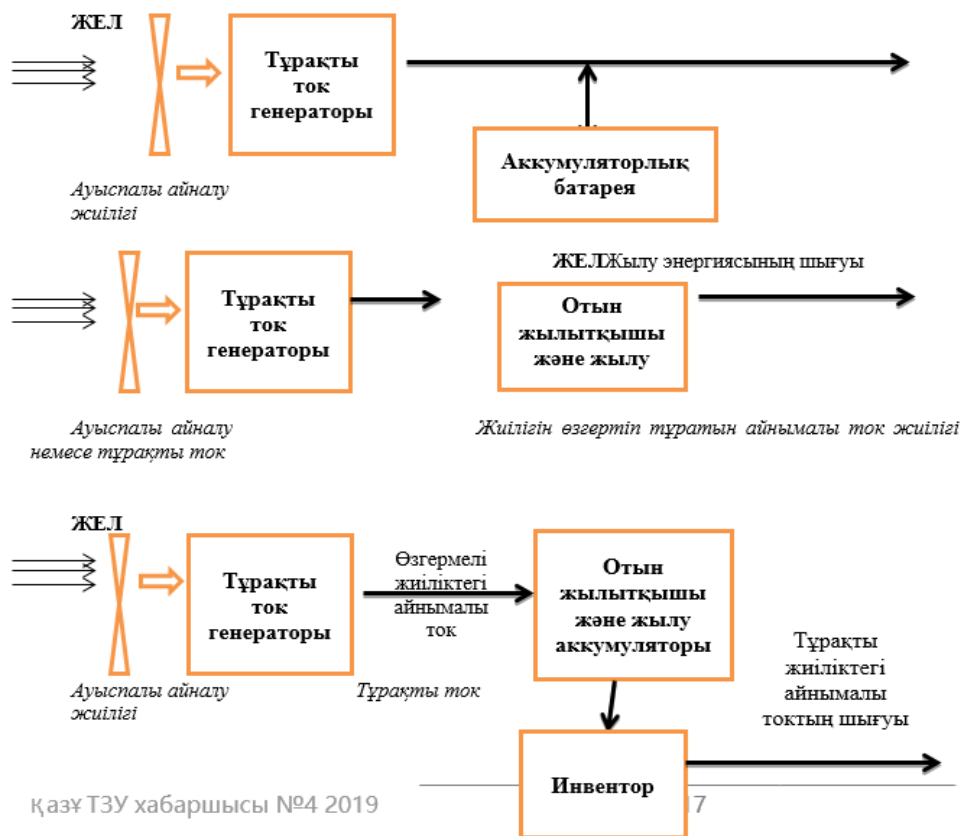
Синхронды және асинхронды генераторларды өндіру технологиясы жақсы дамыған және өте жақсы жетілген. Сондықтан NASA-LeRC[9] департаменттері эксперименталды құрылыс және сынаудың ауқымды бағдарламасын іске асырады: тұрақты токтың ауыспалы кернеуі бар синхронды генераторлармен жабдықталған, тұрақты айналу жылдамдығы бар ЖЭҚ.

Жақында назар аударған тағы бір мәселе – жел турбинасының жел жылдамдығының өзгеруіне сәйкес реттелетін оңтайлы жиіліктегі ауыспалы айналымға айналуына мүмкіндік беру және осы жағдайларда тұрақты жиіліктің ауыспалы кернеуін алуға мүмкіндік беретін генераторлық жүйелерді пайдалану арқылы, электр қуатын қолданыстағы қуат жүйелеріне жеткізу. Жетек білігінің ауыспалы жылдамдықтарында тұрақты жиіліктің айнымалы кернеуін алу әдістері дифференциалды және дифференциалды емес деп аталатын екі үлкен топқа бөлінеді.

Алғашқысы генераторлардың тұрақты айналу жиілігін қамтамасыз ететін синхронды генераторлармен, механикалық құрылғылар көмегімен тізбектерде (ауыспалы беріліс коэффициенті бар гидравликалық қуатты беру құрылғылары), сондай-ақ генератор роторының жылдамдығы мен генератор жұмыс істейтін қуат жүйесінің кернеу жиілігі арасындағы айырмашылыққа тең болатындай, айналмалы жиіліктің өзгеруін орындайтын электрлік құрылғылардың көмегімен өрісті ораманы жылжымалы жиіліктегі кернеумен қамтамасыз ету арқылы жүзеге асырылады.

1-сурет ЖЭҚ-н автономды пайдалану және энергетикалық жүйелерде жұмыс істеу кезінде пайдалану туралы схемаларын суреттейді. Қолжетімді жоғары қуатты тиристорлар мен диодтарын қолдана отырып, қазіргі уақытта зерттеудің бөлігі жел айналымының айнымалы айналу жылдамдығында тұрақты жиілікті генераторлық жүйелерді жасауға бағытталған (1-сурет).

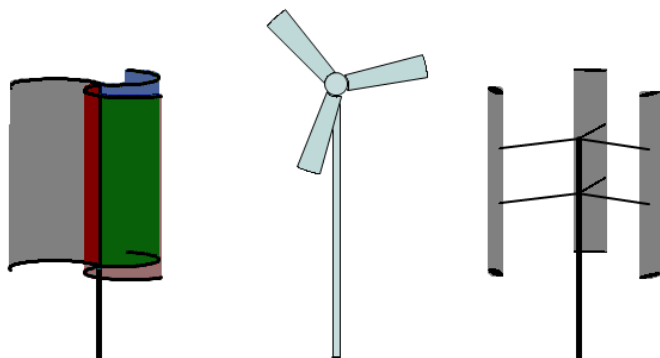
Осы бағытта жүргізілген жұмыстардың ішінде Висконсин Университетінің (Мэдисон) «айнымалы кернеу - тұрақты ток кернеуі - айнымалы ток кернеуі» схемасы бойынша жасалға жұмысын атап өтуге болады. Висконсин Университетінде (Милуоки) опциялар ретінде коллекторлы баламалы схемалар және қуатты ротормен асинхронды генераторлар қарастырылған. ЖЭҚ үшін Оклахома Университетінде (Stillwater) модуляцияланған шығыс кернеулі генераторлық схемалар әзірленуде.



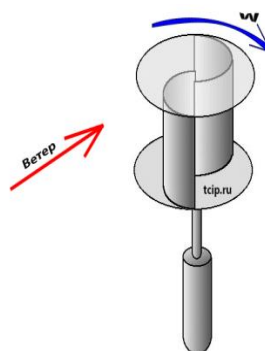
ҚазҰТЗУ хабаршысы №4 2019

1-сурет. Оқшауланған жұмысы барысындағы ЖЭҚ өндіретін электр энергиясын пайдалану схемасы

Қазіргі уақытта жел генераторының бірнеше түрі қолданыста. Желдің бағытына, күшіне, жер жағыдайына т.б факторларға байланысты жел генераторларының тік және көлденең түрлері қолданылады(2-сурет және 3-сурет).



2-сурет. Жел генераторларының түрлері



3-сурет. Савониус роторы

Көлденең ості пропеллерлік желдоңғалағының негізгі айналдыру күші – көтеру күші болып саналады. Желдоңғалағы жұмыс жағдайында желге салыстырмалы тіреу мұнарасының алдында немесе оның артында орналасады. Алдында орналасқан жағдайда желдоңғалағы аэродинамикалық қалыптастырғыш немесе басқа да оны жұмыс жағдайында ұстап тұратын қондырғылардан тұру керек. Артында орналасқан жағдайда мұнаралық желдоңғалағын жел ағынын құйыны арттырады. Доңғалақтың мұндай жағдайында жұмыс жасауында айналмалы (циклдік) жүктеме пайда болады, қатты шуыл және желдоңғалағының флуктуациясы болады. Жел бағыты тез өзгеруі мүмкін және желдоңғалағындағы бұл өзгерістерді анық түрде анықтап отыру керек. Сондықтан күші 50 кВт-тан көп ЖЭҚ-да осы мақсат үшін сервоқозғалтқыштарды пайдаланады.(2-сурет)

Савониус роторы дөңгелек болып, кедергі күші әсерінен айналады. Оның қалқандары жіңішке майыстырылған жапырақтан істелген, яғни арзан және қарапайымдылығымен ерекшеленеді. Айналу моменті әртүрлі кедергі әсерінен пайда болады, ол ішке немесе сыртқа қарай майыстырылған қалқан роторы. Үлкен геометриялық толу әсерінен бұл желдоңғалақтары үлкен айналу моментіне ие және суды айдап шығару үшін пайдаланылады. (3-сурет)

Шығын өндіріс орнын жел энергиясымен қамтамасыз ету үшін бізге қолайлы, бағасы арзан, құрлысы қарапайым т.б. артықшылықтарын қарастыра келіп, өндіру қуаты сағатына 3кВт болатын жел генераторын (Савониус роторы) таңдап алдық.

1-кесте. **Генераторының сипаттамасы**

Жел қуаты 12м/с	3500 Ватт
Жел қуаты 9м/с	2300 Ватт
Жел қуаты 5м/с	500 Ватт
Жел генерация диапазоны	3-25 м/с, (20м/с-тан жоғары қозғағыш тежегіш қосылады)
Қалақша саны	3
Қалақша материалы	Қорғаныс жабындысы бар нығайтылған шыны талшықтан
Ротор диаметрі	4м
Генератордың салмағы	Қалақшамен бірге 170кг
Қызмет көрсету ұзақтығы	10 жалдан артық
Кепілдік ету мерзімі	1 жыл
Бағасы	292000 тг

2-кесте. **Шағын өндіріс орнының электр энергиясынан пайдалану жағыдайы**

Электр құрылғы	Саны, n	Қолдану уақыты, сағ.	Сағатына кететін электр энергия, кВт*сағ	Айына кететін электр энергия, кВт*ай
Электірлік дәнекерлеу	1	8	12	2880
Теледидар	2	5	0,18	54

Тоңазытқыш	1	24	0,04	28,8
Шаңсорғыш	1	1	1,6	48
Электр үнемдеу лампы	5	6	0,02	3,6
Микротолқынды пеш	1	0,17	0,02	0,102
Компьютер	2	12	0,22	158,4
Қуаттандырғыш	3	6	0,04	21,6
Су жылытқыш	1	4	1	120

Осы шағын өндіріс орнының бір жылдағы жалпы істететін электр энергиясы 3314.502кВт болып, әр кВт электр энергиясының құны 16,36 теңге деп есептесек, бұл орталық әр жылда 54225,2527 теңгеге тура келетін электр энергиясын пайдаланады.

Қондырғының сипаттамасы бойынша мынаны алуға болады: сағатына 3кВт электр энергиясын өндіреді десек және бір күнде 6 сағат тұрақты жұмыс уақыты десек, бұл қондырғы бір жылда 6480кВт электр энергиясын өндіре алады. Демек әр жылда құны 106012.8 теңгеге тура келетін электр энергиясын өндіреді.

Есептеу нәтижесінде жел энергиясынан пайдалана отырып әр жыл сайын 51787.5473 теңге үнемделеді. Осының нәтижесінде жел энергетикалық қондырғы 5,6 жылда өзін-өзі ақтай алады. Қондырғының қызмет ету ұзақтығы 10 жылдан артық десек қалған уақытты бұл орталық ешқандай шығынсыз электр энергиясынан пайдалана алады.

Қорыта келгенде, таңдалып алынған Савониус роторы жұмыс істеу принципі мен құрлымы жағынан қарапайым, қолданыс аясы кең, сонымен қатар экономикалық жағынан тиімді болып келеді. Сондай-ақ жел қоры мол отанымыздың осындай жаратылыстық байлығынан тиімді пайдалана отырып жасыл энергия көзі болған жел энергиясынан пайдалануды дамыту тиіс.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Казахстанская электроэнергетическая ассоциация. Комитет по Возобновляемым Источникам Энергии <http://www.windenergy.kz>.
- [2] Программа по развитию электроэнергетики Республики Казахстан на 2010 – 2014 годы.
- [3] Национальная Программа развития ветроэнергетики в Республике Казахстан до 2015г. с перспективой до 2024г.
- [4] Шефтер Я.И, Использование энергии ветра. 2-е изд. перераб. и доп.
- [5] www.windenergy.com
- [6] Бетц А. Энергия ветра и её использование посредством ветряных двигателей: Пер. с нем. / Под ред. Д.М. Бельского. Харьков, 2013.
- [7] Трофимов А., Маринушкин Б., К генеральной схеме развития ветроэнергетики Казахстана. М.: Журнал «Энергетика», Алматы. 2012.
- [8] www.docx88.com.
- [9] Ghassemi A. “Wind Energy: Renewable Energy and The Environment”. CRC Press, 2010.
- [10] Алексеев Б.А. Современные ветроэлектрические установки и прибрежные ветроэнергетические комплексы // Энергетика за рубежом. - 2008. - N 1.
- [11] Амадиев А.М., Магомедова Н.А. Современное состояние и перспективы ветровой энергетики // Возобновляемая энергетика: проблемы и перспективы: материалы 2 междунар. конф., 27-30 сент. 2010. - Махачкала: АЛЕФ, 2010.
- [12] Лейзерович А.Ш. Время большой ветроэнергетики // Электр.ст. - 2003. - N 1.
- [13] Кунакбаев Т.О. Инновационный проект на 2012-14 гг. «Разработка, изготовление и экспериментальные исследования эффективности компактной ветроэлектростанции».
- [14] Гусак С.И. Энергия ветра: вчера, сегодня, завтра //Альтернативная энергетика. 2009.
- [15] Григораш О.В., Военцов Д.В. Ветроэнергетические станции – состояние и перспективы. Воронеж, 16-17 мая 2006.

Толкын А., К.Д. Байжуманов, А.А. Дарханова

Повышение эффективности использования энергии ветра в энергосистеме

Резюме. Экспериментальное доказательство преимуществ использования энергии ветра в электрических сетях и использования энергетических систем. Цель использования этой зеленой энергии в стране - установить цели и сделать это. В настоящее время ветряная электростанция имеет высокую стоимость, поэтому лучше всего снизить стоимость новейших технологий.

Ключевые слова: энергия ветра, ветряная электростанция, ветрогенератор, естественная вентиляция, ротор, электрическая энергия.

УДК 550.30:699.841

¹V. Lapin, ²R. Sharipov

(¹ «Kazakh Reserch and Design Institute of Construction and Architecture» Joint-Stock Company, Almaty, Kazakhstan. ² Kazakh National Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan
lapin_1956@list.ru. vlapin@kazniisa.kz)

OBJECTS RESPONSE OF SEISMIC ISOLATION DESIGNED BY NONLINEAR SYSTEMS

Abstract. Using probabilistic methods, the reliability and seismic stability of two large-panel and one large-block buildings on kinematic foundations (CF) are analyzed. Buildings are modeled by nonlinear single-mass systems with experimental strain diagrams. The results of vibration dynamic tests performed earlier by the specialists of «KazRDICA» JSC are attracted. Seismic impact is modeled by a random process with a given correlation function. To calculate probabilistic characteristics, the method of statistical tests is used (Monte-Carlo method). Set 10 options for seismic effects. According to the results of the calculation, the reliability of buildings is determined (probability of failure-free operation). Conclusions are drawn about the effectiveness of the kinematic-type seismic isolation system for rigid low-rise buildings with given impact parameters.

Keywords: seismic isolation, nonlinear systems, kinematic foundation, random process.

¹В. Лапин, ²Р. Шарипов

(¹АО Казахский научно-исследовательский и проектный институт строительства и архитектуры, Алматы, Казахстан. ²Казахский исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Алматы, Казахстан. lapin_1956@list.ru
vlapin@kazniisa.kz)

РЕАКЦИЯ ОБЪЕКТОВ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ, МОДЕЛИРУЕМЫХ НЕЛИНЕЙНЫМИ СИСТЕМАМИ

Аннотация. С использованием вероятностных методов анализируется надежность и сейсмостойкость двух крупнопанельных и одного крупноблочного зданий на кинематических фундаментах (КФ). Здания моделируются нелинейными одномассовыми системами с экспериментальными диаграммами деформирования. Привлекаются результаты вибрационных динамических испытаний, выполненных ранее специалистами АО «КазНИИСА». Сейсмическое воздействие моделируется случайным процессом с заданной корреляционной функцией. Для расчета вероятностных характеристик используется метод статистических испытаний (метод Монте-Карло). Задается 10 вариантов сейсмического воздействия. По результатам расчета определяется надежность зданий (вероятность безотказной работы). Делаются выводы об эффективности системы сейсмоизоляции кинематического типа для жестких малоэтажных зданий при заданных параметрах воздействия.

Ключевые слова: сейсмоизоляция, нелинейные системы, кинематический фундамент, случайный процесс.

В г.Алматы получили распространение системы сейсмоизоляции на основе сейсмоизолирующих кинематических фундаментов (КФ), разработанных в АО «КазНИИСА» д.т.н. Черепинским Ю.Д. [1-8]. Построено свыше 30 зданий различной этажности в г.Алматы и свыше 300 в Российской Федерации. Целесообразно получить уточненные оценки сейсмостойкости зданий на таких опорах с учетом имеющихся экспериментальных данных и новых представлений о моделях сейсмического воздействия, а также новых вычислительных средств – систем компьютерной математики.

Для анализа возможных перемещений при воздействии реактивных сил в уровне кинематических фундаментов (КФ) при сейсмических нагрузках и также для оценки надежности таких зданий допустимой расчетной моделью может служить одномассовая консольная система с диаграммой деформирования (ДД), соответствующей уровню КФ. Проведенные ранее испытания объектов позволили получить полную информацию, необходимую для оценки сейсмической реакции и надежности [1-3].

В настоящем работе приняты обозначения экспериментальных объектов:

ДКФ1 – крупнопанельное жилое здание серии 1-464 УМ на КФ, испытанное в 1978 г. в Навои;

ДКФ2 – крупнопанельное жилое здание серии 158 на КФ, испытанное в 1982 года в Алматы;

ДКФ3 – фрагмент крупноблочного здания серии 123 на КФ, испытанное в Южно-Сахалинске в 1983 году.

Объект ДКФ1 представляет собой односекционный фрагмент крупнопанельного здания серии 1-464 УМ, предназначенного для строительства в несейсмических районах. Проведены статические и

динамические испытания. По результатам статических испытаний построена зависимость горизонтальной силы, приложенной в уровне ростверка КФ, от смещения (рис. 1). Вид зависимости свидетельствует о нелинейности диаграммы деформирования указанного объекта. Исследованы диссипативные свойства. Декремент колебаний изменялся в пределах $\delta = 0,27 - 0,79$. Оценки сейсмоизолирующего эффекта КФ были получены в детерминированной постановке.

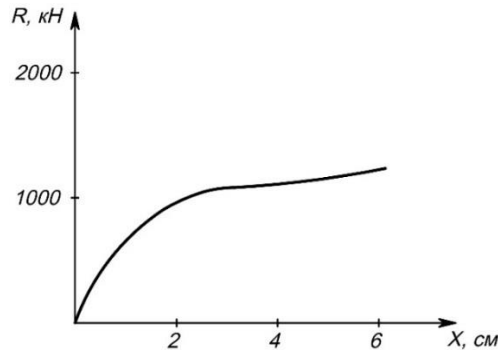


Рис. 1. Диаграмма деформирования крупнопанельного здания серии 1-464 УМ на КФ.

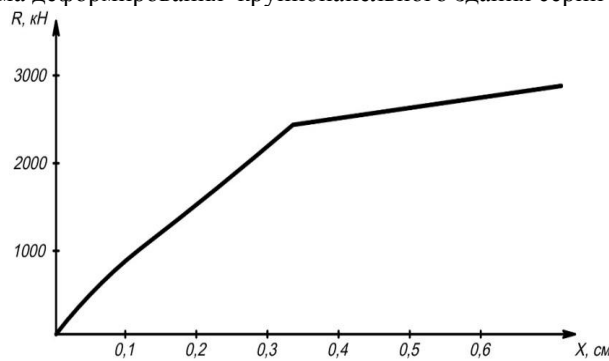


Рис 2. Диаграмма деформирования крупнопанельного здания на КФ серии 158.

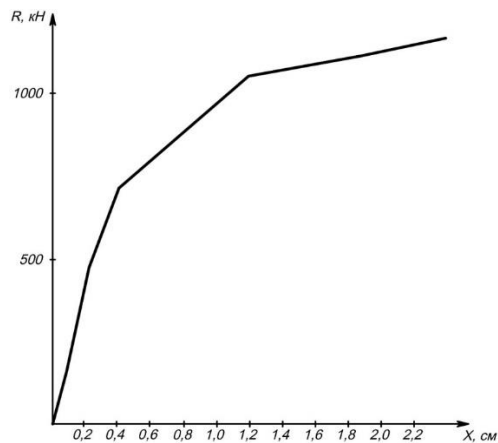


Рис 3. Диаграмма деформирования фрагмента крупноблочного здания на КФ.

Характер изменения резонансных частот объекта при вибрационном воздействии позволяет сделать вывод о нелинейной упругости диаграммы деформирования, что свидетельствует об отсутствии необратимых изменений жесткостных характеристик надфундаментной части здания.

Следующий объект ДКФ2 является двухсекционным пятиэтажным крупнопанельным зданием серии 158. Динамические испытания проведены в условиях глубокой засыпки КФ грунтом. По результатам испытаний определена диаграмма деформирования здания (рис. 2), выявлен ее характер (нелинейно-упругий).

Объект ДКФ3 представляет собой двухэтажный фрагмент крупноблочного здания серии 123, рассчитанного на интенсивность сейсмического воздействия в 7 баллов. Результатом испытаний является нелинейная диаграмма деформирования (рис.3). Получено также значение декремента колебаний, который при периоде колебаний 0,70 сек, составляет 2,0. Такое значение декремента объясняется влиянием стен и перегородок, расположенных в зоне перемещений КФ, образующих с ними своеобразный демпфирующий пояс.

На основе моделирования сейсмического воздействия нестационарным случайным процессом с целью оценки сейсмостойкости вычисляются величины надежность и вероятностные характеристики параметров колебаний.

В качестве расчетной схемы для всех объектов воспользуемся одномассовой в виде консольного стержня с сосредоточенной массой. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику одномассовой нелинейной системы хорошо известно. Диссипация энергии описывается гипотезой Фойгта.

Такая расчетная схема является приемлемой идеализацией здания на кинематических фундаментах различных конструкций. При этом предполагается малость деформирования надфундаментной части, так как в противном случае следует пользоваться многомассовыми расчетными схемами.

Нелинейные диаграммы деформирования каждого объекта представляются кусочно-линейными зависимостями с равным количеством линейных участков. Диаграмма деформирования объекта ДКФ1 имеет 6 линейных участка, ДКФ2 – 3 участка, ДКФ3 – 4 участка.

Для решения задачи применяются модули системы компьютерной математики MATLAB. В расчетах используется по 300 реализаций нестационарного случайного процесса. Реализуется схема метода статистических испытаний (метод Монте-Карло).

Рассмотрим 10 типов воздействия:

I	–	T=0,33	I=7б	
II	–	T=0,9	I=7б	
III	–	T=0,33	I=8б	
IV	–	T=0,9	I=8б	
V	–	I=7б		тип АА
VI	–	I=7б		тип КЗ
VII	–	I=8б		тип АА
VIII	–	I=8б		тип КЗ

где T – доминантный период сейсмического воздействия, I – балльность землетрясения.

Параметры воздействия I-IV соответствуют среднемировым параметрам сейсмического воздействия, а V-X – региональным (тип АА указывает на расположения очага землетрясения в Алма-Атинской сейсмической зоне, тип КЗ – в Кунгей-Заилийской) [1-3].

Результаты расчета вероятностных характеристик параметров колебаний зданий при указанных воздействиях приведены в таблице 1, где представлены значения математического ожидания и коэффициента вариации максимальных значений перемещения расчетных моделей зданий. По диаграммам деформирования на рис.1-3 можно определить величины сейсмической реакции.

Таблица 1. **Вероятностные характеристики параметров колебаний объектов (перемещение)**

№ воздействия	ДКФ1		ДКФ2		ДКФ3	
	$\bar{X}_{см}$	V_X	$\bar{X}_{см}$	V_X	$\bar{X}_{см}$	V_X
I	1,270	0,505	2,157	0,311	1,074	0,527
II	2,912	0,597	1,893	0,718	2,109	0,749
III	3,072	0,535	3,251	0,381	2,580	0,558
IV	7,126	0,580	5,329	0,579	5,892	0,637
V	0,391	0,352	0,806	0,772	0,287	0,302
VI	0,483	0,357	1,111	0,630	0,351	0,308
VII	1,348	0,418	2,119	0,232	1,021	0,426
VIII	1,735	0,411	2,379	0,236	1,349	8,449

Так как объект ДКФ1 подвергся наиболее полному экспериментальному изучению при статических и динамических воздействиях, то соответствующий вероятностный анализ более подробно рассмотрен только для этого объекта.

Анализ результата расчетов указывает на зависимость реакции зданий от частотного состава воздействия. Для всех объектов наибольшим значениям математического ожидания максимальных перемещений соответствует воздействие IV (восьми-балльное воздействие с $T=0,9$ сек). При этом наибольшее значение $\bar{X} = 7,126$ см имеет объект ДКФ1, а наименьшее $\bar{X} = 5,329$ см объект ДКФ2.

На рис.4-6 приведены функции распределения максимальных перемещений всех объектов при рассмотренных выше воздействиях. Задаваясь значениями перемещения X , используя графики, можно определить вероятности при которых выполняются неравенства $X \leq \tilde{X}$. Если зафиксировать вероятность $P\{X \leq \tilde{X}\}$ то, по функциям распределения можно определить значения \tilde{X} .

Пусть $X=4$ см, что является максимальной величиной достигнутого перемещений объекта ДКФ1 при динамических испытаниях.

Тогда с обеспеченностью 0,85 это значение перемещения не будет превышено при каждом из восьми воздействий кроме IV.

С помощью функций распределения задаваясь предельным смещением X можно определить надежность зданий. Если $X=6$ см, то объект ДКФ1 имеет надежность не менее 0,95 для всех указанных сейсмических воздействиях и при $F_A = 0,95$ сейсмостойкость данного объекта сказывается обеспеченной при сейсмическом воздействии интенсивности 7 баллов в достаточно широком интервале доминантных частот колебаний основания.

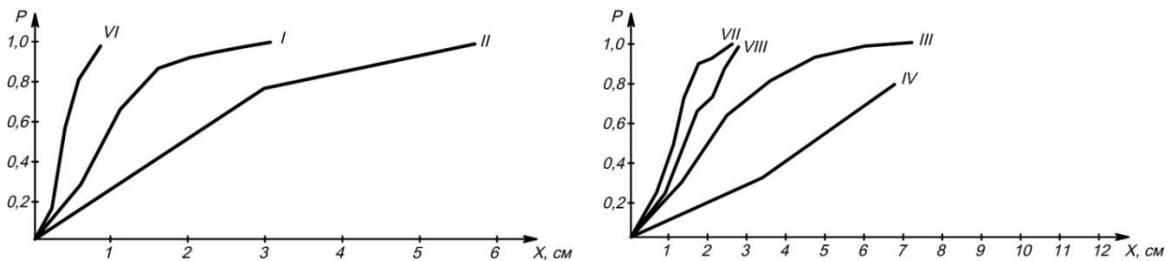


Рис. 4. Функция распределения максимальных перемещений объекта ДКФ1 при различных воздействиях.

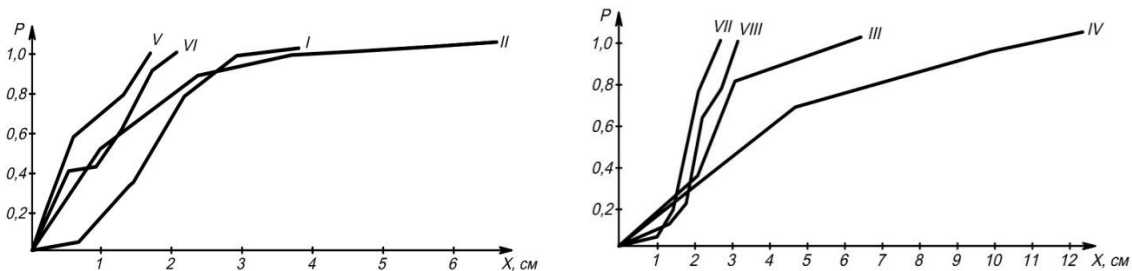


Рис. 5. Функция распределения максимальных перемещений объекта ДКФ2 при различных воздействиях.

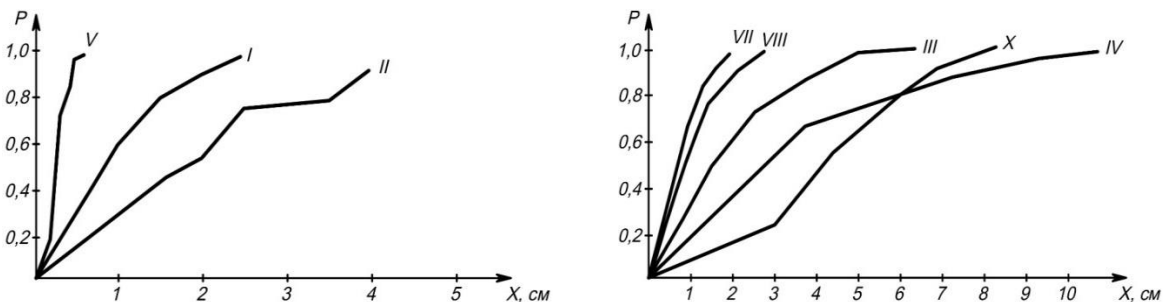


Рис. 6. Функция распределения максимальных перемещений объекта ДКФ3 при различных воздействиях.

Этот результат можно усилить для случая учета местных особенностей сейсмического воздействия для города Алматы. Значение надежности F при $I=8б$ с учетом расположения сейсмогенных зон вблизи Алматы равно $F=1,0$, то есть $F>F_n$ и здание оказывается сейсмостойким и при воздействии большей интенсивности.

Результаты получены при использовании минимальной оценки предельных перемещений $[X]$, так как при $X=4$ см фундаментные конструкции и надфундаментная часть не имела каких-либо повреждений.

Минимальность полученных оценок следует также ввиду не учета в приведенных выше расчетах повышенных диссипативных свойств зданий на КФ, так как в расчетах использовались величины диссипации примерно равные декременту $\delta = 0,2$.

Анализ результатов испытаний на моделях позволяет принять в качестве предельных перемещений $[X]=10$ см. В этом случае надежность F здание при всех типах воздействия кроме IV оказывается равным $F=1,0$, а при воздействиях IV – равное 0,87.

Все оценки надежности вычислены в предположениях достоверности землетрясений указанной интенсивности за расчетный срок службы сооружения, и таким образом, при $[X]=4$ см являются минимальными.

Таким образом сейсмостойкость объекта ДКФ1 отвечает расчетной сейсмичности 7 баллов для достаточно широкого набора вариантов параметров случайного процесса, моделирующего сейсмическое воздействие. В случае применения региональных параметров сейсмического воздействия с учетом местных условий города Алматы сейсмостойкость здания оценивается не менее, чем в 8 баллов. Следовательно, кинематические фундаменты (КФ) являются эффективным сейсмоизолирующим средством, особенно при высокочастотном сейсмическом воздействии значительной амплитуды.

Анализ результатов расчета объекта ДКФ2 указывает на недостаточный диапазон перемещений системы, полученных при экспериментальном изучении объекта. Математическое ожидание максимального значения перемещения X при расчете на воздействии I-VIII значительно больше наблюдавшихся объектов в эксперименте. Этот результат позволяет оценить созданную в процессе интенсивность динамического испытания не выше 6 баллов. Так как кинематические фундаменты в объекте ДКФ2 работают в условиях глубокой засыпки, то для смещения здания на сколько-нибудь значительную величину следует воспользоваться более мощным возбудителем колебаний.

Результаты исследования объекта ДКФ2 очень интересны. По архивным данным было выявлено, что при вибрационных динамических испытаниях из-за недостаточного крепления имел место срыв рамы вибромашины. Из-за этого испытания указанного здания было прекращено. Здание оказалось испытанным не полностью. Однако это свидетельствует о чувствительности используемых вероятностных методов оценки сейсмостойкости объектов к особенностям воздействия или прогнозу деформирования здания.

Принимая во внимание близость математического ожидания максимальных перемещений объекта ДКФ3 при семибалльных воздействиях к экспериментальным значениям перемещений можно сделать вывод о примерно семибалльной интенсивности динамического воздействия имеющего места в эксперименте. При этом надфундаментная часть здания, ровно, как и фундаментные конструкции не имели повреждений. Эффект сейсмоизоляции здесь также имеет место.

Расчеты объекта ДКФ3 выполнены при значении логарифмического декремента $\delta = 0,3$, в то время как экспериментальное значение логарифмического декремента имеет большую величину. Следовательно, все оценки являются минимальными и могут быть усилены.

Таким образом, вероятностный анализ поведения зданий с КФ позволяет оценить интенсивность динамического воздействия, имеющее место в испытаниях, а также дать количественную оценку сейсмостойкости зданий и оценить эффект сейсмоизоляции. Общим результатом является достаточная эффективность кинематических фундаментов (КФ) при высокочастотном воздействии.

Авторы работы убеждены, что результаты экспериментальных динамических исследований реальных зданий являются бесценным материалом для исследований. Теория сейсмостойкости развивается достаточно быстро. Поэтому периодически надо возвращаться к ранее полученным экспериментальным данным с целью их интерпретации с использованием новых теоретических методологий и подходов.

В рамках использования новой нормативной базы Республики Казахстан на основе Еврокодов применение сейсмоизоляции представляется весьма перспективным [9].

Выводы:

1. Простой количественный анализ показывает, что для малоэтажных жестких зданий высотой до 5 этажей кинематические фундаменты являются эффективным сейсмоизолирующим средством (объекты ДКФ1 и ДКФ3).
2. Указанный результат получен при высокочастотном сейсмическом воздействии, которое имеет место при воздействии местных мелкофокусных землетрясений.
3. Данные методики определения вероятностных характеристик параметров реакции рекомендуется использовать при оценки сейсмостойкости зданий с системами сейсмоизоляции, например, на фторопластовых прокладках [10, 11].
4. Исследования следует уточнить с учетом новой Карты сейсмического зонирования Республики Казахстан и результатов сейсмического зонирования территории города Алматы.
5. В дальнейшем целесообразен учет вероятности наступления землетрясения данной интенсивности, что позволит определить надежность сооружения за расчетный срок службы сооружения и более объективно оценить сейсмостойкость сейсмоизолируемых зданий.
6. В г.Алматы функционирует полигон сейсмоизоляции, состоящих из трех зданий, оснащенных станциями инженерно-сейсмометрической службы. Сеть станций ИСС насчитывает в г.Алматы 10 сейсмостанций. Целесообразно использовать инструментальные записи указанных станций для разработки моделей сейсмического воздействия [7, 8, 12, 13].

Исследования выполнялись с использованием средств гранта АР 05130702 Министерства образования и науки Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Черепинский Ю.Д., Лапин В.А. Основы сейсмоизоляции в строительстве. – Иркутск: Элит, 1995. – 204 с.
- [2] Черепинский Ю.Д. Экспериментальные исследования, расчетно-теоретический анализ и внедрение в строительство сейсмоизолирующих конструктивных систем КФ. – Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. – Новосибирск, 1998, 46 с.
- [3] Черепинский Ю.Д. Сейсмоизоляция жилых зданий. – Алматы: КазГАСА, 2003. – 157 с.
- [4] Ержанов С.Е., Лапин В.А. Системы сейсмоизоляции зданий и сооружений в Республике Казахстан и развитых странах мира. // В сб. «Исследование сейсмостойкости сооружений и конструкций», вып.23(33), 2015, С.164-192.
- [5] Ким Б.Н. Система сборного безригельного каркаса на кинематических фундаментах. // В сб. трудов Международной научно-практической конференции «Новые строительные тренды в XXI веке». Секция «Сейсмостойкое строительство и инженерная сейсмология», 2017, С.120-125.
- [6] Хомяков В.А., Забаков А.А. Вопросы сейсмоизоляции зданий применением фундаментов различных типов. // В сб. трудов Международной научно-практической конференции «Новые строительные тренды в XXI веке». Секция «Сейсмостойкое строительство и инженерная сейсмология». – Алматы, 2017. – С. 91-96.
- [7] Ержанов С.Е., Лапин В.А., Даугавет В.П. Исследование динамики сейсмоизолированного дома с помощью станций инженерно-сейсмометрической службы. // В сб. трудов Международной научно-практической конференции «Новые строительные тренды в XXI веке». – Алматы, 2017, С.82-89.
- [8] Лапин В.А., Ержанов С.Е., Даугавет В.П. Изучение динамики сейсмоизолированных зданий с помощью станций инженерно-сейсмометрической службы. // «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений» – 2018. – №1. – С.40-45.
- [9] Фардис М., Карвальо О., Элншаи А., Фаччиоли Э., Пинто П., Плумьер А. Руководство для проектировщиков к Еврокоду 8: Проектирование сейсмостойких конструкций: Общие нормы проектирования сейсмостойких конструкций, сейсмические воздействия, правила проектирования зданий и подпорных сооружений. – М.: МГСУ, 2013. – 484 с.
- [10] Жунусов Т.Ж., Шахнович Ю.Г., Горовиц И.Г., Королев А.Н. Экспериментальные исследования железобетонного каркаса с безбалочными перекрытиями. // Экспресс-информация. ВНИИИС.1984, Серия 14. Вып.7. – С.15-20.
- [11] Жунусов Т.Ж., Шахнович Ю.Г., Горовиц И.Г., Королев А.Н. Определение параметров сейсмоизолирующей опорной конструкции со скользящими прокладками из фторопласта. // В сб. «Исследование сейсмостойкости сооружений и конструкций», вып.25(35), 2017. – С.90-99.
- [12] Лапин В.А., Ержанов С.Е., Даугавет В.П. Особенности колебания основания зданий при местных землетрясениях. // «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений». – 2018. – №1. – С.25-32.
- [13] Лапин В.А., Ержанов С.Е. Методологические основы использования инженерно-сейсмометрической службы на зданиях. // «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений». – 2018. – №4. – С.44-49.

Лапин В.А., Шарипов Р.Ж.

Сызықсыз жүйелермен модельденетін сейсмикалық окшаулағыш объектілерінің реакциясы

Түйіндеме. ҚР БҒМ-нің АР 05130702 гранты бойынша жұмыстың шеңберінде кинематикалық іргетастардың (КІ) сейсмикалық окшаулағыш сипаттарына ықтималдық әдістерді қолдана отырып бағалау жүргізілді. Ғимаратқа аз дегенде екі мәртелік төмендеу белгіленді. Жұмыстардың нәтижелерін қолдану Алматы қаласының аумағында салынатын объектілер үшін сейсмикалық қауіпті төмендетуге мүмкіндік береді.

Негізгі сөздер: сейсмикалық окшаулау, сызықсыз жүйелер, кинематикалық іргетас, кездейсоқ үдеріс.

ӘОЖ 66(042.2)

**Yesentayeva A.A., Nadirov K.S., Bimbetova G.Zh., Zhantasov M.K.,
Nadirov R.K., Zhandosov B.M**

CORROSION RESISTANT COATINGS FOR GATHERING PIPELINE SYSTEMS AND OIL TREATMENT

Abstract. The article presents the results of experimental data on obtaining and studying the properties of mixed compositions based on polyethylene, vinyl acetate, compatibilizer-adhesion enhancer, plant and mineral fillers and technical gossypol obtained by extrusion for use as anticorrosive coatings of pipelines of the oil collection and treatment system. Kinetic curves of oxygen absorption by a low-density polyethylene composition with stabilizers at 130°C are presented. It is shown that the introduction of low-density polyethylene stabilizers inhibits the oxidation of the polymer, that is, the resulting material is thermally more stable, which indicates the prospects for further studies of the effect of the addition of technical gossypol on the thermal stability of the polymer.

In addition to the above properties, the results show that the undoubted advantage of the proposed composition is its biostability in various environments. Technical gossypol additive in the proposed anti-corrosion composition provides the absence of conditions for bio-corrosion on the surface of oil pipes. Based on the results obtained, the preliminary effective composition of the polymer anticorrosive composition based on plant and mineral filler was selected. The undoubted advantage of the proposed composition is its biostability in various environments.

Key words: polyethylene; sevilen; compatibilizer; adhesion; filling; technical gossypol; extrusion; corrosion-resistant coating; pipelines; oil; wollastonite; oxidation.

**¹А.А. Есентаева, ¹К.С. Надилов, ¹Г.Ж. Бимбетова, ¹М.К. Жантасов,
²Р.К. Надилов, ¹Б.М. Жандосов**

(¹ М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,
Шымкент қ., Қазақстан Республикасы

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы қ., Қазақстан Республикасы)

МҰНАЙ ЖИНАУ ЖӘНЕ ДАЙЫНДАУ ЖҮЙЕСІНІҢ ҚҰБЫРЖОЛДАРЫ ҮШІН КОРРОЗИЯҒА ҚАРСЫ ЖАБЫНДАР

Андатпа. Мақалада полиэтилен, винилацетат, адгезияны күшейткіш - компатибилизатор, өсімдік, сондай - ақ мұнай жинау және дайындау жүйесінің құбыржолдарының коррозияға қарсы жабындары ретінде пайдалану үшін экструзия әдісімен алынған минералдық толықтырғыштар мен техникалық госсипол негізіндегі қоспалық композициялардың қасиеттерін алу және зерттеу бойынша эксперименталдық деректердің нәтижелері келтірілген. 130°C кезінде тұрақтандырғыштары бар тығыздығы төмен полиэтилен композициясы мен оттегінің сіңірудің кинетикалық қисықтары ұсынылған. Тұрақтандырғыштарды тығыздығы төмен полиэтиленге енгізу полимердің тотығуын тежейді, яғни алынған материал термиялық тұрғыдан төзімді, бұл техникалық госсипол қоспаларының полимердің термостабильділігіне әсер етуін одан әрі зерттеудің перспективалылығын куәландырады.

Жоғарыда аталған қасиеттерден басқа, алынған нәтижелер ұсынылған құрамның сөзсіз артықшылығы оның әр түрлі ортадағы биотұрақтығы болып табылатынын көрсетеді. Ұсынылып отырған коррозияға қарсы құрамға техникалық госсиполды қосу мұнай құбыры құбырларының бетіндегі биокоррозия үшін жағдайлардың болмауын қамтамасыз етеді. Алынған нәтижелер негізінде өсімдік және минералды толықтырғыш негізіндегі полимерлі коррозияға қарсы композицияның алдын- ала тиімді құрамы іріктелді. Ұсынылған құрамның сөзсіз артықшылығы - оның әр түрлі ортадағы биотөзімділігі.

Түйін сөздер: полиэтилен, сөвилен, компатибилизатор, адгезия, толықтырғыш, техникалық госсипол, экструзия, коррозияға қарсы жабындар, құбыржолдар, мұнай, волластанит, тотығу, қозапау.

Кіріспе. Өндірілген мұнай құбыржолдары көлемінің ұлғаюы жағдайында көмірсутек шикізатын тасымалдауды жүзеге асыратын компаниялар үшін тиімді әдістердің бірі болып табылады [1]. Қазақстан Республикасында көмірсутектердің едәуір көлемін құрамына елдің барлық құбыр кәсіпорындары кіретін «ҚазТрансОйл» АҚ Ұлттық компаниясы жүзеге асырады [2]. Мұнайгаз кен орындарында газ сұйықтығын ұңғымадан ұңғыма өнімін өлшеу қондырғыларына жеткізу, сондай-ақ оны одан әрі тасымалдау үшін дайындау, көбінесе, құбыржолдары арқылы жүзеге асырылады, өйткені бұл әдіс оларды тасымалдаудың неғұрлым тиімді және қауіпсіз тәсілі болып табылады және едәуір қашықтықтарға. Олар технологиялық тізбектің жекелеген компоненттерін бірыңғай өндірістік кешенге біріктіреді [3,4]. Біздің елде көмірсутектерді өндіру көлемін ұлғайту құбыр көлігі инфрақұрылымын одан әрі дамытуды талап етеді. Құбыржолдарға және мұнайгаз кәсіпшілігі және мұнайхимия жабдықтарын пайдаланудың қатаң жағдайларына металл шығындарының едәуір көлемі мұнай өндіру мен тасымалдаудың және қайта өңдеудің өсу қарқынын және техникалық - экономикалық тиімділігін айқындайтын орталық жабдықтардың бірі жұмысының ұзақ мерзімділігін арттыру мәселесін жасайды. Құбыр көлігі жүйелерінің сенімділігі ел экономикасының тұрақтылығының факторы болып табылатыны айқын, өйткені ол мемлекетке ішкі және халықаралық нарыққа энергия ресурстарын жеткізуді реттеуге мүмкіндік береді [5,6].

Ұңғымалық өнімді кәсіпшілік жинау және дайындау жағдайында, өндірілетін мұнайдың жоғары сулануын (80% - дан астам) ескере отырып, жер үсті және жер асты құбырларының коррозиялық бұзылуы жағдайларының 10-нан 50% - ға дейін топырақ микрофлорасының қызметімен байланысты. Коррозиядан болатын негізгі шығындар-металл конструкцияларының мерзімінен бұрын істен шығуы, оларды дайындау құны пайдаланылған металдың құнынан едәуір көп. Одан әрі жабдықтың коррозия салдарына қарсы күрес жөніндегі іс-шаралар кешенін өткізуге байланысты шығындар жүреді [7,8]. Құбырлар мен жабдықтар жұмысының ұзақ уақыт бойы және апатсыз болуын қамтамасыз ету үшін оларды коррозияға қарсы қорғау жүйесі әзірленді және енгізілді. Әдетте құбыржолдар олардың қызметінің тиімділігін арттыру үшін бір мезгілде екі принципті ерекшеленетін тәсілдермен қорғалады: құбырдың металл бетіне су мен ауа оттегіне қол жеткізуді қиындататын кедергі функциясын орындай отырып, құбырларды коррозиядан бастапқы қорғауды қамтамасыз ететін коррозияға қарсы жабындармен; жабында ақаулар пайда болған кезде металды бұзатын коррозиядан сақтайтын электрохимиялық қорғаныспен. Биогенді факторлардың қатысуымен коррозиядан сенімді қорғау күрделі техникалық міндет болып табылады. Микроорганизмдер коррозиялық процестердің аса қауіпті түрлеріне, атап айтқанда, жергілікті коррозиялық бұзылуларға: питтингке, оқшаулағыш жабындының ойық коррозиясы, ағынды коррозиясы, кернеумен шытынататын коррозияның жататынын атап өту қажет.

Мұнай құбырлары жүйесін екі негізгі құрамнан тұратын құрылымдар ретінде қарастыруға болады: құбырдың (металл бөлігі) және оқшаулау жабыны. Мұнай жинау және дайындау жүйесінің ішкі құбырларында көбінесе механикалық зақымдану кезінде сыртқы ортаның әсерінен коррозияға қарқынды ұшырайтын лак-бояу жабыны ғана бар. Жоғарыда айтылғандарға байланысты, ұзақ мерзімділікте (ресурс) жеке-жеке қарау керек: металл құрамдас ресурс, оқшаулау жабынының ресурсы, сондай-ақ олардың өзара іс-қимыл ресурсы (адгезия, қорғаныс потенциалын қамтамасыз ету). Мұнай құбырларын пайдалану тәжірибесі, олардың жай-күйін талдау құбырлардың пайдаланылатын оқшаулағыш материалдарының уақытынан бұрын тозуы басты мәселелердің бірі болып табылатынын көрсетеді. Коррозияға қарсы күресте ғалымдардың елеулі күш-жігеріне қарамастан, қолданыстағы магистральдық құбырларды коррозиялық бұзылудан қорғаудың тиімді тәсілдерін әзірлеу әлі күнге дейін құбыр көлігінің басты міндеттерінің бірі болып қала береді [11].

ҚР Ұлттық инновациялық жүйесін дамыту тұжырымдамасында басым технологиялар арасында қазіргі уақытта жаңа материалдарды пайдалануды қоса алғанда, машина жасаудың прогрессивті технологиялары белгіленген. Мұнда, мысалы, материалдарды механикалық әсерлерден (балқыту, тозаңдату, қорғау қабатын футерлеу) және химиялық әсерден (коррозияға қарсы, лак-бояу және оксидті жабындар) қорғау технологиялары, сондай-ақ полимерлер мен эластомерлерді (полиэтилен, полипропилен, синтетикалық каучук) алудың прогрессивті технологиялары жатады [12].

Мұнай құбырлары мен жабдықтарды коррозиядан қорғау үшін коррозияға қарсы жабындардың әртүрлі нұсқаларының арасында полимерлік материалдармен оқшаулау ерекше орын алады [13,14]. Сенімділік тұрғысынан неғұрлым тиімді болып, әдетте полиолефиндер мен

полиэпоксидтердің негізінде екі қабатты немесе үш қабатты полимерлік конструкцияны білдіретін оқшаулау болып табылады. Өндіріс олардың көпшілігі импорттық шикізатқа негізделгенін атап өткен жөн. Алайда, шетелдік аналогтармен табысты бәсекелесу қажеттілігі және «Индустриялық-инновациялық даму» жолындағы техникалық талаптардың үнемі өсіп келе жатқан деңгейі болат мұнай құбырларын зауыттық және трасса коррозияға қарсы оқшаулауда қолданылатын композициялардың ассортиментін жетілдіру және кеңейту қажеттілігін туындатады. Бұл мәселені шешудің бір жолы отандық шикізат базасында жаңа, оның ішінде композициялық материалдарды алу технологиясын әзірлеу болып табылады [15].

Кез келген өнімнің, оның ішінде полимерлік өнімнің дамуының негізгі әлемдік үрдісі – бұл оның негізінде өнімнің қолданылу саласын кеңейтетін модификациялардың кең спектрін құру. Қазіргі заманғы жабдықтар белгілі бір қасиеттері бар барлық жаңа материалдарды талап ететініне қарамастан, жаңа полимерлер жасау іс жүзінде жүргізілмейді. Соңғы онжылдықта жаңа материалдарды әзірлеу міндеті қазірдің өзінде бар ірі тоннажды полимерлердің базалық маркаларын түрлендіру арқылы шешіледі, яғни белгілі полимерлерді түрлендіру, полимерлік композициялық материалдарды жасау осы саланы дамытудың басым және экономикалық негізделген бағыттарының бірі болып табылады. Композиттік материалдар бірқатар маңызды артықшылықтарға ие, олар үшін серпімділік модулін, беріктікті, термиялық және химиялық тұрақтылықты, жануға төзімділікті жоғарылатады, материалдың газ өткізгіштігін төмендетеді. Полимерлі композициялық материалдың құны мен тиімді сипаттамалары арасындағы оңтайлы арақатынасқа қол жетімді және арзан толықтырғыштарды, сондай-ақ өндірістің әртүрлі қалдықтарын қолдану арқылы қол жеткізіледі, оларды пайдалану өнімнің өзіндік құнын төмендетуге ғана емес, сонымен қатар олардың қоршаған ортаға теріс әсерін жоюға мүмкіндік береді [17].

Осылайша, коррозияға қарсы қорғаныс тиімділігі едәуір дәрежеде құбыр мен жабдықтың сенімділік деңгейін анықтайды. Бұл ретте міндеттердің ең маңыздысы отандық өндірістің сенімді композициялық полимерлік материалдарын, ішінара импорт алмастыру мәселесін шешуге ықпал ететін коррозияға қарсы құрамдарды алу технологиясын пайдалану болып табылады. Көптеген жағдайларда бір материал негізінде жабынның қажетті қасиеттеріне ие болу қиын. Нәтижесінде физикалық-химиялық және механикалық қасиеттердің қажетті градиентін алу үшін белгілі сатылы орналасқан түрлі материалдардың жабындысының қалыңдығы бойынша үйлесімін білдіретін көп қабатты жабын конструкциясы құрылады. Жоғарыда айтылғандардан, пайдалану шарттарын ескере отырып, жергілікті шикізат пен өндіріс қалдықтарын пайдалана отырып, құбыржолдарының жұмысы үшін көп функциялы коррозияға қарсы жабындар жүйелерін алу технологиясын әзірлеу Қазақстан мұнайының құбыржол көлігі үшін үлкен практикалық маңызы бар.

Осы зерттеулердің мақсаты полиэтилен, винилацетат, адгезияны күшейткіш компатибилизатор, өсімдік, минералдық толықтырғыштар және экструзия әдісімен алынған техникалық госсипол негізіндегі қоспалық композициялардың қасиеттерін мұнай жинау және дайындау жүйесінің құбыржолдарының коррозияға қарсы жабындары ретінде пайдалану үшін алу және зерттеу болып табылады.

Зерттеу нысандары мен әдістері. Зерттеу нысаны төмен тығыздықтағы полиэтилен (ТТПЭ), техникалық госсипол (ТГ), өсімдік және минералды толықтырғыштар болды. Өсімдік толықтырғыштары ретінде қозапая қолданылды. Минералды толықтырғыштар - тальк, барий сульфаты, асбест талшықтары, кальций карбонаты, дала шпаты, барит, волластонит және техникалық көміртегі. Компатибилизатор ретінде этиленнің винилацетатпен сополимері (сэвилен 11104-030) қолданылды.

Тығыздығы төмен полиэтилен - бұл жақсы диэлектрлік қасиеттері және төмен су сіңу қасиеттері бар сүт түсті жартылай мөлдір серпімді материал. Тізбектің әртүрлі ұзындығының тармақталған молекулалық құрылымының арқасында ТТПЭ «тармақталған тізбекті полиэтилен» деп аталады. Материал жартылай кристаллға жатады және 50-60% жоғары емес кристалдылық дәрежесі бар. Балку температурасы ТТПЭ 103 - 110°C, тығыздығы 0,917 - 0,923 г/см³, созылу кезіндегі беріктігі 11,5 - 15,0 МПа, үзілу кезіндегі салыстырмалы ұзаруы 550 - 600%, иілу кезіндегі бұзылуы кернеуі 12,0 - 20,0 МПа, созылу кезіндегі ағымдылық шегі 9,5 - 14,0 МПа, қосарланған эластикалық секциялық модулі 90-215 МПа. 30 тәулік ішінде су сіңіру 0,020% аспайды.

Техникалық госсипол мақта соапстогынан алынды. Қоңыр, бөлме температурасында қатты зат, суда ерімейді, көптеген органикалық еріткіштерде ериді: метанол, этанол, ацетон, этилацетат,

хлороформ. Экстракциялық бензинде шайылғаннан кейін техникалық өнімде қалған госсипол және оның кейбір туындылары тотығу мен полимерлеудің радикалды реакцияларының өте белсенді тежегіштері болып саналады [16].

Қозапая-кептірілген мақта сабағы, толықтырғыштың құрамында пайдаланар алдында ұсақталады

Минералды толықтырғыштар. Полиэтилен негізінде композициялық материалдар алу үшін, тальк, барий сульфаты, асбест талшықтары, кальций карбонаты, дала шпаты, барит, слюда қабыршақтары, алюминий оксиді, волластонит және техникалық көміртек қолданылды. Волластонит-силикаттар класынан алынған минерал, табиғи кальций силикаты, химиялық формуласы $\text{Ca}_3(\text{Si}_3\text{O}_9)$. Волластонит құрамына кальций тотығы (CaO) - 48,3%, кремнийдің қос тотығы (SiO_2) - 51,7% кіреді. Волластониттің тығыздығы-2900 кг/м³, су дисперсиясының рН 9,9. Табиғи волластонитке ұзындығы бойынша созылған кристалдардың құрылымы тән, оларды күйдіру кезінде ине түріндегі дәндер түзіледі. Волластонит дәнінің инелі түрі оны талшықтардың орнына микроармирулеуші толықтырғыш ретінде пайдаланудың негізгі бағытын анықтайды. Волластонит суда және органикалық еріткіштерде ерімейді, бірақ тұз қышқылымен әрекеттеседі. Оңтүстік Қазақстан облысында Ирису волластонит кен орны Түлкібас ауданында Түлкібас темір жол станциясынан оңтүстік-шығысқа қарай 20 км жерде орналасқан.

Полимерлі композициялар UR-ТС модульді шнектермен және модульді цилиндрмен зертханалық үстелдегі көпфункционалды екі шнекті экструдерде араластырылып алынды, оның жұмыс істеу принципі өндірістік желіде технологиялық процеске толық сәйкес келеді.

Сыртқы полиэтилен жабынының сапасын анықтау үшін ТУ 1390-003-11928001-01 «Экструдирленген полиэтилен негізіндегі сыртқы коррозияға қарсы жабыны бар болат құбырлар» ұсынылған әдістер қолданылды.

«Константа К5» ферромагнитті төсемдегі ферромагнитті емес төсемдердің қалыңдығын өлшеу үшін жабын қалыңдық өлшеуішпен анықталды.

Болат жабынының адгезиясы АМЦ 2-20 адгезиметрінің көмегімен анықталды.

Құрамдарды дайындау кезінде тиімді компатибилизатор ретінде 11104-030 маркалы этиленнің винилацетатпен сополимері (сэвилен) қолданылды. «Полимер – толықтырғыш» бөлімінің шекарасында берік байланыстар құруға арналған компатибилизаторларды полипропилен, полиэтилен, этилен - винилацетат сополимерлері негізінде алады, оларға белсенді функционалдық топтарымен малеин ангидридін (0,5-тен 1,5% - ға дейін) тігеді. Компатибилизатордың әсер ету механизмі полипропилен немесе полиэтилен негізіндегі тігілген сополимердің сол типтегі толық емес полимермен толтырылатын термодинамикалық ұқсастығы бар және онымен жақсы үйлеседі. Сонымен қатар, компатибилизатор белсенді функционалдық топтар есебінен толықтырғышпен берік байланыс жасайды, ол сондай-ақ белсенді функционалдық топтар бар, бұл материалдың қатпарлануын болдырмайды. Сэвилен композициясының құрамына енгізгенде кристалдылық дәрежесі жоғарылайды, ал балқу температурасы төмендейді, бұл өзгерістердің сэвилен концентрациясына симбаттық тәуелділігі байқалады, алайда сэвилен концентрациясы 8% - дан жоғары ұлғайған кезде кері пропорционалды тәуелділік байқалады және дайын материалдың сапасы төмендейді, толықтырғыш түріне қарамастан механикалық көрсеткіштер бойынша нашарлайды [18].

Оттегінің полимермен сіңуі жұмыста сипатталған әдістеме бойынша манометриялық анықталды. Полимердің тотығуы оттегіні сіңіруден басталатындықтан, сіңу басталуын және сіңірілген оттегіні мөлшерін анықтау оның тұрақтылығын анықтаудың сезімтал әдісі болып табылады. Статикалық аспапта оттегінің сіңірілуін анықтауға арналған пленка немесе ұнтақ түріндегі полимер реакциялық ыдысқа салынады, ол шлифтер арқылы вакуумдық қондырғыға қосылады. Қондырғыда манометрлермен қосылған бірнеше реакциялық ыдыстар бар, бұл бір мезгілде түрлі үлгілермен тәжірибе жүргізуге мүмкіндік береді. Ауаны сорғаннан кейін реакциялық ыдыстарға оттегі немесе ауа кіргізеді, содан кейін қондырғыны қайтадан вакуумдайды және белгілі бір қысымға дейін оттегімен толтырады. Оттегіні түсіргеннен кейін әрбір реакциялық ыдыс жүйеден ажыратылады және манометрдің көмегімен ондағы қысымның өзгеруін қадағалайды. Ыдыстар термостатталатын сұйықтыққа түсіріледі. Тотығу кезінде бөлінетін газ тәрізді өнімдердің полимерлерін (CO_2 , H_2O және т. б.) реакциялық ыдыстардың жоғарғы, суық бөлігіне байланыстыру үшін қатты КОН жапсырманы салады. Жүйеде оттегіні сіңіру арқылы манометрмен анықталған қысым азаяды; жүйенің көлемін біле отырып, манометрдің көрсеткіштерін оттегі санына қайта есептейді (1 г полимерге ммоль) [19].

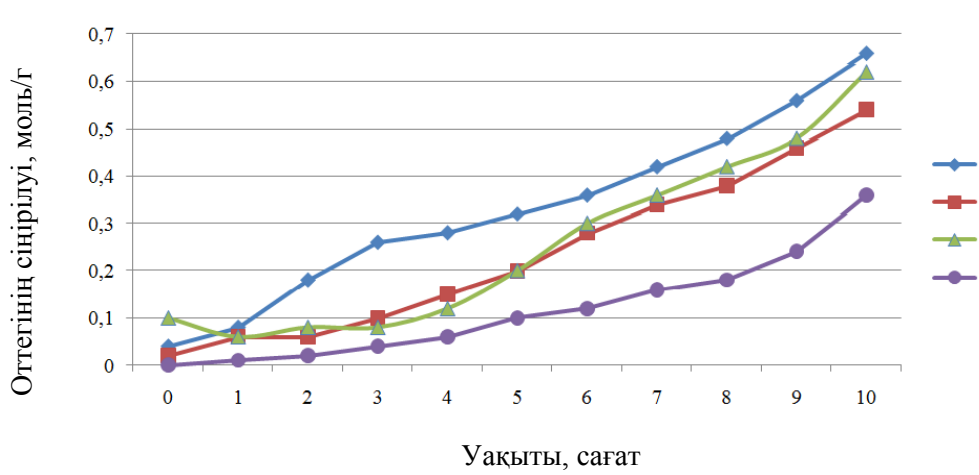
Нәтижелері және оларды талқылау.

Тығыздығы төмен полиэтилен термотұрақтандырғыш (ТПЭ) ретінде техникалық госсиполды қолданудың тиімділігін зерттеу үшін түрлі құрылымдағы кейбір белгілі тұрақтандырғыштардың салыстырмалы әсері зерттелді: 3,5 ди-трет-бутил-4-гидроксibenзилацетат; метилметакрилат.

Термиялық тотығу бойынша эксперименттер полиэтиленнен (110⁰С астам) еріту температурасынан жоғары температураларда жүргізілді.

1-суретте 130⁰С кезінде тұрақтандырғыштары бар ТПЭ композициясымен оттегінің кинетикалық қисықтары көрсетілген. Алынған мәліметтер стабилизаторларды ТПЭ-ке енгізу полимердің тотығуын тежейтіндігін, яғни алынған материал термиялық тұрғыдан тұрақты, бұл техникалық госсипол қоспаларының полимердің термостабильділігіне әсер етуін одан әрі зерттеу перспективаларын куәландырады. Ең жоғары тұрақтандыру қабілеті

ТПЭ+ ТГ (4-ші қисық), содан кейін әсер ету тиімділігі бойынша ТПЭ + 3,5 ди-трет-бутил-4-гидроксibenзилацетат және ТПЭ+ метилметакрилат (3,2-қисық) орналасады.

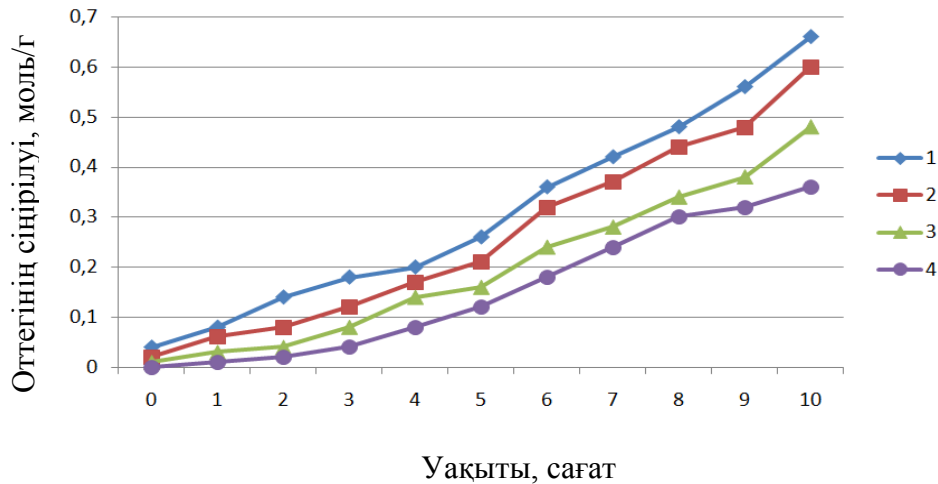


1-ТПЭ, 2 – ТПЭ + метилметакрилат; 3 - ТПЭ + 3,5 ди - трет - бутил - 4 - гидроксibenзилацетат; 4 – ТПЭ + ТГ. Тұрақтандырғыштың концентрациясы-0,5%.

1-сурет. 130⁰С температурада және 500 мм рт ст. оттегі қысымында тұрақтандырғыштары бар ТПЭ тотығуының кинетикалық тәуелділігі

Тұрақтандырғыштардың әсерінің бірнеше өзге орналасуы композиттер үшін байқалады, оның құрамына тұрақтандырғыштан басқа өсімдік толықтырғышы енгізілген (2-сурет). Бұл жағдайда тұрақтандырушы белсенділік бойынша құрамдар келесі тәртіпте орналасады: 1 – ТПЭ + қозапая; 2 – ТПЭ + қозапая + метилметакрилат; 3 – ТПЭ + қозапая + 3,5 ди-трет-бутил-4-гидроксibenзилацетат; 4 - ТПЭ+ қозапая +ТГ. Осылайша, ТПЭ, қозапая және техникалық госсипол (4-ші қисық) бар құрам барынша белсенділік танытады. Айта кету керек, 20 масс % мөлшерінде өсімдік толықтырғышы (қозапая). барлық тұрақтандырғыштар үшін композитті қосымша тұрақтандыруға ықпал етеді. Бірнеше төмен белсенділік танытады, яғни полимердің тотығу процесін тежеуге ықпал етеді, енгізілетін стабилизатор - метилметакрилат. Тұрақтандырғыштардың мұндай орналасуы енгізілетін қосылыстар молекулаларының құрылысымен, атап айтқанда, госсиполдағы 3,5 ди-трет-бутил-4-гидроксibenзилацетат пен нафталинді ядролардың және оның техникалық госсипол құрамындағы туындылардың хош иісті сақиналары мен гидроксильді топтарының болуымен түсіндіріледі.

Госсипол молекуласының тежейтін әсері екі гидроксильді топтың және 7,7' жағдайында болуына байланысты. 1,1' және 6,6' жағдайдағы гидроксильді топтар инертті. Госсипол молекуласы 8,8' жағдайдағы альдегидті топтар тежеудің әсерін күшейтеді. Госсипол молекуласындағы нафтолды гидроксильді топтарды этерификациялаумен окшаулау оның еркін радикалды реакциялардың тежегіші ретінде қасиеттерін едәуір нашарлатады.



1-ТТПЭ+ қозапая; 2 – ТТПЭ + қозапая + метилметакрилат; 3-ТТПЭ + қозапая + 3,5 ди-трет-бутил-4 – гидроксibenзилацетат; 4-ТТПЭ + қозапая + ТГ. Тұрақтандырғыштың концентрациясы-0,5%.
2-сурет. 130°C температурада және 500 мм рт ст. оттегі қысымында қосындылармен және толықтырғыштармен ТТПЭ тотығуының кинетикалық тәуелділігі

Алынған материалдарға минералды толықтырғыштарды қосу композиттің термотұрақтылығына әртүрлі әсер етеді (2-кесте). Дисперсті толықтырғыштар-органикалық және органикалық емес табиғаттың әртүрлі заттары болатын полимерлі композициялық материалдар толықтырғыштарының ең көп таралған түрі. Дисперсиялық толықтырғыштардың негізгі мақсаттарының бірі композиция құнын төмендету болып табылады. Негізінен бұл түрлі бөлшектерінің мөлшері - 2-10-ден 200-300 мкм-ге дейінгі ұнтақ тәрізді заттар. Әдетте бөлшектер мөлшері 40 мкм аспайды, бірақ соңғы уақытта нанокompозиттерді жасау үшін 1 мкм кем мөлшердегі бөлшектер қолданылады. Жүргізілген зерттеулер көрсеткендей (1-кесте) техникалық госсиполдың қатысуымен тальк, барий сульфаты және асбест талшықтары композит тұрақтылығының өзгеруіне әсер етпейді.

Минералды толықтырғыштар кальций карбонаты, дала шпаты, барит және слюда қабыршақтары полимердің төзімділігін нашарлатады. Аллюминий оксиді ұнтағының тек Al_2O_3 , волластонит және техникалық көміртегінің қоспалары ғана композиттің тұрақтылығын ТТПЭ + ТГ + өсімдік толықтырғыш құрамымен (2-сурет бойынша) салыстырғанда 46, 48% және 58% - ға арттырады, сонымен қатар композиттің осы құрамында ТГ әсері қалған зерттелген тұрақтандырғыштардың әсерінен 50-70% - ға асады. Бұл шамасы жаңа берік байланыстардың пайда болуы және тұтастай материал құрылымының өзгеруі есебінен синергетикалық әсердің пайда болуының салдары болуы мүмкін: ТГ молекулалары және оның туындылары полимердің аморфты фазасының бос көлемін алып, полимерлік матрицаның молекулалық құрылымының өзгеруіне әкеледі. Органикалық емес күшейткіш толықтырғыштар әдетте матрицаның қатты және одан азырақ деформацияланады, бұл матрицаның деформациясының жалпы азаюына әкеледі, әсіресе бөлшектердің/матрицаның шектерінің болуына байланысты бөлшектерге жақын. Қолданыстағы толықтырғыштарды алмастырумен немесе түрлендірумен қол жеткізілетін жаңа функциялар оларды қолдану ауқымын кеңейтеді. Композит құрамында техникалық госсипол болмаған жағдайда бұл әсер байқалмайды. Оң әсер еткен толықтырғыштарға жүргізілген талдау (аллюминий оксиді, техникалық көміртек, волластонит), төмендегілерді көрсетті. Дисперсиялық толықтырғыштарға қойылатын аса маңызды талаптардың қатарына полимермен бірге болу немесе онда диспергирлеу қабілеті, балқымамен немесе полимер ерітіндісімен жақсы сулану, бөлшектер агломерациясына бейімділіктің болмауы, олардың өлшемінің біркелкілігі, сондай-ақ ылғалдылықтың төмендігі жатады. Сонымен қатар, байланыстырғыш түрі толықтырғышқа белгілі бір талаптар қояды. Мысалы, реактопласттарды толтыру кезінде толықтырғыштар байланыстырғыштың катаю процесіне каталитикалық әсер етуі мүмкін, ал термопласттарды толтыру кезінде толықтырғыш бөлшектерінің матрицамен жақсы ілінісуі үшін кедір-бұдырлы беті болуы қажет. Ұнтақ тәрізді металл оксидтері (оның ішінде аллюминий) толықтырғыш ретінде кеңінен қолданылады.

1-кесте. Минералды толықтырғыш табиғатының ПЭ + стабилизатор + қозапая композиторлардың термотөзімділігіне әсері

Минералды толықтырғыш	Оттегі сіңуінің ТТПЭ + тұрақтандырғыш (0,5%) + өсімдік толықтырғышы (20%) композитінің әсерінен өзгеруі, %		
	3,5 ди-трет-бутил-4-гидроксibenзилацетат	Метилметакрилат	Техникалық госсипол
Тальк	-8	-6	+4
Барий сульфаты	-5	-4	-3
Асбест талшықтары	+2	-11	-1
Кальций карбонаты	-66	-21	-54
Дала шпаты	+3	+4	-32
Барит	-5	+3	-43
Слюда	-12	+31	-21
Алюминий оксиді	+21	-2	+44
Волластонит	+20	+28	+46
Техникалық көміртек (күйе)	+25	-12	+58

2-кестеде оңтайлы нұсқаны таңдау мақсатында әзірленген композициялық құрам құрамында жоғарыда аталған толықтырғыштарды пайдаланудың салыстырмалы талдауы келтірілген.

2-кесте. Композитті толықтырғыштарды салыстырмалы талдау ТТПЭ + ТГ + қозапая

Толықтырғыш	Композит қасиеттері, толықтырғышсыз композиттен % *					
	Тығыздық модулі	Созылу беріктігі	Балқыманың тұтқырлығын арттыру	Қатайту процесіне каталитикалық әрекет	Деформациядан ақаудың төмендеуі	Тозуға төзімділігі
Техникалық көміртек	-	-	+	-	б/и	+
Алюминий оксиді	+	б/и	+	-	+	+
Волластонит	+	+	+	+	+	+

(+) - қасиеттің жақсаруы, (-) – нашарлауы, (б/и) - өзгеріссіз.

Келтірілген деректер негізінде және алынған деректерді салыстыру мен талдаудан кейін, зерттелгендердің ішінен ең перспективалы минералды толықтырғыш ретінде волластонит ұсынылды. Сонымен қатар, волластониттің бірегей қасиеттерінің кешені полиэтилен материалдары мен бұйымдарының тұтынушылық сипаттамаларын айтарлықтай жақсартуға және күшейтуге қабілетті екендігі анықталды. Жоғарыда сипатталған барлық әсерлердің ішінен (соққы беріктігі мен қаттылығының жоғарылауы, реологиялық сипаттамалардың жақсаруы, сыртқы ортаның әсеріне төзімділіктің артуы, температураның ауытқуына жоғары төзімділігі, беріктігі, тозу кедергісі, электр оқшаулағыш және диэлектрлік сипаттамалардың жақсаруы) біз мұнай жинау және дайындау жүйесінің құбыржолдарын коррозиядан қорғау құрамдарын құру үшін көп функциялы аз компонентті коррозияға қарсы жабындар жүйелерінде сыртқы қорғаныс қабатын құру үшін елеулі маңызы бар қасиеттерді зерттейміз. Алынған нәтижелер 3-кестеде келтірілген.

3-кесте. Композиттің кейбір пайдалану қасиеттеріне волластонит қоспасының әсері

Волластонит концентрациясы, %	Параметрдің өсуі, ПЭН бастапқы композитінен % - ТТПЭ + ТГ(0,5%) + қозапая (10 %)					
	1	2	3	4	5	6
2	3	2	8	3	3	5
5	8	3	15	6	7	10
8	14	6	23	10	12	15
10	12	3	15	12	14	20
15	10	3	10	17	18	24
20	7	-	8	22	26	28

* 1 - соққы беріктігі, 2 - сыртқы ортаның әсеріне төзімділік, 3 - температура бөгеуліне төзімділік, 4 – төзімділік, 5 - тозу кедергісі, 6 – биокоррозияның төмендеуі.

Алынған мәліметтерден волластониттің минералды толықтырғышын қосу көптеген көрсеткіштердің жақсаруына алып келеді, сонымен бірге ұзақ мерзімді, тозу кедергісі және биокоррозияның төмендеуі сияқты сипаттамалар волластонит қоспалары концентрациясының зерттелген интервалында оның концентрациясы жоғары болған сайын соғұрлым жоғары болады. Қалған көрсеткіштер 8 масс.%. волластонит концентрациясы кезінде оңтайлы мәнге ие. Әдеби деректерді талдау көрсеткендей, табиғи волластонит негізінде полимерлі композициялық материалдарды құру экономикалық тұрғыдан орынды, бұл жоғарыда көрсетілгендей, оның төмен құны болып табылады.

Қазіргі уақытта құбырларды коррозияға қарсы қорғау материалдарын алу үшін органикалық минералдық шикізат - мұнай мен газдың біртіндеп өсіп келе жатқан тапшылығына байланысты мономерлер мен полимерлердің дәстүрлі түрлерін алу үшін жаңа жаңартылатын шикізат көздеріне үлкен көңіл бөлінеді. Мұндай көздер өсімдік шикізатын өңдеу кезінде алынатын жаңартылатын шикізат, атап айтқанда мақта майын өндеудің жанама өнімдері болып табылады [16]. Оларды қолдану жаһандық сипаттағы пайдаланылған полимерлерді кәдеге жарату мәселесіне байланысты ерекше қызығушылық тудырады. Өсімдік қалдықтарын қолдану биологиялық деструкцияға оңай ұшырайтын материалдарды алуға мүмкіндік береді, яғни микроорганизмдермен және топырақ бактерияларымен түйіскен кезде біртіндеп ыдырайды және сіңіріледі. Толықтырғышты полиэтиленмен сапалы араластыру үшін араластыру кезінде балқыманың температурасы кемінде 160°C құрауы тиіс, ал компоненттердің деструкция температурасы кемінде 20 градустан жоғары болуы тиіс. Барлық таңдалған толықтырғыштар 160°C -та композиция жасау үшін жарамды болуы мүмкін. Сапалы композициялық материалды алу үшін толықтырғыш фракциясының мөлшері аз болуы маңызды, алайда өте аз ұнтақтау экономикалық тиімсіз. Барлық толықтырғыштар 3 сағат бойы 70°C температурада кептіріліп, ұсақталып, електер жиынтығымен талданды. Осылайша, бастапқы деректерді пайдалана отырып, бөлшектердің көлемі 200 мкм-ден кем фракция басым екенін анықтауға мүмкіндік туды. Ол полимерлік материалдарды жасау үшін алынды. Алынған мәліметтер өндіріс технологиясының тиімділігі мен полимерлік компонентті үнемдеу тұрғысынан неғұрлым перспективалы толықтырғыш қозапая болып табылады. Негізгі мәселе пайда болған кезде әрекеті арттыру механикалық сипаттамаларын, қамтамасыз ету қажеттілігімен беру күш-жігері ТТПЭ толықтырғыштар енгізе отырып, полимерлі матрицалар қосымшасына енгізілген толықтырғышқа байланысты. Осы әсерге жету үшін толықтырғыш бөлшектері полимерлік матрицада біркелкі бөлінуі тиіс. ТТПЭ компаунды енгізу оның қасиеттерін жақсарту үшін қажет: соққы тұтқырлығы; беріктілік модулі; беттік сызаттардың пайда болуына кедергінің ұлғаюы.

Қорытынды. Осылайша, алынған нәтижелер негізінде полимерлік композициялардың алдын - ала тиімді құрамы таңдалды: өсімдік толықтырғыш - қозапая; минералды толықтырғыш - волластонит, алюминий оксиді немесе техникалық көміртегі. Толықтырғыштардың құрамы: өсімдік-20-35 масс. % ; минералды - 7-9 масс.% ; техникалық госсипол – 1 – 1,5 масс.% ; ТТПЭ-қалғаны.

Алынған композицияларда ең жоғары тұрақтандырғыш белсенділікті 3,5 ди-трет-бутил-4-гидроксibenзилацетат, содан кейін – ТГ, ал 20 масс.% мөлшерінде өсімдік толықтырғышы (қозапая) көрсетеді. Барлық тұрақтандырғыштар үшін % композитті қосымша тұрақтандыруға ықпал етеді. Салыстырмалы түрде елеусіз белсенділік, полимердің тотығу процесінің тежелуі стабилизатор - метилметакрилат көрсетеді. Тұрақтандырғыштардың мұндай орналасуы енгізілетін қосылыстар молекулаларының құрылысымен, атап айтқанда, госсиполдағы 3,5 ди-трет-бутил-4-гидроксibenзилацетат пен нафталинді ядролардың және оның техникалық госсипол құрамындағы туындылардың ароматты сақиналары мен гидроксильді топтарының болуымен түсіндіріледі.

Техникалық госсиполдың қатысуымен тальк, барий сульфаты және асбест талшықтары сияқты толықтырғыштар композит тұрақтылығының өзгеруіне әсер етпейді. Минералды толықтырғыштар кальций карбонаты, дала шпаты, барит және слюда қабыршақтары полимердің төзімділігін нашарлатады. Алюминий оксидінің Al_2O_3 , волластонит және техникалық көміртегінің қоспалары ТТПЭ + ТГ + өсімдік толықтырғыш құрамымен салыстырғанда композиттің тұрақтылығын арттырады, бұл композиттің құрамында техникалық госсиполдың әсері қалған зерттелген тұрақтандырғыштардың әсерінен асып түседі. Бұл фактіні авторлар жаңа берік байланыстардың пайда болуы және тұтастай материал құрылымының өзгеруі есебінен синергетикалық әсердің пайда болуымен түсіндіреді: полимердің аморфтық фазасының бос көлемін ала отырып, техникалық және оның туындыларының молекулалары полимерлік матрицаның молекулалық құрылымының өзгеруіне әкеледі.

Жоғарыда аталған қасиеттерден басқа, алынған нәтижелер ұсынылған құрамның сөзсіз артықшылығы оның әр түрлі ортадағы биотұрақтығы болып табылатынын көрсетеді. Ұсынылып отырған коррозияға қарсы құрамға техникалық госсиполды қосу мұнай жинау және дайындау жүйесі мұнай құбырларының бетіндегі биокоррозия үшін жағдайлардың болмауын қамтамасыз етеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] www.energyprom.kz/ru/a/reviews/trudoprovodnyj-transport.
- [2] www.kaztransoil.kz.
- [3] Кутуков С.Е. Информационно-аналитические системы магистральных трубопроводов. - М.: СИП РИА. - 2002. - 324 с.
- [4] Коршак А.А. Магистральные трубопроводы. - Уфа: ДизайнПолиграфСервис. - 2008. - 448с.
- [5] Куандыков Т.С. Развитие инновационных процессов в нефтегазовом комплексе Казахстана. Автореферат ...канд. эконом.наук. - Алматы. - 2010.
- [6] Гусейнов И. М. Совершенствование инновационной деятельности в нефтегазовом комплексе Республики Казахстан. Авторефератканд. эконом.наук. - Москва. - 2010.
- [7] Шестериков А. Г. Повышение надежности эксплуатации газовых месторождений и ПХГ методами коррозионного мониторинга. Авторефератканд. техн. наук. - Ставрополь. - 2005.
- [8] Басарыгин Ю. М., Будников В. Ф., Булатов А.И. Коррозия оборудования и трубопроводов и способы защиты от нее: в 2-х т. Т. 1 / Под общ.ред. А. И. Булатова. - Краснодар: Просвещение-Юг. - 2002. - 394 с.
- [9] Противокоррозионная защита магистральных трубопроводов и промышленных объектов: Учебно-практическое пособие по вопросам теории и расчета. /Конев А.В., Маркова Л.М., Иванов В.А., Новоселов В.В. и др. - Тюмень: ТюмГНГУ, - 2003. - 211с.
- [10] Иваненков В. В. Совершенствование методов контроля изоляционного покрытия магистральных трубопроводов в процессе длительной эксплуатации. Автореферат канд. техн. наук. - Уфа. - 2008.
- [11] Гумеров А.Г., Зайнуллин Р.С., Ямалеев К.М., Росляков А.В. Старение труб нефтепроводов. - М.: Недра. - 1995. - 218 с.
- [12] Концепция инновационного развития Республики Казахстан до 2030 года - Астана. - 2012.
- [13] Харисов Р.А., Хабирова А.Р., Мустафин Ф.М., Хабиров Р.А. Современное состояние защиты трубопроводов от коррозии полимерными покрытиями // ЭНЖ Нефтегазовое дело, № 3. - 2005. - 11- 27с.
- [14] Кузнецов М.В., Новоселов В.Ф., Тугунов П.И., Котов В.Ф. Противокоррозионная защита трубопроводов и резервуаров: Учебник для вузов. - М.: Недра, - 1992. - 238 с.
- [15] Надиров К.С., Сақыбаев Б.А., Бимбетова Г.Ж., Жантасов М.К. Оценка эффективности совмещения отдельных композитов в трехслойном покрытиях для защиты нефтепроводов от коррозии // Проблемы и инновации современного общества. Материалы 7-ой научно-практической конференции с международным участием. Астрахань, 2015 г. - С.349-353.
- [16] Надиров К.С., Жантасов М.К. Бимбетова Г.Ж. Орынбасаров А.К., Ерменов С.М., Шегенова Г.К., Калменов М.У., Зият А.Ж. Выбор минеральных наполнителей для разработки состава наружного слоя трехслойного покрытия // Materialy XI mezinárodní vědecko-konference «Aktualní vymoženosti vědy – 2015». - Díl 6. Lekarství. Biologické vědy. Chemie a chemická technická věda. Ekologie. Zemědělství. : Praga. Publishing House «Education and Science» С.57-65.
- [17] Надиров К.С., Ахметов Н.Е. Бимбетова Г.Ж. Жантасов М.К. Орынбасаров А.К. Зият А.Ж., Калменов М.У. Исследование влияния стабилизатора и наполнителей на термостойкость ТТПЭ и композитов на его основе для магистральных нефтепроводов // Вестник ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, №2, 2016. - С.261- 267.
- [18] Грасси Н., Скотт Дж. Деструкция и стабилизация полимеров. М.: Мир. - 1988. 446с.
- [19] Мавлонов Б.А., Фозилов С.Ф., Орипов А.А., Норова М.С. Поглощение кислорода при высокотемпературном окислении стабилизированных сополимеров метилметакрилата и стирола // Молодой ученый. - 2015. - №8. - С. 55-59.

Есентаева А.А., Надиров К.С., Бимбетова Г.Ж., Жантасов М.К. Надиров Р.К., Жандосов Б.М.

Антикоррозионные покрытия для трубопроводов системы сбора и подготовки нефти

Резюме. В статье приведены результаты экспериментальных данных по получению и исследованию свойств смесевых композиций на основе полиэтилена, винилацетата, компатибилизатора - усилителя адгезии, растительных, а также минеральных наполнителей и технического госсипола, полученных методом экструзии для использования в качестве антикоррозионных покрытий трубопроводов системы сбора и подготовки нефти. Представлены кинетические кривые поглощения кислорода композицией полиэтилена низкой плотности со стабилизаторами при 130°C. Показано, что введение в полиэтилен низкой плотности стабилизаторов тормозит окисление полимера, то есть, полученный материал термически более устойчив, что свидетельствует о перспективности дальнейших исследований влияния добавки технического госсипола на термостабильность полимера.

Кроме перечисленных выше свойств, полученные результаты показывают, что несомненным преимуществом предложенного состава является его биостойкость в различных средах. Добавка технического госсипола в предлагаемый антикоррозионный состав обеспечивает отсутствие условий для биокоррозии на поверхности нефтепроводных труб. На основании полученных результатов был подобран предварительный эффективный состав полимерной антикоррозионной композиция на основе растительного и минерального наполнителя. Несомненным преимуществом предложенного состава является его биостойкость в различных средах.

Ключевые слова: полиэтилен; сэвillen; компатибилизатор; адгезия; наполнитель; технический госсипол; экструзия; антикоррозионные покрытия; трубопроводы; нефть; властанит; окисление; гузапая.

УДК 622.276.344

**Golubev V.G., Nadirov K.S., Zhantasov M.K., Bimbetova G.Zh., Nadirova Zh.K.,
Orynbasarov A.K., Soltanov R., Botashev Y.T.**

SPEAKING OF THE DEVELOPMENT OF WASHING FLUID FOR THE DRILLING WELLS OF COMPLEX PROFILE

Abstract. This paper presents the results of the development of drilling flushing fluid with improved lubrication properties for drilling wells of complex profile. As a lubricant additive in the drilling washing liquid, a modified gossypol resin obtained by treatment with caustic sodium is proposed, with the following ratio of components, masses. %: bentonite 3-4; chalk 6-8; unifloc of 0.1-0.2; CMC-TC 0,7-0,9; CSCS of 0.1-0.3; soda ash 0,1; TBP 0,012; MGS 9-12, water – the rest. The test solution containing modified gossypol resin allows to reduce the coefficient of friction between metal and metal in the range of 4-5% at all applied loads in contrast to the base solution that does not contain modified gossypol resin.

Key words: drilling rig, drilling fluid, tribological properties, complex profile, gossypol resin, well

**В.Г. Голубев, К.С. Надиров, М.К. Жантасов, Г.Ж. Бимбетова, Ж.К. Надирова,
А.К. Орынбасаров, Р.Солтанов, Е.Т. Боташев**
(Южно-Казахстанский государственный университет
им. М. Ауэзова, г. Шымкент, Республика Казахстан)

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ ПРОМЫВОЧНОЙ ЖИДКОСТИ ДЛЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН СЛОЖНОГО ПРОФИЛЯ

Аннотация: В данной работе представлены результаты разработки буровой промывочной жидкости с улучшенными смазочными свойствами для бурения скважин сложного профиля. В качестве смазочной добавки в буровую промывочную жидкость предлагается модифицированная госсиполовая смола, полученная путем обработки едким натром, при следующем соотношении компонентов, масс. %: бентонит 3-4; мел 6-8; унифлок 0,1-0,2; КМЦ-ТС 0,7-0,9; КССБ 0,1-0,3; соду кальцинированную 0,1; ТБФ 0,012; МГС 9-12, вода – остальное. Тестируемый раствор, содержащий модифицированную госсиполовую смолу позволяет снизить коэффициент трения металла о металл в пределах 4-5% при всех прилагаемых нагрузках в отличие от базового раствора, не содержащего модифицированную госсиполовую смолу.

Ключевые слова: буровая промывочная жидкость, трибологические свойства, сложный профиль, госсиполовая смола, скважина

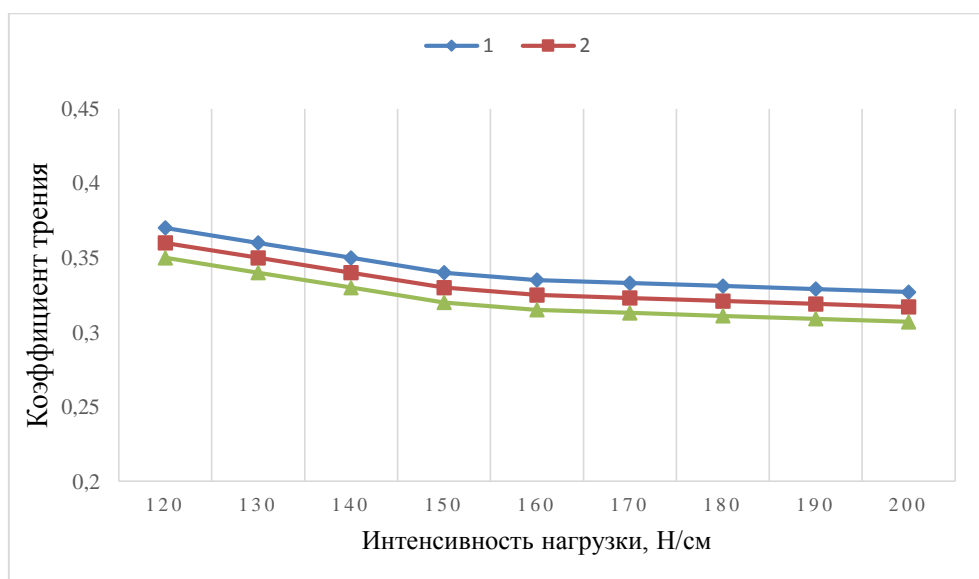
В настоящее время исследователи многих стран озабочены поиском материалов, позволяющих занять достойное место в тех отраслях промышленности, которые являются добывающими. В частности, это относится к бурению скважин при добыче нефти и газа. Одним из эффективных методов увеличения добычи нефти, используемых различными компаниями в настоящее время, является бурение и эксплуатация скважин с горизонтальными окончаниями в интервалах продуктивных горизонтов. Однако, строительство этих скважин, имеющих довольно сложный профиль, вызывает такие особые трудности, как высокие затраты энергии на сопротивление движению колонны бурильных труб, значительные нагрузки на породоразрушающий и бурильный инструмент, существенное возрастание крутящего момента, низкое качество очистки забоя скважины от шлама. Указанные факторы самым непосредственным образом влияют на технико-экономические показатели бурения. Для решения выше обозначенных проблем необходимо создавать такие буровые растворы, состав которых использует смазывающие добавки, созданные на основе новых разработок физической химии дисперсных систем. Кроме этого, совершенствование эксплуатационных свойств буровых промывочных жидкостей позволит повысить качество и скорость бурения скважин. В частности, использование гидрофобно-эмульсионных растворов позволяет снизить потери энергии на трение бурильной колонны о стенки скважин на 20 – 25%. Известно, что при бурении глубоких скважин на нефть и газ в буровую промывочную жидкость (БПЖ) попадают различные соли: в основном хлористые соли кальция, калия, натрия. Они попадают в БПЖ или с пластовой жидкостью, или же при прохождении пропластков горных пород, состоящих из солей. При этом соли, попадая в буровую промывочную жидкость, растворяются в ней. Увеличивается плотность и вязкость БПЖ. Некоторые химические реагенты, содержащиеся в растворах, «высаливаются», т.е. вступают в химическую реакцию и теряют свое назначение, как например ионогенные ПАВ (сульфонол, НЧК и др.). Противознозные и смазочные функции таких ПАВ теряются. Изменяется коррозионная агрессивность буровой промывочной

жидкости на водной основе [1-5]. Известно, что достаточно большое внимание уделяется использованию отходов из масел, в частности, хлопковых. Имеющиеся данные позволяют рассчитывать на положительные перспективные возможности использования хлопкового масла и его производных в качестве компонентов БПЖ с целью улучшения их триботехнических и антикоррозионных свойств. Таким образом, несмотря на большое многообразие существующих смазочных материалов, для улучшения свойств буровых промывочных жидкостей необходимо разрабатывать новые рецептуры композиций, улучшающих антикоррозионные и триботехнические показатели БПЖ, соответствующие современным экологическим требованиям и обладающие высокими техническими и технологическими свойствами.

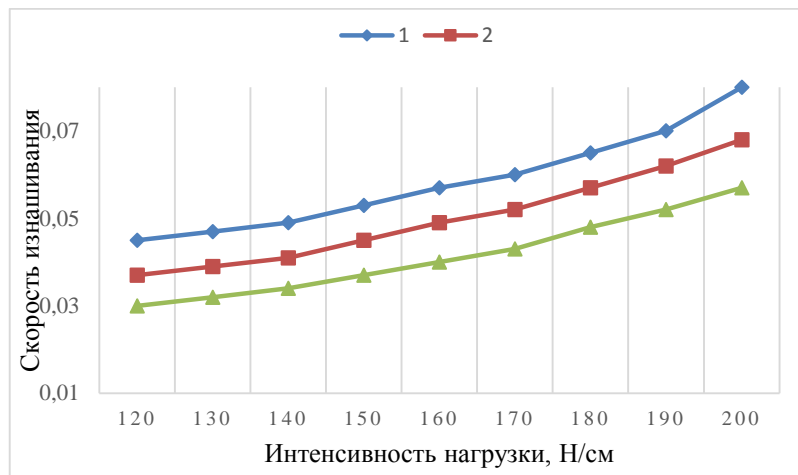
Следует иметь в виду, что промывочная жидкость с высокими антифрикционными свойствами, способная создавать на поверхности забоя прочные защитные адсорбционные слои, оказывает одновременно положительное и отрицательное влияние на эффективность разрушения горных пород. Это обусловливается дополнительными затратами энергии на удаление адсорбционного слоя и, что особенно может быть существенным, уменьшением мощности, реализуемой в контакте зубцов долота с породой. Подобные эффекты могут привести к снижению механической скорости бурения (например, при использовании для промывки растворов на углеводородной основе). Для того чтобы сохранить на том же уровне или повысить механическую скорость бурения в подобных ситуациях, надо существенно увеличить осевую нагрузку на долото, что не всегда возможно из-за недостаточной несущей способности граничных слоев смазки опор долот и снижения долговечности опор.

Применение смазочных добавок к промывочным жидкостям улучшает технологию промывки скважин, способствует сокращению расхода химических реагентов. Для бурения особенно ценными считаются смазочные добавки многоцелевого действия: антикоррозионные, пеногасящие, подавляющие сероводород, избирательно флокулирующие или стабилизирующие частицы твердой фазы и при этом на высоком уровне выполняющие свое основное целевое назначение.

Одно из основных направлений совершенствования технологии бурения связано с повышением надежности и долговечности породоразрушающего инструмента, гидравлических забойных двигателей и бурильной колонны в целом. Долговечность элементов и узлов различных систем трения зависит от многих факторов конструкторского, технологического и эксплуатационного характера. При этом определяющими эксплуатационными факторами считаются режим работы, смазка и охлаждение узлов трения. Специфической особенностью буровой технологии в процессе проводки скважин является осуществление охлаждения и смазки, различных по своему существу систем трения одной и той же промывочной жидкостью. Буровой раствор выполняет функции смазочно-охлаждающей. В большинстве случаев силы адгезионного взаимодействия, при прихватах колонн составляют 30-60% от механических сил сопротивления вызванных объемным деформированием материалов при трении, и, следовательно, пренебрегать ими нельзя. Невольно напрашивается вывод что, существенно улучшив триботехнические свойства растворов возможно на порядок снизить вероятность прихватов, которые в свою очередь являются очень серьезной и часто встречающейся проблемой в бурении.



1-базовый раствор, 2-тестируемый раствор, 3-СМАД
Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от интенсивности нагрузки



1-базовый раствор, 2-тестируемый раствор, 3-СМАД
Рис. 2. Зависимость скорости износа стальных образцов от интенсификации нагрузки в растворах, содержащих добавки для смазки

Исходя из вышеизложенного, перспективным направлением является разработка смазочных добавок с повышенными антиприхватными и поверхностно-активными свойствами, обеспечивающих безаварийное бурение и качественное первичное вскрытие низкопроницаемых и истощенных коллекторов, а также позволяющих использовать их для жидкостных ванн и не загрязняющих окружающую среду на базе хлопкового масла и его производных, в частности, модифицированной госсиполовой смолы (МГС), полученной из отходов хлопкового производства путем обработки едким натром [6]. Тестируемый раствор состоял из следующего соотношения компонентов, масс. %: бентонит 3-4; мел 6-8; унифлок 0,1-0,2; КМЦ-ТС 0,7-0,9; КССБ 0,1-0,3; соду кальцинированную 0,1; ТБФ 0,012; МГС 9-12, вода – остальное.

Анализируя зависимости, представленные на рисунках 1 и 2 можно сделать справедливый вывод о достаточно существенном влиянии нагрузки как на коэффициент трения, так и на скорость изнашивания в парах трения между металлами по-разному, в зависимости от добавок, входящих в состав БПЖ. Наличие предложенной добавки позволяет снизить это влияние даже в том диапазоне нагрузок, которые были исследованы. Смазочные добавки в БПЖ позволяют создавать гидрофобную пленку на границе соприкасающихся поверхностей в паре трения, что в свою очередь, вызывает термическую деструктуризацию молекулярного слоя, обусловленную большой температурой и приводящей к дальнейшей графитизации углерода [7-14].

Улучшение антифрикционных свойств промывочных жидкостей может способствовать повышению производительности работы долот за счет увеличения механической скорости. За счет этого уменьшается зависание бурильной колонны и, как следствие, растет фактическая нагрузка на долото, а также облегчается внедрение зубцов вооружения долота в горную породу и удаление продуктов разрушения с забоя.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Андерсон Б.А., Бочкарев Г.П. Растворы на полимерной основе для бурения скважин // обзорная информ. Сер. Бурение. – М.: ВНИИОЭНГ, 1986. - 56 с.
- [2] Адгезионный кольматант для минерализованных буровых растворов / Р.Г. Ахмадеев, У.С. Карабалин. – Оpubл. 1985, Бюл. №6.
- [3] Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества. Синтез, анализ, свойства, применение: Учеб. Пособие для вузов. – Л.: Химия, 1088. - 200 с.
- [4] Усманов Х.У., Юльчибаев А.А., Валиев А.А. Привитые полимерные вещества, Ташкент Фан, 1982. - 32 с.
- [5] Бондаренко В.П., Голубев В.Г. Исследование свойств технологических жидкостей для глушения скважин. //Труды Международной научно-практической конференции «Развитие науки, образования и культуры независимого Казахстана в условиях глобальных вызовов современности», посвященной 70-летию Южно-Казахстанского Государственного университета им. М.Ауэзова. Шымкент, 2013. - т.4. - С.19-22.
- [6] Надилов К.С., Голубев В.Г., Бондаренко В.П., Садырбаева А.С. Разработка технологии получения реагентов комплексного действия буровых растворов. //Труды Международной научно-практической конференции «Развитие науки, образования и культуры независимого Казахстана в условиях глобальных

вызовов современности», посвященной 70-летию Южно-Казахстанского Государственного университета им. М.Ауэзова. Шымкент, 2013. - т.4. - С.45-48.

[7] Абатуров С.В. Новая технология приготовления инвертно-эмульсионных растворов для глушения и перфорации скважин/С.В. Абатуров, Д. Ш. Рамазанов, И.В. Шпуров //Нефтяное хозяйство.- 2009. - №9. - С.90-91.

[8] Гайдаров М. М-Р. Применение углеводородных буровых растворов при бурении глубоких скважин /М.М. Гайдаров, Я.М. Курбанов // Нефтяное хозяйство. – 2008. – № 4. – С.41-43.

[9] Гайдаров М. М-Р. Сохранение устойчивости глинистых пород путем гидрофобной коагуляции / М.Р. Гайдаров, С.А. Кравцов, М.А. Юсупходжаев // Газовая промышленность. – 2007 – № 11 – С.87-90.

[10] Басниев К.С. Нефтегазовая гидромеханика / К.С. Басниев, Н.М. Дмитриев, Г.Д. Розенберг. М.: Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. - 480 с.

[11] Гайдаров М. М-Р. Сохранение устойчивости глинистых пород путем гидрофобной коагуляции / М.Р. Гайдаров, С.А. Кравцов, М.А. Юсупходжаев // Газовая промышленность. – 2007 – № 11 – С.87-90.

[12] Супрамолекулярная химия. Пер. с англ.: в 2 т./ Джонатан В. Сид. Джерри Л. Этвуд. - М.: ИКЦ «Академкнига», Т.1 - 2007. - 480 с.

[13] Супрамолекулярная химия. Пер. с англ.: в 2 т./ Джонатан В. Сид. Джерри Л. Этвуд.- М.: ИКЦ «Академкнига», Т.2 - 2007. - 416 с.

[14] Абдурашулов М., Сатаев И.К., Ахмедов К.С., Даминова М.И., Аюпова В., Тур Л.С., Дадаходжаев А. Модифицированные производные карбоксиметилцеллюлозы. - Термостойкие реагенты- стабилизаторы глинистых растворов. - Информационное сообщение № 337. - Ташкент: ФАН, 1975. - 11 с.

Голубев В.Г., Надиров К.С., Жантасов М.К., Бимбетова Г.Ж., Надинова Ж.К.,
Орынбасаров А.К., Солтанов Р., Боташев Е.Т.

Күрделі профильдегі ұңғымаларды бұрғылауға арналған шаю сұйықтығын әзірлеу мәселесі

Түйіндемe. Бұл жұмыста күрделі профильді ұңғымаларды бұрғылау үшін жақсартылған майлау қасиеттері бар бұрғылаушы шаю сұйықтығын әзірлеу нәтижелері берілген. Бұрғылау шаю сұйықтығына майлаушы қоспа ретінде компоненттердің, келесі арақатынасында күйдіргіш натрмен өңдеу жолымен алынған модификацияланған госсипол шайыры ұсынылады, масса %: 3-4 бентонит; бор 6-8; унифлок 0,1-0,2; КМЦ-ТС 0,7-0,9; КССБ 0,1-0,3; кальцийленген сода 0,1; ТБФ 0,012; МГС 9-12, су – қалғаны. Модификацияланған госсипол шайыры бар тестіленетін ерітінді құрамында модификацияланған госсипол шайыры жоқ базалық ерітіндіден айырмашылығы барлық қосымша жүктемелер кезінде металдың металл бетіне үйкеліс коэффициентін 4-5% аралығында төмендетуге мүмкіндік береді.

Кілттік сөздер: бұрғылау шаю сұйықтығы, трибологиялық қасиеттері, күрделі профиль, госсипол шайыры, ұңғыма

УДК 637.12

¹N. Aralbayev, ¹F. Dihanbayeva, ²Y.A. Yusof, ³A. Serikbayeva

(¹Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

²Universiti Putra Malaysia, Serdang, Malaysia

³Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: aa_nurbek@bk.ru)

**COMPARATIVE STUDY OF AMINO ACID COMPOSITION
OF SHUBAT AND SHUBAT POWDER**

Abstract. This work is devoted to a comparative study of the amino acid composition of liquid and dry shubat. Shubat powder was obtained by freeze-drying. High performance liquid chromatography was used to determine the quantitative and qualitative content of essential and non-essential amino acids in shubat samples. The highest content in the total weight of amino acids in shubat and sublimated shubat powder showed glutamic acid (7.159 ng and 84.4 ng, respectively). The percentages of alanine (1.51%), methionine (1.52%) and glycine (1.78%) were the lowest relative to the total mass of amino acids in shubat. Among the obtained amino acids of freeze-dried shubat powder the lowest percentage had hydroxyproline (0.18%), cystine (0.42%) and glycine (2.15%). It was also found that the number of branched chain amino acids in the sample of freeze-dried shubat was more around 12 times than in the sample of liquid shubat.

Keywords: shubat, shubat powder, freeze-drying, essential amino acids, non-essential amino acids, chromatography.

¹Н. Аралбаев, ¹Ф. Диханбаева, ²Ю.А. Юсоф, ³А. Серикбаева
(¹Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан
²Университет Путра Малайзия, Серданг, Малайзия
³Казахский Национальный Аграрный Университет
E-mail: aa_nurbek@bk.ru)

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ШУБАТА И СУХОГО ШУБАТА

Аннотация. Данная работа посвящена сравнительному исследованию аминокислотного состава жидкого и сухого шубата. Сухой порошкообразный шубат получили методом сублимационной сушки. Для определения количественного и качественного содержания незаменимых и заменимых аминокислот в образцах шубата использовали высокоэффективную жидкостную хроматографию. Самое высокое содержание в общей массе аминокислот в шубате и сухом сублимированном шубате показала глутаминовая кислота (7,159 нг и 84,4 нг соответственно). Процентное содержание аланина (1,51%), метионина (1,52%) и глицина (1,78%) были самыми низкими по отношению к общей массе аминокислот в шубате. Среди полученных аминокислот сухого сублимированного шубата наименьшее процентное содержание имели гидроксипролин (0,18%), цистин (0,42%) и глицин (2,15%). Было также установлено, что количество незаменимых аминокислот с разветвленной боковой цепью в образце сухого сублимированного шубата оказалось больше почти 12 раз, чем в образце жидкого шубата.

Ключевые слова: шубат, сухой шубат, сублимационная сушка, незаменимые аминокислоты, заменимые аминокислоты, хроматография.

Введение. По своим пищевым и биологическим ценностям верблюжье молоко значительно превосходит коровье и кобылье [1]. В Казахстане шубат в основном производится из верблюжьего молока, полученного из одnogорбого верблюда (*Camelus dromedarius*). Однако в районах побережья Аральского моря, которые также известны как «центр по производству шубата», больше распространены верблюды вида *Camelus bactrianus* [2].

Шубат, как и верблюжье молоко, богат на витамины и минеральные вещества и имеет лечебно-профилактические свойства. Содержание жиров и белков в шубате выше, чем в кумысе. Также шубат обладает свойствами природного иммуномодулятора, благодаря которым и применяется при профилактике и лечении различных заболеваний [3]. Шубат имеет белый цвет, в сравнении с кумысом текстура более густая и жирная. Он повышает уровень гемоглобина, нормализует обмен веществ в организме и по сравнению с верблюжьим молоком имеет больший срок хранения. По вкусу, аромату, текстуре и физико-химическим свойствам шубат может различаться в зависимости от места обитания верблюдов, специфической микрофлорой ареала разведения животных, рациона питания, традиции и технологии производства [4].

Сублимационная сушка – процесс удаления свободной влаги из продукта путем замораживания, при котором происходит переход из твердого состояния (лед) в – газообразное (пар). Для удаления излишков пара используют вакуум [5]. Хотя сублимационная сушка и является относительно дорогим способом сушки, но она идеально подходит для переработки теплочувствительных и термолабильных продуктов [6]. При этом структура, составная часть и органолептические свойства исходного сырья в большинстве своем остается неизменной. Это объясняется быстрым испарением льда, не превращаясь в жидкое состояние. Применение необходимых параметров сублимации для определенного сырья, позволяют получить сухие продукты высшего качества [7].

Материалы и методы исследования. Объектом исследования являлся шубат (*Camelus dromedarius*), полученный из верблюдоводческой фермы ТОО «Дәулет-Бекет» (с. Акши, Алматинская область). Транспортировку образцов до лаборатории проводили в термоконтейнере, затем положили их в холодильную камеру ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) до начала анализов.

Получение сухого шубата. Образцы шубата подвергали предварительной заморозке при $(-22) \pm 1^\circ\text{C}$ в морозильной камере в течение 36 ч. Затем образцы шубата высушивали в сублимационной сушильной установке Scanvac CoolSafe (Дания). Параметры сушки были следующие: температура в испарителе – $(-108) \pm 1^\circ\text{C}$, давление в вакуумном насосе – $4 \cdot 10^{-5}$ кПа, продолжительность сушки – 48 ч. Образцы сухого шубата собирали в пластиковый контейнер и положили в холодильную камеру ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) для дальнейших испытаний.

Определение аминокислотного состава. В пробирку для гидролиза положили 0,2 г образца и добавили 5 мл 6N HCL. Пробирку плотно закрыли (герметично) и инкубировали при 110°C в течение 24 ч. После гидролиза добавили 4 мл 2,5 мМ аминотмасляной кислоты. Полученный гидролизат

разбавили водой в 100 мл мерной колбе. 1,5 мл раствора гидролизата фильтровали с помощью шприц-фильтра из политетрафторэтилена диаметром 0,45 мкм. Затем 70 мкл боратного буфера поместили в пробирку Эппендорфа, добавили 10 мкл гидролизата образца и сильно перемешивали. После этого добавили 20 мкл реагента AccQ Fluor, перемешивали и оставили при комнатной температуре на одну минуту. Полученный раствор выливали во флаконы и нагревали при 55°C в течение 10 мин. Для определения аминокислотного состава использовали высокоэффективный жидкостный хроматограф (HPLC Waters, Alliance e2695, США). Процентное содержание каждой аминокислоты в образце определяется по следующей формуле:

$$W\% = \frac{\text{Количество аминокислоты (нг)}}{\text{Общее количество аминокислот (нг)}} \times 100\% \quad (1)$$

Результаты и обсуждение. Полученная хроматограмма анализируемого образца позволяет определить его качественный и количественный состав. Качественными характеристиками определяемых веществ являются их время удержания. Сопоставление площадей или высот хроматографических пиков позволяет оценить количественный состав образца. Хроматограмма аминокислот шубата и сухого шубата показаны на Рис. 1 и Рис. 2.

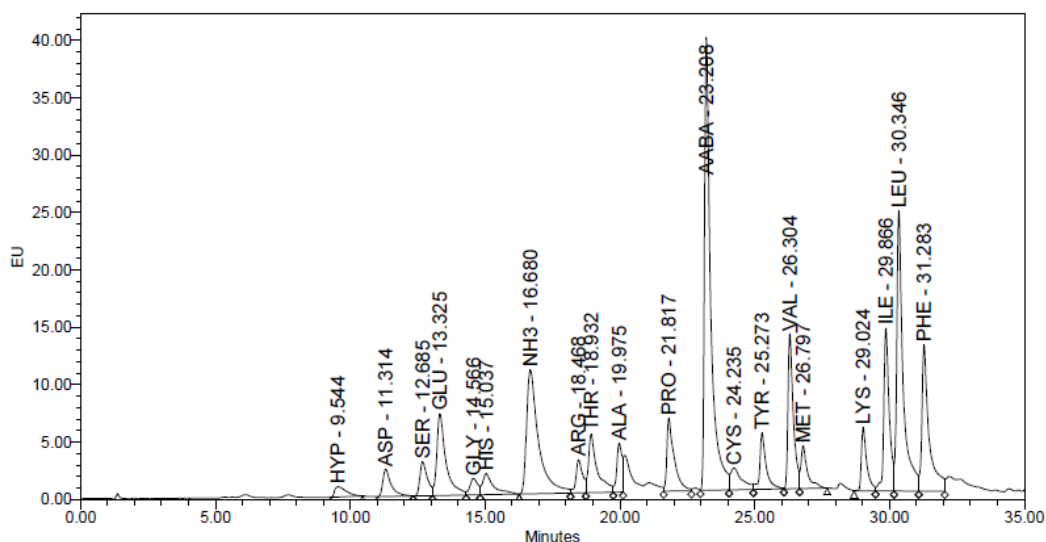


Рис 1. Хроматограмма аминокислот шубата

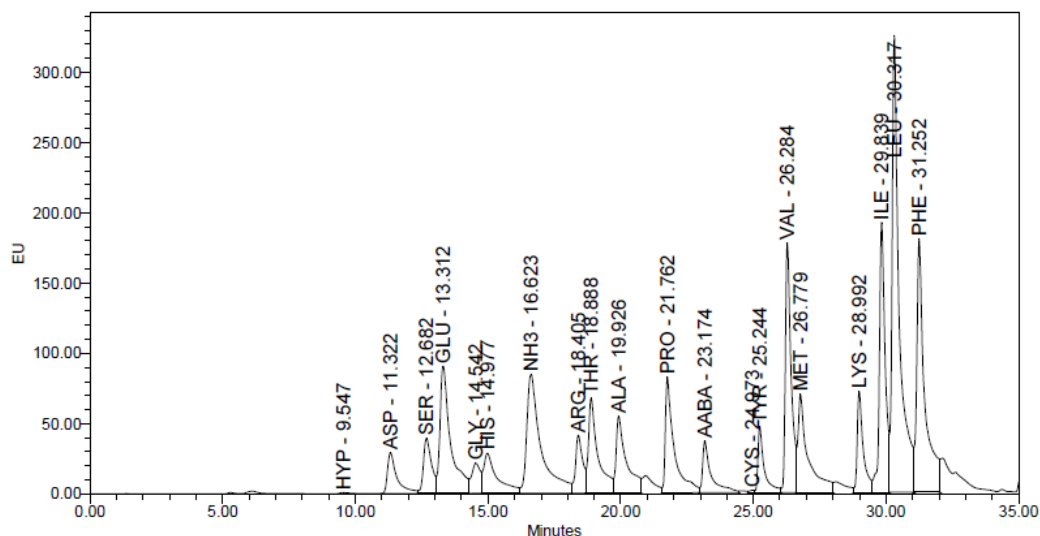


Рис 2. Хроматограмма аминокислот сухого шубата

Аминокислотный состав шубата и сухого шубата показаны в Таблицах 1 и 2. В образце шубата самое высокое содержание аминокислот приходилось на глютаминовую кислоту и цистин. Их суммарная концентрация составила почти 36% от общей массы аминокислот. Из незаменимых аминокислот высокое содержание показали лизин (2,724 нг) и аспарагин (2,440 нг). Анализ аминокислотного состава верблюжьего молока показывает, что глютаминовая кислота здесь также доминировала [8]. Шубат характеризовался низким содержанием аланина, метионина и глицина. Общее количество аминокислот в сухом шубате оказалось почти 10 раз больше, чем в шубате. Глютамин и пролин имели самое высокое содержание в составе сухого шубата (84,40 нг и 41,922 нг соответственно), а из незаменимых аминокислот – лизин и аспарагин. Было установлено, что количество гидроксипролина и цистина в сухом шубате было самое низкое (0,725 нг и 1,706 нг соответственно). Количество фенилаланина, одного из важных незаменимых аминокислот, в сухом шубате оказалось больше почти в 12 раз, чем в шубате. Процентное содержание незаменимых аминокислот от общей массы аминокислот в сухом шубате составил 50,22%, при том что в шубате этот показатель составил 44,24%. Это согласуется с аналогичным показателем в сухом верблюжьем молоке, полученном лиофильной сушкой [9].

Таблица 1. Содержание аминокислотного состава шубата

Наименование	Время	Площадь	% площади	Высота	Кол-во, нг	W%
Незаменимые аминокислоты						
Аспарагин	11,314	514034	1,72	23817	2,440	6,572
Гистидин	15,037	531144	1,78	18205	0,847	2,281
Треонин	18,932	1158243	3,87	50987	1,556	4,191
Метионин	26,797	623115	2,08	36933	0,565	1,522
Лизин	29,024	764257	2,55	55575	2,724	7,336
Фенилаланин	31,283	2330409	7,79	127323	1,530	4,121
Заменимые аминокислоты						
Гидроксипролин	9,544	271698	0,91	8919	1,245	3,353
Серин	12,685	568963	1,90	29503	1,572	4,234
Глютаминовая кислота	13,325	1674896	5,60	71368	7,159	19,281
Глицин	14,566	289918	0,97	14404	0,660	1,778
Аргинин	18,468	495538	1,66	28929	1,467	3,951
Аланин	19,975	570971	1,91	42700	0,562	1,514
Пролин	21,817	1190151	3,98	63377	3,391	9,133
Цистин	24,235	568949	1,90	19080	6,212	16,73
Тирозин	25,273	800674	2,68	49161	1,826	4,918

Таблица 2. Содержание аминокислотного состава сухого шубата

Наименование	Время	Площадь	% площади	Высота	Кол-во, нг	W%
Незаменимые аминокислоты						
Аспарагин	11,322	7214271	2,08	292846	26,682	6,705
Гистидин	14,977	10074070	2,90	285692	12,520	3,146
Треонин	18,888	16918708	4,88	675353	17,709	4,45
Метионин	26,779	18508327	5,34	698612	13,069	3,284
Лизин	28,992	11279114	3,25	719729	31,327	7,872
Фенилаланин	31,252	37876568	10,92	1802574	19,370	4,868
Заменимые аминокислоты						
Гидроксипролин	9,547	202954	0,06	6841	0,725	0,182
Серин	12,682	8345202	2,41	392774	17,965	4,514
Глютаминовая кислота	13,312	25340291	7,31	906187	84,400	21,209
Глицин	14,542	4831019	1,39	213646	8,570	2,154
Аргинин	18,405	7615363	2,20	412205	17,569	4,415
Аланин	19,926	14868780	4,29	546040	11,397	2,864
Пролин	21,762	18882066	5,44	822078	41,922	10,535
Цистин	24,973	200518	0,06	16019	1,706	0,429
Тирозин	25,244	7789007	2,25	471861	13,841	3,478

Шубат, как и верблюжье молоко, богат на незаменимые аминокислоты с разветвленными боковыми цепями. Им относятся валин, изолейцин и лейцин. Их количественное содержание в шубате и в сухом шубате показаны в Таблице 3. Эти аминокислоты играют ключевую роль в качестве метаболических регуляторов липидного обмена и в гомеостазе белков и глюкозы. Содержание изолейцина в сухом шубате составил 22,824 нг, что 8 раз больше, чем в шубате (2,724). Массовая доля незаменимых аминокислот с разветвленными боковыми цепями в отношении к общей массе аминокислот в обоих образцах показал примерно одинаковый результат: в шубате – 18,22%, в сухом шубате – 19,89%.

Таблица 3. Содержание незаменимых аминокислот с разветвленными боковыми цепями в шубате и сухом шубате

Наименование	Кол-во, нг	W%	Кол-во, нг	W%
	Шубат		Сухой шубат	
Валин	2,032	5,473	22,884	5,751
Изолейцин	2,724	7,336	22,824	5,735
Лейцин	2,009	5,411	33,465	8,409

Закключение. Сухой порошок шубата, полученный методом сублимационной сушки, содержит больше незаменимых и заменимых аминокислот, чем натуральный жидкий шубат. Низкая температура переработки шубата при сублимационной сушке, не только благотворно повлияла на его состав, но и содействовала увеличению количества аминокислот. Процентное содержание незаменимых аминокислот с разветвленной боковой цепью в сухом сублимированном шубате составил около 20% от общего содержания аминокислот. Это означает, что такой порошкообразный молочный продукт может быть использован не только по прямому назначению, но и как компонент для производства специального питания для спортсменов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Alhaj O.A., Al Kanhal H.A. Compositional, technological and nutritional aspects of dromedary camel milk // Int. Dairy J. – 2010. – Vol.20. – №12. – P. 811-821.
- [2] Satomi Ishii, Nurtazin S. Properties of camel milk liquor (“shubat”) in the Republic of Kazakhstan // Milk science. – 2014. – Vol.63. – №2. – P. 55-62.
- [3] Омарова А.Е. Совершенствование технологии национальных молочных продуктов с использованием растительного сырья // Материалы республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения-12: молодежь в науке – инновационный потенциал будущего». – Астана, 2016. – Т.1. – Ч.2 – С. 67-69.
- [4] Баубекова А.С., Конуспаева Г.С., Ахметсадыкова Ш.Н., Ахметсадыков Н.Н. Подготовка промышленного производства заквасок – выделение и идентификация бактерий для кумыса и шубата // Вестник КазНУ. (Серия биологическая). – 2014. – Т.60. – №1(2). – С. 178-181.
- [5] Carvalho A.S., Silva J., Ho P., Teixeira P., Malcata F.X., Gibbs P. Relationship between solubility of freeze-dried skim milk and death of freeze-dried *Lactobacillus delbrueckii*ssp. *Bulgaricus* during storage // Milchwissenschaft. – 2007. – №62. – P. 148-150.
- [6] Rogers S., Wu W.D., Saunders J., Chen X.D. Characteristics of milk powders produced by spray freeze drying // Drying Technol. – 2008. – №26. – P. 404-412.
- [7] Gaidhani K.A., Harwalkar M., Bhambere D., Pallavi S.P. Lyophilization / Freeze-drying – A review // World Journal of Pharmaceutical Research – 2015. – Vol.4. – №8. – P. 516-543.
- [8] Shamsia S.M. Nutritional and therapeutic properties of camel and human milks // International Journal of Genetics and Molecular Biology. – 2009. – Vol.1. – №2. – P. 52-59.
- [9] Ibrahim A.H., Khalifa S.A. Effect of freeze-drying on camel’s milk nutritional properties // International Food Research Journal. – 2015. – Vol.22. – №4. – P. 1438-1445.

Н. Аралбаев, Ф. Диханбаева, Ю.А. Юсоф, А. Серикбаева

Шубат және құрғақ шубаттың амин қышқылдық құрамын салыстырмалы түрде зерттеу

Түйіндеме.

Аталған жұмыс сұйық және құрғақ шубаттың аминқыш қылдық құрамын салыстырмалы түрде зерттеуге арналған. Құрғақ ұнтақ тәрізді шубат сублимациялық кептіру әдісімен алынды. Шубат үлгілерінің құрамындағы ауыстырылмайтын және ауыстырылатын амин қышқылдарының сандық және сапалық құрамын анықтау үшін жоғары тиімді сұйықты хроматография қолданылды. Шубат және құрғақ сублимацияланған шубат құрамындағы жалпы амин қышқылдар массасының ішінде салмақтық үлесі ең жоғары боп глютамин қышқылы табылды (сәйкесінше 7,159 нг және 84,4 нг). Шубат құрамындағы аланин (1,51%), метионин (1,52%) және глициннің (1,78%) жалпы амин қышқылдар массасына қатысты пайыздық мөлшері ең төмен болды. Құрғақ

сублимацияланған шұбаттан алынған амин қышқылдар арасында ең төмен пайыздық мөлшер гидроксипролин (0,18%), цистин (0,42%) және глицинге (2,15%) тиісті болды. Сонымен бірге, құрғақ сублимацияланған шұбат үлгісіндегі бүйірлік тізбекпен тармақталған ауыстырылмайтын амин қышқылдар мөлшері сұйық шұбат үлгісіне қарағанда 12 есе дерлік көп болды.

Түйінді сөздер: шұбат, құрғақ шұбат, сублимациялық кептіру, ауыстырылмайтын амин қышқылдар, ауыстырылатын амин қышқылдар, хроматография.

N. Aralbayev, F. Dihanbayeva, Y.A. Yusof, A. Serikbayeva

Comparative study of amino acid composition of shubat and shubat powder

Summary. This work is devoted to a comparative study of the amino acid composition of liquid and dry shubat. Shubat powder was obtained by freeze-drying. High performance liquid chromatography was used to determine the quantitative and qualitative content of essential and non-essential amino acids in shubat samples. The highest content in the total weight of amino acids in shubat and sublimated shubat powder showed glutamic acid (7.159 ng and 84.4 ng, respectively). The percentages of alanine (1.51%), methionine (1.52%) and glycine (1.78%) were the lowest relative to the total mass of amino acids in shubat. Among the obtained amino acids of freeze-dried shubat powder the lowest percentage had hydroxyproline (0.18%), cystine (0.42%) and glycine (2.15%). It was also found that the number of branched chain amino acids in the sample of freeze-dried shubat was more around 12 times than in the sample of liquid shubat.

Keywords: shubat, shubat powder, freeze-drying, essential amino acids, non-essential amino acids, chromatography.

УДК 004.056.53 (045)

¹N.K. Zhumangaliyeva, ²A.A. Korchenko, ³A. Doszhanova,

(¹Kazakh National Research Technical University after K.I. Satpayev Almaty, Kazakhstan, E-mail:

nazym_k.81@mail.ru. ²National Aviation University, Kyiv, Ukraine E-mail: annakor@ukr.net

³Almaty University of Power Engineering and Telecommunications E-mail: d_alia.81@mail.ru)

**ANALYSIS OF VIRTUAL TEASERS SYSTEM BASED
ON HONEYPOT TECHNOLOGY**

Abstract. This article analyzes the existing systems of virtual teasers based on honeypot technology. The analysis showed the difference between high and low, average interaction of honeypot bait systems up to the most modern Gen III Honeynets. In particular, the main production implementations of Honeypot-bait system, which is intentionally unsafe is used to detect and warn about malicious activity of the attacker. The classification of honeypot-systems by the level of interaction: the process of installation and configuration; use and support; the possibility of data collection; logging level; simulation level and risk level. In the future, these results can be used to develop honeypot-systems to improve the efficiency of information security incident management systems, intrusion detection systems, crisis situations in the information sphere (based on the anomalous principle, the use of fuzzy logic and expert approaches).

Key words: intrusion detection, virtual honeypot technology honeypot, honeynet, indicative of

АНАЛИЗ СИСТЕМ ВИРТУАЛЬНЫХ ПРИМАНОК НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ HONEYPOT

В данной статье проведен анализ существующих систем виртуальных приманок на базе технологии honeypot. Анализ показал разницу между высоким и низким, средним взаимодействием приманки honeypot-систем до самых современных Gen III Honeynets. В частности исследованы основные производственные реализации Honeypot- система приманки, которая намеренно небезопасна, используется для обнаружения и предупреждения о вредоносной активности злоумышленника. Проведена классификация honeypot-систем по уровню взаимодействия: **Процесс установки и настройки;** использования и поддержки; возможности сбора данных; уровень протоколирования; уровень имитации и уровень риска. В дальнейшем эти результаты можно использовать для разработки honeypot-систем с целью повышения эффективности работы систем управления инцидентами информационной безопасности, систем обнаружения вторжений, кризисных ситуаций в информационной сфере (на основе аномального принципа, применение нечеткой логики и экспертных подходов).

Ключевые слова: обнаружение вторжений, виртуальная приманка, технология honeypot, honeynet, признаковый принцип классификации.

Honeypot-это сетевая система, созданная в качестве приманки для привлечения кибератак и обнаружения, отклонения или изучения попыток взлома с целью получения несанкционированного доступа к информационным системам. Достаточно долго в противостоянии «нападение-защита» практиковалась своеобразная пошаговая стратегия – злоумышленники пользовались одной «дыркой»

в защите и со временем ее закрывали, тогда они искали другую – ее впоследствии также закрывали и т.п. Такой аналог игры в шахматы, где партия может длиться как угодно долго, требует защиты от колоссальных затрат времени и ресурсов, тем более в нападающего почти всегда есть возможность адекватно отреагировать на защитные мероприятия. Несмотря на это, сторона защиты должна «играть на упреждение», тем самым минимизируя риск вторжения. Именно реализация такой идеи лежит в основе использования виртуальных приманок, так называемых, honeypot-систем (от англ. – «горшок с медом»). Цель их функционирования – быть атакованными или сканированными злоумышленниками для изучения стратегии последних, определение круга их средств, с помощью которых могут быть нанесены удары по реальным объектам безопасности. Метод реализации виртуальной приманки не принципиален – это может быть как специально развернута целостная сеть так и один единственный сетевой сервис, основной и первоочередной задачей которого является интерес (привлечение внимания) нарушителя [1]. Концепция виртуальных приманок берет свое начало с работ К. Столла и Б. Чесвика [2, 3]. Эта концепция была реализована в ряде ранних продуктов (Deception Toolkit, CyberCop Sting, BackOfficer Friendly [4, 5]). Дальнейшее совершенствование и расширение сферы применения данной технологии связано с оформлением в 1999 г. проекта Honeynet Project [6]. Благодаря работам таких специалистов, как Л. Спитцнер [4], Н. Провос [5], Ф. Коэн [7], Е. Балас [8], Н. Рош [9] концепция виртуальных приманок оформилась в конкретную технологию с собственной сферой применения архитектурой и инструментарием. В течение последних лет предлагаются все более широкие области применения honeypot-приманок. В частности некоторые из них разворачиваются просто для траты времени и ресурсов нападающих [10], другие – для уменьшения активности спама [11] или обмана злоумышленников [12], другие – для анализа деятельности хакеров при зламывании систем [13] и выявлении образов (сигнатур) атак [14]. Л. Спитцнер в работе [4] дал такое определение honeypot-концепции: С другой стороны – никакая атака на honeypot не отразится на защищенной ИКС. Для выделения необходимой информации используются различные технологии пассивного прослушивания (sniffing) и регистрации (logging). Стоит выделить такие две группы honeypot-систем (с целью функционирования) [4]: производные ловушки-приманки (production honeypots – - просты в использовании, фиксируют лишь ограниченную информацию и применяются, преимущественно, крупными компаниями и коммерческими организациями; опытные виртуальные ловушки (research honeypots – - намного сложнее в развертывании и обслуживании, детально фиксируют всю информацию и используются, преимущественно, исследовательскими военными или правительственными организациями. То, каким образом будет спроектирована система honeypot, зависит от задач, которые она должна решать. Если необходимо изучить мотивации поведения злоумышленников, методы их атак и средств – тогда нужно построить сложную honeypot, что предоставляет злоумышленнику полноценную операционную систему (ОС), с которым он будет взаимодействовать, что обеспечит высокий уровень протоколирования. Если необходимо обнаружить несанкционированную активность, такую как сканирование системы, то для этих целей можно построить простую honeypot, что будет имитировать минимальные возможности и операции сервисов, записывая только команды взаимодействия со злоумышленником [16-18]. Если стоит задача выявить сетевого червя для анализа, тогда необходимо построить гибкий honeypot, что будет взаимодействовать с червем, собирая элементы его активности. Приведенные примеры демонстрируют дифференцированную функциональность honeypot-систем, а также подчеркивают те признаки (рис. 1), по которым можно их классифицировать [7]:

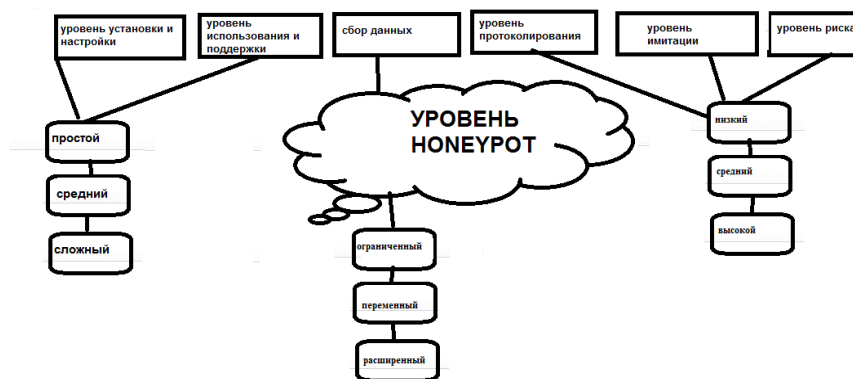


Рис. 1. Базовые признаки классификации honeypot-систем

По нашему мнению, уровень имитации и риска целесообразно объединить, так как они определяются и зависят от одних и тех же параметров, а именно количеством имитируемых сервисов и их функционалом. По уровню взаимодействия со злоумышленником системы honeypot можно классифицировать таким образом, как это представлено в табл. 1. Чем больше может приманка, и чем больше поле деятельности злоумышленника, тем серьезнее (критическая) информация может быть выделена. С другой стороны, чем больше разрешено нападающему, тем больший вред он может причинить [5].

Таблица 1. Классификация honeypot-систем по уровню взаимодействия

№	Классификация	Honeypot с низким уровнем взаимодействия	Honeypot с высоким уровнем взаимодействия	Honeypot со средним взаимодействием:
1	Определяющие характеристики	Данные типы honeypot имеют ограниченную степень взаимодействия с внешней системой, FTP является примером такого типа.	Это дает более реалистичный опыт атакующим и собирает больше информации о предполагаемых атаках, также включает в себя очень высокий риск захвата всего ресурса.	Он дает злоумышленнику иллюзию операционной системы, позволяющую регистрировать и анализировать более сложные атаки.
2	Примеры реализации	BackOfficerFriendly (BOF); Specter; Deception Toolkit (DTK); LaBrea; Honeypots с низким уровнем взаимодействия - более безопасный и простой способ сбора информации о часто совершаемых атаках и их источниках.	ManTrap; Argos; Minos; Honeynets: которые обычно используются в исследовательских целях.	Honeyd; Honeypot Manager; Nepenthes Mwcollectd; Multipot Honeytrap: динамически создает прослушиватели портов на основе попыток TCP-соединения, извлеченных из потока сетевого интерфейса, что позволяет обрабатывать некоторые неизвестные атаки

Средство **BOF** может быть запущен как на UNIX так и на Windows платформах с возможностью имитации таких служб: FTP, SMTP, IMAP, POP3, HTTP, TELNET, а также троянского сервиса Back Orifice – для удаленного администрирования компьютера. В системе BOF нет какой-либо детальной настройки ее работы, именно поэтому она достаточно проста в использовании. Одно из главных преимуществ средства BOF – его цена, а именно он является бесплатным. Система BOF не осуществляет детальную имитацию сервисов – как только происходит соединение, BOF выводит сообщение о недоступности службы и через небольшой тайм-аут делает разрыв соединения. Цель BOF – мониторинг событий и сохранение протокола взаимодействия [8].

BackOfficer Friendly основные преимущества и недостатки данного решения:

Преимущества: Простота установки, конфигурирования и эксплуатации; Работает на всех Windows- и Unix-платформах, включая большинство desktop- и laptop-систем; Незначительные риски благодаря простоте; сбор содержательной информации:

Недостатки: Ограниченная область видения для обнаружения атак; Порты не могут быть специальным образом настроены, что повышает вероятность снятия «отпечатка» системы (fingerprinting) Отсутствует возможность удаленной регистрации событий, предупреждения и настройки

Specter-коммерческое средство honeypot, созданное и поддерживаемое компанией NetSec. Концепция Specter схожа с BOF – злоумышленнику предоставляется доступ к реальной ОС. Программа устанавливается в систему и имитирует набор сервисов, с которыми злоумышленник может взаимодействовать. Злоумышленник ограничен функциональностью, предоставленной Specter. Возможности Specter более широки: мониторинг ведется на 13-ти определенных и одном выборочном портах. Покрывая большее количество портов, Specter имеет возможность выявить большее число различных атак.

Второе отличие заключается в том, что Specter, как и другие honeypot, имитирует сервисы, однако, ответа этих сервисов имеют куда больший встроенный реализм, чем в BOF. Например, при подключении к имитируемому Specter сервиса HTTP можно видеть настоящий Web-сервер с Web-страницами, с которыми может взаимодействовать злоумышленник. Таким образом, существует возможность изменения данных страниц, добавлением нужного содержания, создавая при этом более реалистичные данные для злоумышленника. Задавая множество настраиваемых опций, можно построить уникальное средство honeypot [19]. Преимущества и недостатки у Specter практически такие же как и у BOF, кроме возможности настраивать один порт для взаимодействия с злоумышленником.

Deception Toolkit - самый первый open-source honeypot, датированный 1997 годом. Набор инструментальных обманных средств (The Deception Toolkit, DTK) является первым средством, предназначенным для реализации механизма обмана злоумышленников, пытающихся проникнуть в сеть организации. Данное средство разработано Фредом Коэном (Fred Cohen), чтобы ввести в заблуждение автоматизированные средства анализа защищенности путем создания ложных уязвимостей. DTK может быть легко настроен под разные требования пользователей, но обычно это программирования ограничивается созданием соответствующих реакций на действия нападающих. DTK представляет собой набор программ на языке C и Perl, реализующих механизмы обмана злоумышленников. **Настройки DTK** осуществляется из командной строки путем редактирования конфигурационных файлов из текстового редактора [2].

LaBrea-программа, написанная на с Томом Листоном, которая осуществляет тарпиттинг ("прилипающий honeypot"). Это небольшое программное сетевое приложение с открытым исходным кодом, отслеживающее трафик в локальном сегменте. Honeypot берет на себя неиспользуемые IP-адресов в сети и создает «виртуальные машины», которые отвечают на попытки соединения. LaBrea отвечает на эти попытки соединения таким образом, отсылая запросы абоненту на другой стороне канала связи, чтобы задержать злоумышленника как можно дольше в стадии сеанса связи, иногда в течение очень долгого времени. LaBrea работает, осуществляя мониторинг ARP-запросов и ответов на них. Когда он видит последовательность ARP-запросов разнесенных друг от друга на несколько секунд, без какой-либо промежуточной ARP-ответа, он предполагает, что IP в сети не занята. Затем он создает ответ ARP с поддельным MAC-адресом и отправляет его на запрашивающую сторону. Таким образом, маршрутизатор связывает этот MAC-адрес с IP-адресом и направляет все запросы на honeypot. Так LaBrea перехватывает TCP-трафик, предназначенный для этой адреса MAC и осуществляет тарпиттинг попытки соединения, задерживая этот процесс: например, когда он видит входящий TCP/SYN пакет, то отвечает пакетом SYN/ACK. Сетевые черви, попадая в тарпиттинг, не могут двигаться и заражать другие компьютеры. Потратив много времени хакеры вынуждены закрыть свою программу взлома или компьютер, чтобы избежать обнаружения. Листон запрограммировал Labrea в ответ на компьютерный червь Code Red, который заполнил Интернет с июня 1999 г. При этом некоторые из червей Code Red застряли в тарпиттингу течение недели [11].

Honeypot высокоуровневого взаимодействия, ManTrap-коммерческое средство созданное компанией Resource Technologies. ManTrap уникален тем, что спроектирован не только стать целью для злоумышленников – создает высоко контролируруемую ОС, с которой может взаимодействовать злоумышленник. Однако Resource Technologies сделала значительный шаг вперед и создала логично контролируемое окружение (так называемую ловушку), с которого невозможно выйти атакующему для нападения на реальную систему. При этом ManTrap, используя известные концепции, не создает пустую «ловушку», заполняя ее различной функциональностью. ManTrap создает «ловушки», которые являются зеркалами, которые копируют непосредственно ОС. Каждая ловушка – полноценная функциональная ОС, что имеет все те же возможности, что и настоящая система. Другая полезная возможность заключается в том, что ManTrap создает виртуальные окружения на одной физической системе. Используя один компьютер, могут быть созданы в четырех ловушек, то есть – четыре разных honeypot высокоуровневой взаимодействия. Основные преимущества и недостатки решения ManTrap.

Преимущества: Проявляет активность на каждом из портов, используя встроенный анализатор (sniffer); дает злоумышленнику полностью функциональную ОС для взаимодействия; Фиксирует всю активность злоумышленника через пространство ядра, включая и зашифрованный трафик SSH; Первоклассные возможности регистрации событий и ведение журнала; 5) Возможность удаленного администрирования и предупреждения по E-mail.

Недостатки: Высоко-интерактивная функциональность потенциально позволяет злоумышленнику использовать приманку для повреждения других систем; Злоумышленник может снять слепок системы или вырваться из контролируемого среду-выше клетки; Ограниченность возможностью запуска только на системе Solaris.

Тем не менее, ManTrap имеет некоторые ограничения. Во-первых, в силу того, что это средство не имитирует системы, а использует технологию «ловушек», то основа всех ОС – одна. Также, ManTrap поддерживает лишь некоторые ОС – сам honeypot может функционировать только на компьютере с ОС Solaris. Кроме того, ManTrap использует особую установку Solaris с необходимыми параметрами, поэтому пока нет возможности установить данное средство на компьютеры с системами NT, BSD или Linux.

Argos в основном используется для захвата новых угроз в сети Интернет, таких как черви и вирусы или любые другие вредоносные программы или действия. Все обнаруженные вредоносные программные средства заносятся в рамку приманки, к тому же процесс обнаружения происходит без использования сигнатур благодаря динамическому анализу занесенных в память меток. Динамическому анализу подлежат все данные, поступающие в систему и обозначены им как опасные. Поскольку делается предположение, что ни одному входящему трафику доверять нельзя, то сказывается весь трафик, проходящий через приманку. После того замечены данные обрабатываются и рассматриваются более подробно, а пользователю предоставляется возможность наблюдать за процессом обработки. Если в процессе обработки выявлены зараженные данные, то формируется сигнал тревоги. Журнал отражает описание атаки: в основном задействованы регистры, информацию о сети и физические блоки памяти [7].

Minos. Согласно исследованиям Крандалла, Ву и Чонга в эмуляции Minos'a очень эффективная архитектура приманки, что работает под системами Linux и Windows. Минос обнаруживает атаки, приводящие к повреждению данных. Таким образом, в нем существует специальный поток управления, что обеспечивает проверку данных на предмет их невредимости. Используя программное управление потоком, он сохраняет данные от неожиданных проблем. В управления потоком также входят транзакции и прием данных [8].

Argos и Minos используют технологии виртуальной машины. Это полезно, так как мы можем моделировать множество виртуальных машин и работать в одной из них, поскольку использование одного компьютера с одной системой существенно ограничивают возможности экспериментального исследования приманок. Также полезно использовать виртуальные машины, так как в таком случае приманка впоследствии может быть использована для дальнейших атак [9].

Honeypot среднего уровня взаимодействия предоставляют злоумышленнику больше возможностей взаимодействия, чем низкоуровневые приманки, но и имеют меньшую функциональность, как высоко-уровневые. Они рассчитаны на конкретно определенную активность, что конкретно вызывает определенную реакцию, которая в то же время выходит далеко за пределы низкоуровневых виртуальных приманок. Среднеуровневые приманки обычно требуют больше времени и усилий для установки и настройки, чем низкоуровневые. Развертывания и обслуживания такой виртуальной приманки – это гораздо более сложный процесс. Так как злоумышленнику предоставляется большая возможность взаимодействия, то развертывание приманки требует соблюдения правил защищенности. Не смотря на это, средне-уровневые виртуальные приманки собирают гораздо больший объем информации. В отличие от простого просмотра портов, они позволяют захватывать вредоносный код, фиксировать активность злоумышленника, изучать его действия после получения доступа к системе и даже получать средства взлома. Более широкий уровень взаимодействия требует усложнения работы и увеличение риска, однако это вознаграждается получением гораздо более подробной информации. Примерами honeypot-приманок среднего уровня взаимодействия являются программы Mwcollectd, Multipot, Nepenthes, Honeyd [24].

Honeyd-средство, разработанное и поддерживаемое. Провасом. Впервые выпущен в апреле 2002 года, Honeyd является Open Source Honeypot для UNIX платформ. Honeyd был разработан как производственный Honeypot, используемый для обнаружения атак или несанкционированной активности. В связи с тем, что данный honeypot предоставляет открытые исходные тексты, то существует возможность собственной внутренней настройки, например, добавление имитированных сервисов. Это означает, что данный Honeypot может взаимодействовать через любой порт. Honeyd проявляет активность на всех TCP-портах; а имитированные сервисы спроектированы только для

введения злоумышленника в заблуждение и сбора его активности. Honeyd представляет несколько новых концепций Honeypot. Во-первых, не обнаруживаются атаки, исходящие с IP-адреса самого Honeypot (в отличие от BOF и Specter). Во-вторых, Honeyd позволяет сделать имитацию целого ИКС: существует возможность настроить IP-адреса и ОС, которые им будут сопоставляться. Поддерживается большее число ОС – от всех Windows-подобных реализаций Unix-Систем маршрутизаторов [25].

Сердце программы-собственно daemon, представляющий собой исполняемый бинарный ELF-файл. Он отвечает за загрузку всех модулей, запуск основной петли и, что самое главное, обеспечивает связь сети через интерфейсы API. Модули-это динамически подключенные библиотеки, обеспечиваемые функциями единичного запуска и очистки. Основные модули [28]:

Модуль уязвимостей (Vulnerability Modules). Служит точкой входа вредоносного кода в приманку. Он обеспечивает симуляцию ряда уязвимых служб для захвата вредоносного кода.

Удалите обработчики shell-кода (Shellcode Handlers). Этот модуль анализирует полученный shell-код. Ядро nperntes предоставляет последнему ряд функций, используются для эмуляции возможных действий shell-кода.

Модуль эмуляции оболочки (Shell Emulations). Этот модуль обеспечивает эмуляцию виртуальной среды (оболочки).

Модуль загрузки (Download Modules). Этот модуль представляет собой обработчик протокола специфических типов URL. Он активизируется при условии, когда обработчик shell-кода или модуль эмуляции оболочки обнаруживает загрузки определенного URL, и сам загружает его.

Модуль подачи (Submission Modules). После загрузки бинарного файла, он поступает на модуль подачи для последующего выполнения. В большинстве случаев он записывается на жесткий диск для дальнейшего анализа.

Модуль регистрации (Log Modules). Модуль регистрации выполняет задачу сохранения журнальной информации на разные места (за исключением жесткого диска, запись на который обеспечивается самим ядром программы). Возможные адресаты включают демон системных логов (syslog daemon) и канал IRC.

Mwcollect впервые была разработана Джорджем Вичерски как приманка среднего уровня взаимодействия с открытым исходным кодом. Позже nperntes и Mwcollected были объединены, чтобы сформировать более функциональные группы. Mwcollected работает под управлением операционной системы Unix [29].

Multipot – приманка среднего уровня взаимодействия для использования под управлением операционных систем Windows. Виртуальные приманки высокого уровня взаимодействия крайний случай реализации honeypot-технологий. Они предоставляют обширную информацию об атаке, но, в то же время, является чрезвычайно требовательными в плане строительства и обслуживания, а также приносят самый высокий уровень риска. Задача высокоуровневых honeypot-приманок – предоставить злоумышленнику доступ к подлинной ОС, где ничего не эмулируется и не ограничивается. Они позволяют подробно исследовать новые средства взлома, определить новые уязвимости ОС или ПО и изучить способы связи злоумышленников между собой. П

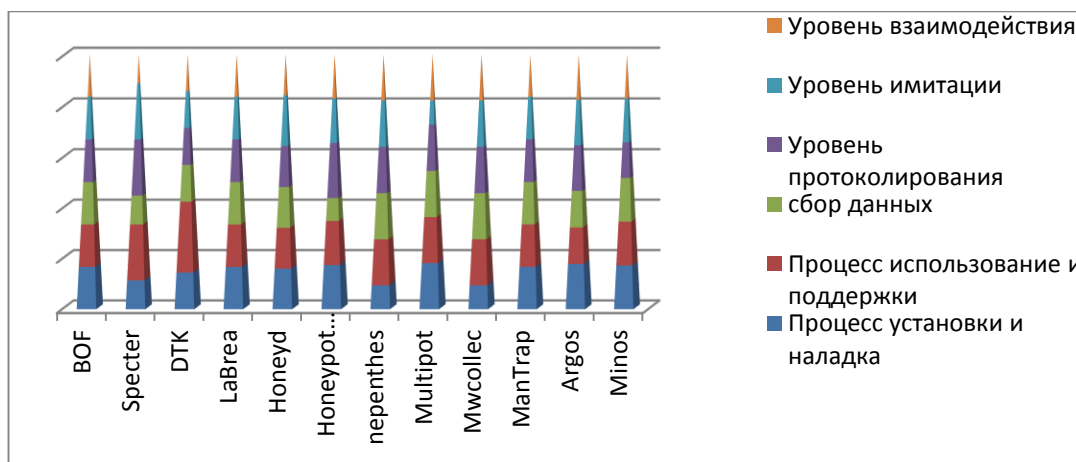


Рис. 2. Обобщенная классификация существующих средств Honeypot

Honeynets. Логичным продолжением расширения возможностей виртуальных honeypot-приманок стал дальнейшее развитие концепции High-Interaction Honeypots, что привело к появлению целых виртуальных сетей-приманок под названием Honeynets. Собственно сама концепция была разработана исследовательской группой из 30 специалистов, в июне 2000 г. сформировали некоммерческий проект Honeynet Project [6]. Двухлетние исследования этой организации были оформлены в виде ряда статей под общим названием «Знай своего врага». Соответственно это источник [1] дает такое определение: «Honeynet – это сеть, расположенная по реверсивным украшенным узором экраном, фиксирует все входящие и исходящие данные. Реверсивный фаервол ограничивает объем вредоносного трафика, что может покинуть Honeynet-сеть. Эти данные сохраняются, фиксируются и контролируются. В среде Honeynet может быть размещена любая система, включая такие системы, которые уже функционируют в производственной сети, которую призвана защищать Honeynet. Honeynet – это сеть, предназначенная быть атакованной и скомпрометированной для получения сведений об имеющихся и потенциальные уязвимости и угрозы в сети».

Успешная реализация Honeynet-архитектуры обеспечивается 3 базовыми критическими принципами:

- Фиксация данных (Data Capture);
- Контроль данных (Data Control);
- Накопление данных (Data Collection).

Если первые две категории являются наиболее важными и характеризуют любую Honeynet-сеть, то третий принцип прежде всего применяется при наличии нескольких виртуальных сетей в распределенных средах [34].

Сегодня существует три основные архитектуры Honeynet-сетей: I-ого поколения (Gen I Honeynets); II-ого поколения (Gen II Honeynets) и III-ого поколения (Gen III Honeynets).

Gen I Honeynets. Honeynet-сети I-ого поколения ограничены в возможностях контроля и укрощения злоумышленников, однако они демонстрируют достаточную эффективность в обнаружении автоматизированных атак и атак начинающих. Прежде всего Gen I Honeynets фокусируются на атаках соответственно возможностей. Такие сети-приманки достаточно легко идентифицируются. Архитектура Honeynet-сетей I-ого поколения довольно проста – изолированная сеть размещается с устройством контроля доступа к сети, чаще всего таким служит сетевой экран (рис. 2а). Цель такого размещения – обеспечить невозможность атаки не honeypot-систем. Часто рядом с Honeynet-сетью находится производственная ИКС для администрирования и накопления зафиксированных данных. Также, возможно размещение других контролирующих устройств (например, маршрутизатора) для дополнительного контроля [4]. Фиксация активности путем комбинации возможностей фаервола, IDS-сенсоров и системных логов обеспечивает перехват информации на следующих четырех уровнях [5]: активность в сети, системная активность, активность программ и активность пользователя.

Gen II Honeynets. Технология Gen II была разработана в 2002 г. и направлена на устранение недостатков предыдущей. Honeynet-Сети II-ого поколения проще в развертывании и сложнее в обнаружении [1]. Как описывалось выше, технология Gen I выполняла контроль данных с помощью сетевого экрана, ограничивающий количество возможных исходящих подключений. Несмотря на свою относительную эффективность такое решение является недостаточно гибким и обеспечивает легкое «снятие слепка». Honeynet-сети II-ого поколения решают эту проблему путем модификации общей архитектуры (рис. 2б). Первое основное расхождение-использование единого Honeynet-сенсора, объединяющего функционал фаервола и IDS [4]. Второе основное отличие – сама реализация Honeynet-сенсора, представляет собой устройство второго уровня OSI (похож на мост). Такая реализация значительно затрудняет выявление, так как отсутствует маршрутизация пакетов, уменьшение TTL и MAC-адреса устройств. За счет описанных принципов Honeynet-сеть II-ого поколения может быть частью основной производственной сети, а не изолированной как в технологии Gen I.

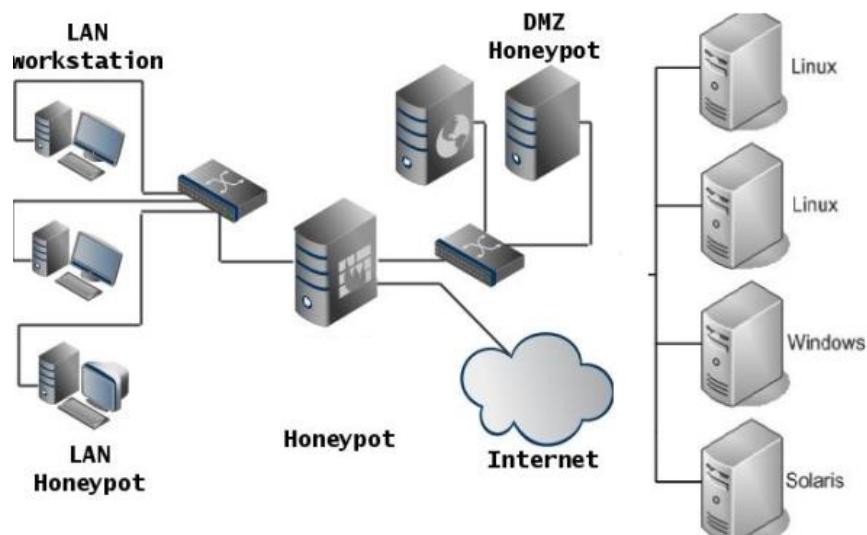


Рис. 3. Типичная Honeynet-сеть

Gen III Honeynets. Технология Gen III реализует дальнейшее совершенствование и расширение возможностей контроля и анализа данных. Модель анализа данных базируется на абстракциях: хосты, процессы, сетевые потоки и файлы (рис. 4) [8].

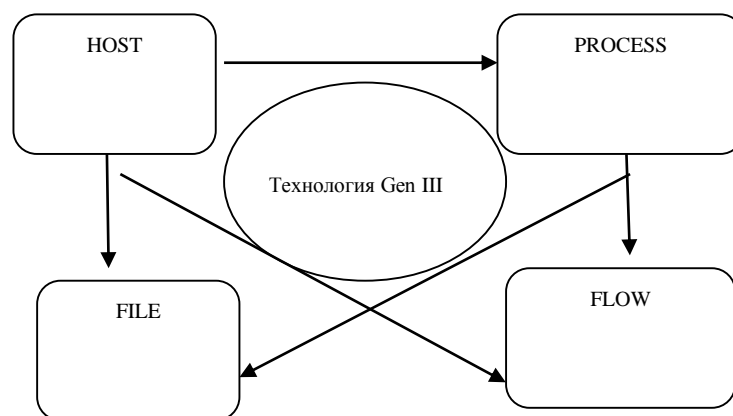


Рис. 4 . Модель анализа данных базируется на абстракциях

Такой подход реализуется на основе использования системы Honeywall, разработанный специалистами проекта Honeynet Project. Для контроля подключений и данных применяется подход IP Performance Measurment Working Group, заключается в мониторинге потоков. В случае использования Honeywall для этого применяется система Argus . Другим усовершенствованием является использование средства пассивного снятия слепка системы (passive fingerprinting, p0f), что инициирует ТСР-подключения. Для объединения этих двух типов данных (активность в ИКС и процессов на хосте) вокруг сплошной картины концепции потоков сети используют дополнительную связывающее звено. Для этого применяют систему Sebek, что проводит мониторинг активности в сети с перспективы хоста.

Во-первых, Sebek контролирует активность сокетов, фиксируя при этом как атрибуты IP-уровня, так и характеристики конечного узла – процесс и точку входа. Это позволяет связать сетевой поток с конкретным дескриптором процесса и точкой входа в него. Кроме того Sebek показывает последовательное развитие процесса, выстраивая дерево. Это очень эффективно для анализа вторжений, так как позволяет отследить развитие атаки от точки до точки, определяя все для этого вызваны процессы и другую побочную системную активность.

Для объединения этих разношерстных источников данных сложенную в реляционную модель разработана система Hflow (рис.5) .

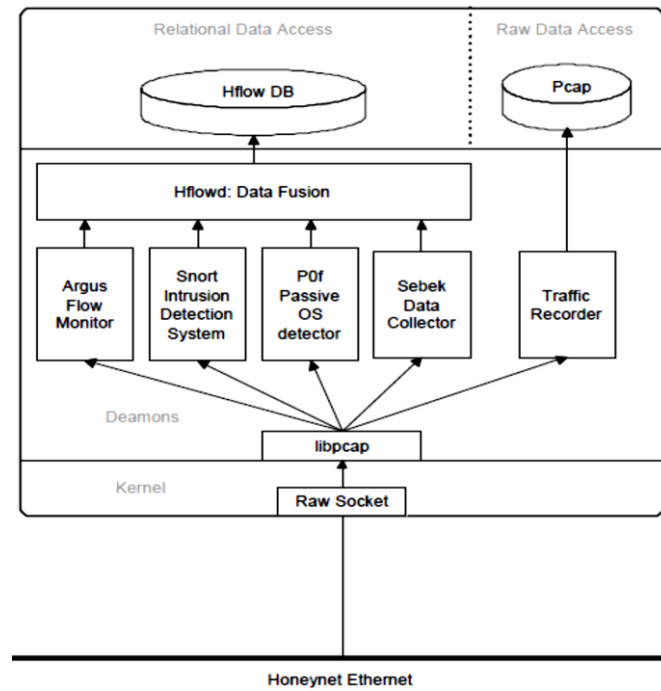


Рис. 5. Диаграмма сбора и объединения данных Hflow

Данные, относящиеся к сетевым потокам (Argus, Snort), коррелируются согласно кортежей, которые состоят из номера IP-протокола, IP-адреса источника и цели и номеру порта. Данные процессов, собираемых Sebek, организуются в соответствии с идентификатором процесса (ID). При этом фиксируется как ID самого процесса так и ID родительского процесса. Такая комбинация позволяет восстановить все источник процессов. Данные файлов связываются с мониторингу сопоставляется системная активность с конкретным файлом. Итак, получается следующая категоризация данных, генерируемых различными средствами (табл.2).

Таблица 2. Категоризация данных в соответствии с способом фиксации

Средство	Argus	p0f	Sebek
Поток	+	+	+
Хост	-	+	+
Процесс	-	-	+
Файл	-	-	+

В работе выполнено моделирование HoneyNet Gen III в виртуальной среде UML, а труд [14] содержит вариант виртуализации полно интерактивных приманок.

Выводы. Таким образом, в данной статье авторы провели анализ систем на базе технологии honeypot от Low-Interaction HoneyPots к Gen III HoneyNets, результатом которого стала их классификации по ознакомив принципу. Дальнейшие исследования могут быть связаны с разработкой средства на базе технологии honeypot для повышения эффективности работы систем управления инцидентами информационной безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Know Your Enemy: Learning about Security Threats / HoneyNet Project. — NY.: Addison-Wesley Professional, 2004. — 800 p.
 [2] Stoll C. Cuckoo’s Egg / C. Stoll. — NY : Pocket, 1990. — 356 p.
 [3] Cheswick B. An Evening with Berferd In Which a Cracker is Lured, Endured, and Studied / B. Cheswick. — NY : Management Analytics and Others, 1995. — 147 p.
 [4] Spitzner L. HoneyPots: Tracking Hackers / L. Spitzner. — NY : Addison-Wesley Professional, 2002. — 480 p.
 [5] Provos N. Virtual HoneyPots: From Botnet Tracking to Intrusion Detection. — NY : Addison-Wesley Professional, 2007. — 440 p.

- [6] Honeynet Project Blog [Электр. ресурс]: (Blog) // The Honeynet Project. — Режим доступа: <http://www.honeynet.org> (04.09.2012).
- [7] A Framework for Deception / Cohen F., Lambert D., Preston C., Berry N., Stewart C., Thomas E. — Tech. Report, 2001.
- [8] Balas E., Viecco C. Towards a Third Generation Data Capture Architecture for Honeynets // Workshop on Information Assurance and Security US Military Academy, West Point, NY. — IEEE, 2005.
- [9] Roesch M. Snort – lightweight intrusion detection for networks / M. Roesch. — LISA'99 Systems Administration Conference, 1999.
- [10] LaBrea: «Sticky» Honeypot and IDS [Электр. ресурс]: (Labrea Tarpit Project) // Labrea. — Режим доступа: <http://labrea.sourceforge.net> (04.09.2012).
- [11] Hammer R. Enhancing IDS using, Tiny Honeypot / R. Hammer. — SANS Institute, 2006.
- [12] The Deception Toolkit [Электр. ресурс]: (The Deception Toolkit Home Page and
- [13] Balas E. Honeynet data analysis: A technique for correlating sebek and network data / E. Balas // Workshop on Information Assurance and Security US Military Academy, West Point, NY. — IEEE, 2004.
- [14] Тимошик Н.П. Совершенствование принципов построения и функционирования приманок в задачах защиты компьютерных систем и сетей : автореф. дис. на соискание наук. степени канд. техн. наук : спец. 05.13.05 «Компьютерные системы и компоненты» / Н.П. Тимошик. - Львов, 2010. - 22 С.

Жумангалиева Н.К., Корченко А.А. Досжанова А.

Заманауи виртуалды приманкалар жүйелер honeypot технологиясы негізінде

Бұл мақалада honeypot технологиясы негізінде қолданыстағы виртуалды приманкалар жүйелеріне талдау жүргізілді. Талдау ең заманауи Gen III Honeynets-ке дейінгі honeypot-жүйесінің жоғары және төмен, орташа өзара әрекеттесуінің арасындағы айырмашылықты көрсетті. Атап айтқанда, Honeypot негізгі өндірістік іске асыру - қасақана қауіпсіз емес, зиянды белсенділігі туралы анықтау және ескерту үшін пайдаланылатын приманка жүйесі зерттелді. Honeypot-жүйелердің өзара іс-қимыл деңгейі бойынша жіктелуі жүргізілді: орнату және процесі пайдалану және қолдау; деректерді жинау мүмкіндігі; хаттамалау деңгейі; имитация деңгейі және тәуекел деңгейі. Бұдан әрі бұл нәтижелерді ақпараттық қауіпсіздік инциденттерін басқару жүйелері жұмысының тиімділігін арттыру мақсатында honeypot-жүйелерді, ақпараттық саладағы басып кіруді, дағдарысты жағдайларды анықтау жүйелерін (ауытқу негізінде, анық логиканы және сараптамалық тәсілдерді қолдану) әзірлеу үшін пайдалануға болады.

Түйінді сөздер: басып кіруді анықтау, виртуалды приманка, honeypot технологиясы, honeynet, жіктеу белгісі.

Zhukabayeva T.K., Mardenov Y.M.

(Institute of Information and Computational Technologies of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Kazakhstan. E-mail: tamara_kokenovna@mail.ru, uvideooperator@mail.ru)

ANALYSIS OF ROUND KEY GENERATIONS OF VARIOUS ENCRYPTION ALGORITHMS

Abstract: This article analyzes the algorithms of BLOWFISH, IDEA, AES, RC6 and DES, 3DES generation of round keys, based on the schedule of preliminary calculation of the key. Cryptosystems are analyzed by key generation, the number of rounds used for the encryption and decryption process. The requirements for the basic schedule of a modern block cipher are proposed. The analysis is based on the architecture of the algorithms, the security aspects, and the limitations that they have.

Keywords: encryption, key generation, cryptography, round keys.

Т.К. Жукабаева, Е.М. Марденов

(Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК
E-mail: tamara_kokenovna@mail.ru, uvideooperator@mail.ru)

АНАЛИЗ ГЕНЕРАЦИЙ РАУНДОВЫХ КЛЮЧЕЙ РАЗЛИЧНЫХ АЛГОРИТМОВ ШИФРОВАНИЯ

Аннотация: В данной статье произведен анализ алгоритмов BLOWFISH, IDEA, AES, RC6 и DES, 3DES генерации раундовых ключей, основанные на расписании предварительного вычисления ключа. Криптосистемы анализируются по генерации ключей, числу раундов используемых для процесса шифрования и дешифрования. Предлагаются требования к основному расписанию современного блочного шифра. Анализ основан на архитектуре алгоритмов, аспектах безопасности и ограничениях, которые у них есть.

Ключевые слова: шифрование, генерация ключей, криптография, раундовые ключи.

Введение.

В современных системах защиты информации, симметричные блочные шифры являются наиболее широко используемым криптографическим преобразованием. Они используются как для шифрования, так и для построения хеш-функций, генераторов псевдослучайных чисел и т.д. Интегрированные симметричные блочные шифры используют идею Шеннона [1]. Блочные шифры обычно используют несколько типов базового преобразования: нелинейный слой (S-блоки) для диффузии и линейный слой для путаницы [1]. Первое поколение блочных шифров имеет очень простое расписание ключей, которое обычно включает простую комбинацию битов или байтов ключа шифрования, как в DES [2]. Этот метод получения раундовых ключей имеет преимущества при реализации в аппаратном или программном обеспечении, но позволяет применять некоторые типы криптоаналитических методов, таких как атака по связанным ключам и т.д. или приводит к существованию слабых ключей. Следующее поколение, использует более сложное расписание ключей. Все они используют биективное отображение из набора ключей шифрования в набор последовательностей производных раундовых ключей и наоборот. В большинстве случаев современные шифры защищены от смежных ключей. Но если у злоумышленника уже есть значение раундового ключа (с помощью дифференциального анализа сбоев, атак по побочным каналам и т.д.), довольно просто получить оригинальный ключ шифрования.

Для защиты способа получения мастер-ключа мы можем использовать небиективную генерацию раундовых ключей. Этот тип расписания ключей имеет довольно простую конструкцию, но практически невозможно вычислить ключ шифрования из одного или нескольких раундовых ключей. Имея хорошую гибкость ключей и простую реализацию, а также обеспечивая защиту симметричного блочного шифра от дополнительных атак, этот график ключей допускает потенциальные коллизии в раундовых ключах (разные ключи шифрования могут генерировать одинаковую последовательность раундовых ключей). Этот факт обычно не позволяет разработчикам симметричных блочных шифров использовать небиективные конструкции в расписании ключей. [1]

Стоит заметить, что весьма редко встречаются алгоритмы шифрования, которые используют ключ шифрования (или его фрагменты) в «чистом» виде. Подавляющее большинство алгоритмов шифрования выполняет существенную модификацию исходного ключа для его последующего использования в процессе криптопреобразований. Такая модификация называется расширением ключа или расписанием ключей (key extension, keys schedule) [2].

На практике обычно формируется некоторое базовое отображение E' , называемое раундовым, или цикловым, которое выполняется заданное число раз так, что в каждом раунде используется разные раундовые ключи $K(i)$ (подключи), формируемые на основе базового ключа K . Объединение раундовых ключей называют расширенным ключом. Расширенный ключ можно представить в следующем виде [1]:

$$Q^{(e)} = Q^{(e,1)} || Q^{(e,2)} || \dots || Q^{(e,r)},$$

где e – режим преобразования данных ($e = 0$ – прямое и $e = 1$ – обратное преобразование данных) и

$$\forall j = 1, 2, \dots, r \quad Q^{(e,j)} = K^{(j e(r-2j+1))},$$

т.е. ключ $Q^{(e)}$ является функцией от двух переменных, а именно:

$$Q^{(e)} = H(K, e),$$

где K – основной ключ.

С учетом сказанного выше алгоритм шифрования можно логически разделить на два субалгоритма: шифрующие преобразования и процедура расширения ключа (рис. 1).

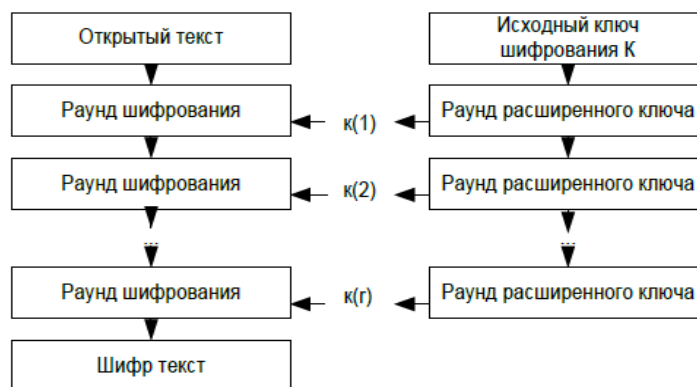


Рис. 1. Назначение процедуры расширения ключа

Требования к раундовым ключам современного симметричного блочного шифра. Криптографические свойства раундовых ключей не оказывают серьезного влияния на дифференциальные или линейные свойства блочного шифра [2], но расписание ключей определяет стойкость к различным типам атак на ключи и, частично, стойкость к алгебраическому анализу [2] при определении промежуточных переменных для значений раундовых ключей.

Предлагается следующие требования к основному расписанию современного блочного шифра.

1. Хорошие статистические свойства и нелинейная зависимость каждого бита каждого раундового ключа от любого бита ключа шифрования (защита от связанных ключей и слайд-атак).

2. Невозможность (высокая вычислительная сложность) извлечения ключа шифрования из одного или нескольких раундовых ключей (дополнительная защита от дифференциального анализа неисправностей, атак по побочным каналам и т. д.)

3. Простая реализация как в программном, так и в аппаратном обеспечении, использование преобразований раундовых функций шифра (эффективность реализации).

4. Хорошая гибкость ключей (генерация всех ключей занимает меньше времени, чем одно шифрование).

5. Возможность генерации ключей в прямом и обратном порядке (для простоты и эффективности внедрения смарт-карт).

6. Отсутствие слабых ключей, которые могут ухудшить криптографические свойства шифра (выполнение этого требования зависит от конструкции всего блочного шифра).

Схема ключей, которая удовлетворяет всем этим требованиям, обеспечивает высокий уровень криптографической защиты и может быть реализована в новых эффективных симметричных блочных шифрах. [1]

При проектировании шифров первостепенным является вопрос обеспечения их стойкости. Этот проблема одновременно является и наиболее сложной. Оценка стойкости является одним из наиболее длительных, трудоемких и разноплановых этапов. При этом важным является творческий подход, поскольку в настоящее время нет законченной теории блочных шифров, которая бы позволила выработать полноценную методику оценивания стойкости. Однако уже предложены некоторые общие требования к качеству шифрующих преобразований. Если шифр удовлетворяет таким требованиям, то говорят о доказуемой стойкости (к известным методам криптоанализа) или о достижении гарантированных свойств шифрующих преобразований [3].

Существует специальная классификация [5] блочных шифров по типу используемой процедуры генерации расширенного ключа (табл. 1), в соответствии с которой каждому алгоритму может быть присвоен двузначный индекс. При этом первый символ имеет всего два значения (1 или 2), а второй — три (A, B, C). К первой группе относятся блочные шифры, для которых знание раундового ключа позволяет определить все или некоторые биты основного ключа или остальных раундовых ключей. К этой группе относятся все шифры, в которых используется так называемое расписание ключей, когда каждый раундовый ключ является подмножеством битов основного ключа. Ко второй группе относятся блочные шифры, для которых главным критерием является зависимость битов раундовых ключей от всех или не всех битов основного ключа. К этой группе относится большинство современных блочных шифров, участвовавших в алгоритме AES.

Таблица-1. Классификация процедур генерации расширенного ключа [5]

Индекс	Характеристика	Алгоритмы
1A	Знание раундового ключа позволяет однозначно восстановить основной ключ и остальные раундовые ключи	SPECTR-128,NDC
1B	Знание раундового ключа позволяет восстановить некоторые биты основного ключа и/или остальных раундовых ключей	DES, ГОСТ, SPECTR-H64, Magenta
1C	Знание раундового ключа позволяет восстановить некоторые биты основного ключа и/или остальных раундовых ключей после выполнения некоторых сравнительно простых арифметических операций	Rijndael (AES), Crypton, DEAL, IDEA
2A	Не все биты основного ключа используются для формирования раундового ключа, и знание раундового ключа не позволяет восстановить основной или расширенный ключ	DFC, CAST-128
2B	Все биты основного ключа используются для формирования каждого раундового ключа, но знание раундового ключа не позволяет восстановить основной или расширенный ключ	Blowfish, LOK1-97, Serpent, CAST-256, Twofish, RC6,E2, Mars, Frog, HPC
2C	Каждый раундовый ключ формируется независимо от остальных раундовых ключей и размерность расширенного ключа совпадает с размерностью основного ключа	DES с независимыми ключами

Существует несколько способов построения расписания ключей [6].

Таблица-2. Достоинства и недостатки способов построения расписания ключей [6]

Способ	Достоинства	Недостатки
Использование пред вычислений позволяет обеспечить сложную зависимость раундовых ключей от секретного ключа. При этом расширенный ключ представляет собой псевдослучайную последовательность.	Обеспечивается сложная зависимость раундовых ключей от секретного ключа	Недостатком этого подхода является снижение скорости шифрования Требует дополнительных аппаратных ресурсов
<i>Непосредственное использование секретного ключа</i> заключается в использовании частей (размером 32 или 64 бита) секретного ключа в качестве раундовых ключей.	Обеспечивается сохранение высокой скорости шифрования в режиме частой смены ключей.	Раундовые ключи являются явно зависимыми. Наличие большого числа слабых ключей
<i>Формирование раундовых подключей в процессе шифрования блока данных.</i> В этом подходе при аппаратной реализации в качестве первого раундового ключа используется часть секретного ключа, а при выполнении первого раунда шифрования осуществляется формирование второго раундового подключа. При выполнении второго раунда шифрования вычисляется третий раундовый ключ и т. д.	Обеспечивается высокая производительность криптосистемы при частой смене ключей	Требует дополнительных аппаратных ресурсов
<i>Преобразование подключей в зависимости от преобразуемых данных.</i> Части секретного ключа используются непосредственно, но перед их наложением на подблоки данных они преобразуются с помощью операций, зависящих от текущего значения одного из подблоков данных.	Позволяет существенно упростить аппаратную реализацию. Обеспечивается высокая производительность криптосистемы при частой смене ключей	Проблема устранения слабых ключей

Рассмотрим алгоритмы использующие генерацию раундовых ключей из таблицы – 1, классификация процедур генерации расширенного ключа.

Безопасность криптосистемы зависит от архитектуры алгоритма. В данной статье анализируются криптосистемы по основам генерации ключей, числу раундов используемых для процесса шифрования и дешифрования [7], такие как Blowfish, IDEA, AES, RC6, Des и 3Des.

Алгоритм считается лучшим, если он обеспечивает высокий уровень безопасности. В статье, также анализируются уровни безопасности криптографических алгоритмов и обсуждаются ограничения выбранных криптографических алгоритмов.

BLOWFISH

Blowfish - это алгоритм блочного шифрования, основанный на функции Фейстеля, который использует 64-битный блок и размер ключа колеблется от 32-448 бит. Blowfish выполняет 16 раундов [9]. Расширение ключа и шифрование данных - две основные функции, выполняемые этим алгоритмом. Коробки замещения не зависят от ключей. Blowfish требует больше времени для обработки из-за разной длины ключа. Процесс генерации подключа, отнимающий много времени, увеличивает сложность атаки методом перебора. Он обеспечивает долгосрочную защиту данных без какой-либо известной уязвимости в бэкадоре. Надежность Blowfish нарушена из-за использования большого количества слабых ключей. Первые 4 раунда процесса подвергаются дифференциальным атакам 2-го порядка.[7]

В конечном счете, для алгоритма шифрования Blowfish требуется 32-разрядный микропроцессор со средним значением одного байта на каждые двадцать шесть часов. Blowfish состоит из шестнадцати раундов. Каждый раунд имеет процесс XOR и задачу. Также, раунд содержит расширение ключа и кодирование базы данных. На рисунке 2 показано, как работает алгоритм Blowfish.[8]

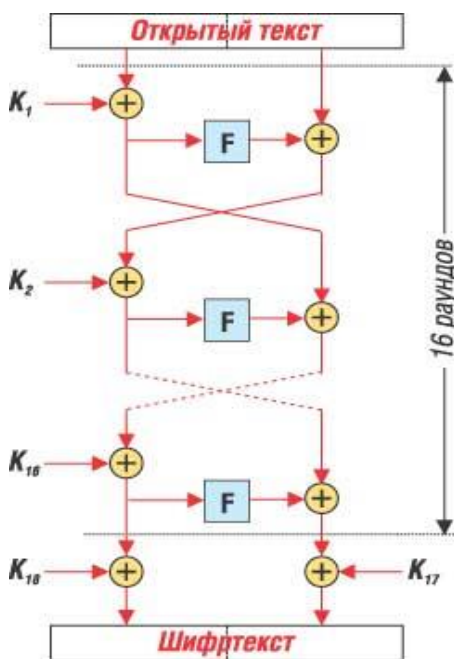


Рис. 2. Работа алгоритма Blowfish

IDEA

IDEA - это алгоритм блока симметричных ключей, основанный на структуре замещения и перестановки, который выполняет 8,5 раундов процесса, где каждый раунд выполняет XOR, сложение и умножение. Он основан на предлагаемом алгоритме шифрования и использует 64-битный блок, 128-битный ключ для шифрования [10]. IDEA очень сильна против дифференциального криптоанализа по определенной гипотезе. Устойчивость IDEA против многих атак увеличивается благодаря использованию нескольких групповых операций. Размер ключа 128 делает IDEA намного сильнее. IDEA еще не взломана линейными или алгебраическими атаками, но подвержена возможной атаке столкновений. Первые 3 раунда из 8 раундов процесса подвержены атакам по расписанию и атакам с использованием дифференциальных таймингов. [7]

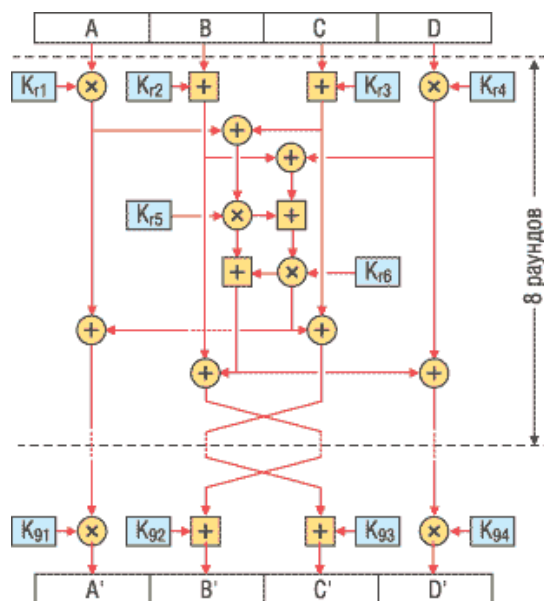


Рис. 3. Работа алгоритма IDEA

AES

AES - это современная стратегия шифрования, предложенная NIST для замены DES еще в 2001 году. AES - это также алгоритм блочного шифрования, основанный на сети Фейстеля, который использует размер блока 128 бит и длину ключа 128, 192 и 256 бит. В зависимости от длины ключа количество раундов, выполняемых для шифрования, варьируется от 10, 12 или 14 раундов. Каждый раунд AES выполняет расширение ключа, генерацию суббайтов, комбинирование столбцов и ключ добавления раунда. AES обеспечивает высокий уровень безопасности, поскольку использует биты ключа переменной длины. Были испробованы различные типы атак для взлома AES, такие как квадратная атака, ключевая атака и дифференциальная атака, но ни один из них не взломал алгоритм AES. Комбинированная атака бумеранга и прямоугольника со связанными ключевыми дифференциалами использует слабость нескольких нелинейных преобразований в алгоритмах расписания ключей и может сломать некоторые сокращенные версии AES. Он может разбить 192-битный AES за 9 раундов, используя 256 различных связанных ключей. [7]

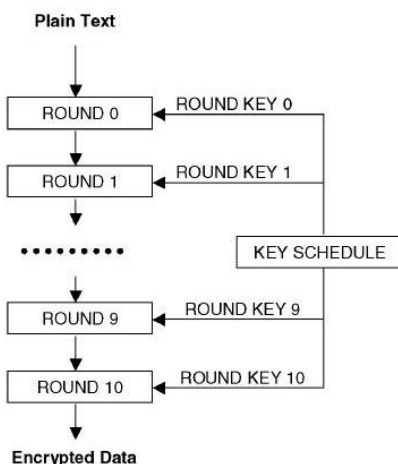


Рис. 4. Работа алгоритма AES

RC6

RC6 был представлен в 1997 году. [8] RC6 основан на структуре Фейстеля, полученной из RC5, который использует 128-битный размер блока и переменный размер ключа 128, 192 или 256 бит с 20 циклами обработки.[7] RC5 и RC6 отличаются количеством используемых регистров (2 и 4 соответственно). Это эволюционное усовершенствование RC5, обладающее высокой устойчивостью к дифференциальным и

криптоаналитическим атакам. Это безопасный, компактный простой блочный шифр, код и данные которого легко помещаются в кэш-память. Это повышает производительность и обеспечивает гибкость. Безопасность в RC6 обеспечивается суммами вращения во время обработки. Атака представляется невозможной, если размер ключа большой и рекомендуемый раунд 20. RC6 уязвим для дифференциальных и грубых атак, если размер ключа невелик. Потребление времени на процесс в RC6 велико. [7]

Кроме того, RC6 стремится удовлетворить требования AES. Доказано, что он лучше алгоритма RC5, так как обеспечивает большую защиту от атак. RC6 использует четыре регистра. Это также требует меньше раундов и дает больше результатов [8].

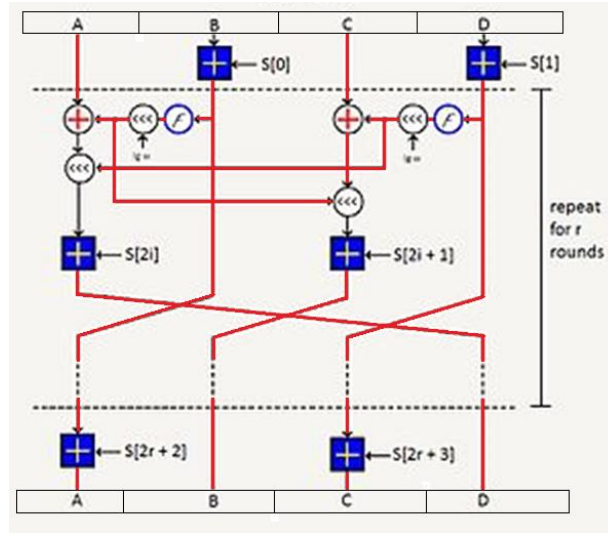


Рис. 5. Работа алгоритма RC6

DES

DES был впервые представлен в IBM Хорстом Фиестелем в 1972 году. Цель алгоритма DES - предложить стратегию для защиты критически важной финансовой базы данных [11]. DES получает данные из 64-битного обычного сообщения и 56-битного ключа и получает 64-битный блок. Обычный текстовый блок должен модулировать биты. 8 одинаковых битов исключаются из ключа, подвергая ключ его перестановке ключей.

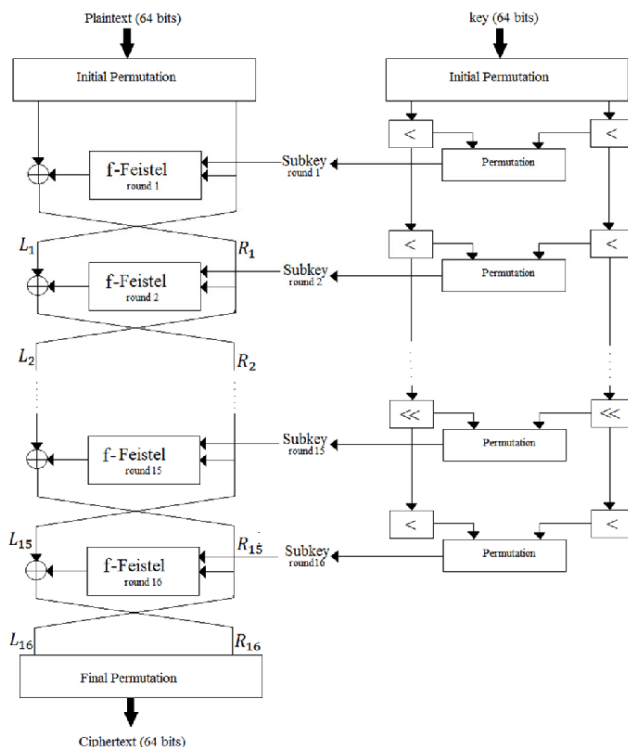


Рис. 6. Работа алгоритма DES

Алгоритм тройного шифрования данных (3DES)

3DES является производным от DES и использует 3 разных ключа по 56 бит (всего 168 бит) [7].

Алгоритм имеет 3 варианта манипуляции:

- Вариант 1: все три ключа независимы. Эта опция является самой сильной с 168 битами независимых ключей.

- Вариант 2: все три ключа идентичны, что является самым слабым вариантом и эквивалентно DES.

- Вариант 3: первая и третья клавиши идентичны. Он выполняет 48 циклов обработки для шифрования данных, применяя DES три раза.

3DES уменьшает проблему безопасности DES благодаря комбинированному размеру ключа в 168 бит (3 раза по 56), что недоступно методам перебора. Никаких серьезных недостатков в 3DES не обнаружено, хотя это всегда считалось подозрительным из-за DES. Многие интернет-протоколы используют эту криптосистему. 3DES уязвим к некоторой вариации атак типа «посередине». Он также подвергается дифференциальным атакам и атакам по связанным ключам. [7]

Анализ криптографических алгоритмов BLOWFISH, IDEA, AES, RC6 и DES на основе различных параметров [12],[13]. Таблица 3 иллюстрирует сравнительное исследование выбранных алгоритмов.

Таблица 3.

Алгоритм	Структура	Гибкость и модификация	Количество раундов	Известные атаки
BLOWFISH	сеть Фейстеля	ДА, длина ключа 64-448 с умножением на 32	16	Словарная атака
IDEA	Замещение-Перестановка	НЕТ	8,5	Дифференциальная атака, Атака на связанных ключах
AES	Замещение-Перестановка	ДА, длина ключа 256 кратно 64	10, 12 или 14	Атака по постороннему каналу
RC6	сеть Фейстеля	ДА, длина ключа 128-2048, кратная 32	20	Атака грубой силы, аналитическая атака
DES	сеть Фейстеля	НЕТ	16	Атака грубой силы
3DES	сеть Фейстеля	ДА, расширен от 56 до 168 бит	48	Атака грубой силы, атака на основе подобранного открытого текста,

Безопасность в криптографии основана на том, насколько защищен алгоритм от различных атак. Производительность этих криптографических алгоритмов зависит от структуры, длины ключа, размера блока, количества использованных раундов и времени криптографии. В конечном счете, это те факторы, которые влияют на безопасность конкретного алгоритма. Размер блока играет жизненно важную роль в шифровании и дешифровании, которое является основной единицей данных.

Большой размер блока обеспечивает более высокую безопасность, когда другие факторы считались равными в некоторых алгоритмах. AES использует размер блока 128 битов, что в два раза больше, чем все другие симметричные алгоритмы в обсуждении. Другая критическая оценка - количество раундов, используемых для процесса шифрования / дешифрования (см. Рисунок 7).

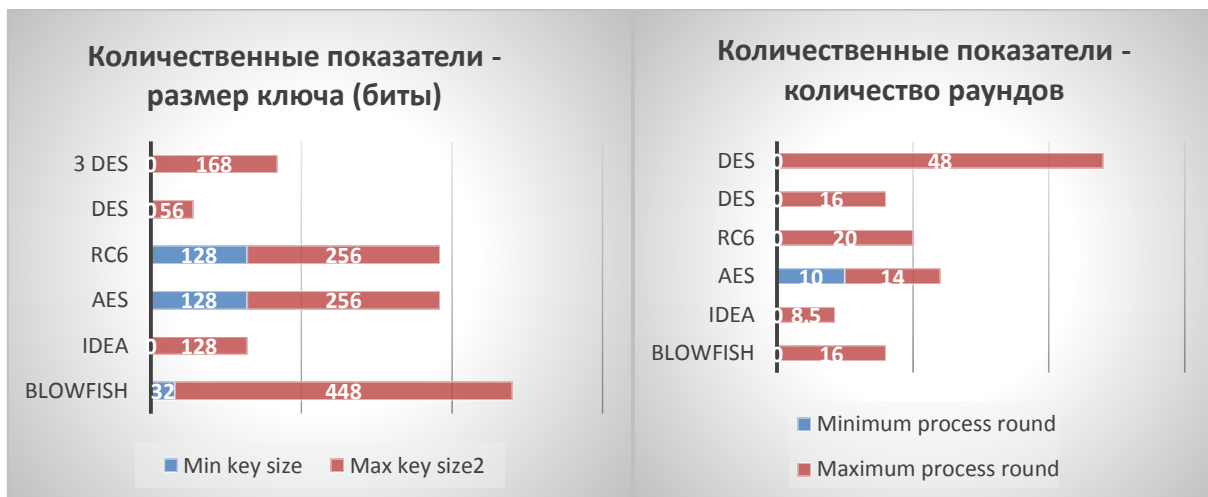


Рис. 7. Количественные показатели

Увеличение количества раундов обработки усиливает безопасность, так как один раунд Фейстеля обеспечивает недостаточную безопасность. DES и BLOWFISH имеет 16 раундов процесса. AES имеет различное количество раундов в зависимости от размера ключа. RC6 является лучшим кандидатом, у которого есть 20 раундов процесса в отношении этого критерия. Основной проблемой алгоритмов симметричного ключа является атака методом "грубой силы", когда все возможные ключи пробуются до тех пор, пока не будет найден точный ключ для расшифровки сообщения. Большая длина клавиш снижает вероятность атак, так как количество комбинаций клавиш увеличивается (см. Рисунок 7).

DES имеет слабый ключ 56 бит. IDEA используют 128-битный ключ, который считается средней устойчивостью ключа. RC6 и AES имеют переменные длины ключей 128, 192 и 256, которые обеспечивают большее количество комбинаций ключей. BLOWFISH использует 448-битные ключи, которые считаются самыми длинными и сильными в отношении атак методом перебора.

Безопасность криптосистемы определяется защищенной схемой шифрования для защиты от атак методом перебора и дифференциальной атаки с использованием открытого текста и шифротекста. Хотя IDEA, DES работают быстрее, они менее защищены из-за слабых ключей.

Анализ показывает в случае симметричных алгоритмов RC6, Blowfish и AES, что они считаются безопасными и эффективными, основанными на высоком уровне безопасности и меньших ограничениях. Расширение и гибкость RC6, Blowfish и AES высоки по сравнению с другим симметричным алгоритмом. Сравнение симметричного и асимметричного ключей показывает, что RSA более безопасен, чем любой симметричный криптографический алгоритм.

Заключение. В этой статье рассмотрены аналитическое исследование алгоритмов генерации раундовых ключей симметричного шифрования, таких как BLOWFISH, IDEA, AES, RC6, DES и 3DES. Анализ основан на архитектуре алгоритмов, аспектах безопасности и ограничениях, которые они имеют. Формирование раундовых подключей в процессе шифрования блока данных обеспечивает высокую производительность криптосистемы при частой смене ключей, но недостатком является то, что требует дополнительных аппаратных ресурсов. Знание раундового ключа позволяет восстановить некоторые биты основного ключа, но не позволяет восстановить основной или расширенный ключ.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Олейников, В.И. Руженцев (2016), Новый Подход К Построению Схем Разворачивания Ключей Для Симметричных Блочных Шифров, стр 156-162
- [2] Courtois N.T., Pieprzyk J. (2002), Cryptanalysis Of Block Ciphers With Overdefined Systems Of Equations. Proceedings Of Asiacrypt'02, Lncs. Springer-Verlag
- [3] Петрищев Игорь Олегович, Шубович Валерий Геннадьевич (2017), Некоторые Критерии Оценки Качества Алгоритмов Шифрования, №59-2
- [4] Шубович В.Г., Аленова А.Н., Капитанчук В.В. (2014), Оценка Криптографической Стойкости Матричного Кодирования, С. 151-154.
- [5] Е.Н. Асташкина, И.В. Лысенко (2010) Подход К Формированию Расписания Ключей Для Блочного Симметричного Криптоалгоритма Гост 28147-89, 6 (87), стр 30-34
- [6] И.В. Лысенко, М.А. Гвоздинский (2018), Подход К Формированию Расписания Ключей Для Блочного Симметричного Криптоалгоритма Гост 28147-89, стр 163-164
- [7] Omar G. Abood, Shawkat K. Guirguis (2018), A Survey on Cryptography Algorithms, Issue 7, p 495-515
- [8] Zoran Hercigonja (2016), *Comparative Analysis of Cryptographic Algorithms*, Volume 1 | Number 2, p 127-134
- [9] Agrawal, M. And Mishra, P. (2012). A Comparative Survey On Symmetric Key Encryption Techniques. International Journal On Computer Science And Engineering, Vol. 4, No. 5, P. 877.
- [10] Nadeem, A. And Younus Javed, M. (2005). A Performance Comparison Of Data Encryption
- [11] Sridevi, C.: A Survey On Network Security. Global Journal Of Computer Science And Technology (2018).
- [12] Mandal, A. K., Parakash, C. And Tiwari, A. (2012). Performance Evaluation Of Cryptographic Algorithms: Des And Aes. Electrical, Electronics And Computer Science (Sceecs), 2012 Ieee Students' Conference On. Ieee, 2012.
- [13] Nadeem, A. and Younus Javed, M. (2005). A performance comparison of data encryption algorithms. Information and communication technologies, 2005. ICICT 2005. First international conference on. IEEE.

Жукабаева Т.К., Марденов Е.М.

Әр түрлі шифрлау алгоритмдерінің дөңгелек кілт буындарын талдау.

Түйіндеме. Бұл мақалада кілтті алдын-ала есептеу кестесі негізінде BLOWFISH, IDEA, AES, RC6 және DES, дөңгелек кілттердің 3DES генерациясының алгоритмдері талданады. Криптожүйелер кілттердің генерациясы, шифрлау және шифрлау процесінде қолданылатын айналымдардың саны бойынша талданады. Заманауи блок шифрлінің негізгі кестесіне қойылатын талаптар ұсынылған. Талдау алгоритмдердің архитектурасына, қауіпсіздік аспектілеріне және олардағы шектеулерге негізделген.

Кілт сөздер: шифрлау, кілттерді құру, криптография, дөңгелек кілттер.

УДК 697.326.2

A. B. Duisen, N. K. Bekalay

(Department of Thermal Physics and Technical Physics, Kazakh National University
named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan. E-mail: ajarduysen@mail.ru)

DESIGNING A HEATING PLANT FOR THE RESIDENTIAL AREA OF ALMATY CITY

Abstract. The article presents calculations for the purpose of carrying out design work on heating plants in Almaty. The heat load on the boiler, the size of the building, the amount of water needed by consumers, the coefficient of heat loss reduction for heating, the temperature of the inlet and return pipes, depending on the outdoor temperature.

Key words: boiler, heat load, temperature, heat supply, consumer.

А. Б. Дүйсен, Н. Қ. Бекалай

(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы)

**АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ ТҰРҒЫН ҮЙЛЕРІНЕ АРНАЛҒАН
ЖЫЛЫТУ ҚАЗАНДЫҒЫН ЖОБАЛАУ**

Түйін. Статя Алматы қаласының тұрғын үйлеріне арналған жылыту қазандығын жобалау жұмыстарын жүргізу мақсатына арналған есептеу жұмыстары қарастырылған. Қазандыққа келетін жылулық жүктеме, ғимарат көлемі, тұтынушыларға қажетті су мөлшері, сыртқы ауа температурасына сәйкес жылытуға кететін жылу шығынын төмендету коэффициенті, жеткізуші және кері құбырлардағы су температурасы мәндері келтірілген.

Түйін сөздер: қазандық, жылулық жүктеме, температура, жылу беру, тұтынушы.

Қазандықтың қажетті қуатын анықтау үшін және сәйкесінше оған қажетті құрылғыны таңдау үшін, қаладағы барлық тұтынушыларға қажетті жалпы сомалық жылулық жүктемені есептеу керек. Жүктеме есебін тек қана жылыту жүйелері үшін ғана жүргізу керек, себебі аталған тұтынушылар желдету және ыстық су жүйелерінің жүктемелеріне ие емес [1].

Жылулық жүктеме есебі келесі формула бойынша бекітілген көрсеткіштер арқылы жүзеге асады (1)

$$Q_{зд} = q_v \cdot V \cdot (t_e - t_n) \tag{1}$$

мұндағы $Q_{зд}$ - ғимараттық жылулық жүктемесі;

q_v - ғимараттың шекті жылулық сипаттамасы, Вт/(м³К);

V – ғимарат көлемі, м³;

t_e – ғимарат ішіндегі температура, °С,

t_n – ғимарат сыртындағы температура, °С.

Ғимарат көлемі сыртқы өлшем арқылы келесі формула бойынша анықталады (2):

$$V = a \cdot b \cdot h, \tag{2}$$

мұндағы a, b, h – ғимараттың геометриялық өлшемдері.

Ақкент көшесі, 16 үй мекен-жайы бойынша ғимаратты есептеу мысалы

$$V = 50 \cdot 15 \cdot 8,7 = 6525 \text{ м}^3$$

$$Q_{зд} = 0,417 \cdot 6512 \cdot [20 - (-34)] = 0,147 \text{ МВт}$$

Әрбір тұтынушының жылулық желісіне байланысқан қажетті су шығыны келесі формуламен анықталады (3)

$$G = \frac{Q_{зд}}{c \cdot (t_e - t_x)} \tag{3}$$

мұндағы c – судың шекті жылусыйымдылығы, Дж/(кг*К);

t_e және t_x – сәйкесінше жылутасымалдағыштың бастапқы және соңғы температуралары, °С.

$c=4200$ Дж/(кг*К);

$t_r=95^{\circ}\text{C}$;
 $t_x=70^{\circ}\text{C}$.

Сыртқы ауа температурасына қатысты желілік су температураларының мәні жылудық жүктемелерді басқару және жылу желісінің температуралық графигі тәсілдерімен анықталады [2].

Жылу жүйесінің жеткізу желісіндегі судың температурасы $t_n=95^{\circ}\text{C}$.

Жылу жүйесінің жеткізу желісіндегі судың температурасы $t_n=95^{\circ}\text{C}$.

Жылу жүйесінің кері желісіндегі судың температурасы $t_0=70^{\circ}\text{C}$.

Жылытылатын ғимарат ішіндегі ауа температурасы $t_b=20^{\circ}\text{C}$.

Сыртқы ауа температурасы $t_n=(+8...-34)^{\circ}\text{C}$.

Неғұрлым суық бескүндік температурасы $t_{но}=-34^{\circ}\text{C}$.

Сыртқы ауа температурасына қатысты жылытуға кететін жылу шығынын төмендету коэффициенті келесі формуламен анықталады (4):

$$k = \frac{t_g - t_n}{t_g - t_{но}} \quad (4)$$

Жеткізуші және кері құбырлардағы судың температурасы келесі формулалармен (5), (6) анықталады:

$$t_{nm} = t_g + 0,5 \cdot (t_n - t_0) \cdot k + 0,5 \cdot (t_n + t_0 - 2 \cdot t_g) \cdot k^{\frac{1}{1+n}} \quad (5)$$

$$t_{om} = t_g - 0,5 \cdot (t_n - t_0) \cdot k + 0,5 \cdot (t_n + t_0 - 2 \cdot t_g) \cdot k^{\frac{1}{1+n}} \quad (6)$$

мұндағы n – жылу берудің бейсызықтық коэффициенті, шойын радиаторлар үшін $n=0,15...0,30$. Біздің жағдайымызда $n=0,3$ деп қабылданды.

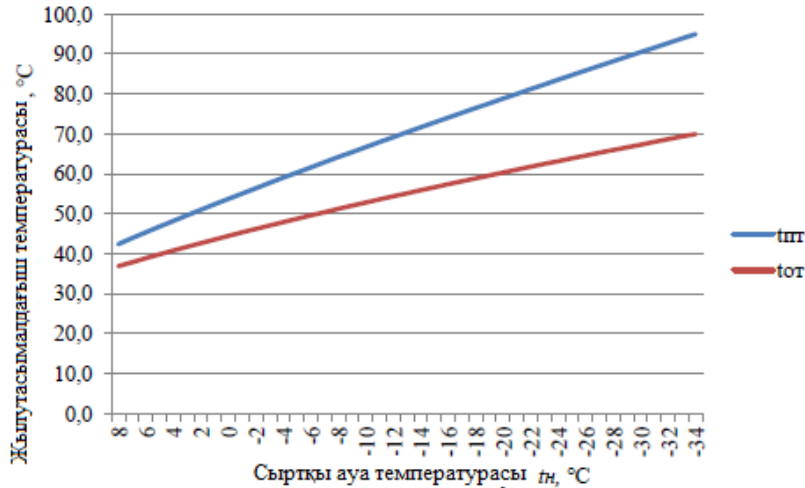
Шекті жылу ағынын және сыртқы ауа температурасына байланысты жеткізуші және кері құбырлардағы судың температурасын есептеу нәтижелері 1-ші кестеде көрсетілген.

Кесте 1. Температуралық график тұрғызуға қажетті параметрлердің мәндері

Сыртқы ауа температурасы $t_n, ^{\circ}\text{C}$	Сыртқы ауа температурасына қатысты жылу шығынын төмендету коэффициенті k	Жеткізу құбырындағы судың есептік температурасы $t_{nm}, ^{\circ}\text{C}$	Кері құбырдағы судың есептік температурасы $t_{om}, ^{\circ}\text{C}$
1	2	3	4
+8	0,222	42,4	36,9
+6	0,259	45,4	38,9
+4	0,296	48,2	40,8
+2	0,333	51,0	42,7
0	0,370	53,7	44,5
-2	0,407	56,4	46,2
-4	0,444	59,0	47,9
-6	0,481	61,6	49,6
-8	0,219	64,2	51,2
-10	0,556	66,7	52,8
-12	0,593	69,2	54,4
1	2	3	4
-14	0,630	71,7	55,9
-16	0,667	74,1	57,4
-18	0,704	76,5	58,9
-20	0,741	78,9	60,4
-22	0,778	81,2	61,8
-24	0,815	83,6	63,2
-26	0,852	85,9	64,6

-28	0,889	88,2	66,0
-30	0,926	90,5	67,3
-32	0,963	92,7	68,7
-34	1,000	95,0	70,0

Алынған график 1-ші суретте бейнеленген.



1-сурет. Температуралық график

Тұтынушыларда ыстық су жүктемесі болмағандықтан, температуралық графиктің «кесіндісін» жасау қажет емес.

Қазандық бөлмесінің сызбасы арнайы шартты белгілермен белгіленген және жылу тасымалдағыштарды транспорттауға арналған жылу құбырлар желілері арқылы өзара байланысқан негізгі және қосалқы құрылғылардан тұрады. Жылулық сызбаларды есептеу өте қажет, біріншіден, сыртқы тұтынушылар немесе жеке қажеттіліктерге арналған жалпы жылулық жүктемелерді анықтау үшін, ал екіншіден, барлық жылулық және массалық ағындарды анықтау үшін қажет, ол арқылы қосалқы құрылғы таңдалады және де құбырлардың диаметрлері анықталады.

Есепке қажетті бастапқы деректер:

Жеткізуші жүйе желісіндегі жылу тасымалдағыш температурасы $t_1=95^{\circ}\text{C}$;

Кері жүйе желісіндегі жылу тасымалдағыш температурасы $t_2=70^{\circ}\text{C}$;

Пеш контурының жеткізуші желісіндегі жылу тасымалдағыш температурасы $t_{k1}=110^{\circ}\text{C}$;

Пеш контурының кері желісіндегі жылу тасымалдағыш температурасы $t_{k2}=80^{\circ}\text{C}$;

Бөлме ішіндегі ауа температурасы $t_b=15^{\circ}\text{C}$;

Неғұрлым суық бескүндіктің орташа температурасы $t_{но}=-34^{\circ}\text{C}$;

Сыртқы ауаның есептік температурасы $t_n=-34^{\circ}\text{C}$;

Жылу бері жүйесінің жылытуға кететін және қалалар мен тұрғылықты аудандарды ыстық сумен қамтамасыздандыруға жұмсалатын сомалық жылу шығынындағы судың шекті көлемі $V_{уд}=19,5$ ($\text{м}^3\text{сағ}$)/ГКал;

Жылу берудің жабық жүйесіндегі және тұтынушылар жүйесіндегі шығын коэффициенті $k_{мс}=1,5\%$.

Пеш контурындағы судың жылу сыйымдылығы ($\bar{t}_1 = 95^{\circ}\text{C}$ кезінде) $c_{p1}=4,210\text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$;

Жылулық желілердегі қоршаған ортаға шығатын жылу шығынының мөлшері тұтынушы жүктемесінің 35%-ын құрайды;

Қазандықтың жеке қажеттіліктеріне жұмсалған жылу мөлшері тұтынушы жүктемесінің 5%-ын құрайды.

Есептер [3, 4, 5, 6] негізінде жасалды және ол тек максималды қысқы режим үшін ғана, себебі тұтынушыларда жылулық жүктемелер мен жылыту жүйелеріне сұраныс бар, ал ыстық су жүктемелеріне олар ие емес.

Ең алдымен, (4) формула бойынша сыртқы ауа температурасына қатысты жылытуға кететін жылу шығынын төмендету коэффициенті анықталады:

$$k = \frac{15 - (-34)}{15 - (-34)} = 1$$

Табылған коэффициент көмегімен (7) формула бойынша максималды қысқы режим үшін жылытуға жұмсалатын жылу шығынын анықтауға болады:

$$Q_{o.p} = k \cdot \Sigma Q_{зд} \quad (7)$$

$$Q_{o.p} = 1 \cdot 1620 = 1620 \text{ кВт}$$

Сонда қоршаған ортаға жылулық жүйелерден шығатын шығындарды есепке ала отырып, тұтынушылардың жүктемесі (8) формуламен анықталады:

$$Q_o = 1,35 \cdot Q_{o.p} \quad (8)$$

$$Q_o = 1,35 \cdot 1620 = 2187 \text{ кВт}$$

(9) формула бойынша қазандықтың жеке қажеттіліктеріне жұмсалатын жылу шығыны анықталады:

$$Q_{c.n} = 0,05 \cdot Q_{o.p} \quad (9)$$

$$Q_{c.n} = 0,05 \cdot 1620 = 81 \text{ кВт}$$

Осылайша, қазандыққа кететін жалпы жүктемес (10) формула бойынша анықталады және келесі мәнді құрайды:

$$Q = Q_o + Q_{c.n} \quad (10)$$

$$Q = 2187 + 81 = 2268 \text{ кВт} \approx 2,3 \text{ МВт}$$

Кейін жылутасымалдағышқа қажетті шығындар анықталады.

(11) формула бойынша бастапқы контурдағы жылутасымалдағыштың шығыны анықталады:

$$G_{n.k} = \frac{Q}{c_{p1} \cdot (t_{k1} - t_{k2})} \quad (11)$$

$$G_{n.k} = \frac{2,3 \cdot 10^3}{4,21 \cdot (110 - 80)} = 18 \text{ кг} / \text{с}$$

Қосалқы контурдағы жылутасымалдағыштың шығыны (12) формуламен анықталады:

$$G_{с.к} = \frac{Q}{c_{p2} \cdot (t_1 - t_2)} \quad (12)$$

$$G_{с.к} = \frac{2,3 \cdot 10^3}{4,1985 \cdot (95 - 70)} = 21,6 \text{ кг} / \text{с}$$

Қазандықтың жеке қажеттіліктеріне жұмсалатын судың шығыны (13) формуламен анықталады:

$$G_{сн} = \frac{Q_{сн}}{c_{p2} \cdot (t_1 - t_2)} \quad (13)$$

$$G_{сн} = \frac{81}{4,1985 \cdot (95 - 70)} = 0,772 \text{ кг} / \text{с}$$

Жеткізуші жүйелік желідегі судың мөлшері (14) формуламен анықталады:

$$G_{с.нод} = \frac{Q_0}{c_{p2} \cdot (t_1 - t_2)} \quad (14)$$

$$G_{с.нод} = \frac{2187}{4,1985 \cdot (95 - 70)} = 20,84 \text{ кг} / \text{с}$$

Жылулық желілердегі жылу шығындарын толтыруға қажетті судың мөлшері (15) формуламен анықталады:

$$G_{с.ым} = 0,01 \cdot k_{mc} \cdot G_{с.нод} \quad (15)$$

$$G_{с.ым} = 0,01 \cdot 1,5 \cdot 20,84 = 0,313 \text{ кг} / \text{с}$$

Кері жүйелік желілердегі судың шығыны (16) формуламен анықталады және келесі мәнге ие:

$$G_{с.об} = G_{с.нод} - G_{с.ым} \quad (16)$$

$$G_{с.об} = 20,84 - 0,313 = 20,52 \text{ кг} / \text{с}$$

(17) формула арқылы пеш контурындағы барлық шығындыларды толтыруға қажетті судың мөлшерін табуға болады:

$$G_{к.ым} = \left(\frac{0,5}{100} \right) \cdot Q \cdot V_{y0} \quad (17)$$

$$G_{к.ым} = \left(\frac{0,5}{100} \right) \cdot 2,3 \cdot 19,5 = 0,221 \text{ кг} / \text{с}$$

Сонда пеш контурының кері жүйесінің су шығыны (18) формуламен анықталады:

$$G_{к.об} = G_{н.к} - G_{к.ым} \quad (18)$$

$$G_{к.об} = 18 - 0,221 = 17,74 \text{ кг} / \text{с}$$

Қазандық аппаратының беттерінде бу газдарынан болатын ылғалдың конденсациясын болдыртпау үшін және сол арқылы түрлі коррозияларды болдыртпау үшін, қазандыққа кірер жердегі судың температурасы 70°C-тан төмен болмауы керек. Бұл шартты орындау үшін, беруші қазандық желісінен суытылған су кері қарай араластырылады.

Қыздырушы жылутасымалдағыштың рециркуляция желісіндегі судың шығыны (19) формула бойынша анықталады:

$$G_{\text{пр}} = \frac{G_{\text{н.к}} \cdot (t_{\text{к2}} - t_{\text{к.об}})}{t_{\text{к1}} - t_{\text{к.об}}} \quad (19)$$

мұндағы $t_{\text{к.об}}$ – қанықтырушы сумен араласқаннан кейінгі қазандыққа кірер кездегі судың температурасы, °С.

Бұл температура (20) формула бойынша анықталады:

$$t_{\text{к.об}} = \frac{G_{\text{к.ум}} \cdot t_{\text{хво}} + G_{\text{к.об}} \cdot t_{\text{к2}}}{G_{\text{н.к}}} \quad (20)$$

мұндағы $t_{\text{хво}}$ – химиялық су тазартуынан кейінгі судың температурасы, $t_{\text{хво}} = 5^\circ\text{C}$.

$$t_{\text{к.об}} = \frac{0,221 \cdot 5 + 17,736 \cdot 80}{17,957} = 79,08^\circ\text{C}$$

$$G_{\text{пр}} = \frac{17,958 \cdot (80 - 79,08)}{110 - 79,08} = 0,536 \text{ кг/с}$$

Сыртқы ауа температурасына байланысты тұтынушыларға жылу берудің температуралық графигін сақтау үшін қазандықта тұтынушыларға берілетін жылу тасымалдағыштың температурасын сапалық-сандық реттеу жүзеге асырылады. Ол желілік контурдың кері құбырынан суыған суды ауыстырып қосу желісі бойынша беретін желілік құбырға өлшеу жолымен жүзеге асырылады. Сыртқы ауа температурасының өзгеруіне байланысты араласатын жылу тасымалдағыштың шығыны өзгереді. Бұл шығындарды (21) формула бойынша есептеуге болады:

$$G_{\text{нм}} = \frac{G_{\text{в.к}} \cdot (t_1 - t_{\text{н.т}})}{t_1 - t_{\text{об.т}}} \quad (21)$$

мұндағы $t_{\text{н.т}}$ мен $t_{\text{об.т}}$ сыртқы ауа температурасы кезіндегі температуралық графикке сәйкес беруші және кері желілік құбырдағы температуралар, °С;

$$G_{\text{нм}(-34)} = \frac{21,608 \cdot (95 - 95)}{95 - 75} = 0 \text{ кг/с}$$

$$G_{\text{нм}(+8)} = \frac{21,608 \cdot (95 - 42,4)}{95 - 37,9} = 19,908 \text{ кг/с}$$

Барлық ағуларды толтыруға арналған қоректендіретін судың жалпы шығыны (22) формула бойынша есептеледі:

$$G_{\text{ум}} = G_{\text{к.ум}} + G_{\text{с.ум}} \quad (22)$$

$$G_{\text{ум}} = 0,221 + 0,313 = 0,534 \text{ кг/с}$$

(23) формула бойынша қажетті жүктемені қамтамасыз ету үшін қазандыққа орнатылатын пештердің талап етілетін санын анықтауға болады (бүтіндігіне дейін дөңгелектеп):

$$N_k = \frac{Q}{Q_{\text{ном}}} \quad (23)$$

мұндағы $Q_{\text{ном}}$ – бір пештің номиналды өнімділігі, МВт; $Q_{\text{ном}} = 2,5 \text{ МВт}$.

$$N_k = \frac{2,3}{2,5} = 0,907 \approx 1 \text{ дана}$$

Бұл жағдайда қазандық арқылы өтетін су мөлшері бастапқы контурдағы шығынға тең болады.

СП 89.13330.2012 "Қазандық қондырғыларына" сәйкес қазандықтарда кемінде екі қазандық агрегатын орнатуды қарастыру қажет. Осылайша, қарастырылып отырған қазандықта әрқайсысы 2,5 МВт қуаты бар екі пеш орнатылуы қажет: біреуі жұмыс жасап тұрса, екіншісі консервацияланады. Бұл қажет, өйткені одан әрі тұтынушылардың қосымша саны көбеюі мүмкін. Сонымен қатар, бір қазандық істен шыққан кезде, екіншісі тұтынушыларды жылу энергиясының талап етілетін санымен қамтамасыз етуі тиіс.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Бузников, Е.Ф. Производственные и отопительные котельные / – Е.Ф. Бузников, К.Ф. Роддатис, Э.Я. Берзиньш – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 248 б.
- [2] Ненишев, А.С. Расчет тепловой схемы и отдельных элементов производственной котельной: учебное пособие. / А.С. Ненишев, В.В. Максимов. Омск: СибАДИ, 2010. □ 100 б.
- [3] Клименко, А.В. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях / О. Л. Данилов, А. Б. Гаряев, И. В. Яковлев. – М.: Изд-во МЭИ, 2010. – 424 б.
- [4] СТО 02494733 5.4-02-2006 Расчет тепловых схем котельных / ФГУП «Сан-техНИИпроект». – М.: ФГУП «СантехНИИпроект», 2006. – 63 б.
- [5] Бахронова, Т.С. Расчет тепловой схемы котельной с водогрейными котлами для открытой системы теплоснабжения: методические указания / Т.С. Бахронова, С.В. Елфимов. – Самара: СамГТУ, 2014. – 25 б.
- [6] Махов Л.М. Отопление. – М.: Издательство МЭИ, 2014. – 162 б.
- [7] Палей Е.Л. Нормативные требования и практические рекомендации при проектировании котельных. – Санкт-Петербург – Питер, 2014. – 87 б.

Дүйсен А.Б., Бекалай Н.К.

Проектирование отопительной котельной для жилого района города Алматы

Резюме. В статье приведены расчеты с целью проведения проектных работ по отоплению котельных в г. Алматы. Тепловая нагрузка на котел, размеры здания, количество воды, необходимое потребителям, коэффициент снижения потерь тепла на отопление, температура приточных и обратных труб в зависимости от температуры наружного воздуха.

Ключевые слова: котел, тепловая нагрузка, температура, теплоснабжение, потребитель.

УДК 001

M.B. Sarzhan B.Y. Amirgaliyev

(Doctoral candidate of mathematical and mechanical faculty at Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, E-mail: magzhanmekebai@gmail.com)

LANDSCAPES` 3D MODELING AS A MODERN APPROACH FOR BUILDING PLANNING

Abstract. Within the last two thousand years earthquakes are considered to be inducers of more than 8 million deaths worldwide, causing a huge amount economic loss as well. The virtual 3D web application is very useful tool to predict and assess the risks and losses of different intensity earthquakes, which was made utilizing Python scripting language. For this reason, yielded aerospace data is essential for better preparedness and building planning activities in mountainous regions.

Key words: 3D modeling, scripting languages, building planning, natural disasters, earthquakes.

INTRODUCTION

Catastrophic events are viewed as one of the issues which rates today are in elevating mode. Some of them occur in a unexpected manner and impact tremendous zones. Thus, for calamities as tidal waves, tornados and seismic activities, it is inconvenient to make preventive plans. Then, floods and torrential slides will in general be mapped more easily, and people who will conceivably be affected can be foreseen being developed since the helpless areas in which these events happen are generally known [1].

There is a worldwide tendency in increased number of highly populated regions in aforementioned vulnerable areas because of worldwide growing number of people, leading to the simultaneous growth of

urbanized and industrialized regions. There is a parallel construction process, which, sometimes, leaves gaps in standardization of buildings processes [2]. Population in those areas is highly vulnerable and security level of seismic regions depends on the preparedness of the local headquarters and other stakeholders' proficiency and speed of actions in such emergency conditions. Within the last two thousand years earthquakes are considered to be inducers of more than 8 million deaths worldwide. Many examples demonstrate terrifying repercussion of life losses due to serious earthquakes. In 1556 there have been died more than 800,000 people in China, while in 1923 more than 140,000 Japanese population were died because of this natural disaster. Thus, being a reason of primary and secondary disaster earthquakes are one of the leading causes of huge human and economic losses [3]. Variables expanding vulnerability include complexity of urban constructions, specialized and social interdependencies of infrastructure frameworks.

Approximately 80% of seismic tremors related to human losses are brought about by the breakdown of structures or structures built in improper way [4]. It is debilitating to take note of those immense divisions of the total populace still stay in inadequately developed and non-built habitations which have high weakness to separate in the midst of seismic regions. Moreover, with growing urbanization half of total populace directly lives in urban territories [5], and half of these urban focuses are found in seismic tremor inclined regions [6]. The dejected execution of most structure stocks in the midst of seismic breakdown remains a basic societal concern. Notwithstanding, this pitiful history and more somber future examples, there are no extensive overall structures inventories of adequate quality and degree to enough address and portray future seismic tremor adversities. Such a stock is basic both for seismic tremor hardship balance and for its afterwards response purposes.

The underlying hours after a disaster happens are particularly tumultuous and inconvenient, however maybe the premier fundamental for viably tending to the results of sparing human lives and diminishing damages in private and open properties. In this period, the best possible estimation of the present situation is very noteworthy. Additionally to the hazy situation, various unmistakable on-screen characters from differing sections (fire unit, police, paramedics, regions, and so forth.) with clashing essentials are incorporated into directing the condition. Since several of the errands they must be perform are or possibly unmistakable than their step by step work plans, an extraordinary investment and coordinated effort between various gatherings is of essentialness. There is a complex of obstructions should have been taken in thought, for example, absence of viable correspondence among those divisions, the nonattendance of one normal programming and stage to give quick and succinct data trade between service stuff, just as ineffectual examination and low quality outcomes appraisal with dubious perception, which lead to the challenges taking post-quake wellbeing measures [7].

As an answer of these issues, researchers and architects began to utilize present day accessible instruments as Geographic Information System (GIS) and Global Navigation Satellite System (GNSS) strategies to make models to anticipate hazard and debacle the board. Be that as it may, there is a need in accessibility of information about land, hydrological and climatic states of specific seismic zone to energize orchestrating, relief and quick response inside the tremor [8].

Remote-detecting methodologies and GIS and GNSS gadgets are routinely used in applications for calamity control in pre-and post-catastrophe conditions. Pre-quake applications are connected with balance and availability activities. Balance insinuates practices that decline the vulnerability of social requests to the effects of a earthquake, while availability implies practices that urge anticipating responding to a seismic tremor when it occurs [9]. Post-quake applications are connected with response and recovery activities. Response is identified with the speedy and transient effects of a seismic tremor, while recovery suggests practices that restore networks to pre-calamity conditions. There have been completed a few tasks to make a 2D prescient model, yet contemporary mechanical advances offer a chance to make a forward advance to fabricate a 3 dimensional prescient model using distinctive accessible aviation information. 3 dimensional maps include the data about fundamental attributes of scenes and topographic items, for example, streets, developments and so forth; the essential depiction of the maps' condition shown by exceptional images, hues and just as sign of trees and different plants; and extra data containing the subjective and quantitative portrayal of represented articles [10].

To build an earthquake's predictive model in our study we chose particular region of Almaty city, which located at the root of Zailiyskii Alatau which is part of the northern Tien-Shan mountains and considered to be one of the largest seismically active areas [11]. We hypothesize that development of 3D predictive geo-model will contribute to better construction planning and in case of occasion of earthquake will contribute to performance of immediate emergency activities. Thus, the aim of the study is development of 3 dimensional geo-model based on available aerospace information and data of technical passports of local constructions.

MATERIALS AND METHODS

In our research project we built up a prescient 3D model for quake outcomes using the information from aviation maps as google maps, yandex maps, google earth and online maps, just as information about primary attributes of nearby structures utilizing specialized travel papers of those developments. Fundamental expectation result is the likelihood of obliteration of principle and neighboring structures relying upon the scene attributes and extent of tremors. Programming the 3 dimensional web application was led by utilizing Backend: Python, Django (python), Django RESTAPI, FronEnd: Angular V6 scripting dialects. As study model we utilized the seismically dynamic district of Almaty city, which situated at the base of Zailiyskii Alatau Mountains. Utilizing these projects containing Python have various favorable circumstances considering high wide expansion of libraries for spatial and fleeting displaying, exact perception and lasting propelled accessibility to include changes of condition, just as free authorizing access [12].

RESULTS AND DISCUSSION

The virtual 3D web application is very useful tool to predict and assess the risks and losses of different intensity earthquakes on Richter scale. The application comprises the specific landscape data by digital images and concise visualization. Below are illustrated main parts of the created modeling.

Modeling of 3D anticipating model for seismic tremor outcomes is viewed as more mind boggling than a customary model structure forms and require exhaustive information the board, on account of need in linkage between existing enormous information and programming components [13]. In any case, in the closest future 3D application will be in the essential significance in numerous spots of the world if there should be an occurrence of tremor breakdown, which will obtain exact perception of any potential results of quakes and will offer responses to the inquiries of the catastrophe size, area of primary crisis streets and passages, the fundamental number of various sorts of crisis staff and the most helpless territories of the neighborhood scenes, comprising of exceptional geographical, topographical and geomorphologic information [14].

History of earthquakes and other types of different dangerous disasters showed that spatial predictive technologies are useful in monitoring, control and analysis of information in urgent decision-making processes. Authors of one particular study in Turkey successfully used it to monitor volcanic activity. Another similar tool was implemented in Taiwan and Japan to predict the landslides movements after seismic collapses. These are good examples of implementation of aerospace data in decision-making processes in highly vulnerable areas to provide disaster management activities [15].

Thus, Python scripting language was considered as perfect device to 3D avalanches qualities and demonstrating impacts of earthquakes. GIS libraries were appropriate to exchange geospatial data to Python programming language and make prescient model [16]. As generally realized ecological prescient devices exist, the greater part of them don't confront all prerequisites to get full picture of occasion: programming dialects, for example, MATLAB don't give transient demonstrating, while Geographical Information Systems make just two-dimensional representation. The few different reasons of utilizing this product incorporates the efficient arrangement of information trade, brief time of information digestion and ideal perception of nearby developments, just as plants' reality. Also, result of the coding information is clear and justifiable for expert of different areas, which make it simple to talk about the prescient information between them. In any case, there are a few constraints such need in institutionalized 3 measurement's global prerequisites and principles for making models of quake breakdown tantamount with other seismic areas of the world to expand universal institutionalizations in 3D mapping [17].

CONCLUSION

The organization measures of before-after catastrophic exercises might be improved even country regions where the hazard evaluation innovations are need to create reasonable crisis measures. These aviation information will be promptly exchanged to the framework and improve the adequacy of interoperations of principle gatherings of crisis exercises [17].

To sum up, designing of prescient 3D model for building planning activities is extremely important regions which are under a high risk of occurrence of different disasters, but the most crucial of them are earthquakes. Foreseeing the impact of earthquakes utilizing astronautic accessible information is fundamental in sharing of seismic locales to avoid human and financial misfortunes by improving readiness and better structures arranging measures. Therefore, this study is a totally suitable modern approach for planning of buildings` contracture in regions with mountains or sinuous landscapes.

REFERENCES

- [1]. Manfré, L. A., Hirata, E., Silva, J. B., Shinohara, E. J., Giannotti, M. A., Larocca, A. P. C., & Quintanilha, J. A. An analysis of geospatial technologies for risk and natural disaster management. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 1(2), 2012, PP - 166-185.
- [2]. Badal, J., Vázquez-Prada, M., & González, Á. Preliminary quantitative assessment of earthquake casualties and damages. *Natural Hazards*, 34(3), 2005, PP - 353-374.
- [3]. Scholten, H., Fruijter, S., Dilo, A., & Van Borkulo, E. Spatial Data Infrastructure for emergency response in Netherlands. Springer, Berlin, Heidelberg. In *Remote sensing and GIS technologies for monitoring and prediction of disasters*, 2008, pp. 179-197.
- [4]. Sørensen, M. B., Spada, M., Babeyko, A., Wiemer, S., & Grünthal, G. Probabilistic tsunami hazard in the Mediterranean Sea. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 117(B1), 2012.
- [5]. Coburn, A., and Spence, R., *Earthquake Protection* (Second ed.): West Sussex, John Wiley, 2002, p. 420.
- [6]. Bilham, R., Urban earthquake fatalities—a safer World or worse to come?: *Seismological Research Letters*, v. 75, 2004, pp. 706-712.
- [7]. Mansourian, A.; Rajabifard, A.; Valadan Zoej, M.J. SDI Conceptual Modeling for Disaster Management. In *Proceedings of the ISPRS Workshop on Service and Application of Spatial Data Infrastructure*, Hangzhou, China, 14–16 October 2005.
- [8]. Bandrova, T., Zlatanova, S., & Konecny, M. Three-dimensional maps for disaster management. In *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume I-2, XXII ISPRS Congress, August-September 2012*, pp. 19-24.
- [9]. Campbell, G. E., Walker, R. T., Abdrakhmatov, K., Jackson, J., Elliott, J. R., Mackenzie, D., ... & Schwenninger, J. L. Great earthquakes in low strain rate continental interiors: an example from SE Kazakhstan. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 120(8), 2015, PP - 5507-5534.
- [10]. Karssenberg, D., de Jong, K., & Van Der Kwast, J. Modelling landscape dynamics with Python. *International Journal of Geographical Information Science*, 21(5), 2007, PP-483-495.
- [11]. Voinov, A. & Cerco, C., Model integration and the role of data. *Environ. Modell. Softw.* 25, 2010, PP-965–969.
- [12]. Jaiswal, K., & Wald, D. J. *Creating a global building inventory for earthquake loss assessment and risk management* (No. 2008-1160). Geological Survey (US), 2008.
- [13]. Hastaoglu, K. O., & Sanli, D. U. Monitoring Koyulhisar landslide using rapid static GPS: a strategy to remove biases from vertical velocities. *Natural hazards*, 58(3), 2011, PP - 1275-1294.
- [14]. Giardino, M., Perotti, L., Lanfranco, M., & Perrone, G. GIS and geomatics for disaster management and emergency relief: a proactive response to natural hazards. *Applied Geomatics*, 4(1), . 2012, PP - 33-46.
- [15]. Brasil Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. INDE: Infraestrutura Nacional de dados; Available online: www.inde.gov.br (accessed on 03 March 2012).
- [16]. Jolma, A., Ames, D. P., Horning, N., Mitsova, H., Neteler, M., Racicot, A., & Sutton, T. Chapter ten free and open source geospatial tools for environmental modelling and management. *Developments in Integrated Environmental Assessment*, 3, 2008, PP-163-180.
- [17]. Argent, R. M., Voinov, A., Maxwell, T., Cuddy, S. M., Rahman, J. M., Seaton, S., ... & Braddock, R. D. Comparing modelling frameworks—a workshop approach. *Environmental Modelling & Software*, 21(7), 2006 – PP. 895-910.

Саржан М.Б., Амиргалиев Б.Е.

Жер бедерін 3Д модельдеу ғимараттарды салуды жоспарлаудың заманауи шешімі

Түйіндеме. Соңғы екі мың жыл ішінде жер сілкіністері дүниежүзіндегі 8 миллионнан астам адамның өлім себепшісі атанып, сонымен қоса экономикалық ресурстарды шығындарға әкеліп соғатын негізгі себепкері болып табылады. Python бағдарламалау тілінде жасалған 3Д модельдеу жобасы интенсивтілігі әр түрлі жер сілкіністерінің қауіптілігі мен шығындарын болжамдау мен бағалауға мүмкіндік береді. Бұл жоба арқасында алынған аэроғарыштық ақпарат аталған табиғи апатқа алдын ала дайындық пен таулы және жер бедері ойпатты аймақтарда ғимараттарды салуды жоспарлауға жол ашады.

Кілтті сөздер: 3Д модельдеу, бағдарламалау тілдері, ғимараттарды салуды жоспарлау, табиғи апаттар, жер сілкінісі.

Саржан М.Б., Амиргалиев Б.Е.

3Д моделирование ландшафтов как современный подход к планированию строительства

Резюме. В течение последних двух тысяч лет землетрясения считаются причиной более 8 миллионов смертей во всем мире. Таким образом, будучи причиной первичных и вторичных бедствий, землетрясения являются одной из основных причин огромных людских и экономических потерь. Виртуальное трехмерное веб-приложение является полезным инструментом для прогнозирования и оценки рисков и потерь от землетрясений различной интенсивности, которые были созданы с использованием языка программирования Python. По этой причине, полученные аэрокосмические данные дают возможность планировать постройки высотных зданий и подготовить соответствующие меры безопасности в горных и извилистых местностях.

Ключевые слова: 3Д моделирование, языки программирования, планирование построек зданий, природные катастрофы, землетрясения.

K. Kozhakhmet, N. Sultanova, A. Botbayeva, M. Kapayeva
(Suleyman Demirel University, Kaskelen, Almaty, Kazakhstan
email: nazerke.sultanova@sdu.edu.kz)

SENTIMENT ANALYSIS OF RUSSIAN TEXTS

Abstract. Natural language processing is considered fundamental for the further development of artificial intelligence. In Kazakhstan, Machine Learning is getting more and more popular and actual because it helps to analyze and classify data better. The goal of this work is to classify Russian texts according to the sentiment, thus, the hypothesis is that the trained model will predict input data correctly and the application for the project implemented will work correctly.

Scientific research was carried out within the framework of the grant project of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (2018-2020).

Key words: machine learning, natural language processing, sentiment analysis.

INTRODUCTION

Among the most interesting and popular methods of this broad scientific field, there is one that stands alone, called sentiment analysis, which means “analysis of the tonality of texts”, in our case the language is Russian. The general definition says that the analysis of the tonality of texts is a class of content analysis methods designed to

automatically detect the emotionally colored vocabulary in the text, as well as the author’s opinions (emotional assessments) about the objects in the text. In Kazakhstan, Machine Learning is getting more and more popular and actual because it helps to analyze and classify data better. Companies get interested in ML specialists. We have provided with data set, which contain scrapped data from news portals. The problem that they always face is analyzing national usage of tonality in social networks, it helps to detect suspected people and for many other reasons. Our aim was to use train data to create a model that will predict the sentiment of testing data or input text.

LITERATURE REVIEW AND THEORETICAL FRAMEWORK

Subjective texts are very useful for many applications, for that reason, sentiment analysis has been aroused the interest of many researchers. S. Mukherjee [1] has discussed the different methods of Machine Learning to classify the tonality of English text. Based on the obtained results, different evaluation metrics have been seen in the work. Soft computing techniques have been used for sentiment analysis in a work of Kumar and Jaiswal [2]. Authors displayed the how soft computing techniques have been used to handle the fuzziness such that marked increase in the size, subjectivity, and diversity of social web data, the vagueness, and uncertainty. Qazi et. al. [3] pointed out the how traditional classification issues can be addressed to sentiment analysis problem by adopting improved methods. The work is devoted to review regular, comparative and suggestive reviews and related sentiment analysis techniques.

PROBLEM DEFINITION AND ALGORITHM

The task is to build a model that will determine the tone (neutral, positive, negative) of the text (in the file .json formatted file). To do this, we need to train the model on existing data (train.json). It is worth noting that, according to the rules, the use of a third-party corpus of texts with a marked key is prohibited, but this does not prohibit the use of NOT-labeled corpuses for preprocessing text. The model is trained using machine learning algorithms. The resulting model will have to determine the class (neutral, positive, negative) of new texts (test data that were not used to build the model) with maximum accuracy. The process consists of two parts:

1. Building a model on data from the train.json file;
2. Prediction of tonality, using our algorithm, on the data from the .json file.

At the last stage, we send the results of the analysis of tonality to the test data, namely the CSV file containing the id fields (the unique identifier of the document, the tonality of which we determined), sentiment (tonality predicted by the model: negative, positive, neutral).

3. Verification of the results. Scikit-learn accuracy score is used to verify the results.

The model is trained using machine learning algorithms. The resulting model will have to determine the class. We have used Random Forest classifier, imported ensemble models from scikit-learn. We have used the

ensembles since with the assumption that all n base classifiers have the same error rate ϵ , we can express the probability of an error of an ensemble can be expressed as a probability mass function of a binomial distribution. That is why the Random Forest algorithm performs better to train the data.

EXPERIMENTAL EVALUATION

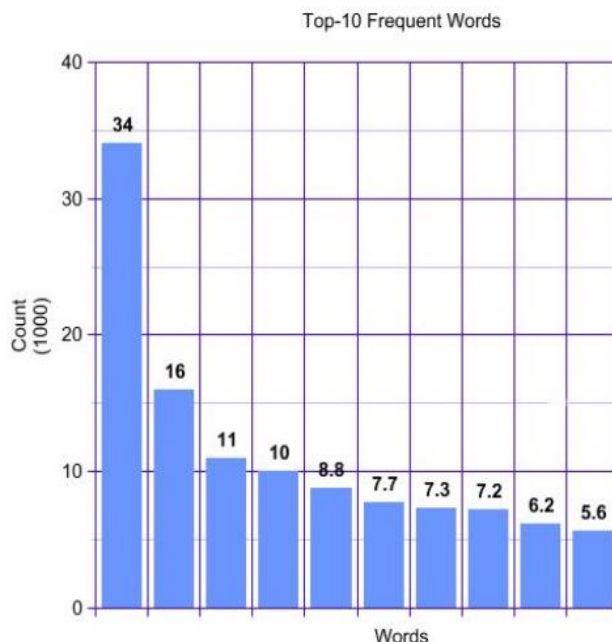
First of all, the data needed huge preprocessing. initial data had been given in JSON format and after cleaning data we convert it to CSV leaving needed data for further usage.

To do this the following processes had been done:

1. Remove non-letters
2. Convert to lower case, split into individual words
3. In Python, searching a set is much faster than searching a list, so convert the stop words to a set
4. Remove stop words
5. Join the words back into one string separated by space, and return the result.

First, it fits the model and learns the vocabulary; second, it transforms our training data into feature vectors. The input to `fit_transform` should be a list of strings.

As a visualization of data content, we demonstrate top-10 words: (They are: ('год', 34520), ('тенге', 16268), ('казахстан', 10545), ('ао', 10181), ('рк', 8887), ('области', 7750), ('млрд', 7360), ('республики', 7228), ('развития', 6215), ('г', 6176), ('лет', 6095), ('алматы', 5666))



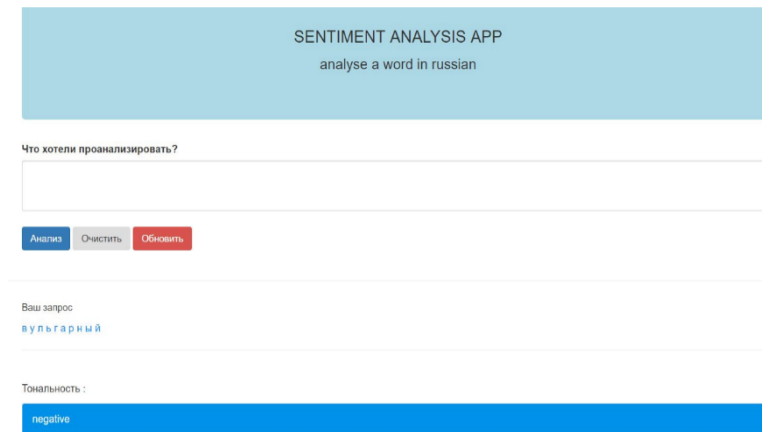
Once data had been preprocessed, Machine Learning algorithm-Random Forest can be trained. Also, in order to get better results, testing data should be cleaned, as it is done in our work.

Without preprocessing we have obtained the effectiveness of algorithm was about 60%. As it was proposed in literature review the application of Support Vector Classifier and Multinomial Naive Bayes classifiers have increased the performance. The accuracy for SVM is 82.35% and for Naive Bayes is 82.15%

APPLICATION

One of the major project requirement was to build an app for the implemented project. In the process, we have discovered the web application framework - Flask. Flask is a web framework. This means flask provides you with tools, libraries, and technologies that allow you to build a

web application. This web application can be some web pages, a blog, a wiki or go as big as a web-based calendar application or a commercial website.



While testing an application we have faced several problems. For example, we need to take into account many flask app features, there was a job done to achieve connection. But the most important case is Memory Error assurance while using preprocessed training data. We could not use all of the prepared data to predict the sentiment of input(test) data. Only the piece of the data, that is why used. Also, we do not have checked all of the data to truthfulness, that is, scrapped data has many words in one line of trained sentiment, do the results may be predicted wrong, it affected the results correctness.

CONCLUSION AND FUTURE WORKS:

As the results show, with the help of this method one can achieve quite high (82%) accuracy on texts of a certain subject. However, a number of unrecoverable errors remain (disregarding errors of external modules, such as errors of morphological and syntactic analyzers). In our opinion, one of the reasons for this kind of error is the limitedness of the emotive space used: some of the vocabulary does not fall (or only partially fall) into our emotive space well-good plus the power of emotiveness. The definition of dimension is an open research question, the solution of which lies in the field of understanding and perception of information by the human brain. Thus, a qualitative improvement in the method of determining tonality that we choose needs further fundamental research, not only in the field of linguistics, but also in the field of cognitive sciences, such as psychology, psycho, and neurolinguistics.

REFERENCES

- [1] Mukherjee, Subhabrata & Bhattacharyya, Pushpak. (2013). Sentiment Analysis : A Literature Survey.
- [2] Kumar, A, Jaiswal, A. Systematic literature review of sentiment analysis on Twitter using soft computing techniques. *Concurrency Computat Pract Exper.* 2019;e5107. <https://doi.org/10.1002/cpe.5107>
- [3] Atika Qazi, Ram Gopal Raj, Glenn Hardaker, Craig Standing, (2017) "A systematic literature review on opinion types and sentiment analysis techniques: Tasks and challenges", Vol. 27 Issue: 3, pp.608-630, <https://doi.org/10.1108/IntR-04-2016-0086>

Кожамет К., Султанова Н., Ботбаева А., Капаева М.

Орысша тексттердің тоналдығын анықтау

Түйіндеме. Тілдерді өңдеу жасанды интеллектіні одан әрі дамыту үшін іргелі болып табылады. Қазақстанда машинаны оқыту, деректерді жақсы талдау және сыныптауға көмектесетіндіктен, көбірек танымал және өзекті болып келеді. Компаниялар машинаны оқыту мамандарына қызығушылық танытады. Осылайша, модель кіріс деректерін дұрыс болжап, сыныптарға болуге мүмкіндік береді және іске асырылған жоба үшін бағдарлама дұрыс жұмыс жасайды. Ғылыми зерттеулер Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің гранттық жобасы шеңберінде (2018-2020 жж.) жүзеге асырылды.

Түйінді сөздер: машинаны оқыту, тілдерді өңдеу, тоналдылықты анықтау

Кожамет К., Султанова Н., Ботбаева А., Капаева М.

Выявление тональности текста на русском языке

Резюме Обработка естественного языка считается основополагающей для дальнейшего развития искусственного интеллекта. В Казахстане машинное обучение становится все более популярным и актуальным, поскольку помогает лучше анализировать и классифицировать данные. Компании интересуются специалистами машинного обучения. Таким образом, гипотеза состоит в том, что обученная модель будет правильно прогнозировать входные данные и приложение для реализованного проекта будет работать правильно.

Ключевые слова: машинное обучение, обработка естественного языка, выявление тональности.

Научное исследование проводилось в рамках грантового проекта Министерства образования и науки Республики Казахстан (2018-2020 гг).

A.T. Dalabayeva, B.Y. Bekbauov
(Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty
akniyet0293@gmail.com)

WATER INFLOW ISOLATION IN OIL WELLS BY MEANS OF USING GEL-FORMING COMPOSITIONS

Abstract. This article is devoted to the issue of water inflow isolation in extractive production wells drilled to the flooded layer areas. A literature review on disproportionate permeability reduction for enhanced oil recovery is presented.

A mathematical model for modeling immiscible and incompressible three-phase non-isothermal flows of water-gel-oil in heterogeneous porous media, which takes into account capillary pressure, gravitational effects was proposed below. The mathematical model is defined by a system of three-phase flow equations and energy balance equations. The model consists of the usual equations derived from the conservation of the mass of three liquids, as well as the Darcy laws and capillary pressure.

Key words: water isolation, gel-forming composition, water cutting, polymers, methods of enhanced oil recovery.

А.Т. Далабаева, Б.Е. Бекбауов
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, Алматы
akniyet0293@gmail.com)

ИЗОЛЯЦИЯ ВОДОПРИТОКА В НЕФТЯНЫХ СКВАЖИНАХ ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕЛЕОБРАЗУЮЩИХ СОСТАВОВ

Аннотация. Данная статья посвящена проблеме изоляции притока воды в добывающие скважины из обводнившихся участков пласта. Представлен литературный обзор по непропорциональному снижению проницаемости для увеличения нефтеотдачи.

Ниже предлагается математическая модель для моделирования данного явления на примере течений несмешивающихся и несжимаемых трехфазных неизотермических жидкостей вода-гель-нефть в неоднородных пористых средах, которая учитывает капиллярное давление, гравитационные эффекты. Математическая модель задается системой трехфазных уравнений потока и уравнений баланса энергии. Модель состоит из обычных уравнений, полученных из сохранения массы трех жидкостей, а также законов Дарси и капиллярного давления.

Ключевые слова: водоизоляция, гелеобразующий состав, обводненность, полимеры, методы увеличения нефтеотдачи.

Введение

Высокая обводненность является одной из основных технических, экологических и экономических проблем, связанных с добычей нефти и газа. Повышенная обводненность может ограничить срок службы нефтяных и газовых скважин, также вызвать ряд проблем, включая коррозию труб, миграцию мелких частиц и гидростатическую нагрузку. Уменьшается добыча углеводородного сырья, что сказывается на экономический подъем, кроме того утилизации чрезмерно большого количества подземных вод приносят сложные экологические проблемы [1]. Нефтегазовые пласты часто неоднородны и имеют различную проницаемость в разных слоях. Основной причиной обводнения добывающих скважин является конусообразование в залежах с подошвенной водой и прорыв воды через высокопроницаемые каналы фильтрации, в результате чего большое количество подвижных нефти и газа остается в ловушках, в зонах с низкой проницаемостью, что приводит к плохому извлечению на первичных и вторичных стадиях добычи. Повышенную обводненность можно контролировать, не влияя на скорость добычи нефти, используя полимер для снижения относительной проницаемости для воды больше, чем относительной проницаемости для нефти [2]. Закачка растворов полимера в добывающих скважинах оказалась эффективным методом снижения или изоляции избыточного водопритока [3]. В пласте, смачиваемой водой, нефть течет внутри пор, а вода - через кольцевое пространство между стенками пор и поверхностью раздела нефть-вода [4]. Когда вводится раствор полимера, он адсорбируется на поверхности породы, образуя тонкий слой. Вода протекает через эту зону, адсорбированный полимер набухает и препятствует потоку воды, в то же время позволяя нефти протекать через него. При введении полимера, он создает сопротивление течению в резервуаре за счет снижения проницаемости. Это повышенное сопротивление потоку направляет

закачиваемую воду в неохваченные области [5]. Адсорбированный полимер выдерживается в течение длительного времени; это приводит к значительному снижению проницаемости [6]. В 1974 году Хирасаки и Поуп исследовали некоторые основные проблемы, связанные с адсорбцией полимера в пористой среде и влиянием адсорбции полимера на свойства текучести [7]. Было показано, что обработка полимером снижает проницаемость за счет адсорбции полимера и уменьшения радиусов пор. Снижение проницаемости, вызванное адсорбцией полимера, традиционно называлось «фактором остаточного сопротивления», которое равносильна конечной относительной проницаемости [8]. Аль-Шарджи и соавторы показали, что адсорбция полимера значительно влияет на водопроницаемость и увеличивает извлечение нефти [9]. Самые ранние полимеры (несшитые), которые, как сообщалось, имели свойства снижения непропорциональной проницаемости, используемые при обработке изоляции воды, применяемой к эксплуатационным скважинам, были полиакриламидами [10][11][12]. В 1973 году в литературе SPE сообщалось о запатентованном и коммерчески доступном полимере для «выборочного снижения водопритока» [13]. В 1988 году Зайтун и Колер сообщили о разработке двух процессов изоляции воды с уменьшением проницаемости на основе полиакриламида и применении одного из процессов в подземном хранилище газа [14][15].

Математическая модель

Рассматриваемая математическая модель для трехфазного потока учитывает капиллярные силы, общие выражения для функций относительной проницаемости, переменные поля пористости и проницаемости и влияние силы тяжести. Рассматривается течение трех несмешивающихся несжимаемых жидких фаз в пористой среде. Для конкретности фазы будут называться гелем, нефтью и водой и обозначаться индексами 1, 2 и 3 соответственно. Данный процесс описывается уравнением неразрывности, записанным для каждой из трех фаз:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\phi S_i) + \nabla \cdot \mathbf{U}_i = 0, \quad i = 1, 2, 3, \quad (1)$$

где \mathbf{U}_i - скорость фильтрации жидкостей, ϕ - пористость, S_i - насыщенность каждой фазы.

Уравнением движения в виде линейного обобщенного закона Дарси:

$$\mathbf{U}_i = -\mathbf{K} \frac{k_i}{\mu_i} (\nabla p_i - \rho_i \mathbf{g}), \quad i = 1, 2, 3, \quad (2)$$

где \mathbf{K} - тензор абсолютной проницаемости, k_i - относительные проницаемости фаз, μ_i - вязкости фаз, ρ_3 , ρ_2 и ρ_1 - плотности геля, нефти и воды соответственно, p_i - давления фаз, \mathbf{g} - ускорение свободного падения.

Предполагается, что нет массообмена между тремя фазами и фазовые энтальпии являются линейными функциями температуры и определяются как

$$H_i(T) = C_i T, \quad c_i = \rho_i C_{i,} \quad (3)$$

здесь T - температура; H_i - удельные энтальпии фаз, C_i - удельные теплоемкости, c_i - удельные теплоемкости на единицу объема.

Фазовый переход между фазами не учитываются, также предполагается, что нет внутренних источников или стоков и три жидкие фазы насыщают поры $0 \leq S_i \leq 1$. Таким образом, уравнение сохранения энергии для трех фаз будет выглядеть:

$$\frac{\partial \Psi}{\partial t} - \text{div}\{TK[c_3 \lambda_3 (\nabla p_3 - \rho_3 \mathbf{g}) + c_2 \lambda_2 (\nabla p_2 - \rho_2 \mathbf{g}) + c_1 \lambda_1 (\nabla p_1 - \rho_1 \mathbf{g})]\} - \text{div}(k_T \nabla T) = 0, \quad (4)$$

$$\Psi(S, T) \stackrel{\text{def}}{=} \psi(S)T, \quad (5)$$

$$P_c = p_2 - p_3 - p_1 \quad (6)$$

k_T - эффективная теплопроводность комбинированной 3-фазной системы.

Результаты решения и обсуждение

Моделирование закачки гелеобразующей композиции описывается в рамках трехфазной фильтрации. Но на данном этапе для проверки предложенной математической модели, рассматривается течение только однофазной жидкости. Принимается, что течение жидкости в прискважинной зоне является радиальным. Рассматривается область вокруг добывающей скважины с известной высотой h и известным радиусом r_w . Как известно, при радиальной фильтрации градиент давления возрастает с расстоянием от скважины (рисунок 1). Граничные условия для них имеют следующий вид:

$$p|_{r=r_w} = p_w(z), \quad p|_{r=r_\infty} = p_\infty, \quad \left. \frac{\partial p}{\partial z} \right|_{z=0} = \left. \frac{\partial p}{\partial z} \right|_{z=h} = 0$$

r_w – радиус скважины, r_∞ – наибольший радиус рассматриваемой зоны, h – высота скважины (рисунок 2).

Также вычисление распределения давления однофазной жидкости вокруг скважин в двумерном пространстве была решена уравнением Пуассона конечно разностным методом (рисунок 3).

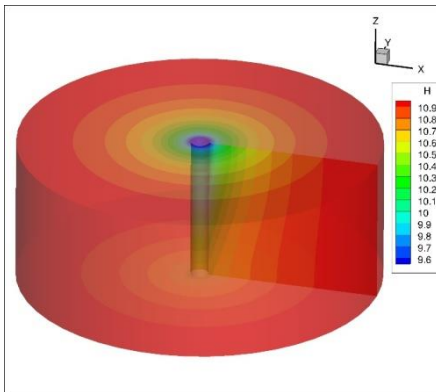


Рис. 1. Распределение давления вокруг скважины в 3D

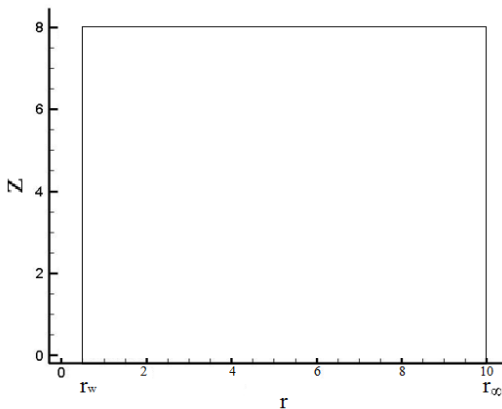


Рис. 2. Границы поперечного сечения данной зоны

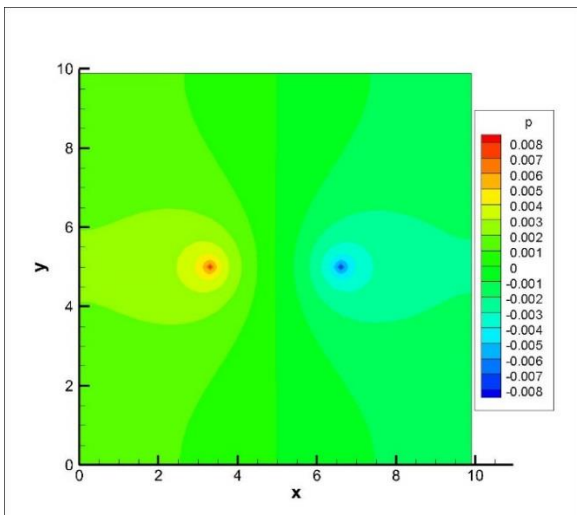


Рис. 3. Распределение давления вокруг скважин в 2D

Заклучение

В работе представлен литературный обзор по непропорциональному снижению проницаемости для увеличения нефтеотдачи. Предложена новая математическая модель, описывающая динамику течения неизоотермических трехфазных несжимаемых несмешивающихся жидкостей (вода-гель-нефть) в пористой среде. Моделирование закачки гелеобразующей композиции описывается в рамках трехфазной фильтрации. Но на данном этапе для проверки предложенной математической модели, рассмотрено течение только однофазной жидкости. Задача решалась численно на языке программирования C++ и результаты были получены программой Tecplot.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] PLJ Zitha, KGS van Os и KFJ Denys, «Адсорбция линейных гибких полимеров при ламинарном течении через пористую среду: эффект концентрации», в материалах Симпозиума по усовершенствованной нефтеотдаче SPE / DOE, стр. 19–22, Талса, Окла, США, апрель 1998, SPE, документ №. 39675.
- [2] А. Л. Огунберу и К. Асгари, «Снижение водопроницаемости при индуцированной потоком адсорбции полимера», в материалах 5-й Канадской международной конференции, Альберта, Канада, июнь 2004 г., документ №. 2004-236.
- [3] П. Д. Моффитт, «Долгосрочные результаты добычи полимерной обработки в добывающих скважинах в западном Канзасе», Журнал Нефтяных Технологий, вып. 45, нет. 4, с. 356–362, 1993.
- [4] А. Зайтун и Н. Колер, «Двухфазный поток через пористую среду: эффект адсорбированного полимерного слоя», в материалах ежегодной технической конференции и выставки SPE, Хьюстон, Техас, США, октябрь 1998 г., статья SPE. 18085.
- [5] М. А. Мохаммед, «Исследование адсорбции полимеров на поверхности горных пород с высоким содержанием соли», в материалах Технического симпозиума секции Саудовской Аравии (SPE '08), Алхобар, Саудовская Аравия, май 2008 г., документ SPE №. 120807.
- [6] Х. Т. Дован и Р. Д. Хатчинс, «Новые полимерные технологии для контроля воды в газовых скважинах», SPE Производство и Услуги, вып. 9, нет. 4, с. 280–286, 1994.
- [7] Дж. Дж. Хирасаки и Дж. А. Папа, «Анализ факторов, влияющих на подвижность и адсорбцию в потоке раствора полимера через пористую среду», Журнал Общества Нефтяного Машиностроения Журнал, вып. 14, нет. 4, с. 337–346, 1974.
- [8] Ч. Г. Чжэн, Б. Л. Галл, Х. В. Гао, А. Е. Миллер и Р. С. Брайант. «Влияние адсорбции полимера и поведения потока на двухфазное течение в пористых средах», SPE Reservoir Evaluation & Engineering, vol. 3, нет. 3, с. 216–223, 2000.
- [9] Х. Х. Аль-Шарджи, С. А. Граттони, Р. А. Доу и Р. В. Циммерман, «Снижение непропорциональной проницаемости посредством перепутывания адсорбции полимера», на Европейской конференции по повреждению образования SPE, Гаага, Нидерланды, 2001, SPE Paper No. 68972.
- [10] Сандифорд Б.Б., 1964. Лабораторные и полевые исследования паводков с использованием полимерных растворов для увеличения нефтеотдачи. J Pet Technol 16 (8): 917-922. SPE-844-PA.
- [11] Уайт Дж. Л., Годдард Дж. Э. и Филлипс Х.М. 1973. Использование полимеров для контроля производства воды в нефтяных скважинах. J Pet Technol 25 (2): 143–150. SPE-3672-PA. <http://dx.doi.org/10.2118/3672-PA>
- [12] Спарлин Д.Д. 1976. Оценка полиакриламидов для снижения производства воды (включает соответствующие документы 6561 и 6562). J Pet Technol 28 (8): 906-914. SPE-5610-PA.
- [13] Уивер, Дж. Д. 1978. Новый материал для улучшения водонефтяного отношения. Представлено на ежегодной осенней технической конференции и выставке SPE, Хьюстон, Техас, 1-3 октября. SPE-7574-MS.
- [14] Зайтун А., Колер Н. и Герринл Ю. 1991. Усовершенствованная обработка полиакриламидом для контроля воды при добыче скважин. J Pet Technol 43 (7): 862–867. SPE-18501-PA.
- [15] Зайтун А. и Пичери Т. 2001. Успешная обработка полимеров для борьбы с загрязнением воды в газохранилище. Представлено на ежегодной технической конференции и выставке SPE, Новый Орлеан, Луизиана, 30 сентября - 3 октября 2001 г. SPE-71525-MS.

Далабаева А.Т., Бекбауов Б.Е.

Гельдік композицияларды пайдалануарқылы мұнай ұңғымаларын су ағынынан оқшаулау

Түйіндеме. Бұл мақала резервуардың су басқан жерлерінен өндіріс ұңғымаларына су ағынын оқшаулау мәселесіне арналған. Пропорционалды емесөткізгіштікті азайту туралы әдеби шолу ұсынылды.

Төменде капиллярлық қысымды, гравитациялық әсерді есепке алатын гетерогенді кеуекті орталарда су-гель-мұнайдың үшфазалы изотермиялық емес ағындарын модельдеу үшін математикалық модель ұсынылды. Математикалық модель үшфазалы ағындық тендеулер жүйесі мен энергия баланстық тендеулер жүйесі арқылы анықталады. Модель үш сұйықтық массасын сақтаудан алынған әдеттегі тендеулерден, сондай-ақ Дарси заңдары мен капиллярлық қысымнан тұрады.

Түйін сөздер: суды оқшаулау, гельді құрайтын композиция, сулану, полимерлер, мұнайбергiштікті арттыру әдістері.

Т.Е. Omargali, В.Т. Tiymbayeva, А.В. Toktamysova
(Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,
e-mail: online55@inbox.ru)

INTEGRATION OF THE HACCP SYSTEM WITH THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM FOR THE DAIRY ENTERPRISES

Abstract: the quality management system is considered on the basis of HACCP. The factors affecting the quality of dairy products and the level of their impact, control points. Based on the risk analysis, preventive actions have been developed.

Key words: Quality; competitiveness; dairy products; quality management system; HACCP system.

Т.Е. Омарғали, В.Т. Тимбаева, А.В. Токтамысова
(Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан,
эл.адрес: online55@inbox.ru)

СҮТ КӘСІПОРЫНДАРЫНДА ХАССП ЖҮЙЕСІН САПА МЕНЕДЖМЕНТ ЖҮЙЕСІМЕН ИНТЕГРАЦИЯЛАУ

Аңдатпа: сапа менеджмент жүйесі HACCP негізінде қарастырылды. Сүт өнімдерінің сапасына әсер ететін факторлар және олардың әсер ету деңгейі, бақылау нүктелері анықталды. Тәуекелдерді талдау негізінде алдын алу іс-әрекеттер әзірленді.

Түйінді сөздер: сапа; бәсекеге қабілеттілік; сүт өнімдері; сапа менеджмент жүйесі; HACCP жүйесі.

Сүт – тағамдық құндылығы жоғары, адам организмінің дамуына қажетті барлық заттар бар, табиғи өнім. Сүт тағамдық рационның құрама бөліктерінің қатынасын жақсартады, тағамның сіңімділігін арттырады. Сүттің сапасын органолептикалық (түсі, консистенциясы, дәмі, иісі) және физикалық - химиялық (тығыздығы, тазалық дәрежесі, бактериялық залалдануы, судың және құрғақ заттардың, ақуыз, май және т.б.) бойынша бағалайды. Жаңа сапалы сүттің: сұйық біртекті консистенциясы; түсі — ақ, сәл сарғыш реңкпен; иісі мен дәмі — жаңа сүтке тән, жағымды, бөтен иіссіз және дәмсіз болуы тиіс. [1].

Бүгінгі күні тиімді жұмыс істейтін кез келген кәсіпорынның, оның ішінде сүтті қайта өңдеу жөніндегі міндеттері өндірілетін өнімнің бәсекеге қабілеттілігін арттыру жолдарын іздеу болып табылады. Сонымен қатар, өнімнің қауіпсіздігін жоғары сапамен және тұтынушылардың талаптарын ескерумен қатар ескеру қажет.

ISO 9001:2000 бойынша сапа менеджменті жүйесін тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі жүйесімен тұтынушылардың қанағаттануы тұрғысынан, осы жүйелерді жеке-жеке қолдануға қарағанда, интеграциялау неғұрлым тиімді.

HACCP жүйесінің қағидаттары тамақ кәсіпорындарындағы менеджмент жүйесінің негізіне, сондай - ақ кәсіпорындағы жүйені әзірлеу тәртібіне негізделген:

1) тамақ өнімдерінің тіршілік циклінің барлық кезеңдеріндегі қауіп-қатерлердің маңызын және олардың қауіптілік деңгейін бағалау үрдісі арқылы қауіпті факторларды (қауіп-қатерлерді) талдау;

2) сыни қорытынды нүктелерді анықтау (бұдан әрі – СҚН);

3) әрбір СҚН үшін сыни шектерді белгілеу – үрдістің бақылауда екенін көрсететін критерийді анықтау;

4) жоспарланатын шаралар немесе бақылаулар негізінде СҚН бақылануын қамтамасыз ету мүмкіндігін беретін мониторинг жүйесін әзірлеу;

5) мониторинг нәтижелері нақты СҚН-ның басқарылмайтынын көрсеткен жағдайда қабылдау жөн болатын түзетуші әрекеттерді анықтау;

6) HACCP жүйесінің жұмысының нәтижелігін растау үшін анықтау рәсімдерін әзірлеу;

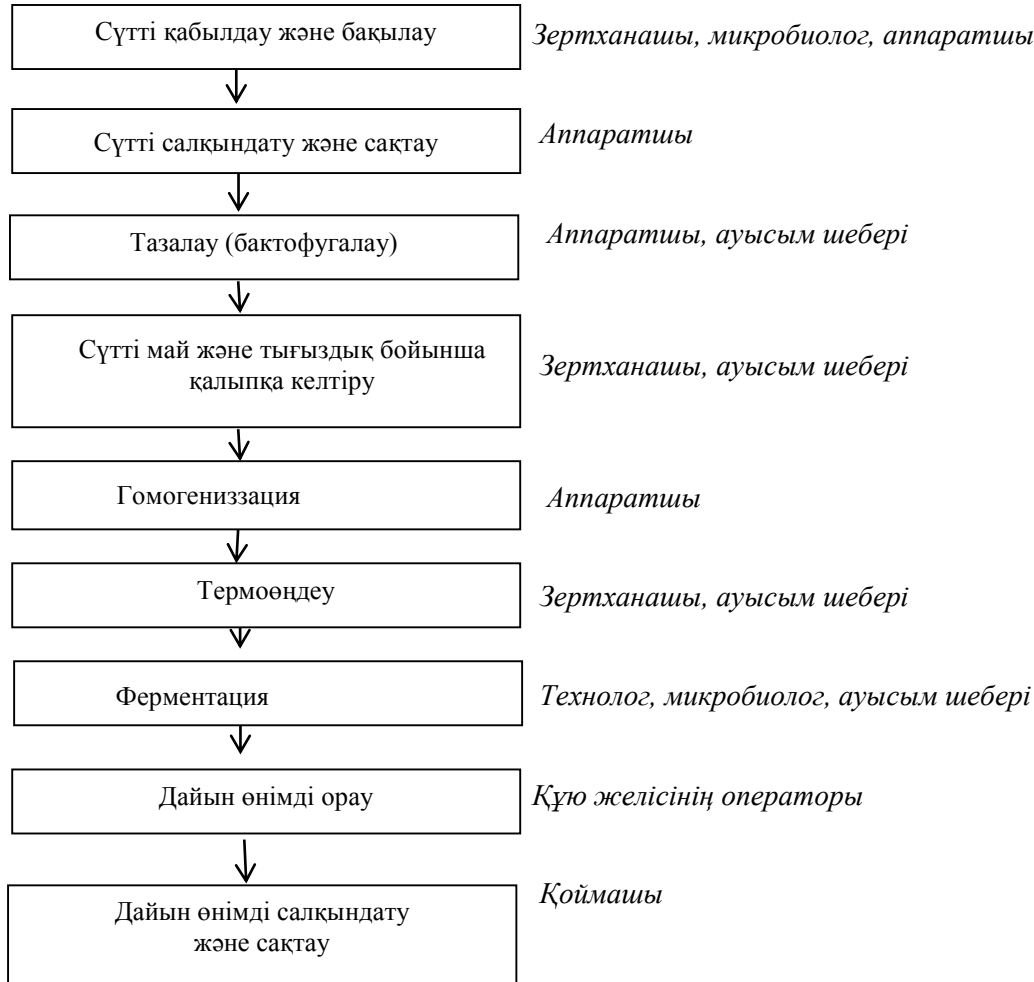
7) HACCP қағидаттарына және олардың қолданылуына сәйкес келетін барлық рәсімдер мен жазбаларға қатысты құжаттамалар әзірлеу[2].

HACCP жүйесі тамақ тізбегінің барлық кезеңдерінде, қауіпті жағдайлар туындауы мүмкін өнімді өндіру, сақтау және өткізу процесінің кез келген нүктесінде бақылауды қамтамасыз етеді. Бұл ретте, тамақ өнімдерін пайдалануға байланысты тәуекелдің барлық түрлері бақылаудың мақсатты

шараларының нәтижесінде алдын алуға, жоюға және қолайлы деңгейге дейін төмендетілуі мүмкін бақылаудың сыни нүктелеріне ерекше назар аударылды.

НАССР жүйесі қолданылатын сүт өнімдерін өндірудің технологиялық процесінің блок-схемасы 1-ші суретте ұсынылған.

Нормативтік құжаттар негізінде ықтимал қауіпті факторлардың тізбесін жасалды: физикалық, микробиологиялық және химиялық, ол кестеде келтірілген. 1, 2 және 3 сәйкесінше [3].



1-сурет. Сүт өнімдерін өндірудің технологиялық процесінің схемасы және оның кезеңдерін бақылау функцияларын бөлу

1-кесте. Физикалық қауіпті факторлардың тізбесі

Қауіптілік атауы	Қысқаша сипаттамасы
Кеміргіштер, жәндіктер және олардың тіршілік әрекетінің қалдықтары	Бұл топ орналасу орындары мен экскременттеріне жету қиындығымен сипатталады
Жеке заттар	Түймелер, сырға, әшекейлер, тарақтар, жеке пайдаланатын ұсақ заттар
Қызметкерлердің тіршілік әрекетінің қалдықтары	Шаш, тырнақ
Технологиялық жабдықтау элементтері	Жабдықтың ұсақ бөліктері (гайкалар, бұрандалар, бұрандамалар, бұрандамалар, электрсымдарының кесектері, транспортерлентасының кесектері)
Шынысынықтары	Шыны градусниктер, электр шамдары
Су	Иісі, дәмі, түсі, лайлығы

2-кесте. Микробиологиялық қауіпті факторлардың тізбесі

Қауіптілік атауы	Қысқаша сипаттамасы
Мафанм – мезофильді аэробты және факультативті-анаэробты микроорганизмдердің саны	Санитарлық-көрсеткіштік микроорганизмдер. Ыдыстың, жабдықтардың, қолдардың, санитарлық киімнің және аяқ киімнің жай - күйін, судың, шикізаттың, қосалқы материалдардың, дайын өнімнің санитариялық салауаттылығын бағалау кезінде есепке алынады
БГКП-ішек таяқшасы тобының бактериялары	Жабдықтың, құрал-саймандардың, шикізаттың, дайын өнімнің, судың, қолдың, киімнің ластану дәрежесін анықтайды
Ашытқ. зең	Шикізаттың, қосалқы материалдардың, дайын өнімнің бүлінуін тудырады
Сальмонеллалар	Патогенді микроорганизмдер тобына кіреді. Адам үшін сальмонеллездік инфекцияның көзі жануарлармен құстар болып табылады
Микотоксиндер (афлатоксиндер)	Зең саңырауқұлақтары бөлінетін токсиндер. Жедел өтетін және баяу өтетін канцерогенді процестерді тудыруы мүмкін

3-кесте. Химиялық қауіпті факторлардың тізбесі

Қауіптілік атауы	Қысқаша сипаттамасы
Жуу құралдарының элементтері	Сода кальцинированная, кислоты, щелочи
Пестицидтер	Гексахлорциклогексан, дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ) және оның туындылары нормаланады
Радионуклидтер	Құрылымы нормаланады: цезий-137, стронций-90
Уытты элементтер	Қорғасын, мышьяк, кадмий, сынап
Тағамдық қоспалар, хош иістендіргіштер	Хош иістендіргіштер, бояғыштар, тұрақтандырғыштар
Антибиотиктер	Левомецитин(хлорамфеникол), тетрациклин тобы, стрептомицин, пенициллин

Қауіпті факторларды бақылау үшін алдын алу шаралары әзірленеді. Ескертетін іс-әрекеттер сондай-ақ сыни бақылау болып табылмайтын, бірақ тұрақты бақылау қажет болған жағдайларда да қабылданады, өйткені жеткіліксіз бақылау кезінде олар технологиялық процестің іркілісіне әкелуі мүмкін [3].

Ескертуәрекеттерінежатады:

- өндірістіңтехнологиялықпроцесінің параметрлерін бақылау;
- технологиялық жабдықты жуу параметрлерін бақылау;
- табиғи консерванттарды қолдану;
- зиянды заттардың концентрациясын кезеңдік бақылау;
- мүкәммалды, қолды, аяқ киімді жуу және дезинфекциялау.

Ескерту әрекеттері технологиялық кезең және осы кезеңде анықталған қауіпті факторлар көрсетілетін НАССР жұмыс парақтарына Құжаттамалық ресімделуі тиіс. Мұндай парақтың мысалы кестеде келтірілген. 4.

4-кесте. Ескерту әрекеттері

Технологиялық кезең	Өнімнің қауіпсіздігіне әсер ететін анықталған факторлар	Ескерту әрекеттері
Сүтті қабылдау	Сүт шикізатына бақылау жүргізу тәртібін бұзу	Шикізатты қатаң кіру бақылауы
	Сүт шикізатына қойылатын гигиеналық стандарттар талаптарының бұзылуы	Сүт сапасына қойылатын нормативтік талаптарды қатаң сақтау
Термоөңдеу	Технологиялық режимдердің бұзылуы	Термоөңдеудің тиісті бағдарламасын тандау, Режимдерді және технологиялық нұсқаулықты қатаң сақтау

Қосылған сүт өнімдерін дайындау	Әртүрлі қоспаларға қойылатын гигиеналық стандарттар талаптарының бұзылуы	Хош иісті қоспалармен жеміс-жидек толтырғыштарын мұқият бақылау
Ферментация	Жабдықтың санитарлық жай-күйінің бұзылуы	Жабдықты өңдеу және дезинфекциялау оның санитарлық жағдайын қатаң бақылау
	Технологиялық режимдердің бұзылуы	Технологиялық нұсқаулықты қатаң сақтау
Буып-түю	Сапасыз буып-түю материалын сатып алу	Буып-түю материалына қойылатын нормативтік талаптарды қатаң сақтау
	Жабдықтың санитарлық жай-күйінің бұзылуы	Обработка и дезинфекция оборудования, строгий контроль за санитарным состоянием оборудования

ISO халықаралық стандарттарының талаптарына сәйкестігіне сапа менеджменті жүйесін әзірлеу, енгізу және сертификаттау кәсіпорындарға мынадай артықшылықтар береді:

- кәсіпорын менеджментін жақсарту;
- сапа тұжырымдамасын басқару философиясына айналдыру;
- кадрларды тиімді таңдау және кәсіпорын персоналында сапаны қамтамасыз етуге саналы көзқарасты тәрбиелеу;
- сапаны басқару әдістеріне оқытылған барлық деңгейдегі персоналдың болуы;
- өндірістік емес шығындарды төмендету есебінен еңбек өнімділігінің өсуі; жетілдіруді енгізу қарқынын арттыру (мысалы, өнім, өндіріс технологиясы және т. б.);
- өнімнің сапасы мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету;
- қолда бар тұтынушыларды ұстау;
- жаңа тұтынушылардың сенімін жаулап алу;
- шетелдік нарықтарға шығу;
- шығынның төмендеуі және соның салдарынан көтерме және арзан бағаның азаюы;
- сату көлемінің өсуі-тиісінше пайда;
- кәсіпорынның беделін арттыру
- кәсіпкерлік тәуекелдерді төмендету;
- жарнама санын азайту;
- маркетингтік артықшылықтарды алу;
- нарықта кәсіпорынның үлесін ұлғайту[6].

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] https://med-books.info/gigiena-sanepidkontrol_733/pokazateli-kachestva-moloka-58232.html
 [2] ГОСТ Р ИСО 22000-2007 (ISO 22000:2005) "Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции"
 [3] Куляев, Е.А. Организационно-экономический механизм повышения качества продукции предприятий молочной промышленности / Е.А.Куляев//Вопр.соврем.наукиипрактики.Ун-тим.В.И.Вернадского.– 2011. – № 3(34). – С.249–
 [4] ТР ТС 033/2011 "О безопасности молока и молочной продукции"
 [5] ТР ТС - 021 – 2011 "О безопасности пищевой продукции"
 [6] ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества.

УДК 004.05

R. G. Biyashev, S. A. Serikov

(Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan
 Institute of Information and Computing Technologies of the National Academy of Science of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan, brg@ipic.kz, sungat.serikov@gmail.com)

METHODS AND FACILITIES OF ACCESS CONTROL IN DATA PROCESSING SYSTEMS

Abstract. The article presents the results of the review on the comparative characteristics of methods for restricting access to databases to ensure the confidentiality of information transmitted. The most common methods for differentiating

access rights in the environment in data processing systems and the danger of their use are described. The advantages of using information security tools are highlighted.

Key words: methods of access control, information security, information security tools, identification, authentication.

Р. Г. Бияшев, С.А. Серіков

(Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Алматы, Казахстан
brg@ipic.kz, sungat.serikov@gmail.com)

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА В СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Аннотация. В статье приводятся результаты проведенного обзора по сравнительным характеристикам методов разграничения доступа к базам данных. Описаны наиболее распространенные методы разграничения прав доступа в среде в системах обработки данных и опасность их использования. Выделены преимущества использования средств защиты информации.

Ключевые слова: разграничение доступа, информационная безопасность, средства защиты информации, идентификация, аутентификация.

Введение

С появлением автоматизированной обработки информации усложнились технические средства ее обработки. С усложнением обработки, увеличением количества технических средств, увеличиваются количество и виды случайных воздействий, а также возможные каналы несанкционированного доступа. С увеличением объемов передаваемых данных и увеличением количества пользователей и другими техническими причинами увеличивается вероятность преднамеренного несанкционированного доступа к информации. В связи с этим развиваются старые и возникают новые дополнительные методы защиты информации в вычислительных системах:

- методы функционального контроля, обеспечивающие обнаружение и диагностику отказов, сбоев аппаратуры и программные ошибки;
- методы повышения достоверности информации;
- методы защиты информации от аварийных ситуаций;
- методы контроля доступа к внутреннему монтажу аппаратуры, линиям связи и технологическим органам управления;
- методы разграничения и контроля доступа к информации;
- методы идентификации и аутентификации пользователей, технических средств, носителей информации и документов;
- методы защиты от побочного излучения и наводок информации.

Рассмотрим методы разграничения и контроля доступа к информации и возможности их использования при проектировании конкретных средств защиты информации в системах обработки данных.

Разграничение доступа в вычислительной системе заключается в разделении информации на части и организации доступа к ней должностных лиц в соответствии с их функциональными обязанностями и полномочиями.

Основные термины

С точки зрения разграничения доступа в вычислительных системах следует различать субъекты и объекты доступа.

Конфиденциальная информация - информация, которая требует защиты.

Доступ к информации - ознакомление с информацией, ее обработка (в частности, копирование), модификация, уничтожение.

Субъект доступа - лицо или процесс, действия которого регламентируются правилами разграничения доступа.

Объект доступа - единица информации автоматизированной системы, доступ к которой регламентируется правилами разграничения доступа. Объектами доступа (контроля) в СУБД является практически все, что содержит конечную информацию: таблицы (базовые или виртуальные), представления, а также более мелкие элементы данных: столбцы и строки таблиц и даже поля строк (значения). Таблицы базы данных и представления имеют владельца или создателя. Их объединяет еще

и то, что все они для конечного пользователя представляются как таблицы, то есть как нечто именованное, содержащее информацию в виде множества строк (записей) одинаковой структуры. Строки таблиц разбиты на поля именованными столбцами.

Правила разграничения доступа - совокупность правил, регламентирующих права субъектов доступа к объектам доступа.

Санкционированный доступ - доступ к информации, который не нарушает правил разграничения доступа.

Несанкционированный доступ - доступ к информации, который нарушает правила разграничения доступа с использованием штатных средств, предоставляемых средствами вычислительной техники или автоматизированными системами.

Идентификация - присвоение объектам и субъектам доступа идентификатора и (или) сравнение предъявляемого идентификатора с перечнем присвоенных идентификаторов.

Аутентификация - проверка принадлежности субъекту доступа предъявленного им идентификатора, подтверждение подлинности [1].

Задачи разграничения доступа: сокращение количества субъектов, не имеющих отношения к объектам доступа при выполнении своих функций и защита информации от нарушителя среди допущенного к ней субъектов.

При этом деление информации может производиться по степени важности, секретности, по функциональному назначению.

Разделение привилегий на доступ к информации заключается в том, что из числа допущенных к ней должностных лиц выделяется группа, которой предоставляется доступ только при одновременном предъявлении полномочий всех членов группы.

При организации доступа субъектов к объектам выполняются следующие действия.

1) Идентификация и аутентификация субъекта доступа при входе в вычислительную систему. При получении доступа к программам и конфиденциальным данным субъект должен быть идентифицирован и аутентифицирован. Эти две операции обычно выполняются вместе. Пользователь сначала сообщает сведения, позволяющие выделить его из множества субъектов (идентификация), а затем сообщает секретные сведения, подтверждающие, что он тот, за кого себя выдает. Иногда проводится дополнительно авторизация субъекта, под которой понимается создание программной среды для его работы. Но основными средствами обеспечения безопасности являются идентификация и аутентификация. Обычно данные, идентифицирующие пользователя, не засекречены, но для усложнения проведения атак по несанкционированному доступу желательно хранить эти данные в файле, доступ к которому возможен только администратору системы.

Для аутентификации субъекта чаще всего используются атрибутивные идентификаторы, которые делятся на следующие категории: пароли, съемные носители информации, электронные жетоны, пластиковые карты, механические ключи и т.д. Например, одним из более надежных и современных способов аутентификации является биометрический принцип, использующий некоторые стабильные биометрические показатели пользователя, например, отпечатки пальцев, ритм работы на клавиатуре и др.

2) Проверка прав доступа субъекта к объекту – в модель информационной безопасности введены определения объекта и субъекта доступа. Субъект доступа может производить некоторые операции над каждым объектом, которые могут быть разрешены или запрещены данному субъекту или множеству субъектов. Возможность доступа обычно выясняется на уровне операционной системы в системах обработки данных и определяется архитектурой операционной системы и текущей политикой безопасности.

3) Ведение журнала учета действий субъекта – политика безопасности предполагает контроль за работой в системах обработки данных и ее компонентов, который заключается в фиксировании и последующем анализе событий в специальных журналах аудита. Периодически журнал просматривается администратором операционной системы или специальным пользователем – аудитором, которые анализируют сведения, накопленные в нем [3].

Методы разграничения доступа

Существует несколько методов или моделей разграничения доступа к базам данных в системах обработки данных. Наиболее распространенными являются дискреционная, мандатная, ролевая и атрибутная модели разграничения доступа.

Дискреционная модель разграничения доступа характеризуется следующим набором правил: для любого объекта существует владелец, владелец может произвольно ограничивать доступ субъектов к данному объекту, для каждой тройки субъект – объект – метод возможность доступа определена

однозначно, существует хотя бы один привилегированный пользователь (администратор), имеющий возможность обратиться к любому объекту по любому методу доступа. В этой модели для определения прав доступа используется матрица доступа (рисунок 1), строки которой – субъекты, а столбцы – объекты. В каждой ячейке хранится набор прав доступа данного субъекта к данному объекту [4].

В современных СУБД достаточно развиты средства дискреционной защиты.

Дискреционное управление доступом — разграничение доступа между поименованными субъектами и поименованными объектами. Субъект с определенным правом доступа может передать это право любому другому субъекту.

Дискреционная защита является многоуровневой логической защитой. Логическая защита в СУБД представляет собой набор привилегий или ролей по отношению к защищаемому объекту. К логической защите можно отнести и владение таблицей (представлением). Владелец таблицы может изменять (расширять, отнимать, ограничивать доступ) набор привилегий (логическую защиту). Данные о логической защите находятся в системных таблицах базы данных и отделены от защищаемых объектов (от таблиц или представлений) [5].

		Имена файлов			
		modern.txt	win.exe	class.dbf	unix.ppt
Имена пользователей	kira	читать	выполнять	—	выполнять
	genua	читать	выполнять	—	выполнять читать
	nataly	читать	—	—	выполнять читать
	victor	читать писать	—	создать	—

Рис. 1. Матрица доступа дискреционной модели разграничения доступа

Для того чтобы устранить недостатки дискреционной модели, была предложена мандатная модель разграничения доступа. Суть мандатной модели разграничения доступа была рассмотрена Беллом и Лападулой, основоположниками в государственных структурах США.

Мандатная модель разграничения доступа (рисунок 2) характеризуется следующим набором правил: каждый объект имеет гриф секретности, чем выше его числовое значение, тем секретнее объект; каждый субъект доступа имеет уровень допуска, допуск субъекта к объекту в этой модели разрешен только в том случае, если субъект имеет значение уровня допуска не менее, чем значение грифа секретности объекта. Достоинством этой модели является отсутствие необходимости хранить большие объемы информации о разграничении доступа. Каждый субъект хранит только значение своего уровня доступа, а каждый объект – значение своего грифа секретности. Также Белл и Лападула обратили внимание на два интуитивно понятных правила безопасности:

- нет чтения вверх: субъект доступа может получать доступ только к объектам, у которых уровень секретности не ниже уровня секретности субъекта;
- нет записи вниз: субъект не имеет права совершать определенные действия с объектом уровня секретности ниже, чем уровень субъекта.

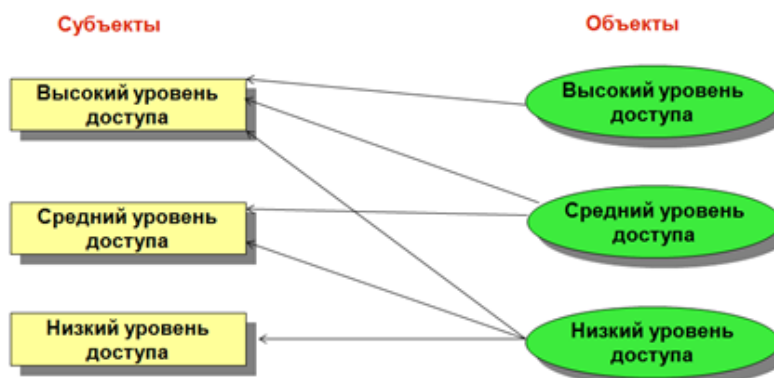


Рис. 2. Схема мандатной модели разграничения доступа

При произвольном управлении доступом привилегии существуют отдельно от данных (в случае реляционных СУБД — отдельно от строк реляционных таблиц), в результате чего данные оказываются «обезличенными» и ничто не мешает передать их кому угодно даже средствами самой СУБД, для этого нужно лишь получить доступ к таблице или представлению.

Физическая защита СУБД главным образом характеризует данные (их принадлежность, важность, представительность и пр.). Это в основном метки безопасности, описывающие группу принадлежности и уровни конфиденциальности и ценности данных объекта (таблицы, столбца, строки или поля). Метки безопасности (физическая защита) неизменны на всем протяжении существования объекта защиты (они уничтожаются только вместе с ним) и территориально (на диске) располагаются вместе с защищаемыми данными, а не в системном каталоге, как это происходит при логической защите.

СУБД не дает проигнорировать метки конфиденциальности при получении доступа к информации. Кроме разграничения доступа к информации посредством меток конфиденциальности, защищенные СУБД предоставляют средства слежения за доступом субъектов к объектам защиты (аудит) [5].

Разграничение доступа на основе ролей - развитие политики дискреционного разграничения доступа, при этом права доступа субъектов системы на объекты группируются с учётом специфики их применения, образуя роли, изображена на рисунке 3. Ключевой особенностью ролевой модели является то, что весь доступ к информационным системам и ресурсам предоставляется только через роли. Роль – это набор прав доступа. Пользователи получают доступ только через присвоенные им роли.

Идея предоставления доступа на основе ролей возникла из необходимости группировки наборов прав в какие-то отдельные сущности, которые четко давали бы понять, какой доступ есть у пользователя, с которыми было бы удобнее и понятнее работать в случае изменений как положения пользователя в организации, так и набора прав доступа пользователя.

Универсальную модель ролевого управления доступом впервые предложили Дэвид Феррайоло и Ричард Кун из Национального Института Стандартов и Технологий США (NIST) в 1992 году. Документ давал определения основным понятиям, их отношениям и зависимостям, и представлял ролевое управление доступом как альтернативу дискреционной и мандатной модели.

По сравнению с указанными выше моделями, ролевое управление доступом обладает рядом важных положительных свойств:

- возможность построения иерархии ролей с наследованием набора прав;
- просто и эффективно осуществляется предоставление одинаковых прав большому количеству пользователей – достаточно назначить пользователям одну роль;
- при необходимости изменения набора прав большому количеству пользователей достаточно изменить набор прав в роли;
- возможность реализации принципа разделения полномочий. Это значительно снижает риск предоставления пользователям избыточных полномочий, например, когда две роли не могут быть в один момент времени назначены одному пользователю.

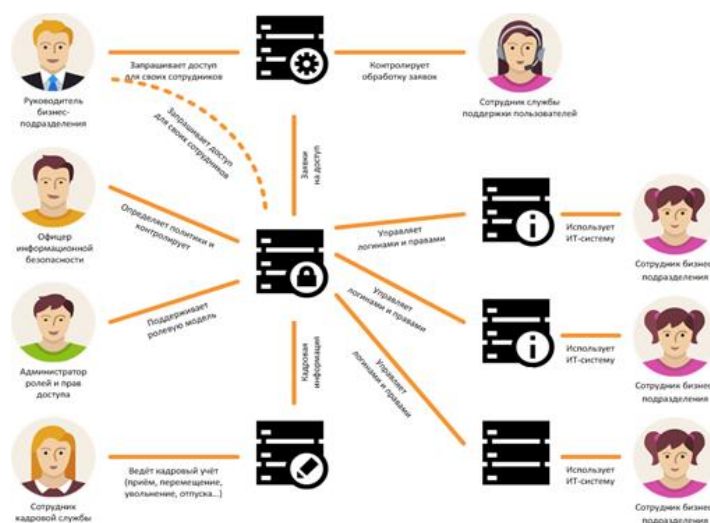


Рис. 3. Схема разграничение доступа на основе ролей

При проектировании, внедрении и использовании ролевой модели управления доступом нужно принимать в расчёт факторы, которые могут привести к серьезным потерям времени и средств.

Во-первых, «разнообразие пользователей»: на практике в крупных организациях может оказаться достаточно большое количество пользователей с уникальными правами, при этом некоторые из них могут быть на одной должности, а то и в одном подразделении. Это усложняет построение ролевой модели и может привести к ситуации, когда каждому пользователю необходима своя уникальная роль. Такие ситуации могут возникнуть, когда сотрудник «вырос» в рамках своей должности или у него просто есть уникальные функции в рамках своего подразделения. Это может стать серьезной проблемой для системы управления доступом:

- В таком случае трудно определить «разумно малый» набор ролей, которые отвечают за права доступа основной массы пользователей.
- Непрактично создавать столько же ролей сколько пользователей – это равносильно ручному управлению доступом.

Во-вторых, «слишком много ролей»: это не всегда так, но может случиться такая ситуация, когда при подключении к системе управления доступом еще одной управляемой системы, роли, определенные для ранее подключенных систем, необходимо раздробить на несколько других ролей, с учетом всех возможных вариантов использования совместно с новой системой. Если таких новых систем несколько, то может возникнуть ситуация, когда ролей окажется больше чем пользователей [4].

Использование одной политики, которая не в состоянии учесть разнообразные параметры сущностей, приводит к избыточности прав доступа, возможности утечки привилегий к неавторизованным пользователям, способствует снижению уровня безопасности информационных систем.

Для преодоления существующих недостатков, исследователи ведут интенсивную работу по созданию новых методов разграничения доступа, решая при этом следующие задачи:

1. разработки новых моделей разграничения доступа, учитывающих сразу несколько признаков субъекта и объекта при принятии решения о доступе в соответствии с данной политикой безопасности;
2. решения вопросов о возможности применения ряда политик в рамках одной системы в целях одновременного учета нескольких критериев разграничения доступа;
3. создания средств динамического создания новых политик;
4. конструирования настраиваемых программных систем, объединяющих и применяющих одновременно ряд моделей разграничения доступа.

Для решения первой задачи в последнее время интенсивно разрабатываются атрибутно-ориентированные модели, разграничения доступа, которые основаны на представлении сущностей – субъектов, объектов, операций и вычислительной среды – наборами их атрибутов.

Атрибуты выражают свойства сущностей, необходимые для организации процесса разграничения доступа, такие как идентификаторы в дискреционной модели, уровни конфиденциальности в мандатной модели, роли, а также многие другие признаки – организационная и тематическая принадлежность, расположение, должность, дата, квалификация и т.д.

Доступ субъекта к объекту предоставляется на основе политики атрибутного разграничения доступа, представленной набором правил вычисления и оценки значений атрибутов. Хотя атрибутно-ориентированная модель обладает возможностью гибкого конфигурирования разнообразных политик разграничения доступа, включая традиционные, обеспечивая при этом однозначную идентификацию сущностей их атрибутами, его основным недостатком является сложность администрирования и вычисления значений разнородных атрибутов. При этом отмечается необходимость создания формальных моделей и языков описания политик атрибутного разграничения доступа, в том числе моделей с настраиваемыми характеристиками.

Определим предметную область разграничения доступа, или ее субъектно-объектную модель, как фиксированную совокупность сущностей, состоящую из множеств субъектов и объектов, их свойств и взаимосвязей между ними, имеющих отношение к организации защищенного доступа к информации.

Суть вышеупомянутого атрибутно-ориентированного метода разграничения доступа заключается в управлении процессом разграничения доступа на основании конечных множеств свойств, или атрибутов его участников. Проблема идентификации субъектов и объектов их свойствами заключается в том, чтобы, с одной стороны, свойств было достаточно для обеспечения различимости сущностей системой разграничения доступа. С другой стороны, увеличение количества свойств значительно повышает сложность и время их обработки.

Модель типизированного атрибутного разграничения доступа Т в виде алгебраической системы, задается следующим образом:

$$T = TAS = (D, \sigma),$$

где $D = (A, \sqsubseteq)$ – домен всевозможных значений атрибутов А, структурированный в виде полной решетки, упорядоченной отношением частичного порядка \sqsubseteq ; $\sigma = \{SL, SL1, Acc\}$ – многосортная сигнатура набора операций и предикатов. $Sort = \{D, B\}$ - множество сортов (типов) аргументов и значений этих операций. Среди них $B = \{true, false\}$ - булев тип.

Обозначим множество сущностей субъектно-объектной модели типизированного атрибутного разграничения доступа как $E = \{e\}$, $E = SUO$, где $S = \{s\}$ -субъекты, а $O = \{o\}$ - объекты разграничения доступа [2].

Заключение.

Отметим, что описанные модели ориентированы на предотвращение одной угрозы – нарушения конфиденциальности. Но информация обладает и другими свойствами, объединяемыми в триаду, - целостностью и доступностью.

Существуют и другие модели, позволяющие контролировать как целостность информации, так и доступность, но и они, увы, не получили пока что широкого распространения и практическое применение в реальных системах обработки данных. Надо признать, что несмотря на многолетнюю историю разработки моделей безопасности, на данный момент широко используется только три из них, ориентированные на предотвращение утечки информации – дискреционная, мандатная и ролевая модель разграничение доступа. Но даже эти модели в своей практической реализации наталкиваются на серьезные препятствия – сложность в администрировании, которое нельзя сделать один раз и забыть, эксплуатации. Ситуация меняется постоянно – появляются и исчезают новые объекты и субъекты в системах обработки данных, а значит, постоянного изменения требуют и атрибуты субъектов и объектов доступа. Без наличия достаточного количества персонала или средств автоматизированного контроля прав доступа, использования любых моделей безопасности обречены на неудачу.

Необходимо четко прорабатывать документальную базу, определяющую совершаемые действия в защищаемой системе, а также использовать решения, не зависящие от прав доступа, а дополняющие эту концепцию новым уровнем безопасности.

ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Демидова А. А.. Компьютерная безопасность - Саратов, 2010.
- [2] Бияшев Р.Г., Калимолдаев М.Н., Рог О.А. Представление ограничений моделей атрибутного разграничения доступа // Известия НАН РК. Серия физико-математическая. – 2016. – № 1. – С. 58-65.
- [3] Александров А. Криптография и другие методы защиты информации - Пенза, 2008.
- [4] Р. А. Рахманинов Конфиденциальность данных - М.: Петросан, 2007.
- [5] http://citforum.ru/security/articles/safe_db/#04.
- [6] Николаенко Р.Я. Основы защиты информации - М.: Просвещение, 2000.
- [7] Гайдамакин Н.А. Теоретические основы компьютерной безопасности: учебное пособие. Екатеринбург: издательство Уральского университета, 2008, 212 С.
- [8] Девянин П.Н. Модели безопасности компьютерных систем. Управление доступом и информационными потоками. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2011. – 320 с.:ил.
- [9] Девянин П.Н., Михальский О.О., Правиков Д.И., Щербаков А.Ю. Теоретические основы компьютерной безопасности: Учеб. пособие для вузов / М.: Радио и связь, 2000.-192с.:ил.
- [10] Голиков А.М. Основы информационной безопасности: учебное пособие / А.М. Голиков. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007. – 288 с.
- [11] Основы информационной безопасности. Учебное пособие для вузов / Е. Б. Белов, В. П. Лось, Р. В. Мещеряков, А. А. Шелупанов. - М.: Горячая линия - Телеком, 2006. - 544 с.: ил.
- [12] Завгородний В.И. Комплексная защита информации в компьютерных системах: Учебное пособие. - М.: Логос; ПБОЮЛ Н.А. Егоров, 2001. - 264 с: ил.
- [13] Шаньгин В.Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях / Москва: ДМК Пресс, 2012. – 592 с.

Бияшев Р.Ф., Серіков С.А.

Мәліметтерді өңдеу жүйелеріндегі мәліметтер қорына қолжетімділікті саралау әдістері мен құралдарына шолу жасау

Түйіндеме. Мақалада берілетін ақпараттың құпиялылығын қамтамасыз ету үшін мәліметтер қорына қол жеткізуді шектеу әдістерінің салыстырмалы сипаттамалары бойынша шолудың нәтижелері келтірілген.

Мәліметтерді өңдеу жүйелеріндегі қоршаған ортаға қатынау құқықтарын және оларды пайдаланудың қауіптілігін саралаудың ең кең таралған әдістері сипатталған. Ақпараттық қауіпсіздік құралдарын қолданудың артықшылықтары жазылған.

Кілттік сөздер: қол жетімділікті бақылау әдістері, ақпараттық қауіпсіздік, ақпараттық қауіпсіздік құралдары, идентификация, аутентификация.

УДК 004.3+004.4+004.056

A. Pyrkova, Ye. Zuyeva
(al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan.
E-mail: poka23@mail.ru)

CREATING BADUSB DEVICES AND SYSTEM SAFETY ANALYSIS

Abstract. BadUSB is one of the most interesting tools in the arsenal of a specialist in the field of information hacking and information protection, because this class of attacks allows us to gain control over many devices that have a USB port using a vulnerability in USB controllers. You can emulate any peripherals and most often fake the keyboard because it is a device that gives commands to execute commands or scripts. The purpose of the article is to describe the process of modeling a certain device, to determine the potential harm from the launch of such tasks launched from this device on a computer and methods of protection.

Key words: BadUSB, microcontroller, ATmega32u4, vulnerability.

А. Пыркова, Е. Зуева
(Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан.
E-mail: poka23@mail.ru)

СОЗДАНИЕ BADUSB-УСТРОЙСТВА И АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМЫ

Аннотация. BadUSB - один из самых интересных инструментов в арсенале специалиста в области информационного взлома и защиты информации, ведь данный класс атак позволяет при помощи уязвимости в USB-контроллерах захватить контроль над многими устройствами, у которых есть порт USB. Можно эмулировать любую периферию и чаще всего подделывают клавиатуру потому что это устройство, дающее команды на выполнение команд/сценариев. Цель статьи – описать процесс моделирования некоторого устройства, определить потенциальный вред от запуска подобного рода задач, запускаемых с этого устройства на компьютере и методы защиты.

Ключевые слова: BadUSB, микроконтроллер, ATmega32u4, уязвимость.

Введение

С развитием околокомпьютерной техники появился вопрос о передаче информации между разными устройствами. В какой-то момент времени встала цель сделать так, чтобы можно было бы без проблем подключить различные устройства к компьютеру (клавиатуры, мыши, принтеры, сканеры, джойстики, геймпады, точки доступа, веб-камеры, телефоны). Первоначально существовали специальные разъёмы для каждого устройства, и общество, не задумываясь вставляло коннектор в нужный разъем, а операционная система автоматически определяла тип устройства и подгружала необходимые драйвера, но практика показала, что это весьма неудобно так как для каждого устройства нужен был собственный интерфейс. Для преодоления этих обстоятельств и решения данной проблемы была разработана универсальная серийная шина (USB), которая имеет несколько версий (аббревиатура “U” в аббревиатуре “USB” означает “универсальный”, за 18 лет своего существования стандарт породил много версий с различными скоростями и огромным количеством типов разъемов: USB 1.0, USB 1.1, USB 2.0, USB 3.0, USB 3.1, имеющий две версии: USB 3.1 Gen 1 и USB 3.1 Gen 2) [1]. Принцип работы интерфейса USB состоит в следующем: в устройствах устанавливаются стандартизированные микросхемы, производящие преобразование информации, получаемой от устройств в протокол передачи, который в свою очередь передаётся в виде цифровой информации между двумя устройствами по кабелю.

Методы

Через универсальный интерфейс получения данных при определенных навыках можно организовать инструмент нелегального управления компьютером, то есть создать BadUSB-устройство

– устройство с модифицированными данными для управления другим устройством, с помощью которого можно производить атаки.

В качестве примера можно рассмотреть ситуацию, когда, например, надо получить удаленный доступ к компьютеру, выполнить на нем действия, не имея ни паролей пользователей на компьютере-жертве, ни другую системную информацию, в этом случае и используется устройство с заранее загруженными командами (при этом время доступа к компьютеру-жертве не более пары десятков секунд). Алгоритм работы BadUSB-устройства следующий: подключить к железу компьютера-жертвы устройство по USB-интерфейсу, автоматически создать канал между хостом и компьютером-жертвой и в нужное время инициировать начало выполнения того или иного сценария.

По этой схеме отработал в 2009 году вирус Stuxnet [2] (средство несанкционированного сбора данных), который нанес серьезный физический урон иранской ядерной программе. В начальной версии он занимал полмегабайта, а в модификации - два мегабайта. Он успешно поразил 1368 из 5000 центрифуг на заводе по обогащению урана в Натанзе (он то повышал обороты, то понижал – как результат: оборудование выходило из строя), а также сорвал сроки запуска ядерной АЭС в Бушере. Заказчик неизвестен. Исполнитель - сотрудник Siemens, вставивший модифицированный флеш-накопитель в рабочую станцию. Вирус был незаметен для антивирусных программ благодаря наличию настоящих цифровых подписей (два цифровых сертификата от компаний Realtek и JMicron) [3]. Не имеющий аналогов, он заражал промышленные контроллеры и выводил оборудование из строя, причем машину-хозяина не трогал, а воздействовал на все остальные компьютеры в сети. В результате произошел мощный удар по ключевой отрасли экономики Ирана. Это не просто уже вирус, а кибероружие.

Использование устройств с USB-разъемом предполагает функционирование при подсоединении любого периферийного устройства к компьютеру так как в спецификациях заданы и реализованы классы USB и драйверы для этих классов. И каждое USB-устройство относится к некоторому определенному классу (согласно классификации, определяющей функциональность устройства). При подключении моего USB-устройства к компьютеру-жертве оно имитирует клавиатуру, использующую Wi-Fi-модуль (позволяющий размещать собственную точку доступа или подключаться к существующей сети) ESP-12S [4] с последовательным подключением к микроконтроллеру 32u4 (рисунок 1). Основные параметры микроконтроллера приведены в таблице 1.

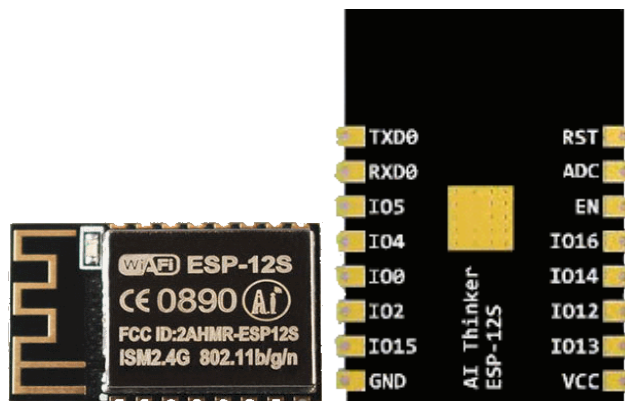


Рис. 1. Внешний вид и принципиальная схема микроконтроллера ESP-12S

На данный момент ESP-12s является одним из самых высокоинтегрированных Wi-Fi-чипов в своём классе [5]. Версия 12s является модификацией модуля ESP8266-12 со значительно увеличенной чувствительностью и радиусом действия, есть встроенная антенна, более экономичная работа в активном режиме и ультранизкое потребление в спящем и ждущем режимах, наличие металлического экрана для защиты чипа от различных наводок, помех и механических повреждений, разъём для подключения внешней антенны. Все основные элементы находятся под защитным экраном. На плате есть синий светодиод связи. Микроконтроллер может работать как в качестве клиента, так и в качестве сервера. Заводская прошивка ESP8266-12s позволяет работать с микроконтроллерами через интерфейс UART с помощью AT-команд.

Таблица 1. Основные параметры для работы микроконтроллера ESP-12S

Название параметра	Характеристика
Микроконтроллер	ATmega32u4
Рабочее напряжение	5 В
Входное напряжение (рекомендуемое/предельное)	7-12 В / 6-20 В
Цифровые Входы/Выходы	20 (7 из них могут быть выходами ШИМ)
Аналоговые каналы	12
Постоянный ток через вход/выход/ для вывода 3.3 В	40 мА / 50 мА
Флеш-память	32 Кб, из них 4 Кб используются для загрузчика
ОЗУ (SRAM)	2 Кб
EEPROM	1 Кб
Тактовая частота	16 МГц
Объём SRAM-памяти (кБ)	2,5
Количество аппаратных serial-портов	1
USB-разъём	micro-USB

Результаты

Все вышеперечисленное дало превратить USB-устройство в инструмент кибершпионажа. Опасность данного инструмента для обычного пользователя в том, что ни операционная система, ни классический антивирус, ни тем паче пользователь прямого доступа к прошивке устройства не имеют, а значит, существующие (стандартные меры, к которым все привыкли) не смогут защитить систему.

Дополнительно можно сделать так, чтобы зараженное USB-устройство может не только скомпрометировать операционную систему, но и модифицировать прошивку системного USB-контроллера [6], после чего компьютер начнет инфицировать другие подключаемые USB-устройства. Так как большинство пользователей использует множество разных устройств, подключаемых по USB-интерфейсу [7], то это гарантирует, что одного зараженного устройства хватит для того, чтобы в течении короткого времени заразить небольшой офис компании [8]. Это возможно благодаря тому, что архитектура USB устроена таким образом, что устройство при инициализации должно представить себя операционной системе, передав ей идентификаторы, которые описывают класс и тип подключенного устройства (например, веб-камера определяется двумя отдельными ID: видеочкамаера и микрофон). И смодифицировав прошивку USB-устройства, можно сделать устройство [9], которое будет представляться по-разному в зависимости от того, на каком этапе загрузки его подключили к системе [10]. И переустановка / форматирование диска не помогает от заражения, лишь пока не произойдет восстановление заводской прошивки контроллера устройства. И для того, чтобы централизованно проводить такую профилактику должны быть разработаны и подготовлены соответствующие меры.

Первый этап при разборе, чтобы понять, как работает BadUSB-устройство - это создание подобного устройства. Для проведения экспериментов был использован микроконтроллер ATmega32u4, впаянный на USB, фотографии конечного устройства без внешнего корпуса с обеих сторон представлены на рисунке 2.



Рис. 2. Внешний вид (с двух сторон) устройства для атаки BadUSB

В операционной системе Windows устройство с прошивкой распознается как 2 HID-устройства: клавиатура HID и HID-совместимая мышь (HID - human interface device - класс устройств USB для взаимодействия с человеком). Дополнительно присутствует порт COM13, через который осуществляется программирование платы. Это все продемонстрировано на рисунке 3, на нем описаны два состояния одной и той же операционной системы Windows, слева – до подключения устройства, справа – после. Компоненты, состояние которых изменилось – подчеркнуты. Этот факт свидетельствует о том, что одно устройство может эмулировать работу нескольких устройств сразу.

Для того, чтобы управлять устройством нужно организовать канал связи с привязкой по Mac-адресу компьютера-жертвы (с участием модуля Wi-Fi на BadUSB), в частности была поднята беспроводная сеть AI-THINKER_4C8257 и подключён к ней хост, чтобы управлять действиями на компьютере-жертве (рисунок 4).

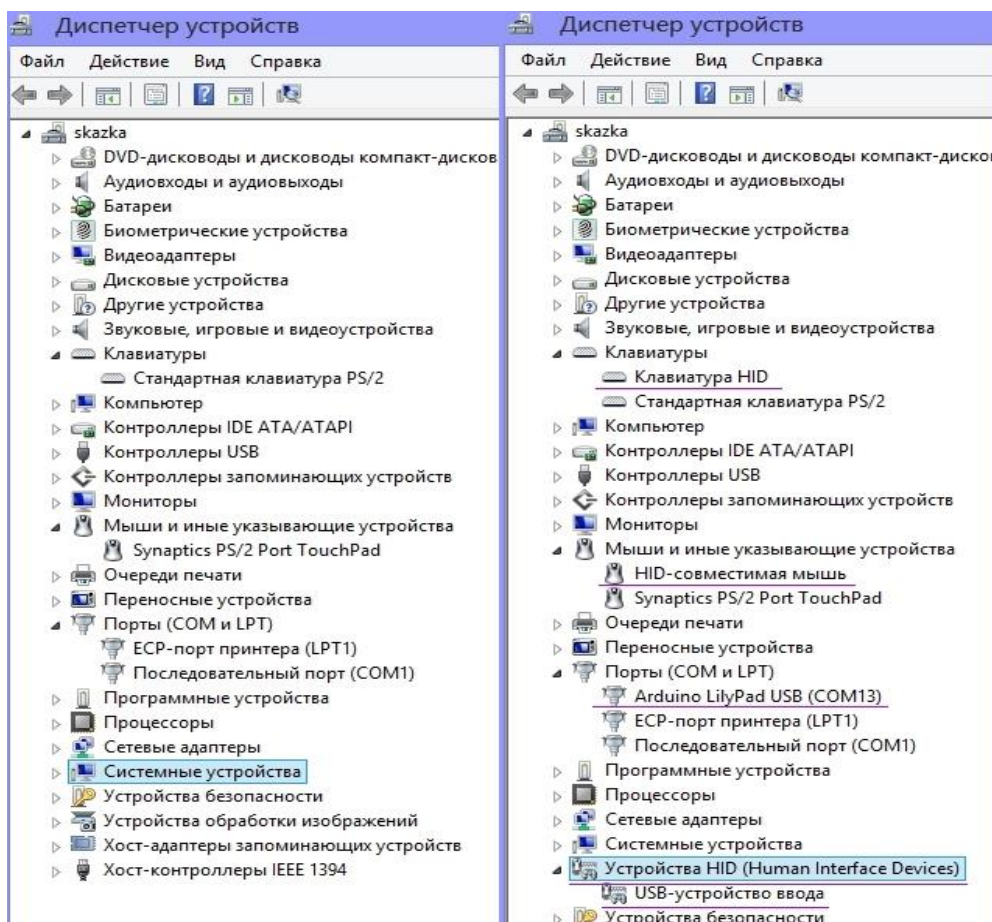


Рис. 3. Список устройств в диспетчере устройств Windows до подключения BadUSB и после него

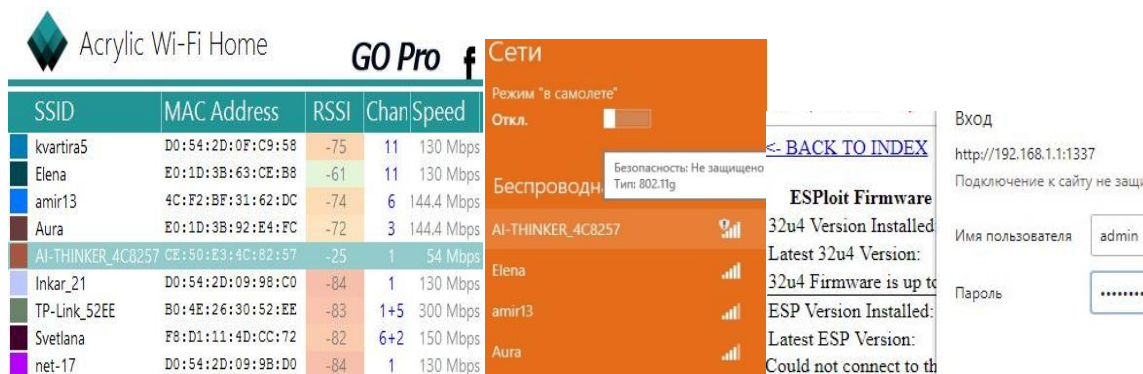


Рис. 4. Сканирование Wi-Fi сетей с помощью Acrylic Wi-Fi Home и подключение к беспроводной сети клиента, вход в админ-панель сети

Обсуждение

Любое устройство, имеющее USB-интерфейс можно рассматривать как полноценный компьютер, который может быть запрограммирован на выполнение любых команд. При атаках BadUSB используется тот фактор, что не все производители защищают свои устройства от перепрошивки [11], а хосты не проверяют USB устройства на подлинность, а при подключении нового HID-устройства компьютер не сам определяет его класс, а доверяет дескрипторам с устройства. Благодаря этому можно подменить прошивку микроконтроллера и выдать одно устройство за другое. Классический пример - когда флеш-устройство притворяется клавиатурой, при подключении в Windows открывает cmd и создает свой скрипт, выполняет его и самоуничтожается, причем все происходит за секунды.

Мировому сообществу было предложено несколько способов защиты от BadUSB, однако, полноценная интеграция защиты займет продолжительное время [12], [13]. Еще одно решение - полностью открыть исходный код прошивки [14].

Самым лучшим решением защиты [15] являются не антивирусы, которые реагируют на определенные события, которые в свою очередь USB-устройство может обойти, а некоторое устройство, проверяющее возможную модифицированность перед тем, как вставлять это устройство в компьютер и использовать его.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Типы разъёмов и стандарты USB: <https://faqhard.ru/hard/spr/3/20.php>. Дата обращения 3 января 2019.
- [2] Кто кого: вирус Stuxnet против промышленности Ирана: <https://warhead.su/2018/05/23/kto-kogo-virus-stuxnet-protiv-promyshlennosti-irana>. Дата обращения 12 января 2019.
- [3] Stuxnet: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Stuxnet> Дата обращения 20 мая 2019.
- [4] ElectroControlCenter: <https://www.epal.pk/product/esp8266-12s-wifi-module/> Дата обращения 21 февраля 2019.
- [5] Robohobby https://robohobby.by/product/esp8266_12s/ Дата обращения 21 февраля 2019.
- [6] Т. В. Вахний, С. Ю. Кузьмин. Разработка аппаратно-программного средства защиты от уязвимости BadUSB // Математические структуры и моделирование. - 2016. - № 2(38). - Стр. 116-125.
- [7] Myung-gu Kang USBWall: A novel security mechanism to protect against maliciously reprogrammed USB devices // M.S., Computer Science, University of Kansas. - 2015.
- [8] Кобяков В.Ю., Лучинин А.С. Обнаружение ПЭМИ проводников и коннекторов при передаче по интерфейсу USB // Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. – 2014. - №4(14).
- [9] Как создать реалистичный вредоносный USB-ключ. <https://7arlan.kz/usb-key>. Дата обращения 15 апреля 2019.
- [10] В. Хаперская. Тест на проникновение с помощью Teensy // Материалы конференции "Студенческая весна 2014" Бауманский университет. - 2014.
- [11] Michael Mimoso. Move Over Web Security, Embedded Devices Are Darling of Black Hat. <http://threatpost.com/move-over-web-security-embedded-devices-are-darling-of-black-hat/107694>. Дата обращения 21 апреля 2019.
- [12] Andy Greenberg. Why the Security of USB Is Fundamentally Broken. <https://www.wired.com/2014/07/usb-security>. Дата обращения 4 мая 2019.
- [13] Слайды доклада BadUSB. <https://srlabs.de/blog/wp-content/uploads/2014/07/SRLabs-BadUSB-BlackHat-v1.pdf>. Дата обращения 10 декабря 2018.
- [14] Linux. Magazine issue 162, May 2014, page 9.
- [15] Колыбельников А. Уязвимость BadUSB - или Hello, world! от флешки // Business information security association. – 2014.

Пыркова А., Зуева Е.

Badusb құрылғылары және қауіпсіздікті талдау жүйесі

Түйіндеме. BadUSB - ақпараттың бұзылуы және ақпаратты қорғау саласындағы маманның арсеналындағы ең қызықты құралдардың бірі, өйткені бұл шабуыл класы USB контроллерлерінде осалдықты пайдалану арқылы USB порты бар көптеген құрылғыларды басқаруға мүмкіндік береді. Сіз кез келген перифериялық құрылғыларды эмуляциялай аласыз және жиі пернетақтаны жасай аласыз, себебі ол командаларды / сценарийлерді орындауға арналған пәрмендер береді. Мақаланың мақсаты - белгілі бір құрылғыны модельдеу процесін сипаттау, осы құрылғыдан компьютерден шығарылған осындай міндеттерді іске қосудан және қорғаныс әдістерінен әлеуетті зиянды анықтау.

Түйін сөздер: BadUSB, микроконтроллер, ATmega32u4, осалдық.

УДК 656.2

¹**B. S. Akhmetov, ²V. A. Lakhno, ¹G. T. Yerkeldessova**

(¹Kazakh University of Ways of Communications, Almaty, Kazakhstan

²National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine

E-mail: gulzada888@mail.ru)

CONCURRENT PROCESSING IN THE AUTOMATED SYSTEM OF THE RAILWAY TRAFFIC DISPATCHING

Abstract. The problem solving of improving the efficiency of automated dispatch control systems (ADCS) movement of the rolling stock (RS) railway (r.w.) transport, in particular high-speed (HSRT), by applying the technology involving parallel computation in subsystems ADCS that implement the coordination of RS was substantiated. The principles of division of the RS into groups was carried out. It was shown that this division would allow speeding up calculations, especially in the situations when time limits are imposed on obtaining results in ADCS. An algorithm is proposed for subsequent stages of the research, program and implement the tasks of coordinating the movements and graphics of RS. In contrast to the existing solutions, the proposed algorithm takes into account the possibility of using parallel computing technologies. A mathematical model reflecting the principle of separation of computational processes in order to perform them in parallel is proposed. A preliminary assessment of the efficiency of the use of parallel computing technologies in the problems solved in the ADCS is made. In particular, the tasks solving is reviewed related to the coordination of the RS of the r.w. transport, including high-speed railway transport of the Republic of Kazakhstan.

Key words: railway transport, dispatching, automated control system, parallel algorithm, traffic coordination

¹**Б.С. Ахметов, ²В.А.Лахно, ¹Г.Т. Еркелдесова**

(¹Казахский университет путей сообщения, г. Алматы, Казахстан

²Национальный университет биоресурсов и природопользования

Украины, г.Киев, Украина, gulzada888@mail.ru)

ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Аннотация. Выполнено обоснование необходимости решения проблемы повышения эффективности работы автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ) движением подвижного состава (ПС) железнодорожного (ж.д.) транспорта, в частности высокоскоростного (ВСЖТ), путем применения технологии, предполагающей распараллеливание вычислений в подсистемах АСДУ, реализующих координацию движения ПС. Выполнено обоснование принципов разделения ПС на группы. Показано, что данное разделение позволит ускорить вычислений, особенно в ситуациях, когда на получение результатов в АСДУ наложены временные ограничения. Предложен алгоритм, позволяющий на последующих этапах исследования, программно реализовать решение задач по координации движения и графика ПС. В отличие от существующих решений, предложенный алгоритм учитывает возможности применения технологий параллельных вычислений. Предложена математическая модель, отражающая принцип разделения вычислительных процессов с целью их выполнения в параллельном режиме. Выполнена предварительная оценка эффективности использования технологий параллельных вычислений в задачах, решаемых в АСДУ. В частности, рассмотрены задания, предполагающие решение задач, связанных с координацией ПС ж.д. транспорта, в том числе высокоскоростного железнодорожного транспорта Республики Казахстан.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, диспетчеризация, автоматизированная система управления, параллельный алгоритм, координация движения

Введение.

По мере развития цифровых технологий на железнодорожном (ж.д.) транспорте Республики Казахстан задачи, связанные с автоматизацией диспетчерского управления, становятся все более актуальными. Необходимость развития автоматизированных информационных систем для диспетчерского управления движением также связана с перспективами развития в Казахстане высокоскоростного железнодорожного транспорта (ВСЖТ), который позволит многократно повысить качество и эффективность транспортного процесса. Отметим, что при всем многообразии задач в данном сегменте разработки цифровых систем и технологий для ж.д. транспорта, одной из приоритетных является задача, связанная с разработкой алгоритмов и процедур, которые позволят координировать движение подвижных средств (ПС) [1, 2]. При этом полагаем, что подобные

автоматизированные системы диспетчерского управления (АСДУ) должны решать задачи координации ПС, находящегося в зоне железнодорожных диспетчерских пунктов с учетом перспективы развития ВСЖТ в Казахстане.

Полагаем, что разработка вышеуказанных алгоритмов должна априори предполагает необходимость решения вопросов, связанных с безопасностью движения ВСЖТ, а также необходимость обеспечения оптимальных (рациональных) решений по созданию АСДУ с точки зрения их экономической эффективности и целесообразности.

Обзор и анализ литературы.

Идея применения параллельных вычислений в задачах диспетчеризации движения ПС ж.д. транспорта ранее рассматривалась различными специалистами [1, 2]. При этом в ряде работ, например, в [3, 4], отмечалось, что важным направлением модернизации существующих и проектирования новых АСДУ, в первую очередь для ВСЖТ, являются задания, связанные с координацией движения ПС ВСЖТ в условиях, накладываемых на решение временных ограничений. Заметим, многие из предложенных моделей [4, 5] в силу сложности алгоритмов не были реализованы.

В работах [6,7] были проанализированы обстоятельства, которые способствуют наложению ограничений на время решения задач координации движения ПС ж.д. транспорта (в том числе высокоскоростного). К таковым можно отнести:

- конструктивные, технологические и алгоритмические ограничения, накладываемые на параметры максимального быстродействия компьютеров, которые используют последовательные алгоритмы в расчетах;

- необходимость принимать в АСДУ решения в течении небольших временных отрезков, с учетом скорости современного ж.д. транспорта, в особенности ВСЖТ.

В работах [7, 8] авторами был проведен детальный обзор и анализ различных информационных систем, позволяющих автоматизировать процессы диспетчерского управления ж.д. транспорта, в том числе ВСЖТ. Отметим, что как показал анализ этих и других публикаций [9, 10] по тематике нашего исследования, задача диспетчерского управления и координации движения в существующих автоматизированных системах на ж.д. транспорте требует дальнейшего обобщения. Об этом свидетельствует выполнение коррекции расписания движения преимущественно диспетчерами. Также отсутствуют системы и программные продукты автоматизирующие этот процесса в режиме реального времени, например, для ВСЖТ.

По результатам анализа ряда публикаций [11-13], выявлено, что перспективным направлением исследований в данной предметной области является организация помощи в принятии решений машинистом и контроль актуальности данных, которые передаются на подвижные средства ВСЖТ. Поэтому предлагается дополнить существующую автоматизированную систему железнодорожного транспорта в том числе ВСЖТ за счет реализации автоматизированной информационной системы диспетчеризации движения.

Организация параллельных вычислений в процессе решения задач диспетчеризации и координации движения ПС, в том числе ВСЖС, реализована в основном, за счет введения применения многопроцессорных систем [4, 6, 11, 12]. Как показано в работах [13-16] такой подход позволяет едино моментно выполнять несколько операций в процессе обработки данных. При этом существенно ускоряются процессы выполнения вычислительных задач, например, в ситуации, когда алгоритм можно разбить на информационно независимые составляющие. При этом организация выполнения каждой из частей расчетов и вычислений реализована на разных серверах автоматизированных систем железной дороги. Как показали исследования [12, 14] такой подход позволил существенно сократить временные затраты в сравнении с классическим подходом, когда каждой задаче ставится в соответствие только имеющийся сервер [12, 14, 16]. Однако, как отмечают сами авторы до конца в программных продуктах этот подход к параллельности в реализации вычислительных задач диспетчеризации и координации движения ПС на ж.д. транспорте не был реализован.

Также как показал анализ исследований [4, 7, 12, 14, 16], задача распараллеливания не решалась с точки зрения повышения эффективности существующих алгоритмов. Также в указанных работах не затронут важный аспект оптимизации вычислительной способности алгоритмов, например, при необходимости получать результаты расчетов за ограниченное время.

Все выше обусловленное делает тематику нашего исследования релевантной.

Цель статьи.

Разработка моделей алгоритмов, применяемых в задачах диспетчеризации движением подвижного состава железных дорог Республики Казахстан, в том числе высокоскоростного транспорта, и его координации на основе применения параллельных вычислений.

Модели и методы.

Нам представляется необходимым для того чтобы повысить эффективность и безопасность ж.д. транспорта, а также реализовать в АСДУ временные ограничения, накладываемые на вычисления, разделить ПС на отдельные группы. При этом за счет введения режимов параллельной обработки можно добиться выполнения алгоритмов в решении задач диспетчеризации и координации ПС, в том числе ВСЖТ.

Полагаем, что железнодорожная сеть Казахстана поделена на отдельные зоны ответственности диспетчеров (ЗОД). Внутри ЗОД выполняется диспетчеризация ПС, передвигающихся исключительно в ЗОД. Если ПС перемещаются между зонами, то движение координирует диспетчер в центральной диспетчерской ж.д. Казахстана.

Основой разрабатываемой системы, послужит стандарт связи, удовлетворяющий необходимым требованиями для функционирования системы в целом. Например, в качестве стандарта мобильной связи можно использовать стандарт GSM. Сервер приложений связан с автоматизированными рабочими местами диспетчеров ЗОД, а также с сервером баз данных и бортовыми компьютерами ПС.

Введем определения. Контрольная точка (КТ) – это точка на навигационной карте, в которой для анализируемого ПС выполняется проверка на наличие/отсутствие конфликтов в графике движения. Полагаем, что если такой конфликт обнаружен, то с помощью АСДУ вырабатывается управляющее воздействие. Располагаем КТ так чтобы обеспечивать запас времени для принятия решений.

Навигационная информация для АСДУ – это набор координат и скорость движения ПС. Данная информация поступает с систем GPS/GPRS-модемов, установленных, например, на ПС. Это позволяет четко позиционировать единицы ПС на навигационных картах. При этом текущая скорость движения ПС позволяет оценивать временные интервалы до достижения КТ.

Разрабатывая параллельный алгоритм, прежде всего, должны будем оценить эффективность его применения в сравнении с последовательным решением задач. Полагаем, что разрабатываемый алгоритм должен решать задачу по координации движения ПС. Параллельные вычисления позволят повысить скорость расчетов для задач внесения корректив в расписание движения ПС. При этом исходной будет выступать информация о местоположении ПС и проверка на отсутствие конфликтов в графике. Для получения исходных данных задействована подсистема, включающая навигационное оборудование, установленное на ПС. Данная информация поступает на сервер баз данных (БД). Сервер расположен в соответствующей ЗОД или ином месте сети ж.д. транспорта.

Полагаем, что более продуктивным будет подход, при котором организация вычислительного процесса позволит уменьшить временные интервалы решения задачи координации ПС. В частности, за счет параллельного выполнения алгоритма для расчета множества поездов, движущихся в ЗОД, и координации их движения.

Если по маршруту движения ПС проходят через несколько ЗОД, результаты работы алгоритмов, координирующих графики ПС объединяются. В дальнейшем выполняется коррекция в расписании движения.

Будем полагать, что в ЗОД находится некоторое множество поездов – $MTR_i = \{1, 2, \dots, j, \dots, N - 1\}$, где i – индекс анализируемой в АСДУ ЗОД. На навигационных картах к которым обращается диспетчер или АСДУ указаны КТ – $MCP_i = (1, \dots, M_i)$. С помощью АСДУ необходимо определить временные интервалы или конкретное время отправления/прибытия подвижной единицы (далее ПС), т.е. найти t^r ($pr = 1, 2, \dots, N - 1$), где r – очередность появления ПС в ЗОД.

Полагаем, что для MTR_i с помощью АСДУ рассчитано конкретное время отправления/прибытия ПС, т.е. t_j^{pr} ($pr \in MTR$), $j \in MTR_i^*$, где $MTR_i^* = \{1, 2, \dots, j, \dots, N - 1\}$ – упорядоченное множество MTR_i по возрастанию t^{pr} . Тогда t_j^{pr} – расчетное время прибытия ПС, а j – индекс очередности отправления/прибытия ПС.

Предположим, что в конкретной ЗОД появился ПС с номером N и расчетным временем t_x^N , x – неизвестный индекс, который можно найти из проверив неравенство:

$$t_{i-1}^{pr} < t_x^N < t_i^{MTR_i}. \quad (1)$$

Следовательно, если $x = i$ то индекс j будет увеличиваться на 1 начиная с t_j^{MTR} .

Проверить условие на отсутствие конфликтов в графике отправления/прибытия ПС можно так:

$$t_i^N - t_{i-1}^{pr*} \geq \tau_{\min}, t_{i-1}^{MTR_i^*} - t_i^N, \quad (2)$$

где τ_{\min} – безопасный временной интервал между ПС (в АСДУ рассматривается путь с которого или на который прибывает/отправляется ПС).

Если выполняются неравенства (1) и (2) то реальное время прибытия/отправления ПЕ находим так: $t_i^N = t_i^{N*}$. Если (1) или (2) не выполняются, то для ПС с номером N возможно возникновение конфликта. Все поезда (или ПС) для которых возможен конфликт в графике движения образуют подмножество $MTR_{i1}^* \notin MTR_i^*$.

Найти мощность MTR_{i1}^* можно найти, проанализировав выполнение следующих неравенств:

$$\begin{aligned} t_{i-m}^{z*} - t_{i-m+1}^{pr*} &\leq \lambda \cdot \tau_{\min}, m = 2, \dots, j-1, \\ t_{i+n}^{MTR^*} - t_{i+n-1}^{o*} &\leq \lambda \cdot \tau_{\min}, n = 2, \dots, N-i, \\ (z, o, pr, mtr &\in MTR_i), \end{aligned} \quad (3)$$

где $\lambda = 2$, т.к. все ПЕ кроме z , имеют в графике безопасный интервал τ ;

t_{i-m}^{z*} – время прибытия/отправления ПС с порядковым номером отличным от z на m позиций;

o – длина очереди в случае конфликтов в расписании;

t_{i+n-1}^{o*} – время на движение в очереди ПС с порядковым номером отличным от z на $n-1$ позицию;

pr – отправление/прибытие ПС в КТ.

Например, нам необходимо определить время задержки ПЕ, т.е. найти Δt_j^{pr} . Время задержки определяем для подмножества MTR_{i1}^* , используя такую зависимость для минимизации:

$$\min \Theta = \sum_{j=i-m_1+1}^{i+n_1-1} k_j \cdot |\Delta t_j^{pr}|, j \in MTR_{i1}^*, pr \in MTR_i, \quad (4)$$

где k_j – весовой коэффициент ПС с номером j .

Заметим, что при определении значения k_j в расчет принимаем расчетные данные по себестоимости часа работы ж.д. состава.

Тогда оценку безопасности на временные интервалы прибытия/отправления ПС найдем в процессе проверки такого неравенства:

$$t_{j+1}^{pr} - \Delta t_{j+1}^{pr} - t_j^{MTR} + \Delta t_j^{MTR} \geq \tau_{\min}, j = i - m_1 + 1, \dots, i + n_1 - 1, \quad (5)$$

$pr, mtr \in MTR,$

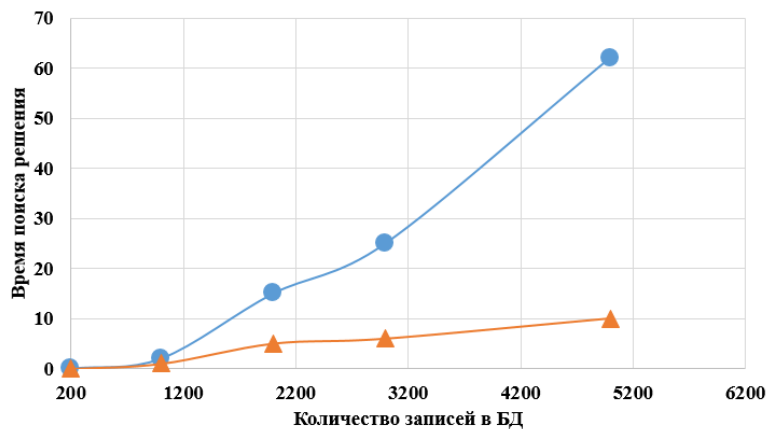
где $t_j^{mtr^*}$ – реальное время прибытия/отправления ПС (mtr) при соблюдении условий очередности, т.е. $j \in MTR_{li}^*$.

Полагаем, что, применяя АСДУ и соответствующие управляющие воздействия все Δt_j^{pr} можно устранить.

Таким образом, на основании зависимостей (1) – (5), был разработан алгоритм для параллельных расчетов координации движения и диспетчеризации ПС.

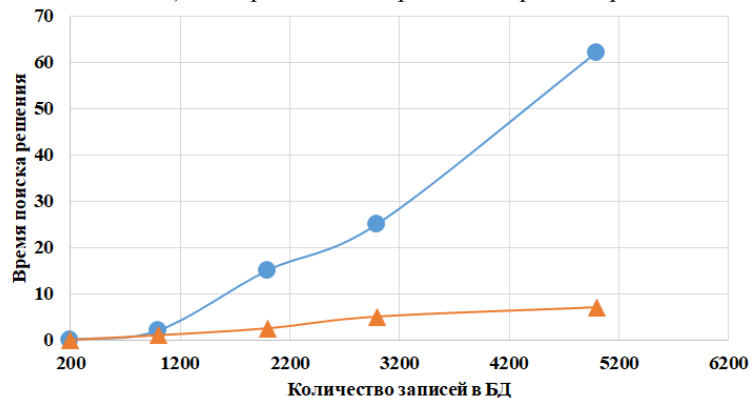
Данный алгоритм является только небольшой частью программных систем, входящих в пакет прикладного программного обеспечения АСДУ. Основная задача данного исследования была в проверки гипотезы о целесообразности замены классического подхода с последовательным расчетом параметров координации ПС, что на наш взгляд целесообразно по мере замены компьютерного оборудования в АСДУ. В расчет также принимался факт использования преимуществ многопоточного и параллельного программирования на современных процессорах типа i5, i7.

На рисунке 1. показан алгоритм параллельных расчетов координации движения и диспетчеризации ПС, полученный на основе нашей модели. Алгоритм предполагает создание двух потоков, которые могут обрабатываться параллельно на разных ядрах многоядерных процессоров. Таким образом достигается увеличение скорости выработки управляющих воздействий (УПВ) в ситуации, когда возникает большое количество конфликтных ситуаций с прибытием/отправлением ПС ж.д., что в первую очередь актуально для высокоскоростного железнодорожного транспорта в РК.



—●— Последовательный алгоритм —▲— Параллельный алгоритм

а) тестирование алгоритма на процессоре i5



—●— Последовательный алгоритм —▲— Параллельный алгоритм

б) тестирование алгоритма на процессоре i7

Рис. 1. Результаты тестирования алгоритма

Выполним оценку эффективности предложенных алгоритмов, и, прежде всего алгоритма параллельных вычислений в АСДУ.

Пусть SV – это количество серверов, которые задействованы в обработке расчетов на основе алгоритма параллельной обработки для координации движения ПС. Для распараллеливания вычислений также необходимо задать следующее множество:

$$H_{sv} = \{(i, MCP_i, t_i) : i \in V\}, \quad (6)$$

где V – расчетные операции для i – номера операций, выполняемых на сервере зоны - MCP_i ; t_i – время выполнения операции.

Необходимо реализовать такие требования:

$$\forall i, j \in V, t_i = t_j \Rightarrow MCP_i \neq MCP_j, \quad (7)$$

т.е. одни и тот же сервер не назначается для разных операций в тождественные моменты времени

$$\forall i, j \in R, \Rightarrow t_i \geq t_j + 1, \quad (8)$$

т.е. к назначенному моменту времени, необходимые операции, находящиеся на дугах R , должны быть завершены.

Вычислительную схему алгоритмов, обозначим как - G , совместно с расписанием H_{sv} будем трактовать в качестве параллельного алгоритма $AL_{sv}(G, H_{sv})$.

Тогда время в течении которого выполняется параллельный алгоритм можно определить так:

$$T_{sv}(G, H_{sv}) = \max_{i \in V} (t_i + 1). \quad (9)$$

Для контроля актуальности сформированных воздействий, а также с целью избегания конфликтных ситуаций, можно использовать такую зависимость:

$$T_{sv}(G) = \min_{H_{sv}} T_p(G, H_{sv}). \quad (10)$$

Сократить время выполнения алгоритма можно за счет подбора рациональной схемы для вычислений

$$T_{sv} = \min_G T_p G. \quad (11)$$

Временные параметры, полученные с помощью выражений (9)–(11) могут быть использованы для оценивания времени работы алгоритма, т.е. для его последующей минимизации:

$$T_{\infty} = \min_{sv \geq 1} T_{sv}. \quad (12)$$

Таким образом, T_{∞} можно рассматривать в качестве минимизированного времени параллельного алгоритма, при условии, что количество серверов неограниченно.

Для определения времени выполнения алгоритма, когда установлен единичный сервер, использовалось следующее выражение:

$$T_1(G) = |\bar{V}|, \quad (13)$$

где $|\bar{V}|$ – число вершин вычислительной схемы без параллелизма.

Определяя перечисленные параметры (9)–(11) мы ограничились только одним выбранным алгоритмом решения задачи по координации движения и диспетчеризации. Хотя подобных задач, предполагающих распараллеливание, может быть достаточно много.

Тогда приращение производительности за счет использования параллельного алгоритма для имеющегося количества серверов, в сравнении последовательными вариантами, можно определить так:

$$S_{sv}(n) = T_1(1) / T_{sv}(n), \quad (14)$$

где $T_1(1)$ – время, затрачиваемое на последовательное решение задний на одном сервере;

$T_{sv}(n)$ – время, затрачиваемое на параллельное решение задний на n серверах.

Результаты имитационных экспериментов показали, что эффект от применения параллельных вычислений (по сравнению с обычным железнодорожным последовательным алгоритмом расчета графика движения) достигается за счет распараллеливания потоком при обращении к базе данных. При этом при росте количества записей в БЗ время решения сокращалось в среднем в 2,5–3,5 раза.

Обсуждение результатов исследования.

Таким образом, в ходе имитационного моделирования была апробирована модель и алгоритм параллельной обработки данных. Предложенный алгоритм решения исходной задачи диспетчеризации разделен на отдельные процессы. Выполнение процессов осуществляется в параллельном режиме. Таким образом, существенно повышена вычислительная способность алгоритма в условиях ограничений на время выполнения.

На наш взгляд преимуществом предложенного подхода является тот факт, что разработан новый алгоритм для решения задач по координации движения и диспетчеризации графика ПС. Алгоритм, в отличие от существующих решений, учитывает возможности применения технологий параллельных вычислений. Экспериментальная проверка предложенного алгоритма, показала, что фактическое время обработки полученных данных и выработки управляющих воздействий по диспетчеризации ПС по сравнению с последовательной обработкой исходных данных сократилось на 24–47%.

Перспективы дальнейших исследований состоят в следующем: необходимо протестировать модель минимизирующую отклонения временных интервалов прибытия ПС на станцию; минимизировать затраты на управление, связанные с модернизацией АСДУ.

Выводы

В статье представлены следующие результаты:

обоснована необходимость решение проблемы повышения эффективности работы автоматизированных систем диспетчерского управления движением подвижного состава железнодорожного транспорта, в частности высокоскоростного, путем применения технологии, предполагающей распараллеливание вычислений в подсистемах АСДУ, которые отвечают за координацию движения ПС;

обоснованы принципы, разделения ППС на группы, в целях ускорения вычислений, особенно когда на получение результатов в АСДУ наложены временные ограничения;

разработан алгоритм для решения задач по координации движения и графика ПС, причем в отличие от существующих решений алгоритм учитывает возможности применения технологий параллельных вычислений;

представлена модель, отражающая принцип разделения вычислительных процессов с целью их выполнения в параллельном режиме;

проведена оценка эффективности использования технологий параллельных вычислений в задачах, решаемых в АСДУ, в частности для заданий, предполагающих координацию ПС ж.д. транспорта, в том числе высокоскоростного железнодорожного транспорта Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Скалозуб, В. В., Соловьев, В. П., Жуковицкий, И. В., & Гончаров, К. В. (2013). Интеллектуальные транспортные системы железнодорожного транспорта (основы инновационных технологий): пособие.
- [2] Гапанович В. А., Розенберг И. Н. Основные направления развития интеллектуального железнодорожного транспорта //Железнодорожный транспорт. – 2011. – №. 4. – С. 5-11.
- [3] Можарова В. В. Транспорт в Казахстане: современная ситуация, проблемы и перспективы развития //Алматы: КИСИ при президенте РК. – 2011. – С. 216-217.
- [4] Аркатов Д. Б. Модели декомпозиции и параллельной обработки данных автоматизированной системы координации движения подвижных средств //Проблемы информативных технологий. – 2012. – №. 2. – С. 22-28.
- [5] Смагулова Ш. А. и др. Развитие и управление транспортной отрасли в Казахстане //Стратегическое и проектное управление. – 2016. – С. 247-256.
- [6] Борушко Ю.М. АСУ «Навигация и управление» на основе спутниковых технологий для железнодорожного транспорта //Ю.М. Борушко, С.Б. Семенов, Н.Н. Титов //Спутниковые технологии и системы цифровой связи на службе железных дорог. – М.: ВНИИАС, 2007. – С.33-37.
- [7] Агафонов, Д. В. (2017). Анализ целесообразности отделения железнодорожной инфраструктуры высокоскоростных магистралей в Российской Федерации. Интернет-журнал Науковедение, 9(1 (38)).
- [8] Лёвин Б. А. Инноватика в научном обеспечении транспортной безопасности //Мир транспорта. – 2016. – №. 1. – С. 38-41.
- [9] Davidsson P. et al. An analysis of agent-based approaches to transport logistics //Transportation Research part C: emerging technologies. – 2005. – Т. 13. – №. 4. – С. 255-271.
- [10] Fay A. A fuzzy knowledge-based system for railway traffic control //Engineering Applications of Artificial Intelligence. – 2000. – Т. 13. – №. 6. – С. 719-729.
- [11] Ning B. et al. Intelligent railway systems in China //IEEE Intelligent Systems. – 2006. – Т. 21. – №. 5. – С. 80-83.
- [12] Ning B. et al. An introduction to parallel control and management for high-speed railway systems //IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. – 2011. – Т. 12. – №. 4. – С. 1473-1483.
- [13] Jianjun Z. L. H. S. M., Yixiang Y. Network Hierarchy Parallel Algorithm of Automatic Train Scheduling [J] //Journal of the china railway society. – 1998. – Т. 5.
- [14] Fay A. A fuzzy knowledge-based system for railway traffic control //Engineering Applications of Artificial Intelligence. – 2000. – Т. 13. – №. 6. – С. 719-729.
- [15] Jianying W. Railway Traffic Dispatching Control Simulation System [J] //China Railway Science. – 2007. – Т. 5. – С. 024.
- [16] Coll D. C. et al. The communications system architecture of the North American advanced train control system //IEEE Transactions on Vehicular Technology. – 1990. – Т. 39. – №. 3. – С. 244-255.

Ахметов Б.С., Лахно В.А., Еркелдесова Г.Т.

Темір жол көлігі қозғалысын диспетчерлендірудің автоматтандырылған жүйесінде деректерді параллель өңдеу

Түйіндемe. Темір жол (т.ж.) жылжымалы құрамының (ЖК) қозғалысын диспетчерлік басқарудың автоматтандырылған жүйелері (ДБАЖ) жұмысының тиімділігін арттыру проблемасын шешу қажеттілігінің негіздемесі орындалды, атап айтқанда жоғары жылдамдықты көлік (ЖЖК), ЖҚ қозғалысын үйлестіруді іске асыратын ДБАЖ кіші жүйелеріндегі есептеулерді параллельдеуді болжайтын технологияны қолдану арқылы. ЖҚ топтарға бөлу қағидаттарының негіздемесі орындалды. Бұл бөлу, әсіресе, ДБАЖ-да нәтижелерді алуға уақытша шектеулер қойылған жағдайларда есептеулерді жеделдетуге мүмкіндік береді. Зерттеудің келесі кезеңдерінде ЖҚ кестесі мен қозғалысын үйлестіру бойынша міндеттерді шешуді бағдарламалық іске асыруға мүмкіндік беретін алгоритм ұсынылды. Қолданыстағы шешімдерге қарағанда, ұсынылған алгоритм параллельді есептеу технологияларын қолдану мүмкіндігін ескереді. Есептеу процестерін параллель режимде орындау мақсатында бөлу принципі көрсететін математикалық модель ұсынылды. ДБАЖ-да шешілетін есептерде параллельді есептеу технологияларын пайдалану тиімділігін алдын ала бағалау орындалды. Атап айтқанда, темір жол ЖҚ үйлестірумен байланысты тапсырмаларды қарастырылды, оның ішінде Қазақстан Республикасының жоғары жылдамдықты темір жол көлігі.

Түйінді сөздер: темір жол көлігі, диспетчерлендіру, автоматтандырылған басқару жүйесі, параллельдік алгоритм, қозғалысты үйлестіру.

УДК 004.85

G. M. Mutanov, Zh. D. Mamykova, V.I. Karyukin, A.Zh. Zhaksykeldi
(al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan
Email: zhmamymkova@kaznu.kz, vladislav.karyukin@gmail.com)

DEVELOPMENT OF A MACHINE-LEARNING ALGORITHM FOR DETERMINING THE SENTIMENT OF THE USER'S PERCEPTION OF SOCIAL MEDIA CONTENT

Abstract. The analysis of textual data is essential in order to get information about events taking place in the world. Due to the rapid development of the Internet, the increase in the number of websites, blogs and social networks, the problem of automatic data processing arises. The use of machine learning algorithms has an important role for the analysis of the emotional aspect of the news topics posted on the network and user opinions on the events described in them. This article has reviewed systems monitoring social media content and the development of a module for automatic classification of the sentiment of emotional aspects of the news topics and user comments using machine learning algorithms for OMSystem.

Keywords: Internet resources, social media, OMSystem, news topics, user opinions, machine learning, supervised learning, data classification, metrics, ROC curve.

Г.М. Мутанов, Ж.Д. Мамыкова, В.И. Карюкин, А.Ж. Жақсыкелді
(Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан
Email: zhmamymkova@kaznu.kz, vladislav.karyukin@gmail.com)

РАЗРАБОТКА МАШИННО-ОБУЧАЕМОГО АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОНАЛЬНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ВОСПРИЯТИЯ КОНТЕНТА СОЦИАЛЬНЫХ МЕДИА

Аннотация. Анализ текстовой информации имеет важное значение для получения сведений о событиях, происходящих в мире и обществе. В связи с быстрым развитием Интернета, увеличением числа сайтов, блогов и социальных сетей возникает задача автоматической обработки данных. Применение алгоритмов машинного обучения имеет важную роль для анализа эмоционального окраса размещенных в сети новостных топиков и мнений пользователей на события, описанные в них. В данной статье были рассмотрены системы мониторинга контента социальных медиа и разработка модуля автоматической классификации тональности эмоционального окраса новостных топиков и пользовательских комментариев с применением алгоритмов машинного обучения для системы мониторинга OMSystem.

Ключевые слова: Интернет-ресурсы, социальные медиа, OMSystem, новостные топики, пользовательские мнения, машинное обучение, обучение с учителем, классификация данных, метрики, ROC-кривая.

Введение

Активное развитие социальных медиа привело к значительному росту числа новостных порталов, статей и пользователей, активно читающих и комментирующих содержание текстов [1]. На сегодняшний день в казахстанском сегменте сети Интернет определение тональности статей и комментариев в основном производится вручную или на основе лингвистических правил, учитывающих структурные особенности и семантику слов [2]. При этом лингвистические правила подразумевают наличие большого корпуса слов, покрывающих большинство используемых в языке конструкций. Хотя данный подход позволяет получить достаточно точные оценки, он занимает много времени и ресурсов. Решением данной проблемы является применение широко распространенных алгоритмов машинного обучения для автоматической классификации текстовых данных. В данной статье рассматривается создание классификатора, обученного на наборе статей и комментариев пользователей из казахстанских социальных медиа. Результаты работы алгоритма оцениваются на тестовом наборе данных путем сравнения значений.

Методы

В автоматической обработке данных выделяют следующие важные подходы, находящие широкое применение: правила языка, тональные словари, алгоритмы машинного обучения (с учителем и без учителя) [3].

1. Первый тип включает набор правил, с помощью система определяет тональность текста;
2. Второй тип основывается на базовых тональных словарях. Создается словарь, в котором слова содержат определенный оттенок эмоционального окраса (положительный, нейтральный, отрицательный) и относятся к определенной категории тем;
3. Обучение с учителем. Методы обучения с учителем применяются тогда, когда для имеющихся объектов обучающей выборки уже выставлены значения меток (labels);
4. Обучение без учителя. В данном случае не выставлены значения меток. Для определения тональности текста необходимо найти зависимости и связи между объектами.

Существуют следующие казахстанские и зарубежные системы мониторинга контента социальных медиа: iMAS, Alem media monitoring, Brand Analytics, Microsoft Engagement и другие.

iMAS позволяет анализировать общественное мнение в режиме реального времени, получать информацию о критических замечаниях общества в СМИ, соцсетях, блогах, форумах. Alem media monitoring выполняет мониторинг всех актуальных для Казахстана социальных сетей и позволяет быть в курсе различных событий. Brand Analytics – российская система мониторинга мнений пользователей о брендах компаний в социальных медиа. Microsoft Social Engagement – платформа для наблюдения и взаимодействия с социальным медиа пространством. Предоставляется возможность взаимодействия с общественностью путем обсуждения продуктов и услуг компании.

В настоящее время исследователями Казахского национального университета им. аль-Фараби разработана платформа мониторинга казахстанского медиа пространства OMSystem (Opinion monitoring system) [4], выполняющая анализ мнений и упоминаний в информационном пространстве. Мониторинг системы охватывает новостные порталы Казахстана, социальные сети: ВКонтакте, Twitter, Facebook, Instagram, YouTube, а также блоги и сайты отзывов. OMS позволяет выполнять широкий круг функций: автоматизация рутинных операций мониторинга информационного пространства, поиск и обработка большого массива данных; оперативный мониторинг социальных сетей по горячей теме; анализ мнений пользовательского восприятия событий в обществе; отслеживания упоминания бренда; выявление существующих и потенциальных источников негатива и острых дискуссий; отслеживание динамики вовлеченности пользователей в ту или иную тему; оценка уровня социального самочувствия в обществе.

Система хорошо адаптирована под казахский и русский языки, в основе анализа данных лежит применение динамически наполняемого словаря «положительных» и «отрицательных» слов. Она способна за короткий промежуток времени оценить фон проявления социального самочувствия с целью оценить уровень настроения общества. Однако система проводит анализ данных только с использованием словарного подхода, требующего значительного промежутка времени на наполнение. Вычислительные мощности компьютера и широко используемые при анализе данных алгоритмы машинного обучения позволяют существенно ускорить процесс обработки данных, работая с полными текстами без необходимости применения огромных словарей. Разработка модуля машинного обучения OMSystem [4], основанного на обучении с учителем размеченного экспертами корпуса текстов казахстанских новостных порталов, позволит улучшить точность оценки тональности данных.

Реализация

Для выполнения анализа данных была сформирована база данных, включающая полные тексты статей из таких известных казахстанских новостных порталов, как tengrinews.kz, zakon.kz, nur.kz, informburo.kz, times.kz, today.kz, bnews.kz. Отдельно были сформированы таблицы, содержащие комментарии пользователей к соответствующим статьям. Было оценено 2430 статей и 11486 комментариев.

Разработанный машинно-обучаемый алгоритм определения тональности пользовательского восприятия контента социальных медиа включает 4 этапа, показанных на рис. 1.

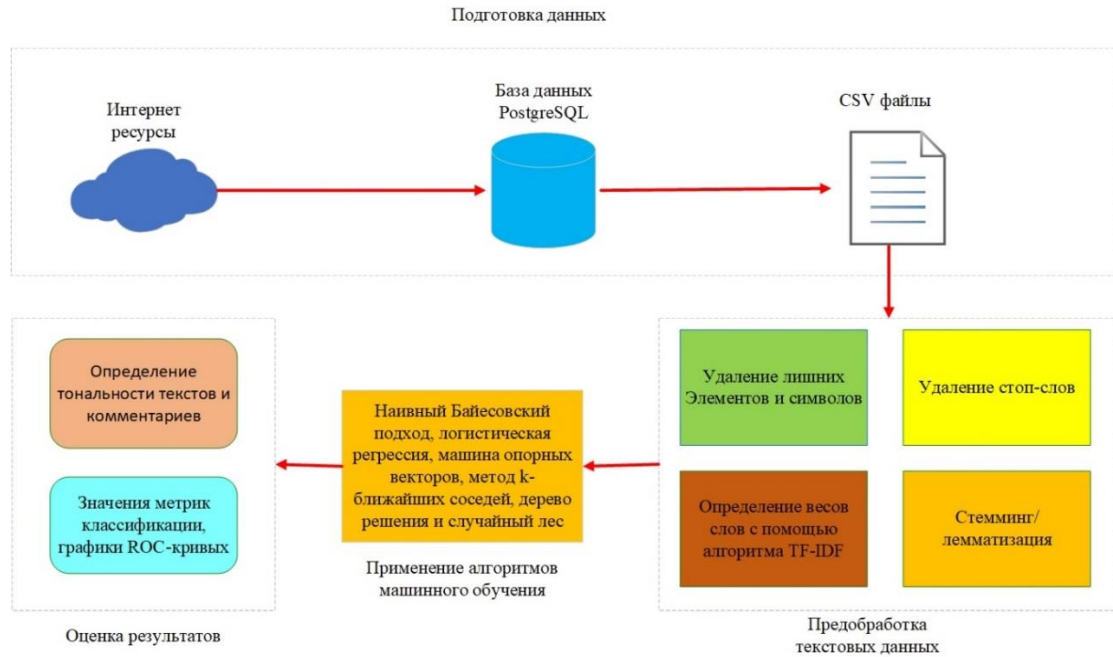


Рис. 1. Этапы машинно-обучаемого алгоритма

Этап «Подготовки данных» включает сбор информации поисковым механизмом системы OMSystem из казахстанских новостных порталов, формирование базы данных размеченного экспертами корпуса текстов и создание документов, содержащих параметры, необходимые для алгоритмов классификации данных: текст статьи/комментария, тональность и язык.

Этап «Предобработки текстовых данных» начинается с удаления символов, знаков, слов, не несущих какой-либо смысловой нагрузки [5]. После этого для уменьшения числа различных слов выполняется стемминг путем удаления из слова суффиксов и окончаний, чтобы оставалась лишь основа, которая одинакова для всех его форм. Для русских слов был использован SnowballStemmer из библиотеки NLTK [6-7] на языке программирования Python [8-9]. Для слов на казахском языке был разработан собственный стеммер Kazakh_Stemmer. Данный стеммер выполняет удаление лишних символов, стоп-слов, с использованием регулярного выражения $[\text{^a-zA-Za-яА-ЯӘІҢҒҮҰҚӨәіңғүқөһ}]$. Для выполнения стемминга имеется база данных окончаний и суффиксов казахского языка. Производится их сопоставление с частями слова и удаление найденных частей в случае совпадения. Если слово имеет длину меньше или равную двум, то оно остается без изменения. Данное ограничение вызвано тем, что некоторые слова, состоящие из двух букв, схожи с окончаниями и суффиксами.

После очистки текстов требуется перевести их в векторное представление (vectorization). Эффективным способом векторного представления является применение метрики *TF-IDF* [10] для слов в каждом документе (одна запись в таблице является одним текстовым документом). Расчет метрики *TF-IDF* представлен следующими формулами:

$$TF_{d,w} = \frac{count(w,d)}{count(N,d)} \tag{1}$$

где $count(w,d)$ – количество раз слово w встречается в документе d , а $count(N,d)$ – общее количество слов N в документе d .

$$IDF_{d,w} = \log \frac{count(D)}{count(w,d)} \tag{2}$$

где $count(D)$ – общее количество документов, $count(w,d)$ – количество раз слово w встречается в документе d [11].

Этап «Применения алгоритмов машинного обучения» реализуется после векторизации метрикой *TF-IDF* и заключается в использовании следующего ряда алгоритмов машинного обучения для классификации данных: Наивный Байесовский классификатор (Naïve Bayes) [12], логистическая регрессия, машина опорных векторов, метод *k*-ближайших соседей, дерево решения и случайный лес [13-14] его.

Наивный Байесовский классификатор – очень распространенный метод векторного анализа, который показывает результаты не хуже, чем другие более сложные классификаторы. Этот классификатор берет за основу условную вероятность принадлежности документа *d* к классу *c* и использует формулу Байеса. Для модели анализа текстов формула имеет следующий вид

$$P(c | d) = \frac{P(c) * P(d | c)}{P(d)} \quad (3)$$

где вектор: $d = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, x_i – вес *i*-ого слова документа, а *c* – класс документа.

Логистическая регрессия сводится к применению линейного классификатора, который оценивает вероятность отношения объектов к определенному классу. Для бинарной классификации значения меток будут $y = \{0, 1\}$. Применяется функция логистической регрессии

$$f(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}} \quad (4)$$

Здесь *z* определяется по следующей формуле

$$z = \theta_1 * x_1 + \theta_2 * x_2 + \dots + \theta_n * x_n \quad (5)$$

где x_1, x_2, \dots, x_n – веса, $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$ – значения коэффициентов регрессионной функции.

Классификатор на основе метода машины опорных векторов SVM определяет каждый объект входных данных с помощью вектора $d = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$. Для разделения объектов на определенное число классов с метками $y = \{0, 1\}$ находится гиперплоскость с максимальным расстоянием между опорными векторами.

В методе *k*-ближайших соседей определяется расстояние от векторов тестовой выборки до векторов обучающей выборки. В качестве функции расстояния выбрано Евклидово расстояние.

$$\sqrt{\sum_i^n (x_i^{test} - x_i^{train})} \quad (6)$$

В разрешающем дереве при его построении применяются следующие правила: выбирается слово, и документы, содержащие его, откладываются в одну сторону, а не содержащие его – в другую. Таким образом, документы относятся к двум непересекающимся множествам. Для каждого множества выбирается новое слово, и вновь выполняется описанный выше этап. Процедура повторяется, пока не получится однородное множество, в котором все документы относятся к одному классу.

Алгоритм случайного леса использует множество разрешающих деревьев. Деревья строятся независимо друг от друга. При классификации документу присваивается тот класс, который определило наибольшее количество деревьев.

Этап «Оценки результатов» заключается в определении точности алгоритма классификации данных с помощью метрик и графиков ROC-кривых, дающих характеристику полученных результатов работы определенного алгоритма. Их вычисления основаны на истинно-положительных (TP), истинно-отрицательных (TN), ложно-положительных (FP) и ложно-отрицательных (FN) значениях данных.

Для бинарной классификации метриками являются правильность (accuracy), точность (precision), полнота (recall) и *F*-мера (*F*-measure).

• **Правильность** – это отношение количества верных предсказаний T к общему числу предсказаний $N = T + F$. Вычисление производится по следующей формуле

$$accuracy = \frac{T}{N} \quad (7)$$

• **Точность** – это отношение объектов, действительно принадлежащих определенному классу ко всем объектам, отнесенным к нему алгоритмом классификации данных. Вычисление производится по следующей формуле

$$precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (8)$$

• **Полнота** – это отношение объектов, верно определенных классификатором, ко всем объектам этого класса в тестовой выборке. Вычисление выполняется по следующей формуле

$$recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (9)$$

• **F-мера** – метрика, определяющая баланс точности и полноты. Вычисления выполняются по следующей формуле

$$F = 2 \frac{precision * recall}{precision + recall} \quad (10)$$

Разделяем корпус текстовых данных на тренировочные в размере 70% и тестовые 30%. После этого выполняем обучение на тренировочных данных с применением каждого из указанных алгоритмов машинного обучения. Для оценки результатов производим тестирование на оставшихся 30% данных и выполняем оценку алгоритма классификации данных с помощью метрик и ROC-кривых. ROC-кривая, или кривая ошибок, – удобная графическая характеристика качества бинарного классификатора, показывающая зависимость доли верных положительных классификаций TRP от доли ложных положительных классификаций FPR , где

$$TPR = \frac{TP}{TP + FN} \quad (11)$$

$$FPR = \frac{FP}{FP + TN} \quad (12)$$

Полученные значения метрик классификации для каждого алгоритма представлены в таблице 1 и таблице 2:

Таблица 1. Метрики алгоритмов классификации топиков

Алгоритмы			
Логистическая регрессия	Значения	Наивный Байесовский подход	Значения
Accuracy	0.88	Accuracy	0.88
Precision	0.86	Precision	0.87
Recall	0.96	Recall	0.94
F-measure	0.90	F-measure	0.90
Метод К-ближайших соседей	Значения	Машина опорных векторов	Значения
Accuracy	0.83	Accuracy	0.90
Precision	0.83	Precision	0.89
Recall	0.91	Recall	0.95
F-measure	0.87	F-measure	0.92
Дерево решений	Значения	Случайный лес	Значения
Accuracy	0.75	Accuracy	0.81
Precision	0.80	Precision	0.78
Recall	0.77	Recall	0.96
F-measure	0.79	F-measure	0.86

Таблица 2. Метрики алгоритмов классификации комментариев

Алгоритмы			
Логистическая регрессия	Значения	Наивный Байесовский подход	Значения
Accuracy	0.73	Accuracy	0.71
Precision	0.79	Precision	0.85
Recall	0.62	Recall	0.50
F-measure	0.69	F-measure	0.64
Метод К-ближайших соседей	Значения	Машина опорных векторов	Значения
Accuracy	0.69	Accuracy	0.74
Precision	0.65	Precision	0.75
Recall	0.80	Recall	0.71
F-measure	0.72	F-measure	0.73
Дерево решений	Значения	Случайный лес	Значения
Accuracy	0.62	Accuracy	0.71
Precision	0.67	Precision	0.79
Recall	0.44	Recall	0.55
F-measure	0.53	F-measure	0.65

Оценим качество алгоритмов классификации данных с помощью ROC-кривых. Чем ближе значение кривой к единице, тем лучше результат классификации. Графики ROC-кривых для алгоритмов классификации топиков представлены на рис.2, а комментариев – на рис. 3.

Исходя из показаний метрик и графиков наилучших значений удалось достичь с применением алгоритмов машинного обучения: Наивный Байесовский подход, логистическая регрессия и машина опорных векторов. В то же время точность алгоритмов классификации топиков выше точности алгоритмов классификации комментариев.

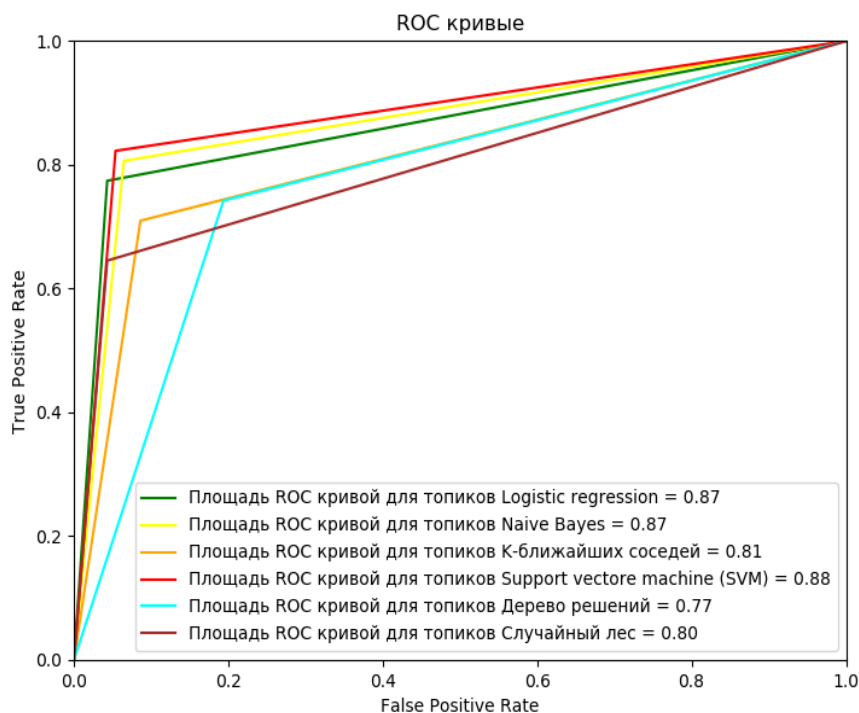


Рис. 2. ROC кривые алгоритмов классификации топиков

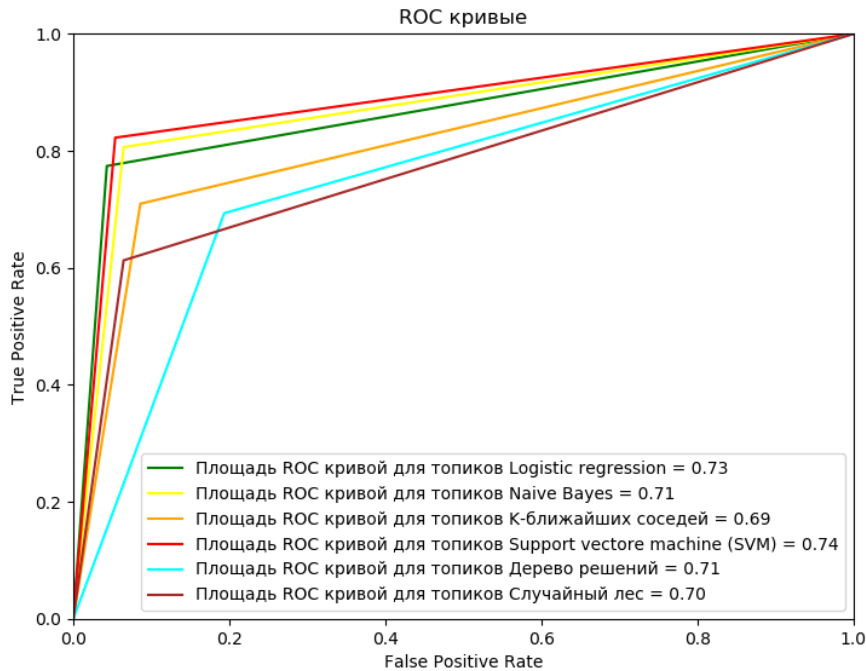


Рис. 3. ROC кривые алгоритмов классификации комментариев

Обсуждение

Выполнение классификации тональности текстов и пользовательских комментариев показало, что значения метрик оказались лучше для полных текстов статей, чем для комментариев. Это вызвано тем, что тексты статей имеют значительно больший размер, они хорошо структурированы и содержат малое количество ошибок. В то же время комментарии часто бывают очень короткими, включающими всего несколько слов, различных символов, многие из которых написаны с ошибками. Среди алгоритмов машинного обучения наилучшие значения метрик дали Наивный Байесовский подход, логистическая регрессия и машина опорных векторов. В статьях [14-15] и учебниках [6, 11, 13] использованные алгоритмы хорошо зарекомендовали себя при классификации текстовых данных, что показывает релевантность оценок полученных результатов данной работы. Хотя классические алгоритмы машинного обучения позволяют добиться хороших результатов, современные технологические достижения в области искусственного интеллекта широко используют искусственные нейронные сети. В связи с этим в дальнейшем планируется их применение в дополнение к классическим алгоритмам машинного обучения.

Результаты

По результатам разработки машинно-обучаемого алгоритма определения тональности пользовательского восприятия контента социальных медиа были выполнены все этапы: формирование данных, предобработка текстов, применение алгоритмов машинного обучения и анализ выходных данных в виде значений метрик классификации данных и графиков ROC-кривых. Размеченный корпус текстовых данных был сформирован в таблицах базы данных СУБД PostgreSQL, откуда он был выгружен в CSV файлы. Созданный модуль был добавлен в платформу OMSystem. Программный модуль создан с применением библиотек обработки естественных языков Natural language toolkit (NLTK), обработки и анализа данных Pandas, машинного обучения Scikit-learn и визуализации двумерной графики Matplotlib на языке программирования Python 3.7 дистрибутива Anaconda.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Vaishali Kalra, Dr. Rashmi Aggarwal. Importance of text data preprocessing and implementation in RapidMiner // Proceedings of the First International Conference on Information Technology and Knowledge Management – New Dehli, India, – 2017 – Volume 14. – Pages 71-75.
- [2] Mita K. Dalal, Mukesh A. Zaveri. Automatic Text Classification: A Technical Review // International Journal of Computer Applications. – 2011. – Volume 28. – Pages 37-40.

[3] Ubale Swati, Chilekar Pranali, Sonkamble Pragati. Sentiment analysis of news articles using machine learning approach // International Journal of Advances in Electronics and Computer Science. – 2015. – Volume 2 – Issue-4. – Pages 114-116.

[4] Мамыкова Ж.Д., Мутанов Г.М., Сундетова Ж.Т., Торекул С. М. Подходы к разработке информационной системы мониторинга мнений и оценки социального самочувствия // Вестник КазНУ. Серия математика, механика, информатика. – 2018. – N.4(100). – С. 63-77.

[5] Said A. Salloum, Mostafa Al-Emran, Azza Abdel Monem and Khaled Shaalan. Using text mining techniques for extracting information from research articles // Intelligent Natural Language Processing: Trends and Applications, Studies in Computational Intelligence. 2018 – Pages 373-397.

[6] Steven Bird, Ewan Klein, Edward Loper. Natural language processing with python. – 1st edition. – Sebastopol: O'Reilly Media, 2009. – Pages 504.

[7] Dipanjan Sarkar. Text analytics with Python. – New York: Apress, 2016. – Pages 385.

[8] Madhura Anil Zende, Megha Bhaskar Tuplondhe, Shalan Baban Walunj, Sujata Vasudev Parulekar. Text mining using Python // ISSN. – 2016. – Volume 3, Issue 3. – Pages 54-56.

[9] Benjamin Bengfort, Rebecca Bilbro, Tony Ojeda. Applied Text Analysis with Python: Enabling Language-Aware Data Products with Machine Learning. – 1st edition. – Sebastopol: O'Reilly Media, 2018. – Pages 332.

[10] Muthe Sandhya, Shitole Sarika, Sinha Anukriti, Aghav Sushila. Automatic text categorization on news articles // International Journal of Engineering and Techniques. – 2016. – Volume 2 – Issue 3. – Pages 33-38.

[11] Daniel Jurafsky, James H. Martin. Speech and Language Processing, an Introduction to Natural Language Processing, computational Linguistics and speech recognition. – 3rd edition. – Prentice Hall, 2018. – Pages 558.

[12] Aruna Gunda, Varsha Teratipally. Sentiment Analysis of Political News articles and the effect of negation scope // International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). – 2016. – Volume 3 – Issue 10. – Pages 1105-1109.

[13] Gavin Hackeling. Mastering Machine Learning with scikit-learn. – 1st edition. – Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2014. – Pages 238.

[14] Megha Joshi, Purvi Prajapati, Ayesha Shaikh, Vishwa Vala. A Survey on Sentiment Analysis // International Journal of Computer Applications. – 2017. – Volume 163 – No 6. – Pages 34-38.

[15] Jochen Hartmann, Juliana Huppertz, Christina Schamp, Mark Heitmann. Comparing automated text classification methods // International Journal of Research in Marketing. – 2019. – Volume 36 – Issue 1. – Pages 20-38.

Мутанов Г.М., Мамыкова Ж.Д., Карюкин В.И., Жақсыкелді А.Ж.

Әлеуметтік медиа мазмұнын пайдаланушылардың тоналдығын анықтау үшін машина-оқыту алгоритмін әзірлеу

Түйіндемe. Мәтіндік ақпаратты талдау әлемдегі және қоғамдағы оқиғалар туралы ақпарат алу үшін маңызды. Интернеттің жылдам дамуына байланысты веб-сайттардың, блогтардың және әлеуметтік желілердің санын көбейтудің арқасында автоматты түрде деректерді өңдеу мәселесі туындайды. Машиналық оқыту алгоритмдерін пайдалану желіде орналастырылған жаңалықтар тақырыбының эмоционалдық түсінін талдау және оларда сипатталған оқиғалар туралы пайдаланушылардың пікірін анықтауда маңызды рөл атқарады. Бұл мақалада әлеуметтік медиа-контент мониторингі жүйелері және OMSystem мониторингі жүйесі үшін компьютерлік оқыту алгоритмдерін пайдаланатын жаңалықтар тақырыбының эмоционалдық түсі мен пайдаланушылық түсініктемелердің автоматты түрде жіктелуін қарастыратын модуль әзірленді.

Түйінді сөздер: Интернет ресурстары, әлеуметтік медиа, OMSystem, жаңалықтар тақырыптары, пайдаланушы пікірлері, машина жасау, мұғалімдерді оқыту, деректерді жіктеу, метрикалар, ROC қисықтары.

УДК 530.1

I.S. Tleubayeva, K.K. Dikhanbayev, Y. Shabdan

TECHNOLOGY OF OBTAINING NANOSTRUCTURED SILICON FILMS AND COMPARISON OF THEIR REFLECTIVE PROPERTIES

Abstract. The work is devoted to technology of producing silicon films containing nanostructures. The dependence of reflective properties of experimentally obtained nanostructures of silicon films on incident radiation wavelength was studied and comparative analysis was performed. The results were compared with similar dependence of monocrystalline silicon films without nanostructures.

Key words: porous silicon, nanostructure, silicon nanowires, chemical deposition method, electro-chemical anodizing, reflection, morphology.

И.С. Глеубаева, К.К. Диханбаев, Е. Шабдан

(КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан НИИЭТФ, Алматы, Казахстан)

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПЛЕНОК КРЕМНИЯ И СРАВНЕНИЕ ИХ ОТРАЖАТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ

Аннотация. Работа посвящена технологии получения пленок кремния, содержащего наноструктуры. Исследована зависимость отражательных свойств экспериментально полученных наноструктур кремниевых пленок от длины волны падающего излучения и проведен сравнительный анализ. Результаты сопоставлены с аналогичной зависимостью пленок монокристаллического кремния без наноструктур.

Ключевые слова: пористый кремний, наноструктура, кремниевые нанонити, метод химического осаждения, электро-химическое анодирование, отражение, морфология.

ВВЕДЕНИЕ

Исследование физических свойств пленок наноструктурированного пористого кремния является одной из актуальных задач современной электроники. В первую очередь это связано с уникальными электрическими и оптическими свойствами этого материала, его широкой распространенностью в природе, экологической безопасностью [1, 2]. Все это обуславливает применение кремния для создания высокочувствительных наноэлектронных приборов – мемристоров, сенсоров, солнечных элементов и т.д. Пленки пористого кремния могут быть использованы в качестве антиотражающего покрытия солнечных элементов [3]. Изучение свойств пористого кремния вызывает интерес также в силу того, что в зависимости от значения пористости исследуемые пленки имеют различные электрические и оптические свойства, что позволяет использовать их при разработке полупроводниковых приборов различного назначения во многих областях техники.

Целью настоящей работы является получение пленок наноструктурированного кремния, анализ их отражательных свойств и сопоставление результатов с соответствующей зависимостью для монокристаллической пленки кремния без наноструктур.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ СЛОЕВ КРЕМНИЕВЫХ ПЛЕНОК

Мы получили 12 тонких пленок монокристаллического кремния, состоящих из слоев наноструктурированного кремния.

В качестве исходной подложки был использован низколегированный монокристаллический кремний c-Si p-типа проводимости, с удельным электрическим сопротивлением $10 \text{ Ом} \cdot \text{см}$, с ориентацией $\langle 100 \rangle$ и толщиной 350 мкм. К тыльной стороне подложки был осажден сплошной никелевый Ni контакт методом химического осаждения в водном растворе соли хлористого никеля NiCl_2 при температуре $40\text{-}50^\circ\text{C}$, добавляя малое количество водного раствора аммиака NH_3 . За тем на рабочей поверхности был сформирован пористый кремний ПК с помощью электро-химического анодирования в специальном растворе, содержащем плавиковую кислоту HF, этанол и воду в соотношении HF:ЭЭ:H₂O 1:2:1 при плотности тока $j=30 \text{ мА/см}^2$. Время травления первой пленки (Psi1) составило 3 мин, а второй пленки (Psi2) – 15 мин. Кроме того в качестве исходной подложки была использована высоколегированная пленка c-Si p-типа, с удельным сопротивлением $0,1 \text{ Ом} \cdot \text{см}$ и с ориентацией $\langle 100 \rangle$. Также были сформированы пленки ПК при вышеуказанных режимах со временем травления 5 мин (Psi3) и 15 мин (Psi4).

Также мы получили на пленках c-Si слои нанонитей КНН. КНН мы получили методом металл-стимулированного химического травления. Для начала мы очистили поверхности пленок от возможной грязи протиранием раствором этилового спирта с помощью ватных палочек, затем погружали в раствор плавиковой кислоты HF и смывали водой. Чистые пленки c-Si погружали в раствор соли серебра AgNO_3 и плавиковой кислоты, в соотношении $\text{AgNO}_3:\text{HF}$ 1:1. Времена погружения для пленок были разные. Затем пленки смывали водой и высушивали. В дальнейшем пленки были положены в раствор плавиковой кислоты и перекиси водорода, в соотношении HF:H₂O₂ 15:1, для травления. После травления пленки смывались водой и высушивались. После этого мы погружали пленки КНН в 40 % раствор азотной кислоты HNO_3 для очистки их поверхностей от остатков серебра Ag. Очищенные от металла пленки промывали водой и сушили. Таким образом были сформированы 8 пленок КНН: SiNWs1 – низколегированная пленка КНН со временем травления 5 мин, с ориентацией $\langle 100 \rangle$, со временем погружения в раствор соли серебра и плавиковой

кислоты 2 с; SiNWs2 – низколегированная пленка КНН со временем травления 15 мин, с ориентацией $\langle 100 \rangle$, со временем погружения в раствор соли серебра и плавиковой кислоты 2 с; SiNWs3 – низколегированная пленка КНН со временем травления 30 мин, с ориентацией $\langle 100 \rangle$, со временем погружения в раствор соли серебра и плавиковой кислоты 2 с; SiNWs4 – низколегированная пленка КНН со временем травления 30 мин, с ориентацией $\langle 111 \rangle$, со временем погружения в раствор соли серебра и плавиковой кислоты 3 с; SiNWs5 – низколегированная пленка КНН со временем травления 27 мин, с ориентацией $\langle 111 \rangle$, со временем погружения в раствор соли серебра и плавиковой кислоты 2 с; SiNWs6 – низколегированная пленка КНН со временем травления 164 мин, с ориентацией $\langle 111 \rangle$, со временем погружения в раствор соли серебра и плавиковой кислоты 1 с; SiNWs7 – низколегированная пленка КНН со временем травления 153 мин, с ориентацией $\langle 111 \rangle$, со временем погружения в раствор соли серебра и плавиковой кислоты 3 с; SiNWs8 – высоколегированная пленка КНН со временем травления 15 мин, с ориентацией $\langle 100 \rangle$, со временем погружения в раствор соли серебра и плавиковой кислоты 2 с.

ЗАВИСИМОСТЬ ОТРАЖЕНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ СЛОЕВ КРЕМНИЕВЫХ ПЛЕНОК ОТ ДЛИНЫ ВОЛНЫ ПАДАЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Мы измерили отражение (в процентах) поверхностей полученных 12 тонких пленок ПК и КНН, а также чистой пленки без наноструктур (рисунок 1-5) с помощью спектрометра Perkin Elmer Lambda 35 UV/Vis Spectrometer.

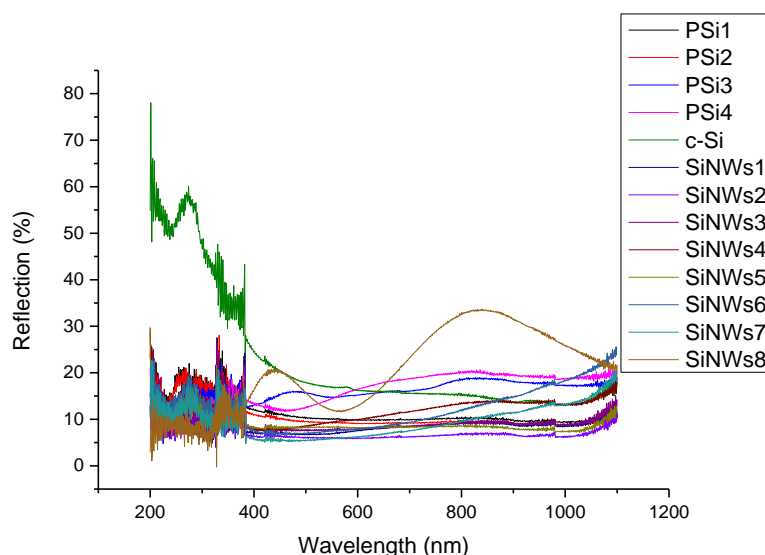


Рис. 1. Зависимость отражения наноструктурированных поверхностей тонких пленок c-Si от длины волны падающего излучения

Описание обозначений на Рис. 1: Зависимость отражения наноструктурированных поверхностей тонких пленок c-Si от длины волны падающего излучения: PSi1 – низколегированная пленка ПК со временем травления 3 мин и с ориентацией $\langle 100 \rangle$; PSi2 – низколегированная пленка ПК со временем травления 15 мин и с ориентацией $\langle 100 \rangle$; PSi3 - высоколегированная пленка ПК со временем травления 5 мин и с ориентацией $\langle 100 \rangle$; PSi4 - высоколегированная пленка ПК со временем травления 15 мин и с ориентацией $\langle 100 \rangle$; c-Si – низколегированная кремниевая пленка с ориентацией $\langle 111 \rangle$; SiNWs1 – низколегированная пленка КНН со временем травления 5 мин и с ориентацией $\langle 100 \rangle$; SiNWs2 – низколегированная пленка КНН со временем травления 15 мин и с ориентацией $\langle 100 \rangle$; SiNWs3 – низколегированная пленка КНН со временем травления 30 мин и с ориентацией $\langle 100 \rangle$; SiNWs4 – низколегированная пленка КНН со временем травления 30 мин и с ориентацией $\langle 111 \rangle$; SiNWs5 – низколегированная пленка КНН со временем травления 27 мин и с ориентацией $\langle 111 \rangle$; SiNWs6 – низколегированная пленка КНН со временем травления 164 мин и с ориентацией $\langle 111 \rangle$; SiNWs7 – низколегированная пленка КНН со временем травления 153 мин и с ориентацией $\langle 111 \rangle$; SiNWs8 – высоколегированная пленка КНН со временем травления 15 мин и с ориентацией $\langle 100 \rangle$.

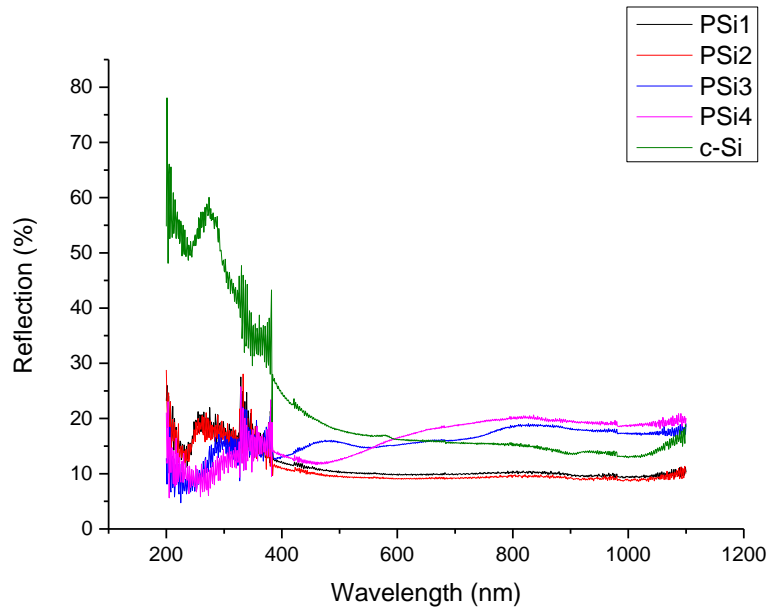


Рис. 2. Зависимость отражения наноструктурированных поверхностей тонких пленок c-Si от длины волны падающего излучения: PSi1 – низколегированная пленка ПК со временем травления 3 мин и с ориентацией $\langle 100 \rangle$; PSi2 – низколегированная пленка ПК со временем травления 15 мин и с ориентацией $\langle 100 \rangle$; PSi3 - высоколегированная пленка ПК со временем травления 5 мин и с ориентацией $\langle 100 \rangle$; PSi4 - высоколегированная пленка ПК со временем травления 15 мин и с ориентацией $\langle 100 \rangle$; c-Si – низколегированная кремниевая пленка с ориентацией $\langle 111 \rangle$.

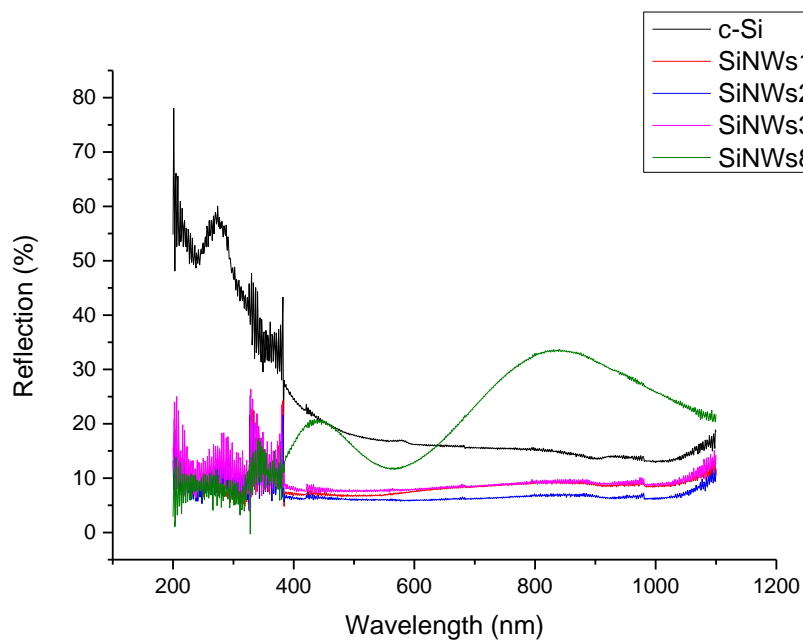


Рис. 3. Зависимость отражения наноструктурированных поверхностей тонких пленок c-Si от длины волны падающего излучения: c-Si – низколегированная кремниевая пленка с ориентацией $\langle 111 \rangle$; SiNWs1 – низколегированная пленка КНН со временем травления 5 мин и с ориентацией $\langle 100 \rangle$; SiNWs2 – низколегированная пленка КНН со временем травления 15 мин и с ориентацией $\langle 100 \rangle$; SiNWs3 – низколегированная пленка КНН со временем травления 30 мин и с ориентацией $\langle 100 \rangle$; SiNWs8 – высоколегированная пленка КНН со временем травления 15 мин и с ориентацией $\langle 100 \rangle$.

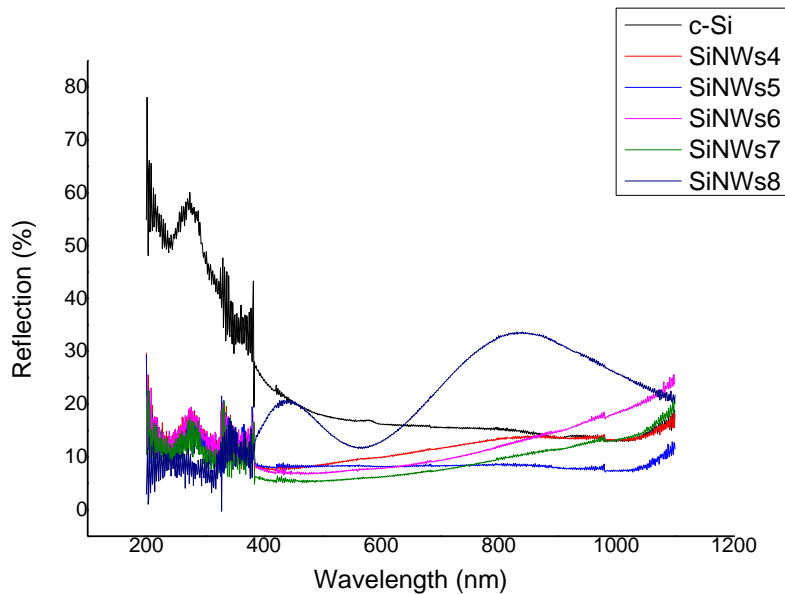


Рис. 4. Зависимость отражения наноструктурированных поверхностей тонких пленок c-Si от длины волны падающего излучения: c-Si – низколегированная кремниевая пленка с ориентацией $\langle 111 \rangle$; SiNWs4 – низколегированная пленка КНН со временем травления 30 мин и с ориентацией $\langle 111 \rangle$; SiNWs5 – низколегированная пленка КНН со временем травления 27 мин и с ориентацией $\langle 111 \rangle$; SiNWs6 – низколегированная пленка КНН со временем травления 164 мин и с ориентацией $\langle 111 \rangle$; SiNWs7 – низколегированная пленка КНН со временем травления 153 мин и с ориентацией $\langle 111 \rangle$; SiNWs8 – высоколегированная пленка КНН со временем травления 15 мин и с ориентацией $\langle 100 \rangle$

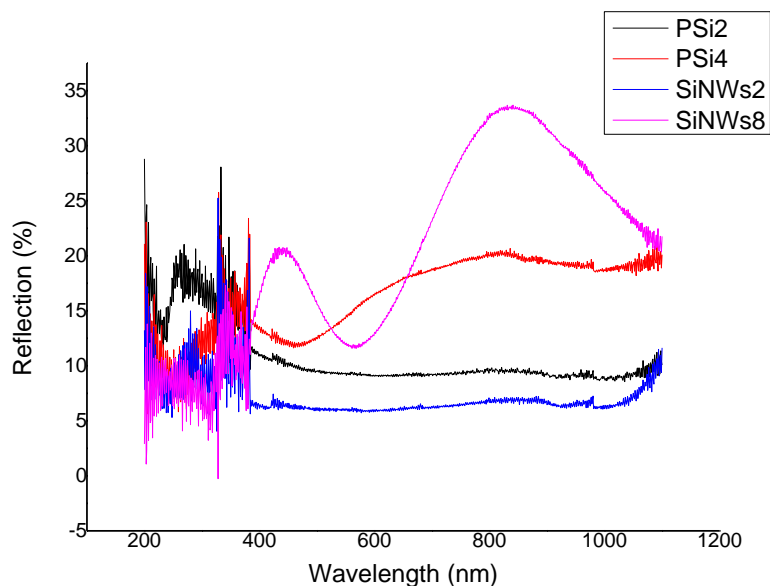


Рис. 5. Зависимость отражения наноструктурированных поверхностей тонких пленок c-Si от длины волны падающего излучения: PSi2 – низколегированная пленка ПК со временем травления 15 мин и с ориентацией $\langle 100 \rangle$; PSi4 – высоколегированная пленка ПК со временем травления 15 мин и с ориентацией $\langle 100 \rangle$; SiNWs2 – низколегированная пленка КНН со временем травления 15 мин и с ориентацией $\langle 100 \rangle$; SiNWs8 – высоколегированная пленка КНН со временем травления 15 мин и с ориентацией $\langle 100 \rangle$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведен эксперимент получения пленок кремния, содержащего наноструктуры. Исследована зависимость отражательных свойств экспериментально полученных наноструктур кремниевых пленок от длины волны падающего излучения и проведен сравнительный анализ. Результаты сопоставлены с аналогичной зависимостью пленок монокристаллического кремния без наноструктур.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кашкаров П.К. Необычные свойства пористого кремния // Соросовский образовательный журнал. – 2001. – Т. 7, вып. 1. - С. 102-107.
- [2] Зимин С.П. Пористый кремний – материал с новыми свойствами // Соросовский образовательный журнал. – 2004. – Т. 8, вып.1. - С. 101-107.
- [3] Жанабаев З.Ж., Диханбаев К.К. Эффективные параметры пористого слоя кремниевых солнечных элементов // Мат. IV Междунар. науч. конф. «Современные проблемы физики конденсированного состояния, нанотехнологий и наноматериалов». – Алматы, 2016. – С. 195-196.
- [4] Golovan L.A., Timoshenko V.Y. Nonlinear-optical properties of porous silicon nanostructures // *Journal of Nanoelectronics and Optoelectronics*. – 2013. – Vol. 8, No 3. – P. 223-239.

Тлеубаева И.С., Диханбаев К.К., Шабдан Е.

Нанокұрылымды кремний қабыршақтарын алу технологиясы және олардың шағылу қасиеттерін салыстыру

Түйіндеме. Жұмыс нанокұрылымдары бар кремний қабықшаларын алу технологиясына арналған. Тәжірибелік жолмен алынған кремний қабықшалары нанокұрылымдарының шағылу қасиеттерінің түскен сәулеге тәуелділігі зерттелді және салыстыру талдамасы жасалды. Алынған нәтижелер нанокұрылымсыз монокристаллды кремний қабықшаларының сәйкес тәуелділігімен салыстырылды.

Түйін сөздер: кеукті кремний, нанокұрылым, кремний наножіпшелері, химиялық тұндыру әдісі, электрлік-химиялық анодтау, шағылу, морфология.

УДК 621.311.22

G.M. Karagoishina, K.D. Baizhumanov

(Al-Farabi Kazakh National University, gulbakyt.karagoyshina@mail.ru, kadirbek_79@mail.ru)

RESEARCH AND REDUCTION OF THE TPP EMISSIONS INTO THE ATMOSPHERE

Abstract. Most of the industrial wastes generated in the air are thermal power, which burns fossil fuels. This article is intended to study the harmful emissions of thermal power plants. At present, mathematical models of various levels of complexity are widely used to predict and analyze emissions of atmospheric pollutants. The results of the calculation of the axial concentrations of surface gas emissions and their maximum values for the third and fourth classes of atmospheric stability are presented.

Key words: thermal power plant, mathematical model, atmosphere, concentration, fuel.

Г.М. Қарағойшина, К.Д. Байжуманов

(Әл-Фараби атындағы қазақ ұлттық университеті, Алматы қ. Қазақстан)

**АТМОСФЕРАДАҒЫ ЖЫЛУ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫНЫҢ ҚАЛДЫҚТАРЫН
ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ МӨЛШЕРІН АЗАЙТУ**

Аңдатпа. Ауаға шығарылатын өндірістік шығындылардың басым бөлігі электрэнергетика саласына тиесілі, оның ішінде органикалық отынды жағатын жылу электр станциялары болып табылады. Статя жылу электр станцияларынан атмосфераға бөлінетін зиянды қалдықтарды зерттеуге арналған. Қазіргі таңда әртүрлі күрделілік деңгейлеріндегі математикалық модельдер атмосферадағы ластаушы заттар қалдықтарын болжау және талдау үшін кеңінен қолданылады. Газ атмосферасының қалдықтарының беткі осьтік концентрациясын және оның атмосфералық тұрақтылықтың үшінші және төртінші кластары үшін максималды мәнін есептеу нәтижелері бейнеленген.

Кілт сөздер: жылу электр станциялары, математикалық үлгі, атмосфера, концентрация, отын.

Бүгінгі таңда әртүрлі күрделілік деңгейлеріндегі математикалық модельдер атмосферадағы ластаушы заттар қалдықтарын болжау және талдау үшін кеңінен қолданылады. Мұндай математикалық үлгілерге негізделген концентрация өрістерін есептеуге арналған компьютерлік бағдарламалар қоршаған ортаның экологиялық мониторингінің ажырамас бөлігі болып табылады.

Энергетикалық өндірістің ерекшелігі отынды алу және оны жағу процесіндегі қоршаған ортаға тікелей әсері болып табылады. Органикалық отынның жұмыс массасы көміртегі C_p , сутегі H_p , оттегі O_p , азот N_p , күкірт $8P$, ылғал және күлден A_p тұрады [1].

Түгін газдарында отынның толық жануының нәтижесінде CO_2 көміртегі диоксиді, H_2O су тотығы, N_2 азот, SO_2 және BO_2 күкірт тотығы, NO және NO_2 азот оксидтері және күл пайда болады. Аталған құрамдас бөліктердің ішінде улы қалдықтарға күкірт қышқылдары, азот қышқылдары және күл жатады.

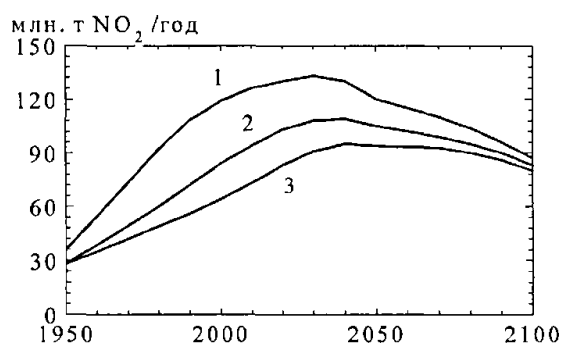
Негізгі ластау көздері бейнеленген 1-суретте көрсетілгендей [2], ауаға шығарылатын өндірістік қалдықтардың басым бөлігі электрэнергетика саласына тиесілі, оның ішінде органикалық отынды жағатын жылу электр станциялары (ЖЭС) болып табылады.

Азот диоксиді тыныс алу органдарына кері әсер етеді, қала ішіндегі азот оксидтері аса қауіпті болып табылады. Олар пайдаланылған газ құрамындағы көміртегімен өзара әрекеттеседі де, оның нәтижесінде фотохимиялық тұман – тұмша пайда болады.

1-кесте. Ластаушылардың орташа тәуліктік концентрациясының атмосфераның улану деңгейіне әсері

Негізгі ластаушылар	Қауіп-қатер класы	Концентрация кезіндегі ауа бассейнінің күйі			
		қауіп	тудырарлық	қауіпті	өте қауіпті
Органикалық емес шаң-тозаң	4		0,15	0,75	3,75
Күкірт газы	3		0,05	0,2	0,38
Азот оксиді	2		0,085	0,255	0,765
Көміртегі оксиді	4		3,0	5,0	25,0
Көмірсутектер	4		1,5	7,5	12,5
Тұнба	3		0,05	0,25	0,16
Фенол	3		0,01	0,04	0,224
Қорғасын	1		0,0007	0,00126	0,072
Күкіртті сутек	2		0,008	0,024	0,45
Күкіртті көміртек	2		0,2	1,0	1,9
Аммиак	4		од	0,3	1,8
Сынап	1		0,005	0,015	0,07
Фторлы қосылыстар	2		0,005	0,015	5,0
Күкірт қышқылы	2		0,2	0,6	1,08

Әртүрлі антропогенді көздерден алынған 2100 жылға дейінгі NO_x глобалды эмиссиясының болжамы 1-суретте көрсетілген [3].



1-сурет. Әрқилы отын түрлерінің жануы кезіндегі әлемдік азот оксиді қалдықтарының болжамы: 1-мұнай; 2-газ; 3-көмір

Ортогоналды координаттар жүйесінің басында орналасқан H биіктігіне және Q қуатына ие стационарлы нүктелік ластаушы көзді қарастырайық. Сондай-ақ мұндағы x осі беттік қабаттағы желдің бағытына бағдарланған, ал z осі вертикалды жоғары бағытталған деп алайық. H ретінде нүктелік көздің эффективті биіктігі алынған, яғни $H = h + \Delta h$, мұндағы h -ластаушы көздің геометриялық биіктігі, ал Δh - қоспаның бастапқы көтерілу биіктігі. Паскуил-Тернер-ИЭМ-нің метеорологиялық шарттарының келесідей түрлері қолданылады: 1-3- қаттыдан әлсізге дейінгі әртүрлі тұрақсыздық деңгейлері; 4 - бейтарап

стратификация; 5-6-тұрақтылықтың әртүрлі деңгейлері. y көлденең бағытындағы қалдықтардың концентрациясының кеңістіктік таралуы келесі гаусс формуласымен анықталады:

$$q(x, y, z) = \frac{\exp(-y^2 / 2\sigma_y^2(x))}{\sqrt{2\pi}\sigma_y(x)} s(x, z) \quad (1)$$

мұндағы $\sigma_y^2(x)$ - осы бағыттағы қоспаның дисперсиясы. $\sigma_y(x)$ мәні үшін келесі формула қабылданады:

$$\sigma_y = b_y x \left(\frac{T}{20} \right)^{0.2}$$

мұндағы b_y Н ластаушы көздің биіктігіне тәуелді, T - минутпен алынған орташалау уақыты ($T=20$, бір реттік орташалау мәніне сәйкес келеді).

$$u(z) \frac{\partial s}{\partial x} - w \frac{\partial s}{\partial z} - \frac{\partial}{\partial z} \left(k(z) \frac{\partial s}{\partial z} \right) = 0 \quad (2)$$

мұндағы $u(z)$ -желдің жылдамдығы, $k(z)$ -диффузияның турбуленттік коэффициенті, w - қатты бөлшектердің графитациялық шөгу жылдамдығы (газтекес шығындылар кезінде $w=0$) [4].

(2) теңдеуіне арналған шектік тапсырманы қарастырайық. $x=0$ кезінде келесі шарт орындалады:

$$s(0, z) = \frac{Q}{u(H)} \delta(z - H) \quad (3)$$

мұндағы $\delta(z - H)$ -дельта-функция. Төменгі $z=0$ және жоғарғы $z=H_1$ шекараларда сәйкесінше шағылу шарты қойылады

$$k \frac{\partial s}{\partial z} = 0 \quad (4)$$

H_1 мәні жеткілікті түрде жоғары болуы керек, себебі оның одан әрі ұлғаюы қайнар көздерден қашықтығы қарастырылатын диапазон аралығындағы бақылауға әсер етуі мүмкін.

Төменде келтірілген математикалық модель - газ тәріздес қалдықтарға арналған жұмыстарда ұсынылған модельдердің жалпыға ортақ қорытылуы болып табылады [5]. Көрсетілген жылдамдық профилдері мынадай түрде болады:

$\chi = 0.4$ - Карман тұрақтысы, f - Кориолис параметрі.

$$u = \chi u_{10} A(z_0), A(z_0) = \frac{1}{\ln(z_1 / z_0) + A_k}, z_1 = 10m \quad (5)$$

мұндағы z_0 беттің кедір-бұдырлығы.

$$\zeta_b \leq \zeta_b \text{ кезінде } \tilde{u}(\zeta) = v_b \left(\frac{\zeta}{\zeta_b} \right)^\alpha, \zeta > \zeta_b \text{ кезінде } \tilde{u}(\zeta) = v_b \quad (6)$$

Атмосфераның шекаралық қабатының теориясын ескере отырып, турбулентті диффузия коэффициентіне арналған өрнек келесідей:

$$k(z) = u_* \lambda \tilde{k}(\zeta) \quad (7)$$

Өкінішке орай, атмосфераның шекаралық қабатының теориясы $\tilde{k}(\zeta)$ турбулентті диффузияның өлшемсіз коэффициент профилін жеткілікті дәл анықтауға мүмкіндік бермейді [6].

Қолда бар эксперименттік деректер, әдетте, белгілі бір биіктікке дейінгі турбулентті диффузия коэффициентінің сызықты өсуіне жақын екенін көрсетеді де, содан кейін азаяды. Осы төмендеудің

табиғаты дәл белгілі болмағандықтан, вертикалды турбуленттік коэффициентін анықтау үшін сызықты өсу сегментінен кейін турбулентті диффузия коэффициентінің тұрақты деп санайтын Юдин-Швец жуықтауы кеңінен қолданылады. (7) формулада $\tilde{k}(\zeta)$ функциясы былай беріледі:

$$\tilde{k}(\zeta) = d_k \zeta \quad \zeta \leq \zeta_{\max} \text{ кезінде, } \tilde{k}(\zeta) = d_k \zeta_{\max} \quad \zeta > \zeta_{\max} \quad (8)$$

(8) мәнінің өрнектен айырмашылығы ол өлшемсіз өлшемдерге қатысты жазылған, сонымен қатар, d_k коэффициенттері атмосфералық тұрақтылық класына тәуелді болып саналады.

(8) және (7) өрнектерін сәйкестендіре отырып келесі өрнекті аламыз:

$$k = d_k u_* z \quad z \leq z_{\max} \text{ кезінде, } k = d_k u_* z_{\max} \quad z > z_{\max} \text{ кезінде} \quad (9)$$

Атмосфералық тұрақтылықтың әрбір класы үшін d_k коэффициенттерінің мәндері H қалдықтарының тиімді биіктігі кезіндегі B вертикалды диффузияның параметрлері үшін экспериментте алынатын өрнек келесідей формула көмегімен анықталуы мүмкін:

$$d_k = \frac{2B(H/z_f)^\alpha}{\chi A(z_0)(1+\alpha)} \quad (10)$$

z_{\max} турбулентті диффузия коэффициентінің биіктігін бұзу үшін төмендегі формула қолданылады:

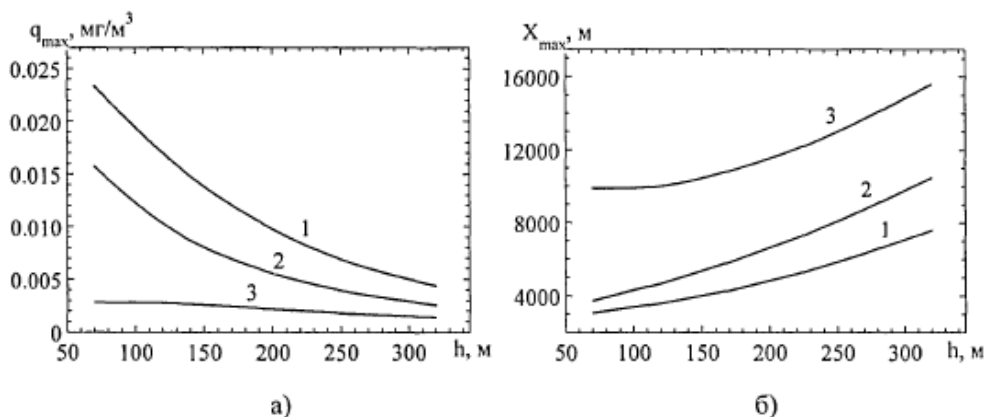
$$z_{\max} = \frac{ak(z_f)}{fz_f} \quad (11)$$

Бұл шарттың физикалық мағынасы мынада, бұл z_{\max} турбулентті диффузия коэффициентінің биіктігі атмосфераның шекаралық қабатына $\lambda = \chi u_* / f$ пропорционал болып табылады.

Ластанудың маңызды сипаттамасы - қалдықтарының беттік концентрациясы болып табылады. ЖЭС қалдықтарының эмиссиялық өрістерін есептеудің маңызды бөлігі қалдықтардың бастапқы өсуін анықтау болып табылады. Біздің есептеулерде Берлянд, Бриггс және Холландтың түгін плюсіннің бастапқы көтерілуін есептеу үшін үш танымал үлгілері пайдаланылды [7].

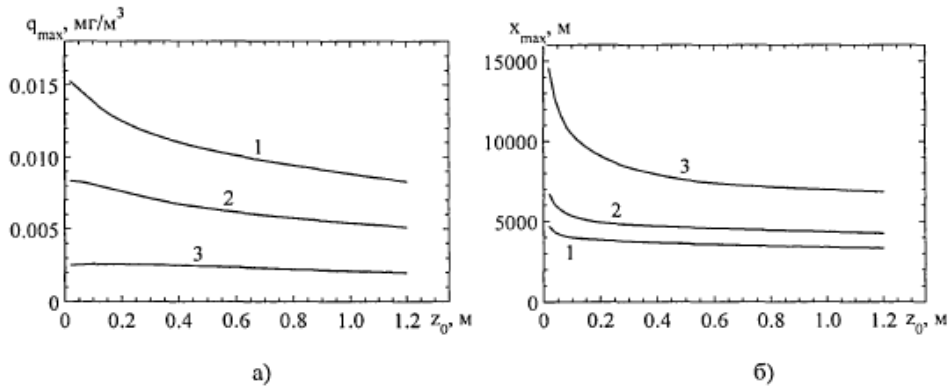
Жұмыста $h=150$ м ластану көзінің биіктігі, $W_0 = 20$ м/с кесілген құбырдағы газдардың жылдамдығы, түгін құбырының радиусы $R_0 = 3$ м, газдардың температурасы $T_0 = 420$ К, қоршаған ауаның температурасы $T_a = 300$ К, беттің кедір-бұдырлығы $z_0 = 0,1$ м, зиянды қалдықтардың саны $Q = 100$ г/с деп қарастырылады [8].

2-7 суреттерінде газ атмосферасының қалдықтарының беткі осьтік концентрациясын және оның атмосфералық тұрақтылықтың үшінші және төртінші кластары үшін максималды мәнін есептеу нәтижелері бейнеленген. Барлық суреттерде 1, 2, 3 қисықтар бастапқы көтеруді есептеуге арналған Хорланд, Берлянд және Бриггс формулаларына сәйкес келеді.



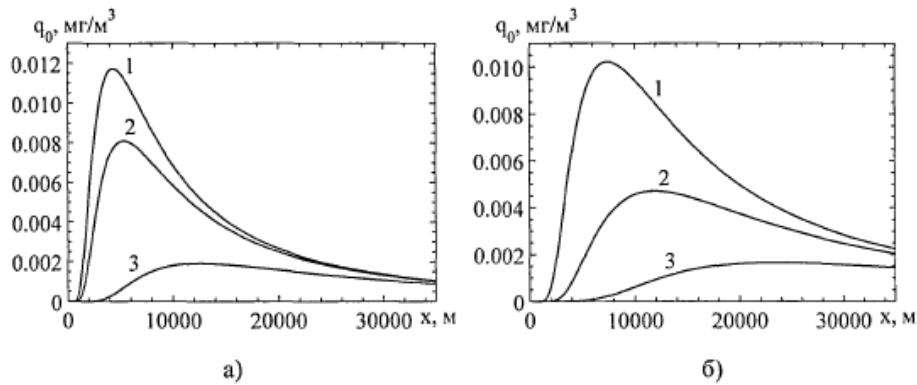
2-сурет. Максималды осьтік беттік концентрацияның q_{\max} (а) және оның X_{\max} координатасының (б) атмосфералық тұрақтылықтың 3-ші класындағы h геометриялық биіктіктен тәуелділігі

2-сурет беттік концентрациясының құбырдың геометриялық биіктігіне тәуелділігін көрсетеді. Суретте құбырдың биіктігін жоғарылауы максималды концентрация деңгейінің төмендеуіне және координата максимумының жоғалуына әкелетіні көрсетілген.

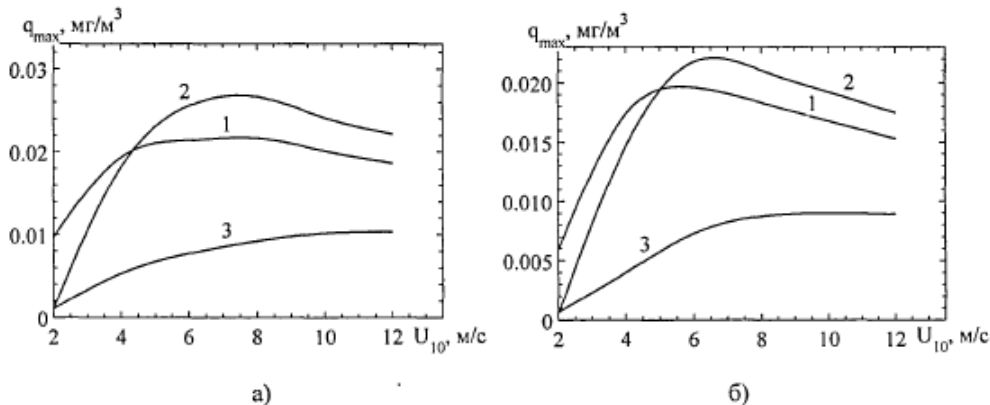


3-сурет. Максималды осьтік беттік концентрацияның q_{\max} (а) және оның x_{\max} координатасының (б) атмосфералық тұрақтылықтың 3-ші класындағы z_0 беттің кедір-бұдырлығынан тәуелділігі

3-суретте беттің кедір-бұдырының әсерін көрсетеді. Айта кету керек, жер бетінің кедір-бұдырлығы концентрацияның максималды координатасына ең күшті әсер етеді және z_0 кіші мәндерінде координата максимумы ластау көзінен қатты алыстайды.



4-сурет. Беттік осьтік концентрациясының q_0 ластану көзінен x қашықтықтағы атмосфералық тұрақтылық үшінші (а) және төртінші (б) кластарындағы тәуелділік



5-сурет. Максималды q_{\max} беттік осьтік концентрациясының u_{10} желдің жылдамдығына қатысты атмосфералық тұрақтылық үшінші (а) және төртінші (б) кластарындағы тәуелділік

Есептеулердің нәтижелері түгін плюсінің бастапқы көтерілуін есептеуге арналған модельді таңдауға байланысты. 4-суреттен тұрақтылықты арттыру кезінде концентрацияның максималды мәні төмендейді, ал оның координаты көзден кететіні байқалады. Жел жылдамдығының артуымен (5-сурет), кейбір жағдайларда максималды беттік концентрацияның мәні өсу сипатына ие, ал қалған

бөліктерінде – тұрақты максимум. Беттік концентрацияның мәні максимумға жеткен кездегі желдің жылдамдығы - «қауіпті» желдің жылдамдығы деп аталады. Бриггс формулалары арқылы алынған қалдықтардың беттік концентрациясы Берлянд және Холланд формулалары арқылы есептелгенге карагандай айтарлықтай төмен. Бриггс формулалары желдің жылдамдығына байланысты q_{max} тәуелділігін арттырады, яғни мұндай кезде «қауіпті» желдің жылдамдығы туралы айтуға болмайды.

Жоғарыда айтылғандарды қорыта келе, бастапқы көтерілудің тиімді моделін жасап шығару - атмосфераға жылу электр станцияларындағы қалдықтарын бөлуді залалсыздандыруға арналған қауіпсіз модельдеудің маңызды шарты болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Азаров СИ. Оценка влияния выбросов продуктов сгорания ТЭС на население // Энергетика и электрификация. - 2000. - № 10. - С. 52-53.
- [2] Алоян А.Е., Йорданов Д.Л., Пененко В.В. Численная модель переноса примесей в пограничном слое атмосферы // Метеорология и гидрология. 1981.-№ 8.-С. 32-43.
- [3] Амвросов А.Ф. Особенности распространения и рассеяния примеси над горным районом // Тр. ИЭМ. - 1990. Вып. 51 (142). - С. 45-52.
- [4] Артемова Н.Е. Возможный метод оценки средней суточной концентрации примеси в приземном слое воздуха // Тр. ИНГ. - 1967. Вып. 4. - С. 65-72.
- [5] Атмосфера. Справочник (справочные данные, модели) / Под ред. Ю.С. Седунова и др. -Л.: Гидрометеоздат, 1991. - 510 с.
- [6] Атмосферная диффузия и загрязнение воздуха. - М.: Иностран. лит., 1962. 512 с.
- [7] Атмосферная турбулентность и моделирование распространения примесей / Под ред. Ф.Т.М. Ньюстадта и Х. Ван Допа, - Л.: Гидрометеоздат, 1985. -351 с.
- [8] Байков Б.К., Блыскова Д., Гильденскиольд Р.С. и др. Некоторые результаты изучения распространения в атмосфере выбросов ТЭЦ «Варна» в условиях пересеченного рельефа // Тр. ГГО. - 1976. - Вып. 373. -С. 100-107.

Қарағойшина Г.М., Байжуманов К.Д.

Исследование и снижение распространения выбросов тэс в атмосфере

Резюме. Большую часть промышленных отходов, образующихся в воздухе, составляет тепловая электростанция, которая сжигает органическое топливо. Данная статья предназначена для изучения вредных выбросов тепловых электростанций. В настоящее время математические модели различного уровня сложности широко используются для прогнозирования и анализа выбросов загрязнителей атмосферы. Представлены результаты расчета осевых концентраций поверхностных газовых выбросов и их максимальных значений для третьего и четвертого классов атмосферной устойчивости.

Ключевые слова: ТЭС, математическая модель, атмосфера, концентрация, топливо.

Y. Zh. Zhaken, K. Y. Kubayev, M. S. Bissaliyev
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,
Email: zhakeny@gmail.com)

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF ANTI-PHISHING SECURITY MODELS IN BANKING SECTOR

Abstract: The article discusses the measures of information security of banking structures for the security of information data on the Internet. Currently, the violation of banking information security systems can be carried out using the personal computer of hackers. Therefore, the issue of compliance with information security measures in the banks is very important. The conducted studies allowed to analyze the implementation of measures to verify compliance with the security of information systems in the banks and to determine ways to eliminate them.

Key words: information, security, infrastructure, privacy, data protection, anti-phishing.

Е. Ж. Жәкен, Қ. Е. Кубаев, М. С. Бисалиев
(әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан,
Email: zhakeny@gmail.com)

БАНК СЕКТОРЫНДАҒЫ СПИР ФИШИНГКЕ ҚАРСЫ ҚОРҒАУ МОДЕЛЬДЕРІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ӘДІСТЕРІН ӘЗІРЛЕУ

Аңдатпа: Мақалада ғаламтор желісіндегі ақпараттық деректерді қорғау кезіндегі банктік құрылымдардың ақпараттық қауіпсіздік шаралары (АҚ) қарастырылады. Қазіргі таңда банктік ақпаратты қорғау жүйелерін бұзу,

зиянкестердің дербес компьютерінің көмегімен жүзеге асырылуы мүмкін. Сондықтан, банктерде ақпараттық қауіпсіздік шараларын сақтау мәселесі өте өзекті мәселе болып саналады. Жүргізілген зерттеулер арқылы банктерде ақпараттық жүйелердің жұмыс істеу қауіпсіздігінің сақталуын тексеру жөніндегі шаралардың іске асырылуын талдауға және оларды жою жолдарын анықтауға мүмкіндік берді.

Түйінді сөздер: ақпарат, қауіпсіздік, инфрақұрылым, құпиялылық, деректерді қорғау, спир фишинг.

XXI-ғасыр ғылыми-техника және инновациялар заманы болып табылады. Қаржы әлемінде, банк салаларында клиенттермен жұмыс жасау барысын жақсарту мақсатында, жаңа технологиялар қызметтерін ұсыну үстінде. Осындай технологиялар арқасында, банк қызметін қолданушылар және қызметкерлері әлемдік желілер арқылы жұмыс жасайды. Артықшылығы болып, банк клиенттері кез-келген уақытта өз ақшаларын аудару, шығарып алу және тексеру деген сынды операциялар орындай алады. Сондықтан, банк клиенттері мен қызметкерлерінің ақпараттық қауіпсіздік жүйесін орнату маңызды болып табылады.

Әлем бойынша банк сферасында ең басты мәселердің бірі – фишинг шабуыл болып табылады. Фишинг - желілік жолмен жасалынатын алаяқтық әдіс. Фишерлер - техникалық тұрғыдан жақсы дайындалған ұрылар. Олардың мақсаты спам, зиянды веб-сайттар, электрондық пошта және лездік хабар алмасуды пайдалану арқылы ғаламтор пайдаланушыларының банктегі шотының нөмірлері немесе несиелік карта нөмірлері сияқты құпия ақпараттарын тонау болып табылады[1].

Anti-Phishing Working Group (APWG) консорциумның мәлімдемесіне орай, фишинг шабуылы 1996 жылдың қаңтар айында ойлап табылған делінеді. Ал, “Phishing” сөзінің мәні “балық аулау” деген мағынаны білдіріп, ағылшын тілінің “Fishinig” сөзінен алынған. Яғни, “балықшылар қармақтарының көмегімен балықты аулайды” - деген түсінікке сай келеді. Ең алғашқы хакерлік шабуыл әдістерінің түрі телефон қосылымдары арқылы “Phreaking” атты команда жасаған. Яғни, “Phone” сөзінен “Phreaking” сөзін алса, сол кездегі фишерлер осы командаға ұқсау мақсатында, “Fishing” сөзін “Phishing” сөзімен алмастырған.

1996 жылы әлеуметтік инженерияға қарсы “America On-Line” (AOL) деп аталатын топ “фишинг” әдісін пайдалана отырып, құпия деректерді ұрлай бастады[1]. Фишерлер өздерін AOL қызметкерлері ретінде таныстырып, жедел хабар алмасу сәтінде парольдерін білуге ұмтылды. Жәбірленушіні сендіру мақсатында, “шотты растау”, “төлем ақпаратын растау” деген сынды сөз тіркестерін пайдаланды. Құпия сөздер шабуылдаушының қолына жеткен мезетте, олар жәбірленушінің аккаунтын өз пайдаларына қолданып, басқа операцияларын жүзеге асырып отырды.

1997 жылы AOL өзінің саясатын өзгертіп, алаяқтық шоттарды ажырату және жою мақсатындағы программалық қосымшаларды әзірледі. Осыдан кейін, AOL серверінде фишинг бірте-бірте азайып, жойылып кетті.

AOL-дің есептік жазбасының несие карталарының деректеріне қол жеткізуге болатындығына мүмкіндік пайда болғандықтан, төлем жүйелерінің қолданушыларын да тұзаққа түсіру мүмкін екендігіне көздері жетті. 2001 жылдың тамыз айында “e-gold” төлем жүйесіне, сосын сол жылдың 11-ші қыркүйегінде 2-ші эксперименттік шабуыл жасалынды. Тек, 2004 жылдан бастап фишинг шабуыл үлкен қарқынға ие болып, үлкен компания, корпорацияларға үлкен қауіп төндірді[2].

Қазіргі таңда фишерлердің көздегені банк клиенттері және электронды төлем жүйелері болып табылады. АҚШ-та фишерлер “ішкі кіріс қызметі” деген жасырын бетперде киіп, салық төлеушілер туралы мәліметтер жинап, соларға кездейсоқ түрде хаттар жіберілген. Ал, қазір фишерлер клиенттердің қандай қызмет түрлерін пайдаланады, соған орай керекті вэб сілтемелер жіберіліп, керекті мәліметтерді алып отырды. Ал, соңғы фишинг шабуылдар ірі компания басшыларына, жоғары лауазымда отырған қызметкерлерге жасалынған.

Әлеуметтік желі фишерлердің қолын біразға ұзартты. Олар желідегі ғаламтор пайдаланушылары туралы деректер жинап отырды. Ал, 2006 жылы желілік құрт “MySpace” порталына фишинг шабуылға арналған сайттардың сілтемелері ілді. 2008 жылы осындай типтес желілік құрт танымал Ресейлік “VKontakte” желісінде таралды. Мамандардың айтуынша, бұл құрттың барлық жасалған фишинг шабуылдарының 70% сәтті болған.

Фишинг шабуыл жылдан-жылға қарқын алып даму үстінде. Алайда, зардап шегушілердің де саны да өсуде. Мысалы, жәбірленушілер 2004 жылы 2,4 млрд АҚШ долларынан, 2006 жылы 2,8 млрд АҚШ долларынан, 2007 жылы 3,2 млрд АҚШ долларынан айырылған. 2004 жылы АҚШ-та жәбірленушілер саны 3,5 миллионға жетсе, бұл көрсеткіш 2008 жылы 5 миллионға жеткен.

“Avalanche” - онлайн-банкты алаяқтық жолмен тонау, фишингтік шабуылдарды ұйымдастырумен танымал болған қылмыстық синдикат[1]. Бұл қылмыстық топ, 2009 жылдың тамыз

• Технические науки

айына дейін 40621 шабуыл жасалған болса, сол жылдың тамыз айында көрсеткіш 56362 - ге жетті. Ал, 2010-2011 жылдары жасалған шабуыл саны 26402-ге тең көрсеткішті көрсетті. Бұл, бұрынғы көрсеткіштен 35%-ға төмен болды. Алайда, сол жылдары “Avalanche” шабуыл жасау саясаттарын өзгертіп, ықпалды зиянды бағдарламаларға бұрды. Мысалы, “Trojan horses” деп аталатын бағдарлама, аудармасы “трояндық жылқылар” деген мағынаны береді. Бұл зиянды қосымшаның желідегі көрсеткіші 2010 жылдың 2 - ші жартысында 55%-ды қамтыса, 2011 жылдың 1 - ші жартысында 72%-ға жетті. Және де “RSA”, “HBGary” сынды танымал компанияларға шабуыл жасалынды.

2011-дың 2-ші жартысына тиесілі есептер саны:

- 1) Шілде : 24000;
- 2) Тамыз : 23000;
- 3) Қыркүйек : 19000;
- 4) Қазан : 20000;
- 5) Қараша : 25000;
- 6) Желтоқсан: 33000;

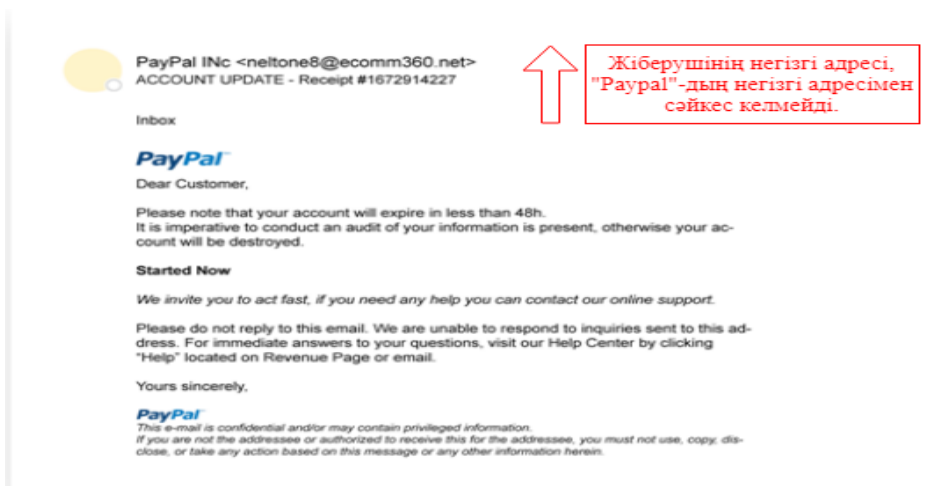
Вэб-қосымшалар саны:

- 1) Шілде : 33000;
- 2) Тамыз : 32500;
- 3) Қыркүйек : 32500;
- 4) Қазан : 37000;

Фишер қауіпсіздік талаптарын қанағаттандыру үшін пайдаланушылардың көпшілігін талап ететін қауіпсіздік режимін белгілей алады. Фишинг шабуылы пайдаланушы критерийлерін барынша арттыруға бағытталған.

Пайдаланушылар электрондық пошта хабарының заңды екендігін анықтау үшін мета деректерін пайдалана алады. Сондай-ақ, фишингтер пайдаланушыларды алдау үшін мета деректерін бұзуы мүмкін. Мета-деректердің тұтастығы мәселесін шешуде пайдаланушы хабардар болуы жеткіліксіз, себебі домендік атаудың бұзылған жағдайда бастапқы IP-мекен-жайы заңды болып табылатынын анықтау пайдаланушыларға қиындық түсіреді[3].

Екінші жағынан, әлеуметтік инженерия арқылы фишерлер сенімді және заңды көрінетін мазмұнды деректерді жасайды.



1-сурет. Фишинг шабуылды “PayPal” вэб-қосымшасының көмегімен жасалынған түрі

Пайдаланушы интерфейстері көптеген веб-браузерлерді жиі пайдаланатын фишингтік веб-беттерді қарап шығу сияқты іске қосылған әрекеттерге негізделген қауіпсіздік ескертулерін көрсете алады. Соңғы пайдаланушыға ескертулерді ұсынудың екі жолы бар:

1) Пассивтік ескертулер (passive warnings) - ескерту аумағын блоктайды және пайдаланушыға ескертеді және төменде бейнеленген суретті көруге мүмкіндік береді.

2) Белсенді ескерту (active warnings) - ескерту төменде бейнеленген суретте көрсетілгендей, пайдаланушыға мазмұн-деректерін қарауға тыйым салады және мазмұн-деректерді бұғаттайды.

Ақпараттық технологиялар жүйелерінің күрделілігі мен кеңінен таралуы, парадигманың радикалды ауысуының нәтижесінде икемді және экономикалық тиімді шешімдерге көшіруді талап етті. Бұл, мысалы, сақтауды қызмет ретінде ұсынатын үлкен бұлт шешімдеріне қолданылады (мысалы, Dropbox).

Қауіпсіздік - осы үрдістің ажырамас үлкен бөлігі болып табылады. Оған мысал ретінде, Security as a Service (SecaaS) туралы атап айтсақ болады. Олардың мақсаты - кибер кеңістікте жиі қолданылатын әдістерді, тәсілдерді, жаңа міндеттерді дұрыс шешу болып табылады. Негізгі идея - қауіпсіздікті клиенттерге қызмет ретінде сату.

Бұған қоса, фишинг кибер-шабуылдардың бастапқы нүктесі болып табылады, өйткені ол деректердің бұзылуының 91% -ына жауапты және фишингтік электрондық хаттардың 93% -ы құтқаруды қамтиды. Сондықтан, фишингті қызмет ретінде ұсынатын шешімдер (PaaS) танымал болып келеді. PaaS шешімдері арасында іргелі айырмашылық жасалуы керек, өйткені олар қорғаныстық және шабуыл жағында да қолданылады.

Бірінші санат бойынша, PaaS клиенттік ақпараттық бағдарламаның бөлігі ретінде, фишингтік науқандардан тұрады. Мысалы, Deloitte қызметкерлердің осалдығын бағалау үшін арнайы әзірленген фишингтік шабуылдарды іске қосады, олар жақсы нәтижелерге жету үшін логикалық топтарға бөлінеді[4].

Екінші санатқа келетін болсақ, жоғарыда келтірілген статистикаға байланысты PaaS кибер-қара нарықтың іргетасы бола алады. Импреви есебіне сәйкес, кейбір қылмыстық ұйымдар айына 4 200 АҚШ доллары көлемінде қызметтердің толық спектрін ұсына алады. Қызмет жалған сұлбаларды (мысалы, веб-беттер немесе электрондық пошта) жасауға, сондай-ақ, шабуылдың оңай бөлігіне айналған қажетті серверлерді бұзудан тұрады.

Ұрланған құжаттардың ағымдағы айырбастау бағамы 0.015-ден 15.39 АҚШ долларына дейін өзгеріп отырады және күніне 1000-нан астам деректер ұрлау күрделі міндет емес болып саналады және кірістің бірден өсіп кетуі де осыған байланысты. Осылайша, білікті емес адамдар да, хакерлер де бұл қызметті қолжетімді бағамен пайдалана алады[5].

Бұл тиімді модельдің екі қауіпті салдары бар:

- 1) Білмейтін адамдар осы қызметті пайдалана алады
- 2) Хакерлер шабуылды нөлден бастаудың орнына, ғаламтор пайдаланушыларын өз қармақтарына іліп алу ыңғайлы деп санайды. Іс жүзінде дәлелденгендей, ауқымды шабуылдар үшін мұндай қызмет дәстүрлі қолдан жасалған кибер тонауға қарағанда әлдеқайда тиімдірек екендігін көрсетті. Осыған байланысты, фишингтік шабуылдардың көбеюі күтіліп отыр.

Ресейлік кибер-мафия фишинг бағыттағы веб-сайтты құрып, онда кез келген адам шынайы хакер көрінісін жасап және кез келген адамға жібере алады. Бұл PaaS веб-сайты құрбандардың кез-келген қызықтырған деректерді (логин, пароль), ешқандайда техникалық білімсіз ұрлай алады.

Fortinet өзінің блогында “Fake - Game” атты орыс тіліндегі сайтты баяндады. Бұл сайттың көмегімен, 688 610 - нан астам есептік дерек ұрланғаны және мұны қолдану тегін екендігі жазылған. Бұл сайттың кірісі “VIP” шоттардан түсетіндігі де мәлім. “Fake - Game” -ның өзіндік техникалық қолдауы мен жаттығау бейнелері бар[6].

Қорғалған хостингтар - кейбір хостингтік домендердің иелеріне немесе вэб-хостингтік фирмаларға зиянды және хакерлік шабуыл жасау арқасында керекті материалдарға қол жеткізуге мүмкіндік беретін қызмет түрі.

Көптеген хостингтік фирмалар өздерінің клиенттеріне қолдану шартын ұсынады, яғни заңға қайшы материалдар мен бағдарламаларды жүктеуге қарсылық білдіреді. Ал, орындалмаған жағдайда, сол доменнің жұмысын тоқтатады.

Қорғалған хостингтар өздерінің клиенттеріне белгілі бір жағдайлар жасайды.

- 1) Қызметін қолданушыға заңды айналып өтуге және келісілген шарттарды орындамауға мүмкіндік жасайды.

- 2) Көптеген қорғалған хостингтар шет мемлекеттерде орналасқан. Мысалы, көпшілік бөлігі Қытайда, Азияның көптеген бөліктерінде және Ресейде орналасқан.

McColo - Ресейлік қорғалған хостинг. Бұл хостингты 19 жасар Николай атты орыс хакері негізін салған. Бұл атаудың себебі, Николайдың лақап аты “ Коля McColo” болғандықтан, осы атау алынған.

2008 жылы McColo компаниясы бірнеше провайдерлердің көмегімен, яғни Upstream, Global Crossing және Hurricane Electric, жабылды. Себебі, McColo серверінің көмегімен көптеген зиянды және желілік боттар сатылған.

2008 жылдың 11 қарашасы күні McColo компаниясына және оның клиенттеріне тағы бір айып жүктелді. Себебі, электронды поштадағы жіберіліп жатқан барлық зиянды спамдардың $\frac{2}{3}$ бөлігін, осы McColo серверіне тиесілі болды.

SecureWorks, FireEye, ThreatExpert - қауіпсіздік аймағында қызмет көрсететін АҚШ-тың еншілес компаниясы[7].

SecureWorks, FireEye, ThreatExpert компанияларының пайымдауынша, McColo-ны жаһандық трафиктің көпшілік бөлігіне қызмет көрсететін танымал хостинг.

Зиянды бағдарламалар зерттеу орталығының директоры Джо Стюарттың пікірінше, SecureWorks, Mega-D, Srizbi, Pushdo, Rustock ботнеттері McColo хостингінің көпшілік бөлігіне арналып жасалынған.

McColo-ның атына көптеген арыздар жасалынғандықтан, McColo өзінің желілерін және сайттарын басқа желіге ауыстырып, жұмыс жалғастыра берді. Spamhaus.org жылына 1,5 млн зиянды бағдарламалармен жараланған компьютерлерді анықтаған[7].

Mega-D - ozdok деген атпен де танымал болған ботнет. Бұл ботнет өзінің жарқын шыңында, әлемдегі 32% жіберілген спамдарға жауап берген.

Ресейлік бизнес-желі (RBN - Russian Bussines Network) - өзінің заңсыз және күдік тудыратын деректерімен танымал болған қорғалған хостинг. Оның қызметіне фишинг шабуылдар, спамдар, зиянды бағдарламалар, балалар порнографиясы кірген. Тұрақталған орны Ресейдің Санкт-Петербург қаласы.

Ресейлік бизнес-желісі VeriSign деп жазылған, яғни “жаманның ішіндегі жаманы ” деген мағынаны білдіреді. Алғашында, бұл хостинг тек қана заңға қайшы емес материалдар жүктеп, жұмыс жасаған. Алайда, коммерциялық тұрғыда заңсыз дүниелермен жұмыс жасаған әлдеқайда тиімді екенін түсініп, қылмыскерлер мен хакерлерді өзінің ортасына жинай бастады.

Ресейлік бизнес-желінің (RBN) жылына 150 миллион АҚШ долларына тең қаржы табатыны белгілі болған[8].

Зерттеу барысында спир фишинг шабуылдардың сипаттамалары және мақсатты құрылғыларға шабуылдау әдістері және жүйеге ену тәсілдері зерттелді. Ғаламторлық жүйеде кездесетін фишинг түрлері анықталды, олардың күшті және әлсіз тұстары қарастырылды. Сондай-ақ, қолданыстағы прототиптің негізінде вирустың принципі қарастырылған.

Осы зерттеулердің негізінде зиянды шабуылдарды болдырмау және қорғау әдістері туралы деректер алу үшін осы типтегі вирустарды талдау және модификациялау бойынша міндеттер қойылды.

Процестерді автоматтандыру үшін Python бағдарламалық тілі пайдаланылды. Осы жұмыстың нәтижесінде спир фишинг шабуылды анықтап, фэйк парақшаларды бұғаттау қызметін атқарады.

Талдаудан кейін қауіптің осы түрін қорғау және болдырмау әдістері әзірленді. Болашақта анти фишинг бағдарламасын жақсарту және басқа да тиімді әдістерді анықтау жоспарланып отыр.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Tom Jagatic, Nathaniel Johnson, Markus Jakobsson, Filippo Menczer, Social phishing // - Indiana University, Bloomington, 2005.

[2] Ram Basnet, Andrew H. Sung, Qingzhong Liu, Rule – Based Phishing attack detection // - Sam Houston State University, Huntsville, 2012.

[3] R. Belani, A. Higbee, S. Greaux, Methods and systems for preventing malicious use of phishing simulation records // - US, 2014.

[4] Melissa Cole, Nalin Asanka, Design a Mobile Game for Home Computer Users to Prevent from Phishing Attacks // - London, 2018.

[5] Maria Konte, Roberto Perdisci, Nick Feamster, ASwatch: An AS Reputation System to Expose Bulletproof Hosting ASes // - Princeton University, USA, 2017.

[6] Шаньгин В.Ф., Защита информации в компьютерных системах и сетях // - Москва, 2018.

[7] Шаньгин В.Ф., Информационная безопасность и защита информации // - Москва, 2017.

[8] Стародубова И.С., Юридические и практические аспекты мошенничества в финансово – кредитной сфере// - Москва, 2017

Жәкен Е.Ж., Кубаев Қ.Е., Бисалиев М.С.

Исследование и разработка моделей защиты против спир фишинга в банковском секторе

Резюме. В ходе исследования были изучены характеристики фишинговых атак, методы атаки на целевые устройства и способы проникновения в систему. Были определены виды фишингов, встречающихся в интернет-системе, рассмотрены сильные и слабые стороны. Кроме того, на основе действующего прототипа предусмотрен принцип вируса.

На основе этих исследований были поставлены задачи по анализу и модификации вирусов данного типа для получения данных о методах предотвращения и защиты вредных атак.

Для автоматизации процессов был использован программный язык Python. В результате этой работы спир фишинг обнаружил нападение и фэйк выполняет функции блокирования страниц.

После анализа были разработаны методы защиты и предотвращения данного вида опасности. В будущем планируется улучшить программу анти фишинга и определить другие эффективные методы.

Ключевые слова: информация, безопасность, инфраструктура, конфиденциальность, защита данных, спир фишинг.

УДК 681.5

O.I. Shiryayeva, T.I. Samigulin, D.V. Panukova

(Institute of Information and Telecommunication Technologies, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, E-mail: o.shiryayeva@satbayev.university)

BASIC CONCEPTS OF ARTIFICIAL IMMUNE SYSTEM DEVELOPMENT FOR THE CLASS OF MIMO-SYSTEMS

Abstract: This article presents the basic concepts of the immune system for a MIMO system. In particular, the main provisions of the synthesis algorithm of the controller set up on the basis of artificial immune systems (AIS) are presented: an algorithm for clonal selection of an artificial immune system (CLONALG).

Key Words: Artificial immune system, AIS, CLONALG, MIMO-system.

О.И. Ширяева, Т.И. Самигулин, Д.В. Паниюкова

(Институт Информационных и телекоммуникационных технологий, Казахский национальный технический университет им.К.Сатпаева, Алматы, Казахстан. E-mail: oshiryayeva@gmail.com)

БАЗОВЫЕ КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОЙ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ НА КЛАСС СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Аннотация. В статье представлены базовые концепции иммунной системы для сложной (MIMO) системы управления. В частности, представлены основные положения алгоритма синтеза регулятора, настроенного на основе искусственных иммунных систем (AIS): алгоритма клональной селекции искусственной иммунной системы (CLONALG).

Ключевые слова: искусственная иммунная система (AIS), алгоритм клональной селекции (CLONALG), сложная система (MIMO).

Введение. Проблема синтеза управления сложными, то есть многомерными многосвязными, технологическими процессами является актуальной задачей в теории управления. Перспективным направлением при проектировании MIMO-систем является применение биоинспирированных алгоритмов, эффективно использующихся при решении оптимизационных задач [1].

В настоящее время большое количество публикаций посвящено синтезу оптимального управления на основе биоинспирированных алгоритмов для одномерных (SISO) систем [2]. Широко используются генетические алгоритмы (GA) [3,4], алгоритмы колонии муравьев (ACO) [5], алгоритмы роя частиц (PSO) [6], искусственные иммунные системы (AIS) [7]. Рассматриваемые алгоритмы имеют следующие отличительные особенности: высокая точность вычислений, быстродействие, возможность работы алгоритмов при отсутствии полноты информации об объекте управления.

Особый интерес представляют алгоритмы настройки регуляторов на основе AIS. В частности, алгоритма CLONALG, применение которого для решения задач оптимизации и настройки регуляторов даёт более эффективные результаты, чем ACO и GA. В статье [8] результаты моделирования показывают, что алгоритм иммунной системы для настройки ПИД-регулятора имеет высокую точность решения и скорость сходимости.

Применение алгоритма искусственной иммунной системы для задач оптимизации представлено в статье [9], в качестве примера, которого было взято управление скоростью сервопривода постоянного тока. Контроллер ПИД-регулятора был настроен с использованием алгоритма AIS путем минимизации абсолютной ошибки времени. Результаты сравнивались с результатами метода настройки Зиглера-Николса, и было очевидно, что AIS даёт лучшие результаты. Алгоритм AIS показал, что он способен

находить глобальное оптимальное решение, и он дал ответ лучше, чем ответ традиционных методов настройки с точки зрения времени нарастания, времени регулирования, ошибки установившегося состояния и перерегулирования.

Работы [10, 11] также посвящены настройке ПИД-регуляторов систем с использованием алгоритма AIS. Результаты моделирования показывают, что алгоритм AIS является эффективным методом оптимизации параметров ПИД-регуляторов.

Среди алгоритмов AIS интенсивно используется алгоритм CLONALG. Клональная селекция является теорией, которая используется для объяснения механизмов иммунного ответа при распознавании иммунными клетками образов чужих антигенов антителами [12]. Алгоритм CLONALG, моделирующий основные принципы теории клонального отбора иммунной системы, относится к категории систем вычислительного интеллекта, куда входят системы способные к адаптации своего поведения, при достижении целей, т.е. обладающие способностью обучаться даже в отсутствие человека, в отличие, от систем искусственного интеллекта и так называемых «символьных вычислений», последние из которых неспособны к самообучению вообще.

Алгоритм CLONALG представляет интерес в качестве развития его на класс МИМО-систем управления. Целью данной статьи является получение базовых концепций формирования алгоритмов синтеза оптимального управления на основе алгоритма клональной селекции CLONALG искусственных иммунных систем для МИМО системы управления.

Методы и исследования. В качестве МИМО-системы управления рассмотрим двумерный процесс, характеризующийся наличием двух входов и двух взаимосвязных выходов:

$$\begin{cases} \begin{pmatrix} \dot{x}_1(t) \\ \dot{x}_2(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} u_1(t) \\ u_2(t) \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} y_1(t) \\ y_2(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{pmatrix} \end{cases} \quad (1)$$

Для модели (1) была применена процедура развязывания [13]. При полной развязке многомерная система разделяется таким образом, чтобы в системе больше не было перекрёстных взаимодействий. Такая система представляется в виде нескольких независимых подсистем, которые могут управляться с помощью одномерных методов. SISO–управление производится по двум независимым контурам, без взаимосвязей.

Данный этап развязывания является основой концепции применения алгоритмов CLONALG для решения задач синтеза оптимального управления.

Постановка задачи. Для изолированных подсистем МИМО-системы (1), после процедуры развязывания, синтезировать оптимальный регулятор на основе алгоритма CLONALG, минимизирующий интегральный квадратичный критерий качества:

$$I = \int_{t=0}^{\infty} (x^T(t)Qx(t) + u^T(t)Ru(t))dt. \quad (2)$$

Алгоритм CLONALG часто применяется для решения задач оптимизации и распознавания образов, напоминающие параллельный алгоритм с восхождением к вершине и генетический алгоритм без оператора кроссинговера [12]. Алгоритм разработан на основе процессов иммунной системы и её клонально-селективной теории. В контексте данной теории, иммунная система вырабатывает антитела в ответ на внедрение чужеродных антигенов. Антитела размножаются, пропорционально степени распознавания: чем лучше процесс определения антигена, тем больше антител система создает (включается процесс репродукции клеток) [14]. В течение процесса репродукции, отдельные клетки подвергаются процессу мутации, которая позволяет им иметь более высокое соответствие-аффинность к распознаваемому антигену: чем выше аффинность родительской клетки, тем в меньшей степени они подвергаются мутации, и наоборот. Основными иммунными механизмами при разработке алгоритма являются обработка определенного множества антител, удаление антител с низкой аффинностью,

созревание аффинности и повторный отбор клонов пропорционально их аффинности к антигенам [15].

Концептуальной основой применения алгоритма CLONALG для решения синтеза типовых регуляторов для ММО-систем, является формирование понятий, соответствующих теории иммунных систем и алгоритму клональной селекции. В контексте постановки задачи для системы управления (1), обобщённая форма антител соответствует вектору у аргументов $Ab = (x_1, x_2, u_1, u_2)$, и представляет собой набор решений; в качестве антигенов используется критерий качества, выраженный в виде функций: $Ag = f(x_1, x_2, u_1, u_2)$. Для синтеза типовых регуляторов для ММО-систем используем квадратичный интегральный критерий качества, соответствующий задаче Лагранжа.

Формально алгоритм клональной селекции для решения задач синтеза оптимального управления сложными системами можно представить в виде [14]:

$$CLONALG = (Ag, Ab, G, S, C, M, f, d, t),$$

где Ag – подмножество антигенов;

Ab – популяция антител;

G – представление пространства;

S – оператор селекции;

C – оператор клонирования;

M – оператор мутации;

f – критерий качества;

d – количество антител, подлежащих замене новыми;

t – номер поколения.

Для решения задач синтеза оптимального управления систем данный алгоритм используется в последовательности, представленной на рисунке 1 [16].

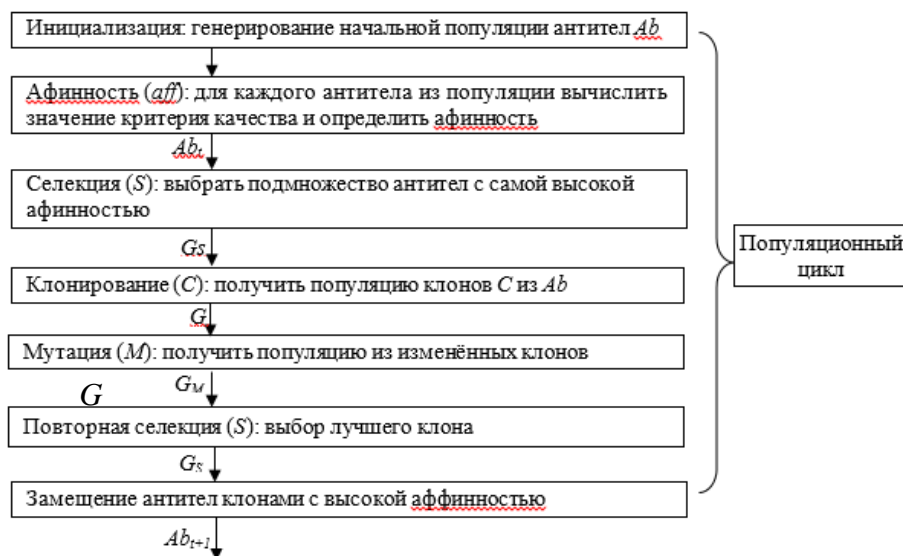


Рис.1. Алгоритм клональной селекции синтеза оптимального регулятора ММО-системы

На этапе инициализации проводится генерирование начального множества решений, удовлетворяющих критерию (2), случайным образом. Следующим шагом идёт выбор n антител с лучшей аффинностью, после которого осуществляется селекция антител, пригодных к клонированию:

$$N_C = \sum_{i=1}^n \text{round} \left(\frac{\beta N}{i} \right),$$

где β – множитель, контролирующий количество клонов;
 N – общее количество антител.

В результате клонирования антител с высокой аффинностью, получаем множество, которое подвергается случайной мутации. Если степень аффинности высокая, то частота мутаций низкая:

$$x_{i,m} = x_i + A \cdot (\text{rand}[-1,1]) \cdot (x_{\max} - x_{\min}),$$

где A – является фактором, зависящим от аффинности, и уменьшается с увеличением аффинности.

Антитела с низкой аффинностью заменяются новыми, случайно сгенерированными, антителами, представленными выражением:

$$x_i = x_{\min} + (\text{rand}[0,1]) \cdot (x_{\max} - x_{\min}).$$

В результате применения алгоритма CLONALG, имеет место множество решений с высокой степенью аффинности.

Заключение. В результате проделанной работы получены результаты формирования базовых концепций применения алгоритма CLONALG для решения задач оптимального управления ММО-системами. В перспективе планируется получить результаты применения алгоритмов искусственных иммунных систем для реализации процедуры развязывания ММО-систем.

Работа выполнена по гранту КН МОН РК по теме: "Разработка когнитивной Smart-технологии для интеллектуальных систем управления сложными объектами на основе подходов искусственного интеллекта" № AP05130018 (2018-2020 гг.).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Требухин А.В. Методы решения оптимизационных задач с использованием биоинспирированных алгоритмов // ДГТУ: Молодой исследователь Дона. – №6(9). – 2017. – С. 108-111.
- [2] Бобиков А.И. Настройка весовых матриц ЗСУР регулятора с помощью биоинспирированных алгоритмов оптимизации // Вестник РГРТУ. – 2016. – №55. – С. 77-83.
- [3] Slavov T., Roeva O. Application of Genetic Algorithm to Tuning a PID Controller for Glucose Concentration Control // WSEAS Transactions on Systems. – 2012. – Issue 7. – Volume 11. – P. 223-233.
- [4] Minian F, Sabouhi H., Hushmand J., Hallaj A., Khaledi H., Mohammadpour M. Gas turbine preventive maintenance optimization using genetic algorithm // International Journal of System Assurance Engineering and Management. – Springer, 2016. – Vol.8. – P. 594-601.
- [5] Chinjiang L. Optimal design of high-rise building wiring based on ant colony optimization. – Cluster Computing. – 2018. – P. 1-8.
- [6] Arain B.A., Shaikh M.F., Harijan B.L., Memon T.D., Kalwar I.H. Design of PID Controller Based on PSO Algorithm and Its FPGA Synthesization // International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT). – 2018. – Vol. 8. – Issue 2.
- [7] Dasgupta D., Yu S., Nino F. Recent advances in artificial immune systems: models and applications // Applied Soft Computing Journal. – 2011. – Vol. 11. – N. 2. – P. 1574–1587
- [8] Saleh M., Saad S. Artificial Immune System based PID Tuning for DC Servo Speed Control // International Journal of Computer Applications. – 2016. – Vol. 155. – No 2. – P.23-26.
- [9] Castro L., Zuben F. The Clonal Selection Algorithm with Engineering Applications // – Las Vegas, USA: Workshop on Artificial Immune Systems and Their Applications. In Workshop Proceedings of GECCO'00. – 2000. – P. 36-37.
- [10] Sahraoui M., Salem M. Application of artificial immune algorithm-based optimization in tuning a PID controller for nonlinear systems // International Journal of Automation and Control. – 2015. – Vol. 9. – No. 3. – P. 186-200.
- [11] Wang M., Feng S., He Ch., Li Zh., Yu X. An Artificial Immune System Algorithm with Social Learning and Its Application in Industrial PID Controller Design // Mathematical Problems in Engineering. – Vol. 2017. – 13 p.
- [12] Литвиненко В.И., Фефелов А.А., Горавский С.П. Объектно-ориентированная реализация алгоритма клональной селекции // Радиоэлектроника. Информатика. Управление. – №1. – 2003. – С. 81-88.
- [13] Ширяева О.И., Самигулин Т.И. Разработка SMART-системы управления сложным объектом нефтегазовой отрасли с использованием процедуры развязывания // Вестник КазНИТУ. – 2017. – №5. – С. 50-55.
- [14] Кушнир Н.В., Кушнир А.В., Анацкая А.В., Катышева П.А., Устинов К.Г. Искусственные иммунные системы: обзор и современное состояние // Научные труды КубГТУ. – 2015. – №12. – 10 с.
- [15] Бурлаков М.Е. Обзор базового алгоритма искусственной иммунной системы на теории негативной селекции // Уфа: Сборник статей Международной научно-практической конференции, 2014 г. – С. 29-31.
- [16] Li Zh., Huang H., Tan H., Zhang Y. IA-AIS: An Improved Adaptive Artificial Immune System and Its Application in Tuning of PID Controlled System // Journal of Information & Computational Science. – 2008. – № 5. – P. 2193-2200.

Ширяева О.И., Самигулин Т.И., Панюкова Д.В.

Жасанды иммунды жүйелерді күрделі жүйе сатылары ретінде дамытудың негізгі концепциялары

Түйіндеме. Мақалада күрделі басқару жүйесіне арналған иммунды жүйенің (MIMO) негізгі концепциялары қарастырылған. Атап айтқанды, жасанды иммунды жүйеге негізделген (AIS) реттегішті синтездеу алгоритмінің негізгі қағидалары; жасанды иммунды жүйені клондық селекциялау (CLONALG) алгоритмі келтірілген. MIMO-жүйесінің оқшауланған құрамды жүйелері үшін CLONALG алгоритмі негізінде сапаның интегралды квадраттық көрсеткішін минималдаушы тиімді реттегіш синтезделген.

Жасалған жұмыстар негізінде MIMO-жүйелерін тиімді басқару үшін CLONALG алгоритмін қолданудың негізгі концепциялары алынды.

Тірек сөздер: жасанды иммунды жүйе, клондық селекциялау алгоритмі, күрделі жүйе

УДК 658.382.3.

S.A. Bekeyeva, G.A. Yeselkhanova

(RSE " National research Institute on labor protection of the Ministry of labor and social protection of the population of the Republic of Kazakhstan», Nursultan, Kazakhstan

E-mail: nauka@rniiot.kz)

ASSESSMENT OF THE RISK OF INJURY WHEN SHIFTING WORK ARRANGEMENT OVERNIGHT IN TERMS OF THE STUDY OF INJURY INDUSTRIES

Abstract. As a result of the assessment of the risk of injury when changing the organization of work with work at night, in the studied manufacturing enterprises it was found that the increased risk of injury in the dynamics of 8 and 12 hour shifts is observed at 2 and 6 hours from the beginning of the work shift. The main causes of accidents are unsatisfactory organization of work, underestimation of the risk to the victims, shortcomings in teaching safe methods of work.

Keywords: shift work organization, night work, injuries, accident, manufacturing industry, metallurgical industry

С.А. Бекеева, Г.А. Еселханова

(РГКП «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан»,

г. Нур-Султан. E-mail: nauka@rniiot.kz)

ОЦЕНКА РИСКА ТРАВМООПАСНОСТИ ПРИ СМЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА С РАБОТОЙ В НОЧНОЕ ВРЕМЯ НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧАЕМЫХ ТРАВМООПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Известно, что отличительной чертой сменной работы на изучаемых травмоопасных производствах является ее непрерывность в течение 24 часов суток каждый день за счет последовательной смены бригад и смены работников на рабочих местах, включая выходные и праздничные дни, с целью обеспечения непрерывности производства. Однако при таком сменном режиме труда нарушается все биологические ритмы сна и бодрствования организма работников. При этом последствиями нарушенного цикла сна и бодрствования являются усталость и бессонница, которые ведут к нарушению функций мозга, ослаблению внимания, координации и памяти, в результате повышается риск травматизма [1-3].

Исходя из вышеизложенного, целью работы явилось определение особенности производственного травматизма на травмоопасных производствах РК при сменной организации труда для разработки эффективных предупредительных мер.

Материалы и методы исследования. Для изучения оценки риска травмоопасности при сменной организации труда с работой в ночное время, на изучаемых предприятиях обрабатывающей промышленности, анализировались продолжительность цикла непрерывно повторяющихся смен (рабочей недели), длительность смены в часах, время начала и окончания смены, продолжительность времени отдыха между сменами. А также - регулярность/нерегулярность графиков сменности, количество ночных смен, количество вахт за учетный период, материалы о заболеваемости работников и производственном травматизме за период работы предприятия в течение 5 лет. Оценку риска травмоопасности при сменном режиме труда в динамике 8 часовых рабочих смен (завод ферросплавов) с выделением случаев травматизма в ночное время проводили по первичным материалам о произошедших несчастных случаях травматизма на предприятиях обрабатывающей промышленности. Всего было проанализировано 21 произошедших

несчастных случаев, из которых со смертельным исходом - 3 случая, происшествий в ночное время – 10 случаев. Оценку риска травмоопасности в динамике 12 часовых рабочих смен (завод металлических конструкций) при сменном режиме труда с выделением случаев травматизма в ночное время, проводили по первичным материалам о производственном травматизме на предприятиях металлургии обрабатывающей промышленности. Всего было проанализировано 55 произошедших несчастных случаев, из которых со смертельным исходом - 3 случая, в ночное время – 16 случаев. Полученные материалы обработаны на персональном компьютере с привлечением пакета статистических программ с непараметрическими методами биологической статистики [4] с применением пакета программных приложений Microsoft Excel XP и интегрированного пакета статистических программ STATISTICA 10.0.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ частоты произошедших несчастных случаев на заводе ферросплавов в динамике 8 часовой рабочей смены представлен на рисунке 1. Как видно из рисунка, частоты произошедших несчастных случаев на заводе ферросплавов в динамике 8 часовой рабочей смены следует, что пики произошедших несчастных случаев приходится на 2 и 6 часы работы от начала рабочей смены. Анализ случаев травматизма *в ночные время* на 8 часовых рабочих сменах показал, что большее количество несчастных случаев приходится на 2, 3 и 6 часы работы от начала рабочей смены.

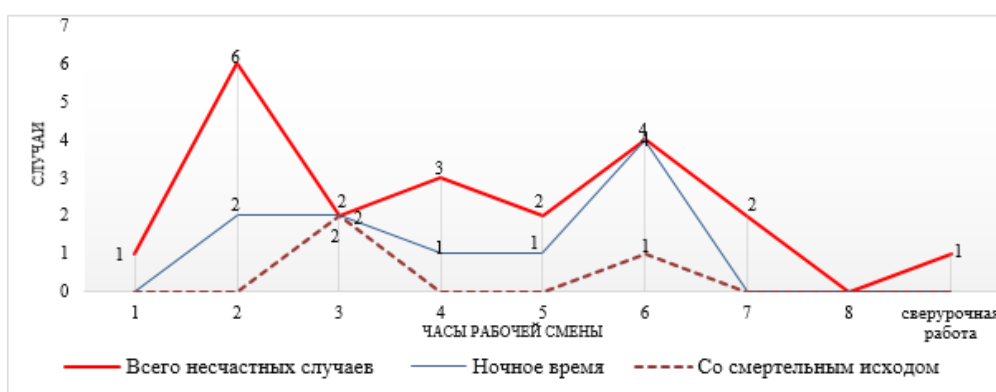


Рис. 1. Частота произошедших несчастных случаев в динамике 8 часовой рабочей смены, количество случаев

Выявлено, что случаи травматизма со смертельным исходом на 8 часовых рабочих сменах также приходятся на 2 и 6 часы работы от начала рабочей смены. Вместе с тем, обращают на себя внимание повторяемость случаев травмирования на 3, 4, 5 и 7 часы рабочей смены.

Анализ производственного травматизма по тяжести травм на 8 часовых рабочих сменах, представленный на рисунке 2, выявил, что на 8 часовых рабочих сменах большее количество травм, в том числе тяжелых травмы и травм со смертельным исходом, в основном, приходится на 2 рабочую смену (с 8.00 ч по 16.00 ч).



Рис. 2. Доля пострадавших от несчастных случаев по тяжести травм на 8 часовой рабочей смене, %

На данную рабочую смену приходится более 50% произошедших несчастных случаев от общего количества изученных происшествий, и в 2 раза больше травм со смертельным исходом, по сравнению с 1 рабочей сменой.

По сравнению с 3 рабочей сменой (с 16.00 ч - 00.00 ч), на 1 рабочую смену (с 00.00 ч - 08.00 ч) с ночным 6 часовым периодом времени приходится больше несчастных случаев с тяжелыми травмами, в том числе травм со смертельным исходом. Выявленную особенность травматизма в ночное время можно объяснить ошибочными действиями, связанными со снижением способности к распределению и концентрации внимания в ночное время, а также со снижением бдительности и уровня бодрствования [5,6]. Следует отметить, что неудовлетворительная организация производства работ и слабый технический надзор на 8 часовых рабочих сменах являются причинами более 30% происшествий, затем следуют недостатки в обучении безопасным приемам труда, нарушения требований безопасности и охраны труда, и прочие причины. Вместе с тем установлено, что число травм по организационным причинам, превышает число травм по техническим причинам. Неудовлетворительная организация производства работ выражалась в несогласованности в работе, допущении опасных приемов с целью ускорения процесса работы, нарушении правил эксплуатации оборудования, отсутствие регламентов выполнения технологических операций и прочие.

Ранее проведенными исследованиями установлено, что недостатки в обучении безопасного производства работ в разрезе рабочих профессий, как правило, наблюдаются там, где мастера и бригадиры не соблюдают или не знают требований безопасного производства работ, и где формально проводят инструктажи на рабочем месте [7]. Кроме того следует отметить, что в применяемом в РК классификаторе причин несчастных случаев не учитывается психофизиологические факторы, неудовлетворительное техническое обслуживание производственного оборудования. Также не учитывается, что при работах на открытом воздухе риск травматизма повышается, вследствие влияния неблагоприятных погодных условий, а именно, мороза, жары, сильного ветра, дождя и прочих факторов, в соответствии временем года.

Следовательно, проведенными исследованиями установлено, что на 8 часовых рабочих сменах при сменной организации труда, включающей работу в ночное время, частота травм увеличивается на 2 и 6 часы от начало рабочей смены, в том числе на сменах с ночным временем.

Анализ частоты произошедших несчастных случаев на заводе металлических конструкций в динамике 12 часовой рабочей смены, в том числе в ночное время, показан на рисунке 3. Как видно из рисунка, частоты произошедших несчастных случаев на заводе металлических конструкций в динамике 12 часовой рабочей смене следует, что пики произошедших несчастных случаев увеличивается на 2 и 10 часы работы от начала рабочей смены. Вместе с тем, следует отметить периодичность случаев травматизма на 3, 5, 6, 7, 8 часах работы от начала 12 часовой рабочей смены.

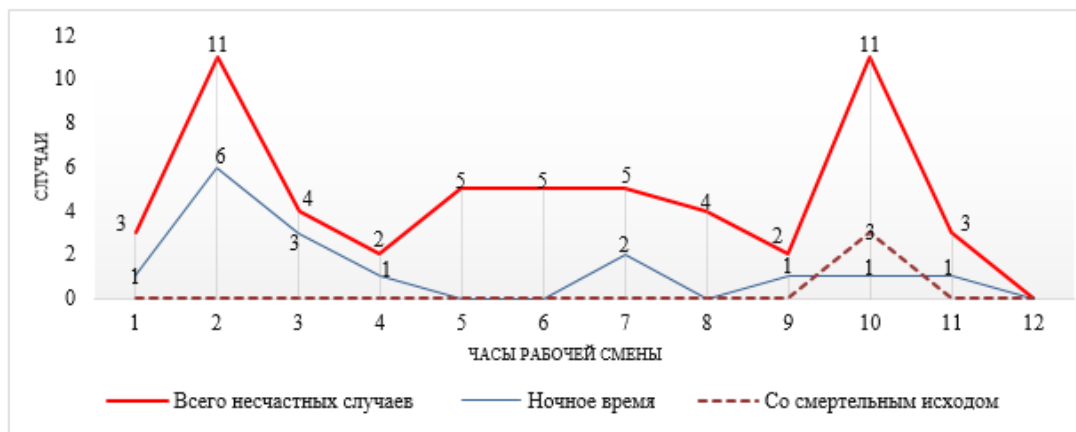


Рис. 3. Частота произошедших несчастных случаев в динамике 12 часовой рабочей смены, количество случаев

На 12 часовых рабочих сменах с *ночным временем* пик травматизма приходится на 2 час работы от начала рабочей смены. Кроме того, травматизм повышается на 2,3 и 7 часы работы от начала рабочей смены и большая часть произошедших несчастных случаев на 12 часовых рабочих сменах с ночным временем приходится на первую половину рабочей смены. Произошедшие несчастные случаи

со смертельным исходом на 12 часовых рабочих сменах, в разрезе изучаемого предприятия приходится на 10 час работы от начала рабочей смены.

Анализ производственного травматизма по тяжести травм на 12 часовых рабочих сменах, представленный на рисунке 4, выявил, что на 1 смену (20.00 ч - 08.00 ч) с ночным временем приходится большая доля тяжелых травм, по сравнению со второй сменой.

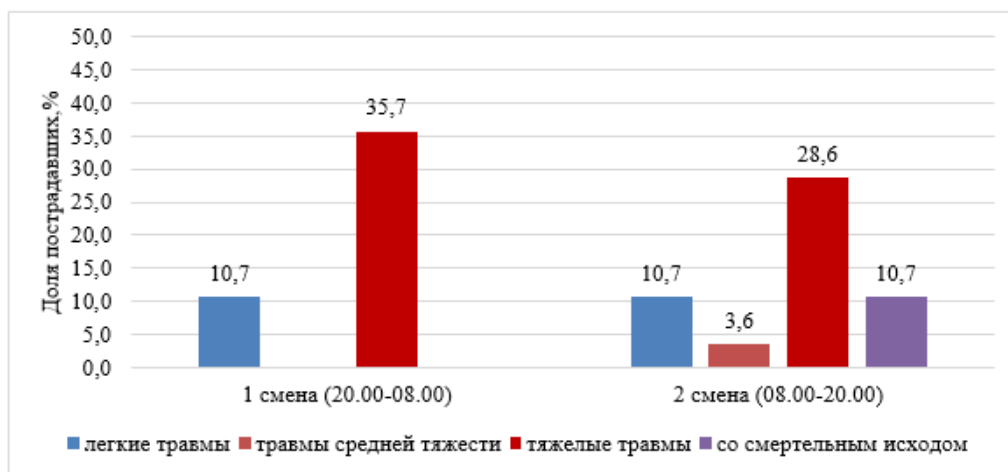


Рис. 4. Доля пострадавших от несчастных случаев по тяжести травм на 12 часовых рабочих сменах, %

Данный факт можно констатировать тем, что при длительных сменах с ночным временем наблюдается быстрое развитие состояния усталости, которое сопровождается значительным ослаблением внимания, снижением четкости в координации движений. В результате, у пострадавших наблюдаются более тяжелые последствия травмирования [8-10]. Для профилактики производственного травматизма особое значение имеет анализ видов происшествий, приведших к несчастным случаям.

В связи с тем, что виды происшествий, приводящие к травмированию работников, обусловлены спецификой производственных процессов и характером выполняемой деятельности, анализ производственного травматизма по видам происшествий на изучаемых предприятиях, применяющих сменный режим труда с работой в ночное время, был проведен в разрезе видов экономической деятельности. На рисунке 5 и 6 показано распределение доли пострадавших от несчастных случаев на производстве по видам происшествий на предприятиях металлургии прочих изучаемых обрабатывающей промышленности за 5 лет. Из рисунка 5 и 6 видно, что на изучаемых предприятиях обрабатывающей промышленности среди несчастных случаев по видам происшествий преобладают в большей части от оборудования (36 и 29% соответственно), а именно, от воздействия движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов и деталей, далее следуют травмы от падения пострадавшего и воздействия экстремальных температур.



Рис. 5. Распределение доли пострадавших по видам происшествий на предприятиях металлургии обрабатывающей промышленности за 5 лет, %

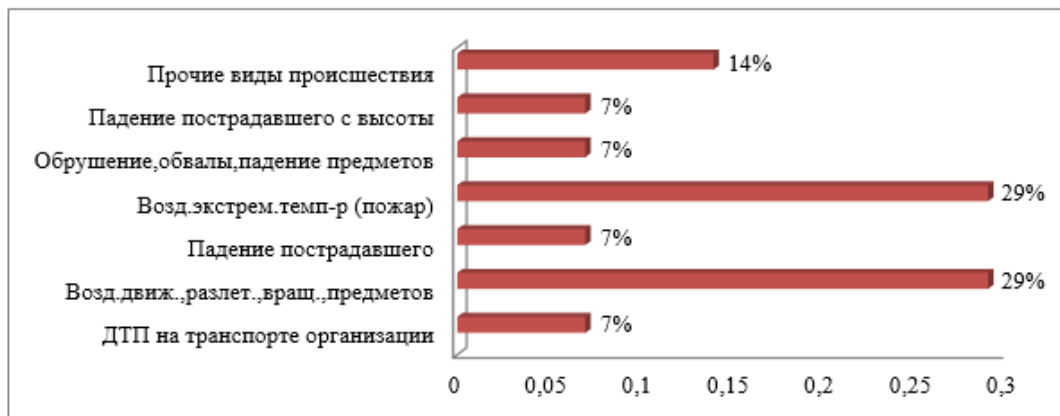


Рис. 6. Распределение доли пострадавших от несчастных случаев по видам происшествий на прочих изучаемых предприятиях обрабатывающей промышленности за 5 лет, %

Анализ по видам травм и локализации пострадавших частей тела показал, что, вследствие произошедших несчастных случаев, среди пострадавших частей тела, в основном, преобладают переломы ребер, а также травмы верхних и нижних конечностей, травмы лица, ушибы, ожоги частей тела. Данные виды происшествий обусловлены специфическими особенностями производства. Основными причинами произошедших несчастных случаев являются неудовлетворительная организация производства работ, недооценка риска пострадавшим, недостатки в обучении безопасным приемам работы.

Исходя из выше изложенного, можно констатировать, что понимание причин произошедших несчастных случаев способствует их устранению и принятию эффективных мер по предупреждению несчастных случаев на травмоопасных производствах обрабатывающей промышленности РК. Следует отметить, что на исследуемых предприятиях обрабатывающей промышленности большинство источников опасности может быть уменьшено за счет организационно-технических и технологических мер. Кроме того, снижению риска травматизма на производстве будет способствовать проведение тренингов по безопасному производству работ, которыми вырабатывается у работников привычка применять безопасные приемы работы и соблюдать требования промышленной безопасности и охраны труда.

Выводы:

В результате проведенной оценки риска травмоопасности при сменной организации труда с работой в ночное время, на изучаемых предприятиях обрабатывающей промышленности было установлено, что повышенная травмоопасность в динамике 8 и 12 часовых рабочих смен наблюдается на 2 и 6 часы от начало рабочей смены. В этой связи, с целью научного обоснования превентивных мер, целесообразно проведение исследования функционального состояния организма работников в динамике рабочих смен.

В разрезе изучаемого предприятия установлено, что произошедшие несчастные случаи со смертельным исходом при 12 часовых рабочих сменах, приходятся на 10 час работы от начала рабочей смены.

При анализе видов происшествий в изученных предприятиях преобладают происшествия, приводящие к несчастным случаям от воздействий движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов и деталей.

Полученная оценка риска травмоопасности при сменной организации труда с работой в ночное время, констатирует о необходимости повышения уровня организации безопасного производства работ, проведения тренингов по выработке привычек у работников к безопасному выполнению технологических операций и соблюдения требований охраны труда.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Романова Е.А. Гигиеническое обоснование системы профилактики расстройства сна у трудоспособного населения: Дис. ... д-ра мед. наук. - М., 2008. - 308 с.
 [2] Гаранина О.А. Особенности организации времени жизни специалистов, работающих в режиме сменного графика // Организационная психология. - 2015. - № 2. – С. 10-25.

- [3] Власова Е.М., Алексеев В.Б., Носов А.Е., Ивашова Ю.А. Состояние вегетативной нервной системы у работников при многосменном режиме труда с ночными сменами // Медицина труда и промышленная экология. – 2016. - № 8. - С. 28-32.
- [4] Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. - М.: Медиа Сфера, 2003. – 312 с.
- [5] Бухтияров И.В., Рубцов М.Ю., Юшкова О.И. Профессиональный стресс в результате сменного труда как фактор риска нарушения здоровья работников // Анализ риска здоровья. – 2016. - № 3. – С. 110 – 121.
- [6] Lin P.-C., Chen C.-H., Pan S.-M., Chen Y.-M., Pan C.-H., Hung H.-C., Wu M.-T. The association between rotating shift work and increased occupational stress in nurses // J. Occup. Health. – 2015. - N 57. – P. 307 - 315.
- [7] Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Щенников Н.И., Курагина Т.И. Производственный травматизм и направления его профилактики // Современные наукоемкие технологии. – 2016. - № 1. – С. 45-50.
- [8] Bhanu P., Kolla, R., Auger R., Lag J., Work S. Sleep Disorders: How to help reset the internal clock // J. of Medicine. – 2011. - Vol. 78. - N 10. - P. 675 – 684.
- [9] Полуэктов, М.Г., Голенков А.В. Нарушения сна при сменной работе медицинских сестер: возможности профилактики и коррекции // Медицинская сестра. – 2011. – № 7. – № 7. – С. 33-35.
- [10] Bazroy J., Roy C., Sahat A., Soudarssanaue M.B. Magnitude and Risk Factors of Injuries in a Class Bottle Manufacturing Plant // J. Occup. Health. – 2003. – N 45. – p. 53-59.

Бекеева С.А., Еселханова Г.А.

Түнгі уақытта жұмыс істейтін еңбекті ауысымдық ұйымдастыру кезінде жарақаттану қаупі қатерін бағалау зерттелетін жарақаттану қаупі бар өндірістер мысалында

Түйіндеме. Еңбекті түнгі уақытта ауысымдық ұйымдастыру кезінде жарақаттану қаупі қатеріне жүргізілген бағалау нәтижесінде өңдеуші өнеркәсіптің зерттелетін кәсіпорындарында 8 және 12 сағаттық жұмыс ауысымы динамикасында жоғары жарақат қауіптілігі жұмыс ауысымының басынан 2 және 6 сағатқа байқалатыны анықталды. Орын алған жазатайым оқиғалардың негізгі себептері өндіріс жұмыстарын қанағаттанғысыз ұйымдастыру, зардап шеккендерге қауіп-қатерді жете бағаламау, Жұмыстың қауіпсіз тәсілдерін оқытудағы кемшіліктер болып табылады.

Түйінді сөздер: еңбекті ауысымдық ұйымдастыру, түнгі уақыттағы жұмыс, травматизм, жазатайым оқиға, өңдеу өнеркәсібі, металлургия саласы

УДК 622.276.72

G.A. Baimakhanov, A.Zh Alizhan

(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

IMPLEMENTATION OF QUALITY CERTIFICATION AT THE THERMAL POWER PLANT

Abstract. This article discusses issues related to the certification of quality system of thermal power industry. Development and implementation of quality management system – a set of works that relate to different aspects of the enterprise, document management, personnel management, production subsystem, internal communications, strategic management subsystem, logistics subsystem, subsystem of products sale. The arrangement of the enterprise is considered and ways to implement quality management.

Keywords: quality management system, processes, thermal power.

Г.А. Баймаханов, А.Ж. Алижан

(Казахский Национальный университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан)

ВНЕДРЕНИЕ СЕРТИФИКАЦИИ КАЧЕСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы связанные с сертификацией системы качества предприятия теплоэнергетической отрасли. Разработка и внедрение системы менеджмента качества – это комплекс работ, который касается разных аспектов деятельности предприятия, документооборота, управления персоналом, производственную подсистему, внутренние коммуникации, подсистему стратегического управления, подсистему логистики, подсистема сбыта и реализации продукции. Рассмотрены организации данной предприятия и способы внедрения управления качеством.

Ключевые слова: система менеджмента качества, процессы, теплоэнергетика.

Разработка и внедрение системы менеджмента качества – это комплекс работ, который касается разных аспектов деятельности предприятия, документооборота, управления персоналом, производственную подсистему, внутренние коммуникации, подсистему стратегического управления, подсистему логистики, подсистема сбыта и реализации продукции [1]. Из-за этого разработка и внедрение системы менеджмента качества является очень трудоемким и длительным процессом, и, как правило, осуществляется в несколько этапов: 1. анализ существующей ситуации на предприятии и обучение персонала; 2. разработка документации и изменений в работе сотрудников; 3. проведение внутреннего аудита системы качества. На первом этапе создания СМК руководству предприятия необходимо определить цели, политику, обязательства по качеству, соблюдая следующие принципы: политика является основой для определения целей, необходимых для улучшения качества продукции; Политика качества является частью общей стратегии и политики предприятия. При создании СМК менеджер выдает приказ о начале работы над системой качества, в котором он указывает: цель и время начала работы; ответственность за внедрение системы качества возлагается на руководство организации, которое должно иметь звание не ниже заместителя генерального директора; Состав рабочей группы по внедрению системы качества. В обязанности руководителя компании входит осуществление общего руководства работой и принятие стратегических решений по разработке и внедрению стандарта ISO. Руководитель обычно отвечает за конечный результат работы. Оперативное управление внедрением является обязанностью представителя руководства, ответственного за качество, который также может быть главой рабочей группы. Представитель руководства должен постоянно информировать руководство о ходе работы по разработке СМК и, если это необходимо, участвовать в процессе оказания помощи или корректировки.

Но стоит отметить, что организация сама решает, привлекать ли консультантов к разработке СМК или нет, оценивая финансовое состояние компании. После анализа существующей модели управления качеством разрабатывается концептуальная модель системы менеджмента качества организации. Прежде всего, необходимо определить бизнес-процессы и составить их организационные и технологические схемы. Составление блок-схем данных сопровождается анализом управления качеством и внесением корректировок в организационную структуру и производственный процесс, что необходимо в соответствии с требованиями ISO 9001: 2015. По результатам анализа составляется график составлена для разработки и корректировки документации системы менеджмента качества. Согласно графику, система документации СМК разрабатывается на третьем этапе, который является одним из наиболее важных компонентов, необходимых для нормального функционирования СМК. Он обеспечивает выполнение функций, определяя формы и типы взаимодействий и устанавливая порядок ввода и вывода информации. Документация системы менеджмента качества состоит из: Руководства по качеству является основным документом системы, который описывает все требования к СМК предприятия в соответствии с ISO 9001: 2015 и включает в себя цели и политику качества предприятия; Документированная информация, необходимая для координации различных видов деятельности, обеспечивающих эффективное функционирование СМК. Сюда также входят записи о качестве, подтверждающие качество продукции, услуг или работ, которые содержат зарегистрированные значения контролируемых параметров [2].

При разработке системы документации СМК стоит обратить внимание на выполнение следующих действий: координация работы, которая необходима для полной координации разработанных и скорректированных процедур документации с руководством по качеству; Регулярный мониторинг руководством предприятия хода работ и периодический анализ хода работ на заседаниях координационного совета; Обучение аудиторов внутреннему аудиту СМК до ее создания и внедрения. Далее, обязательно нужно привести все нормативные документы (должностные инструкции, регламенты на производственные и функциональные узлы) в соответствии с разработанными документированными процедурами и Руководством по качеству. Характер и глубина документации должны быть изложены в соответствии с требованиями, установленными законами и правилами в контрактах; и в соответствии с потребностями и ожиданиями заинтересованных сторон. Руководитель компании утверждает документацию СМК только после ее согласования со всеми исполнителями.

Решение о формировании системы менеджмента качества в организации принимается директором предприятия, разрабатываются цели построения системы. Сертификация системы качества организации проводится в три этапа: Первый этап — анализ документации системы качества организации. На данном этапе орган по сертификации проверяет документацию организации на предмет отражения в ней реализации всех требований стандарта.

Аудит системы качества организации, на данном этапе аудиторы органа по сертификации приезжают на предприятие и на месте проверяют, во-первых, соответствие документации реальной практике деятельности организации, во-вторых, результативность и эффективность работы системы качества. Далее этап – это принятие решения по аудиту и выдача сертификата. На данном этапе орган по сертификации проводит анализ результатов аудита и в случае положительных результатов принимает решение о выдаче сертификата. Для пролонгирования сертификата проводится ресертификационный аудит, который требует от внедренной предприятием системы менеджмента уже принципиально иного уровня. Только качество выпускаемой продукции характеризует успешность современных предприятий. Важно отметить, что потребитель будет сотрудничать с теми предприятиями, которые выпускают качественную продукцию.

Третье направление - это внедрение международных стандартов по охране труда и технике безопасности. Четвертым направлением по внедрению инноваций является система управления ключевыми производственными показателями (KPI) [3]. Анализ KPI позволяет проводить мониторинг работы станций с целью улучшения и совершенствования их деятельности. Тут можно отметить высокую степень интеграции СМК с внедренной ранее системой экологического менеджмента и более новых методов повышения качества на предприятии.

Особую позитивную оценку получают те предприятия ТЭЦ, где внедрены автоматизированные системы входного и операционного контроля, которые позволяют повысить качество работ и интегрирования с несколькими стандартами качества. Реализация предложенных мероприятий положительно отразится на качестве выпускаемой продукции, что позволит еще больше укрепить доверие потребителей к работе ТЭЦ. Потребляемым сырьем на ТЭС является в первую очередь топливо (уголь, мазут, газ), а также масло, вода, воздух. Уголь приходит на станцию с сертификатом, в котором указаны основные параметры топлива (содержание горючих, влажность, зольность) [4]. Непосредственно на станции в лаборатории, имеющей соответствующую аккредитацию, уголь исследуется на соответствие его параметров сопроводительному сертификату, и в случае значительных расхождений параметров угля от указанных в сертификате поставщику предъявляются претензии вплоть до возврата угля. Это относится ко всем видам сырья, получаемым от поставщиков. Вода и воздух, также участвующие в технологическом процессе, анализируются в лаборатории: воздух – на влажность, вода – на жесткость, солесодержание, содержание неконденсирующихся газов. Вода затем проходит очистку, после которой ее параметры снова анализируются. Все стадии исследования и использования топлива, воды, воздуха регламентируются стандартами.

Производимой продукцией на ТЭС являются: основная продукция - электроэнергия; побочная продукция – шлак, шлам, сбросная вода, уходящие газы. На основной вид продукции – электроэнергию – стандарты находятся в стадии разработки. В настоящее время имеются стандарты на напряжение, силу тока и частоту. У производителя (станции) и потребителя установлены счетчики отпущенной и полученной электроэнергии. Показания этих счетчиков периодически сверяются [5]. Шлак (минеральная составляющая топлива) уходит в золошлакоотвалы с сертификатом, в котором указаны основные его характеристики. Шлам (продукты водоочистки) также анализируются и результаты анализов документируются. Сбросная вода и уходящие газы подвергаются наиболее тщательной проверке. Существуют стандарты не только на химический состав воды и уходящих газов (с указанием предельно допустимых концентраций и норм выбросов), но и на их температуру. Основным оборудованием на ТЭС являются паровые котлы и турбины. Стандарты на основное оборудование наиболее жесткие.

К ним относятся: мощность, особенности конструкции и конструктивные размеры, номинальные и предельные температуры и давления, временные характеристики (наработка на отказ, интервал времени между ремонтами, парковый ресурс). Выбор основного оборудования достаточно однозначно определяет необходимое для обеспечения технологического процесса вспомогательное оборудование – конденсатор, деаэратор, генератор, насос и др. Вспомогательное оборудование характеризуется параметрами, зависящими от типа оборудования (мощность номинальная и предельная, паровая нагрузка, температура охлаждающей воды, концентрация кислорода, давление и т.п.). Нормируются как значения параметров, так и допустимые погрешности значений параметров. На рисунке 1 представлены схемы объектов стандартизации теплоэнергетического предприятия.

Последний пятый этап состоит из работ, связанных с сертификацией СМК. Поскольку сертификация существующей СМК проводится различными национальными и международными органами, организация должна выбрать сертификационный орган с учетом пожеланий заказчика. После получения комментариев к документации служба качества вносит в нее соответствующие

изменения и координирует дату проведения внешнего аудита на предприятии. После устранения несоответствий выдается сертификат соответствия сроком на три года, в течение которого орган по сертификации осуществляет надзор за функционированием СМК на предприятии, проводя ежегодный инспекционный контроль. В случае серьезных нарушений, сертификат может быть приостановлен.

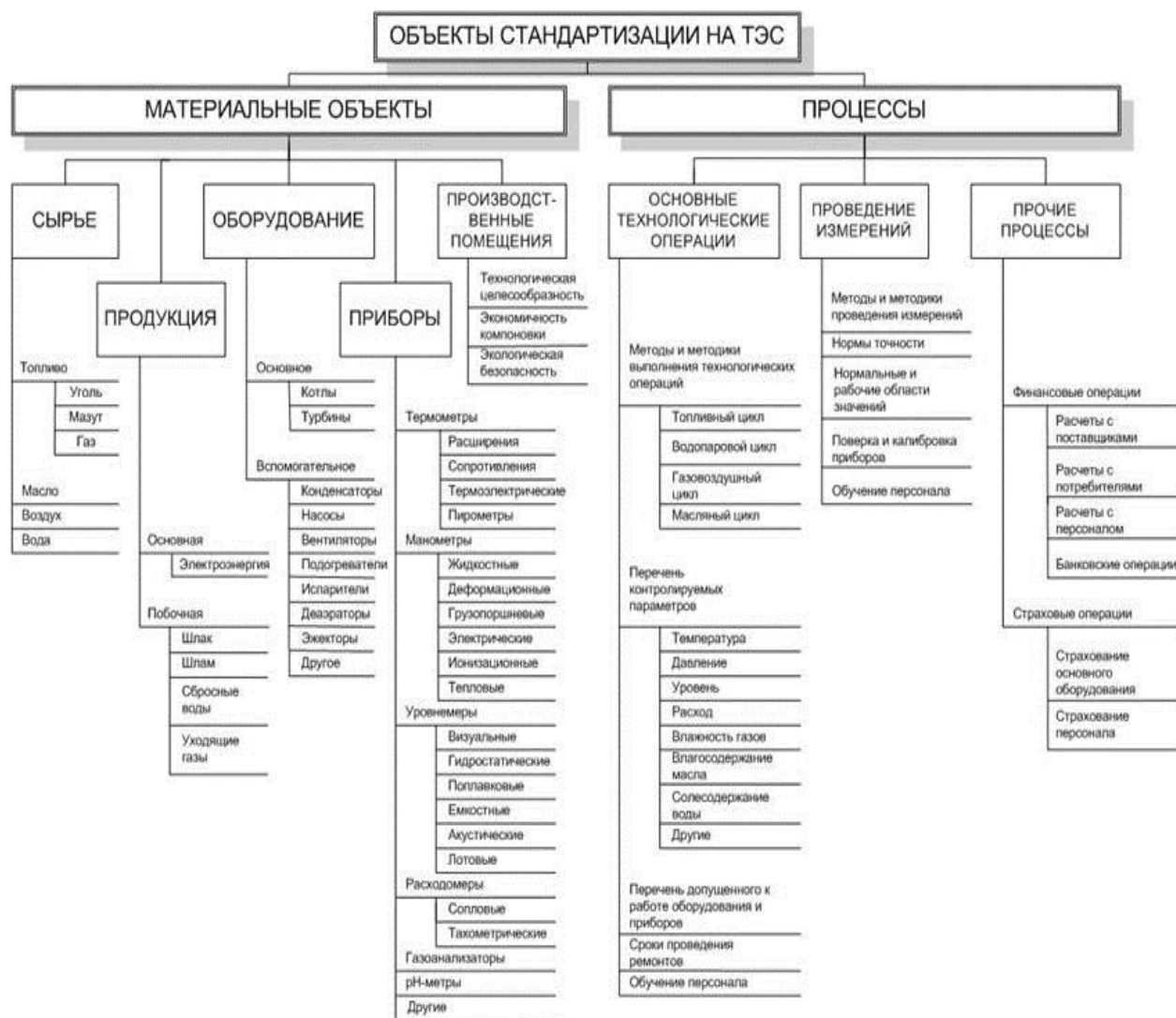


Рис. 1. Объекты и процессы стандартизации

Таким путем, необходимость внедрения СМК и проведения экономического анализа эффективности управления качеством в компании очевидна, несмотря на существующие трудности этой деятельности. Принимая во внимание результаты, полученные в результате экономического анализа СМК и данных отчетности, руководство компании осуществляет дальнейшее стратегическое планирование деятельности компании. При наличии разумных экономических показателей, если это возможно, опираться на конкретные цифры и факты, вытекающие из внедрения СМК, руководство компании сможет принимать решения, которые в большей степени соответствуют целям компании и отражают необходимость изменений для Компании в современных реалиях, что может позволить повысить общую эффективность управления качеством отрасли. Успешно пройдя процедуру сертификации СМК и получив сертификат соответствия, вы не должны обманывать себя, что теперь все будет хорошо. Мы должны продолжать работать над системой, улучшать ее, потому что нет предела совершенству, мы ограничены только незнанием методов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Управление качеством, Под ред. С.Д. Ильенковой. - М.: ЮНИТИ, 2016. - 287 с.
 [2] Ефимов В.В. Средства и методы управления качеством, В.В. Ефимов. - М.: КноРус, 2016. 232 с.

[3] Горбашко Е.А. Управление качеством 2-е изд., испр. и доп. Учебник, Е.А. Горбашко. - Люберцы: Юрайт, 2016, 450 с.

[4] Егорова Л.А. Проблемы и перспективы интеграции систем менеджмента // Сертификация. 2004. № 2. С. 12-19.

[5] Яковлев, Б. В. Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения / Б.В. Яковлев. - М.: Новости теплоснабжения, 2008. - 448 с.

Баймаханов Г.А., Алижан А.Ж.

Жылу және энергетика кәсіпорындарында сапаны сертификаттау

Түйіндеме. Осыған байланысты жылуэнергетикалық кәсіпорындарының жүйелерін сертификаттаумен байланысты мәселелер талқыланады. Сапа менеджменті жүйесін әзірлеу және енгізу-бұл кәсіпорын қызметінің түрлі аспектілеріне, құжат айналымына, персоналды басқаруға, өндірістік кіші жүйеге, ішкі коммуникацияларға, стратегиялық басқарудың кіші жүйесіне, логистиканың кіші жүйесіне, өнімді өткізу мен өткізудің кіші жүйесіне қатысты жұмыстар кешені. Ұйымдастырылған кәсіпорындарды ұйымдастыру және сапа менеджменті сапасын бақылауды растады.

Кілттік сөздер: жүйенің менеджменті, үрдістер, жылуэнергетика.

УДК 622.276.72

G.A. Baimakhanov, M.T Yeskaziyeva

(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

ANALYSIS OF LABELING IN THE CUSTOMS UNION AND EAEU COUNTRIES

Abstract. This article discusses the trends used in the labeling of goods by the member states of the Eurasian Economic Union. Fast and reliable labeling of goods is an integral part of the enterprise at the present stage. Labeling is necessary not only in the production process, but also in the storage and sale of goods. In the market segments it was proposed to use an effective system of legal turnover, on the basis of which a QR code is widely distributed in the modern world.

Keywords: labeling, customs union, Eurasian Economic Union, barcode, quality mark.

Г.А. Баймаханов, М.Т. Есказиева

(Казахский Национальный университет имени Аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан)

АНАЛИЗ МАРКИРОВКИ В СТРАНАХ ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА И ЕАЭС

Аннотация. В данной статье рассматриваются тенденции, используемые при маркировке товаров государствами-членами Евразийского экономического союза. Быстрая и надежная маркировка товара является неотъемлемой частью деятельности предприятия на современном этапе. Маркировка необходима не только в процессе производства, но и при хранении и реализации товаров. В сегментах рынка было предложено использовать эффективную систему легального товарооборота, на основе которой широко распространен QR-код в современном мире.

Ключевые слова: маркировка, таможенный союз, Евразийский экономический союз, штрих-код, знак качества.

Соглашение о маркировке товаров средствами идентификации в Евразийском экономическом союзе было подписано 2 февраля 2018 г. в ходе заседания Межправительственного совета ЕАЭС в Алма-Ате. В соответствии с правилами принятия документов такого рода, они вступают в силу после ратификации парламентами всех стран-участниц. Вступление соглашения в силу знаменует важный этап развития ЕАЭС именно как таможенного союза, главная задача которого – обеспечить свободную торговлю товарами на всей его территории. Соглашение определяет общие правила, по которым страны ЕАЭС обязаны осуществлять маркировку товаров специальными знаками. Маркировка товаров относится к ведению Совета Евразийской экономической комиссии, который принимает решения на основе предложений входящих в Союз государств, анализа ситуации на рынках и наличия технологической возможности нанесения маркировки [1].

Однако далеко не все в ЕАЭС горят желанием установить жесткий контроль над трансграничной торговлей. Некоторые компании благодаря «прозрачности» границ извлекают из «серого» импорта

неплохую прибыль. В том случае, когда Совет ЕЭК не сможет принять общее решение о введении маркировки, соглашение предусматривает следующий механизм. Если в течение 3 месяцев с даты получения уведомления о введении одним или несколькими странами ЕАЭС маркировки решение по ней в масштабах Союза не принято, эти государства могут применять ее в соответствии со своим национальным законодательством. Если же маркировка товаров на момент вступления соглашения в силу уже действует, то новые правила на нее не распространяются. В настоящее время во всех пяти странах-участницах Евразийского экономического союза (ЕАЭС) существуют свои системы маркировки и прослеживаемости, в основном отличающиеся друг от друга платформами информационных систем, перечнем товаров, обязательных к маркированию, и требованиям к самим меткам согласно рисунку 1.



Рис. 1. Маркировки стран ЕАЭС

К примеру, в Беларуси, Казахстане и России обязательной маркировке и прослеживаемости подлежит подакцизная алкогольная и табачная продукция. В Беларуси, Киргизии и России – продукция животного происхождения, в Армении маркируются 42 группы товаров. В настоящее время все указанные системы прослеживаемости товаров находятся на различных стадиях - от разработки до внедрения и интеграции с базами налоговых и таможенных служб. Внедрение данных систем требует периодических корректировок в деятельности государственных органов и национальных операторов, что, как правило, находит свое отражение и в изменении законодательства. Это делает затруднительным осуществление предварительных расчетов по расходам на генерацию кода, покупку этикетки, приобретение оборудования, программного обеспечения, их установку и поддержку. Кроме того, предполагаются расходы на дополнительный штат и производственные процессы. Метки и системы прослеживаемости показаны на рисунке 2.

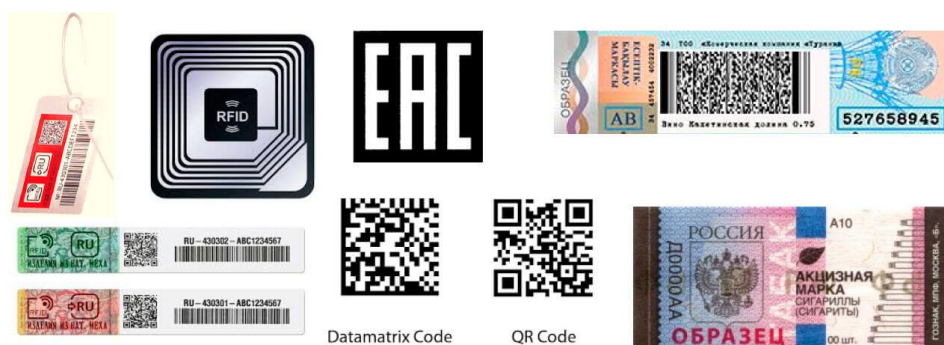


Рис. 2. Метки и прослеживаемости товаров

Введение маркировки и прослеживаемости потребует существенных затрат, особенно чувствительных на этапах производства и реализации конечному потребителю (закупка маркирующего и считывающего оборудования, программного обеспечения и др.). На отдельных

сегментах рынка уже существуют эффективные системы и механизмы обеспечения легального обращения продукции. Причем бизнес обеспечивает исполнение данных механизмов и требований, в том числе в форме дополнительных добровольных ограничений.

На этикетках принято использовать знаковую информацию, так она способна вместить более полные и емкие сведения, размещенные на ограниченной площади, что позволяет сделать доступной восприятие ее содержания потребителем, оказать положительное влияние на принятие решения о покупке товара. Зная это, производитель уделяет большое внимание ее профессиональному изготовлению, выделяя специальную статью затрат на маркировку и этикетирование продукции. При этом производитель стремится, чтобы в этикетке был достигнут высокий уровень кодирования (сжатия) информации, выразительности, целенаправленности, действенности дизайна, эстетического восприятия, использования средств и методов рекламы, достижений информатики, кибернетики и психологии в этой области [2].

Раскроем содержание основных терминов, имеющих отношение к данной проблеме. **Знак (символ)**- в данном случае изображение, представляющее свойства, характеристики или отношение изделия и используемое для хранения и передачи информации. **Код** - упорядоченная совокупность условных знаков, символов, предназначенная для передачи, обработки и хранения различной информации. **Марка (производственная)** - условное обозначение изготовителя продукции на изделии или его упаковке. **Реклама** - информация, включающая сведения о потребительских свойствах продукции и услуг для создания спроса на них с целью успешной реализации. **Прагматика** - направление науки, исследующей проблемы, связанные с интерпретацией знаков: их ясность, понятность, ценность и полезность для пользователя [3-4].

Эти коды были первоначально спроектированы в компании DensoWave, которая является частью компании Toyota, для того, чтобы было проще отслеживать посылки по всему миру. Однако, из-за чрезмерного распространения смартфонов на всех континентах планеты, этот код стал использоваться в маркетинговых целях.

Существует программа на таких телефонах с операционной системой, как IOS и Android, которая может сфотографировать такой код, с помощью встроенной камеры, а затем декодировать сообщение, что и этот код содержит. Эти коды часто содержат полный веб-адрес сайта, который автоматически открывается в интернет-браузере телефона. Например, если вы просканируете QR-код на коробке с хлопьями, вы попадете на сайт производителя, где сможете узнать больше об их продукции, о самой компании и даже получить акционные купоны и др. Для того чтобы читать эти коды, вам нужен смартфон с оборудованной камерой и соответствующей операционной системой. Так как иногда случается, что некоторые телефоны не предоставляют установку подобного приложения.

QR-код размещается на акционной этикетке и дублирует уникальный код. Представляет собой графическое контрастное двухцветное изображение, в котором зашифрована текстовая информация. Информацию можно считать и расшифровать с помощью специального устройства, в том числе с помощью камеры обычного мобильного телефона, оснащённого программой-распознавателем. К преимуществам относится: активация кодов производится с помощью считывающего оборудования напрямую в базу данных системы; считывать информацию с изображения (уникальный код для участия в акции) с помощью фотокамеры мобильного телефона; простота и удобство использования и обмена информацией с покупателями.

Программа-распознаватель преобразовывает изображение в текст и сохраняет его в памяти мобильного телефона. После этого, информацию можно легко использовать или обмениваться ею с друзьями. По данным Википедии, с помощью одного QR-кода (изображения) можно зашифровать последовательность из 4296 кириллических символов и цифр. Это соответствует объёму информации от 2-х до 3-х килобайт.

Информация, запрограммированная в штриховом коде, изначально создавалась как средство передачи информации по всей цепочке, от изготовителя к оптовику, затем к розничному торговцу и, наконец, к покупателю. **Штриховой код** не только помогает узнать, когда, кому, куда, сколько, по какой цене была отгружена продукция, но и имеет информацию, какой товар, по какой цене пользуется сейчас наибольшим спросом в магазине, а также каковы его запасы, куда можно обратиться за их пополнением и т. д. Внедрение штрих-кода существенным образом облегчило инвентаризацию, контроль и учет, складирование продукции. Помимо этого продавец по просьбе покупателя может легко установить по штриховому коду фирму-поставщика данного товара для предъявления имеющихся претензий по качеству[5].

Разработчики знака должны, используя художественно-графические средства, вложить в изображение максимум смысловой нагрузки, обратить пристальное внимание на реализацию следующих требований: удобство восприятия, лаконизм языка художественной графики главное, понятность знака для целевой аудитории. **Знаки соответствия** - знаки, подтверждающие уровень качества продукции и, обычно, употребляющиеся на сертификатах, таре и упаковках. Так, например, первым всем известным отечественным знаком соответствия был "Знак качества".

Таким образом, до определения групп товаров, подлежащих маркировке, представляется необходимым органам власти, бизнесу и экспертному сообществу совместно проводить анализ соотношения законного/незаконного оборота в конкретных сегментах рынка, эффективности использования системы маркировки для очищения конкретного сегмента от контрафакта.

Например, по данным Комитета статистики Казахстана, Казахстан импортирует до 70 % сырья для производства пищевой продукции, 90 % сырья для производства сахара, 92 % - изделий легкой промышленности, 94 % - моющих средств и бытовой химии, 95 % - парфюмерии.

Кроме того, текущая редакция Соглашения ЕАЭС о маркировке товаров де-юре декларируя свободу государств-членов в выборе товарных групп и способов маркировки, может привести лишь к дальнейшему повышению влияния на общий рынок государств с развитыми товарными рынками на выбор объекта и способа их маркировки. Таким образом, исходя из анализа нормативных и институциональных проблем, видится целесообразным до введения к 2025 году единой инфраструктуры прослеживаемости ЕАЭС осуществлять маркирование в добровольном порядке и тестовом режиме, избегая дополнительных издержек на конечного потребителя, а также с учетом широкого обсуждения с участием представителей органов власти, бизнеса и экспертного сообщества.

С даты введения маркировки товаров запрещаются хранение, транспортировка, приобретение и реализация немаркированных товаров юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями.

Маркировка товаров, ввозимых в ЕАЭС, осуществляется до их помещения под таможенные процедуры выпуска для внутреннего потребления или реимпорта. Допускается маркировка товаров после помещения под указанные процедуры на специализированных складах, если это определено национальным законодательством. Маркировка товаров, произведенных в Союзе, осуществляется производителями до предложения таких товаров к продаже.

Тот или иной состав сведений о товарах из системы маркировки смогут получить все заинтересованные стороны проекта – и уполномоченные органы государственной власти, и бизнес, и потребители, в том числе с помощью мобильных приложений. В частности, на товары будет наноситься средство идентификации, например, QR-код, содержащий ссылку на сведения о соответствующей единице товара в информационной системе.

На сегодняшний день таможенная статистика насчитывает около 86 000 участников ВЭД. Все они должны быть готовы к таможенному контролю. Для его успешного прохождения необходимо еще на стадии подписания контракта закрепить за поставщиком набор необходимых сведений, которые он должен будет указать в маркировке на каждой единице ввозимого товара. Требования к маркировке не распространяются на товары, помещенные под таможенные процедуры в целях их вывоза за пределы Союза; пробы и образцы товаров, предназначенные для проведения испытаний в целях оценки соответствия требованиям актов органов Союза и нормативных технических актов государств-членов ЕАЭС в области стандартизации; товары в случае их реализации в магазинах беспошлинной торговли; товары, ввозимые физическими лицами для личного пользования, и ряд других.

Таможенный союз был создан, в основном, для увеличения и улучшения товарооборота. Первые переговоры о создании союза начались в далёком 1995 году. Окончательной датой основания ТС считается 1 июля 2010 года. На протяжении 15 лет велись переговоры с различным успехом и подписывались договора выгодные для всех сторон. ТС дали начало три страны: Россия, Казахстан и Белоруссия. Позднее список стран стал расширяться. Состав Таможенного союза: Казахстан — с 1 июля 2010 года; Россия — с 1 июля 2010 года; Беларусь — с 6 июля 2010 года; Армения — с 10 октября 2014 года. Вступило в силу: 2 января 2015 года; Киргизия — с 8 мая 2015 года. Вступило в силу: 12 августа 2015 года. В связи с этим был создан технический регламент таможенного союза о безопасности упаковки.

Но маркировка вовсе не является панацеей от всех бед, связанных с контрабандой. Так, с ее помощью можно гораздо эффективнее контролировать потребительские товары длительного пользования, чем, например, продовольственные товары, отследить которые таможенникам намного сложнее. Институт маркировки успешно применяется во многих развитых странах мира, таких как

США, страны ЕС, Бразилия, Китай и другие. Маркировка каждой единицы товара и обеспечение его прослеживаемости от производителя и импортера до конечного потребителя является одним из эффективных инструментов цифровизации экономики. Результативность соглашения во многом будет зависеть от оперативности и эффективности работы Совета ЕЭК, который должен определить реестр маркируемых товаров и порядок введения их маркировки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закон Республики Казахстан от 1 марта 2019 года № 230-VI ЗРК. О ратификации Соглашения о маркировке товаров средствами идентификации в Евразийском экономическом союзе
- [2] М.А. Николаева, Л.В. Карташова Товарная информация: учебник.- М.: ИНФРА-М, 2016. – 260 с.
- [3] М.А. Николаева Теоретические основы товароведения: учебник для вузов - М.: Норма, 2012. – 448 с.
- [4] В.П. Федько, А.И. Альбеков Маркировка и сертификация товаров и услуг: учебное пособие для вузов. - Ростов на Дону: Феникс, 1998.- 639 с.
- [5] Закон Республики Казахстан от 4 мая 2010 года № 274-IV «О защите прав потребителей»

Баймаханов Г.А., Есказиева М.Т.

Кеден одағының және саю елдерінде таңбалауды талдау

Түйіндемe. Бұл мақалада Еуразиялық экономикалық одаққа кіретін мүше елдердің тауарларды таңбалау кезінде қолданылатын үрдістер қарастырылады. Тауарлардың тез және сенімді таңбалануы қазіргі кезеңде кәсіпорынның ажырамас бөлігі болып табылады. Таңбалау тауарларды өндіру үдерісінде ғана емес, сонымен қатар оларды сақтау мен сату кезінде талап етіледі. Белгілі нарық сегменттерінде өнімдердің заңды айналымын қамтамасыз етудің тиімді жүйесін пайдалану ұсынылды, оның негізінде қазіргі заманда кеңінен қолданылатын QR кодты пайдалану шаралары әзірленді.

Кілттік сөздер: таңбалау, Кеден одағы, Еуразиялық экономикалық одақ, штрих-код, сапа белгісі.

УДК: 689.723

M. Moldabekov, D.Yeryomin, D.Zhaxygulova, S.Trepashko

(Institute of Space Technique and Technologies

E-mail: zhaxygulova.d@istt.kz)

INFORMATION EXCHANGE IN THE CONTROL SYSTEM OF NETWORK INFRASTRUCTURE OF REFERENCE GNSS STATIONS USING CLOUD TECHNOLOGIES

Abstract. The article describes an information exchange in the control system of network infrastructure of reference GNSS stations using cloud technologies. The main technical solutions for the means and methods of communication for information exchange between components of control system of network infrastructure of reference GNSS stations using cloud technologies are determined. Information support of the system includes a set of data, forms of their organization, methods of collecting, storing and issuing data that create the conditions for integrated data processing and decision-making, reliable storage, reliability and access to data.

Key words: navigation system, control system, information exchange, network of reference stations, differential station.

Молдабеков М.М.¹, Еремін Д.И.¹, Жаксыгулова Д.Г.², Трешашко С.¹

¹ДТОО «Институт космической техники и технологий», г.Алматы, Республика Казахстан

²Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г.Алматы, Республика Казахстан

E-mail: zhaxygulova.d@istt.kz)

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОБМЕН В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ СЕТЬЮ РЕФЕРЕНЦНЫХ ГНСС СТАНЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. В статье описывается информационный обмен в системе управления сетью референчных ГНСС станций с использованием облачных технологий. Определены основные технические решения по средствам и способам связи для информационного обмена между компонентами системы управления сетью референчных ГНСС станций с использованием облачных технологий. Информационное обеспечение системы включает совокупность данных, форм их организации, методов сбора, хранения и выдачи данных, которые создают условия для интегрированной обработки данных и выработки решений, надежного хранения, достоверности и доступа к данным.

Ключевые слова: навигационная система, система управления, информационный обмен, сеть референчных станций, дифференциальная станция

Система управления сетью референчных ГНСС станций с использованием облачных технологий позволяет повысить точность определения географических координат потребителями с использованием методов спутниковой навигации и дифференциальной коррекции, а также снижение затрат на создание и эксплуатацию системы за счет использования облачных технологий. Система управления сетью референчных ГНСС станций с использованием облачных технологий предназначена для контроля и управления работой сети референчных ГНСС станций, сбора, обработки и хранения данных от сети ГНСС станций, и предоставления навигационной информации потребителям.

Основными компонентами системы управления сетью ГНСС станций являются сеть референчных ГНСС станций, которая является источником входных навигационных и телеметрических данных и объектом управления; облачный сервис PaaS; удаленный центр управления системой; пользователи системы (потребители услуг) [1]. Информационное обеспечение автоматизированной системы включает совокупность данных (информации), форм их организации, методов сбора, хранения и выдачи данных, которые создают условия для интегрированной обработки данных и выработки решений, надежного хранения, достоверности и доступа к данным (информации).

Информационный обмен в системе управления сетью референчных ГНСС станций описывается сетевой моделью взаимодействия открытых систем OSI/ISO. Сетевые устройства и локальные сети взаимодействуют друг с другом посредством модели OSI на семи уровнях взаимодействия с использованием стека сетевых протоколов OSI [2]. Информационный обмен между компонентами системы управления сетью референчных ГНСС станций осуществляется через единое информационное пространство посредством локальных LAN и глобальных WAN сетей с использованием стандартизированных протоколов передачи и форматов данных.

Конфигурация информационного обмена в системе управления сетью референчных ГНСС станций составлена из совокупности территориально разнесенных локальных информационно-вычислительных сетей LAN, которые объединены в общую информационную сеть посредством защищенных выделенных каналов связи VPN (по технологии виртуальной частной сети) поверх глобальной сети WAN (Интернет). Информационное взаимодействие в сети WAN осуществляется с использованием стека протоколов передачи данных TCP/IP (протоколы транспортного уровня TCP, протоколы сетевого уровня IP, в частности, используется IPv6).

Информационный обмен между устройствами локальной сети осуществляется на физическом и канальном уровне модели OSI с использованием технологий пакетной передачи данных Ethernet (стек протоколов Ethernet 10/100/1000, стандарты 10BASE-T/100BASE-T(X)/1000BASE-T, скорости передачи данных 10/100/1000 Мбит/с), с автоматическим определением параметров передаваемых данных и автоматической установкой требуемой скорости передачи данных между устройствами локальной сети LAN. В качестве среды передачи данных на физическом уровне используются медные проводники «витая пара» и оптоволоконные кабели.

Информационный обмен между сетью референчных ГНСС станций и облачной вычислительной системой осуществляется по защищенным выделенным каналам связи внутри виртуальной частной сети VPN поверх глобальной сети WAN (Интернет) с использованием стека протоколов TCP/IP. Для обеспечения адресации (на сетевом уровне) каждая ГНСС станция регистрируется в сети VPN под своим IP адресом. Подключение референчных ГНСС станций к глобальной сети WAN на канальном уровне по технологии Ethernet с использованием стека протоколов Ethernet 10/100/1000. Для создания выделенных каналов связи виртуальной частной сети VPN, создания туннелей в сетях IP и поддержки сеанса связи используется протокол туннелирования L2TP сеансового уровня OSI. Подключение референчных ГНСС станций к сети WAN на физическом уровне – стационарное проводное или оптоволоконное. Межсетевое взаимодействие локальных сетей LAN и установление информационного обмена на аппаратном уровне осуществляется между пограничными маршрутизаторами этих сетей. Информационный обмен между облачной вычислительной системой и центром управления системой осуществляется аналогичным образом, как с референчной ГНСС станцией.

При невозможности стационарного подключения ГНСС станции к сети WAN в месте размещения или использовании мобильных (перемещаемых) ГНСС станций, допускается подключение ГНСС станций к сети по радиоканалу с использованием модемов сотовой связи GPRS/3G/UMTS, которые поддерживают протоколы передачи данных TCP/IP. Протоколы

GPRS/3G/UMTS прозрачны для TCP/IP, поэтому включение радиоканала сотовой связи GPRS/3G/UMTS в канал передачи данных между сетями LAN и WAN (Интернет) не нарушает информационный обмен, за исключением ограничений по скорости передачи данных, характерных для конкретного вида сотовой связи. Информационный обмен по протоколу сетевого уровня IP может использовать (поверх IP) любые применяемые в Интернет протоколы транспортного и прикладного уровней – TCP, HTTP, HTTPS, SSL, POP3, XMPP и др. При использовании сотовой связи GPRS/3G/UMTS, модем выступает как клиент внешней сети и ему присваивается IP-адрес (постоянный или динамический). Информационный обмен между облачной вычислительной системой и мобильными ГНСС приемниками пользователей осуществляется аналогичным образом с использованием модемов сотовой связи GSM/GPRS/3G/UMTS.

Информационный обмен системы управления сетью референчных ГНСС станций с пользователями (потребителями услуг), внешними системами и информационными веб-ресурсами осуществляется в рамках сетевой архитектуры «Клиент-Сервер». Технология «Клиент-Сервер» использует три категории ПО:

- Серверы (поставщики информационных услуг) выполняют обработку запросов Клиентов и предоставляют информацию,
- Клиенты (конечные потребители услуг) выполняют отправку запроса и получают информацию от Сервера,
- Прокси (посредники) выполняют транспортные процедуры.

Информационный обмен между Клиентами и Серверами осуществляется в сети WAN (Интернет) с использованием протоколов обмена транспортного и сетевого уровня TCP/IP, протоколов прикладного уровня HTTP, HTTPS, FTP, POP3. Серверы предоставляют Клиентам информационные ресурсы в виде данных (загрузка файлов, работа с базами данных) и в виде сервисных функций (электронная почта, сервис мгновенных сообщений, просмотр веб-страниц в сети Интернет). Информационный обмен системы управления сетью референчных ГНСС станций с пользователями осуществляется в сети Интернет через доступный веб-браузер или мобильное приложение, в личном кабинете пользователя на информационном портале (веб-сайте) системы управления сетью референчных ГНСС станций, с использованием протоколов TCP/IP транспортного и сетевого уровня, через защищенное соединение HTTPS (протокол прикладного уровня HTTP с применением протокола защиты транспортного уровня TLS и слоя защищенных сокетов SSL).

В центре управления системой допускается организация информационного обмена со вспомогательными устройствами (сетевой принтер, внешний монитор/экран отображения данных) внутри беспроводной локальной сети Wireless LAN (WLAN) с использованием радиоканала передачи данных по технологии Wi-Fi.

Информация в системе управления сетью референчных ГНСС станций классифицируется как входная и выходная. Входная информация поступает в систему управления сетью референчных ГНСС станций в виде документов, сообщений, данных, хранится и используется для функционирования системы. В процессе выполнения своих функций система управления сетью референчных ГНСС станций формирует выходные данные (или информацию) и передает на объекты автоматизации, пользователям, во внешние системы, а также использует в системе для служебных целей.

Наибольшую ценность и основной объем входных данных в системе управления сетью референчных ГНСС станций представляют «сырые» навигационные данные от сети референчных ГНСС станций. Структура файла «сырых» данных описана в спецификации протоколов RINEX, BINEX [3 - 6] и содержит три типа файлов ASCII – файлы наблюдений, навигационных данных и метеоданных. Файлы наблюдений и навигационных данных имеют расширение для созвездий навигационных спутников ГЛОНАСС, GPS, Galileo, Beidou, и каждое созвездие этих ГНСС – по несколько наблюдаемых спутников (выше горизонта), сигналы которых регистрируют приемники ГНСС станций, минимум на двух частотах (для реализации фазовых измерений). На практике наиболее распространены измерения по сигналам двух ГНСС на двух частотах L1/L2 ГЛОНАСС и L1/L2 GPS. Каждая ГНСС станция сети ежесекундно регистрирует (в среднем) 20-28 файлов навигационных данных от 10-14 наблюдаемых навигационных спутников на двух частотах L1/L2 и передает в облачную вычислительную систему, чем и объясняется интенсивное накопление объема «сырых» навигационных данных. Файлы наблюдений (обсерваций) и метеоданных нет необходимости обновлять так часто, период их регистрации (обновления) может быть установлен, например, от 5 до 10 минут. Установку и изменение конфигурации режимов работы приемников ГНСС станций сети, в частности параметров регистрации и передачи навигационных и метеорологических данных, осуществляет администратор системы через подсистему управления режимами работы ГНСС станций СПО.

Анализ формы представления входной и выходной информации (данных) показывает, что данные являются в основном структурированными и представлены в виде числовых (цифровых) данных или комбинации символов и цифровых данных. Отметим, что все типы навигационных данных (файлы RINEX, BINEX, RTCM, NMEA) содержат символы для идентификации (обозначения) типа величины (широта, долгота, время, дата, номер спутника и др.), сами же величины представлены числовыми значениями или цифровым кодом. Электронные таблицы заведомо содержат структурированные данные, которые пригодны для передачи, хранения в базе данных и машинной обработки, их называют машинной информацией.

Исключение составляют отдельные виды неструктурированных данных, которые не могут быть разделены на элементарные части и теряют при этом свою сущность. Например, неструктурированными являются нормативно-справочные и административные документы (регламенты, руководства, инструкции, справочники, распоряжения, приказы), которые несут в себе сущность (информацию в явном виде) и не требуют машинной обработки. Неструктурированная информация является внемашиной и предназначена для непосредственного использования без обработки средствами вычислительной техники.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Молдабеков М.М., Еремин Д.И., Жаксыгулова Д.Г., Трепашко С. Создание системы управления сетевой инфраструктурой референчных GNSS станций с использованием облачных технологий // Вестник АУЭС №4 (4) (43) – Алматы, 2018. – С. 167 - 175.

[2] ГОСТ Р ИСО/МЭК 7498-1-99 Информационная технология. Взаимосвязь открытых систем. Базовая эталонная модель. Часть 1. Базовая модель.

[3] RINEX The Receiver Independent Exchange Format / Аппаратно независимый формат обмена навигационными данными, Версия 2.11, Вернер Гуртнер, Астрономический институт, Университет Берна. Лоу Исти, UNAVCO, Боулдер, Колорадо. 10 декабря 2007 г. Пер. с англ. Российский государственный гидрометеорологический университет. 27 октября 2008 г. – URL: <http://meteolab.ru/doc/rinex21rus.pdf> (дата обращения 10.03.2019).

[4] RINEX the Receiver Independent Exchange Format, Version 3.01, Werner Gurtner, Astronomical Institute, University of Bern. Lou Estey, UNAVCO, Boulder, Co. June 22, 2009. – URL: <ftp://igs.org/pub/data/format/rinex301.pdf> (дата обращения 10.03.2019).

[5] RINEX the Receiver Independent Exchange Format. Version 3.04. International GNSS Service (IGS), RINEX Working Group and Radio Technical Commission for Maritime Services Special Committee 104 (RTCM-SC104), November 23, 2018. – URL: <ftp://igs.org/pub/data/format/rinex304.pdf> (дата обращения 10.03.2019).

[6] BINEX: Binary Exchange Format. Binary Exchange format for GPS/GNSS Data/Metadata/Ephemerides/Orbits/Solutions. – URL: <https://binex.unavco.org/binex.html> (дата обращения 11.03.2019).

Молдабеков М.М., Еремин Д.И., Жаксыгулова Д.Г., Трепашко С.

Бұлттық технологияларды пайдалана отырып, референцті GNSS станциялардың желілік инфрақұрылымдарын басқару жүйесіндегі ақпарат алмасу

Аңдатпа. Бұл мақалада бұлттық технологияларды пайдалана отырып, референцті GNSS станциялардың желілік инфрақұрылымдарын басқару жүйесіндегі ақпарат алмасу сипатталған. бұлттық технологияларды пайдалана отырып, референцті GNSS станциялардың желілік инфрақұрылымдарын басқару жүйесінің компоненттері арасында ақпарат алмасу үшін байланыс құралдары мен әдістерінің негізгі техникалық шешімдері анықталды. Жүйені ақпараттық қамтамасыз ету мәліметтер жиынтығын, оларды ұйымдастырудың формаларын, деректерді жинау, сақтау және беру тәсілдерін, деректерді біріктірілген өңдеу және шешім қабылдау, сенімді сақтау, дәлдік және деректерге қол жетімділік үшін жағдай туғызатын әдістерді қамтиды.

Кілттік сөздер: навигация жүйесі, басқару жүйесі, ақпарат алмасу, референцті станциялар жүйесі, дифференциалдық станция.

УДК: 504.064.36, 621.396.946

D.Akhmedov, D.Yeryomin, D.Zhaksygulova
(Institute of Space Technique and Technologies
E-mail: zhaxygulova.d@istt.kz)

DESCRIPTION OF OBJECTS OF MONITORING SYSTEM OF MORAINIC LAKES USING UML-DIAGRAMS

Abstract. The article describes the process of activity of the software and hardware complex for monitoring of morainic lakes using space communication technologies. The requirements for the organization of work in terms of the

functioning of the software and hardware complex for monitoring of morainic lakes using space communication technologies have been determined. For the description of objects and processes of activity, use case diagrams have been developed using a unified modeling language UML.

Key words: monitoring of morainic lakes, morainic lakes, sulphurous objects, UML

Д. Ш. Ахмедов, Д. И. Еремин, Д. Г. Жаксыгулова
(ДТОО «Институт космической техники и технологий», г. Алматы, Казахстан
E-mail: zhaxygulova.d@istt.kz)

ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТОВ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ МОРЕННЫХ ОЗЕР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ UML-ДИАГРАММ

Аннотация. В статье описывается процесс деятельности программно-технического комплекса мониторинга состояния моренных озер с использованием космических технологий связи. Определены требования к организации работ в условиях функционирования программно-технического комплекса мониторинга состояния моренных озер с использованием космических технологий связи. Для описания объектов и процессов деятельности разработаны диаграммы прецедентов с использованием унифицированного языка моделирования UML.

Ключевые слова: мониторинг моренных озер, моренные озера, селеопасные объекты, UML

Изменение климата, интенсивное хозяйственное освоение регионов, подверженных стихийным бедствиям, урбанизация, усложнение производственных технологий ведут к росту риска подверженности населения чрезвычайным ситуациям. Мировая статистика свидетельствует, что за последние 40 лет ущерб от природных катастроф возрос в 9 раз, а их частота в 5 раз. Начиная с 1960 года, темпы роста экономического ущерба от стихийных бедствий опережают темпы роста объемов промышленного производства [1].

В работе [2], проведенной авторами, выявлены причины возникновения и проводимые мероприятия по предупреждению и предотвращению селей, определены наиболее селеопасные периоды и селеопасные районы на территории Казахстана и проводимые мероприятия по предупреждению и предотвращению селей. Также описаны основные функции и структура разрабатываемой системы мониторинга состояния моренных озер. Система мониторинга состояния моренных озер выполняет практически непрерывный мониторинг состояния селеопасных объектов и оповещения ответственных лиц о селевой опасности в режиме реального времени.

Система мониторинга состояния моренных озер предназначена для решения следующих задач:

- разработка и организация информационно-технической базы для выполнения задач представления информации об объектах;
- разработка инструментов для реализации основной концепции системы мониторинга состояния моренных озер – предоставления операторам и администраторам системы средств осуществления контроля и управления;
- сбор информации об объектах и накопление этой информации в базе данных с возможностью последующей ее выдачи пользователям в необходимом виде и представлении.

Входной информацией системы мониторинга состояния моренных озер являются характеристики окружающей среды и станции, преобразуемые в показания датчиков. Вся информация в последствии представляет собой набор цифровых данных, поступающих в систему мониторинга состояния моренных озер.

Выходной информацией системы мониторинга состояния моренных озер являются данные о состоянии объектов, полученные в процессе функционирования системы мониторинга состояния моренных озер. Вид и представление этих данных могут изменяться в зависимости от потребностей пользователя. По элементам выходных данных можно выделить следующие: отчеты, экранные формы, журналы событий, сообщения системы, записи базы данных.

Для описания объектов системы мониторинга состояния моренных озер используется унифицированный язык моделирования UML (Unified Modeling Language). Использование языка графического описания UML позволяет смоделировать процесс работы программного обеспечения на основе прецедентов. Прецедент – это набор взаимосвязанных успешных и неудачных сценариев, описывающий использование системы исполнителем для решения одной из задач [3]. При описании прецедентов важную роль играет список заинтересованных лиц, в терминологии UML заинтересованное лицо называется Исполнитель или Актер (Actor) [4]. В качестве Актера может

выступать человек или другая система, подсистема или класс, которые представляют нечто вне сущности. Для прецедентов системы мониторинга состояния моренных озер, в соответствии с правилами разграничения доступа, были определены следующие исполнители: администратор, инженер по техническому обслуживанию, оператор. На диаграмме прецедентов также отражаются составляющие прецедентов, обозначаемые <<include>>, и их возможные расширения, обозначаемые <<extend>>.

Администратор системы должен иметь высокий уровень квалификации и практический опыт ведения работ по настройке, конфигурированию и администрированию программных и технических средств, применяемых в системе мониторинга состояния моренных озер. Инженер по техническому обслуживанию должен обладать профессиональными навыками и знаниями в техническом обслуживании аппаратных средств станций сбора и передачи данных в соответствии с регламентом технического обслуживания. Оператор контроль функционирования сети станций путем просмотра текущих и архивных данных, а также немедленное реагирование на аварийные сообщения в соответствии с нормативными и эксплуатационными документами.

На рисунке 1 показана диаграмма прецедентов с участием Исполнителей - Администратор и Специалист. Данная диаграмма представляет разделение функций пользователей с данными ролями.

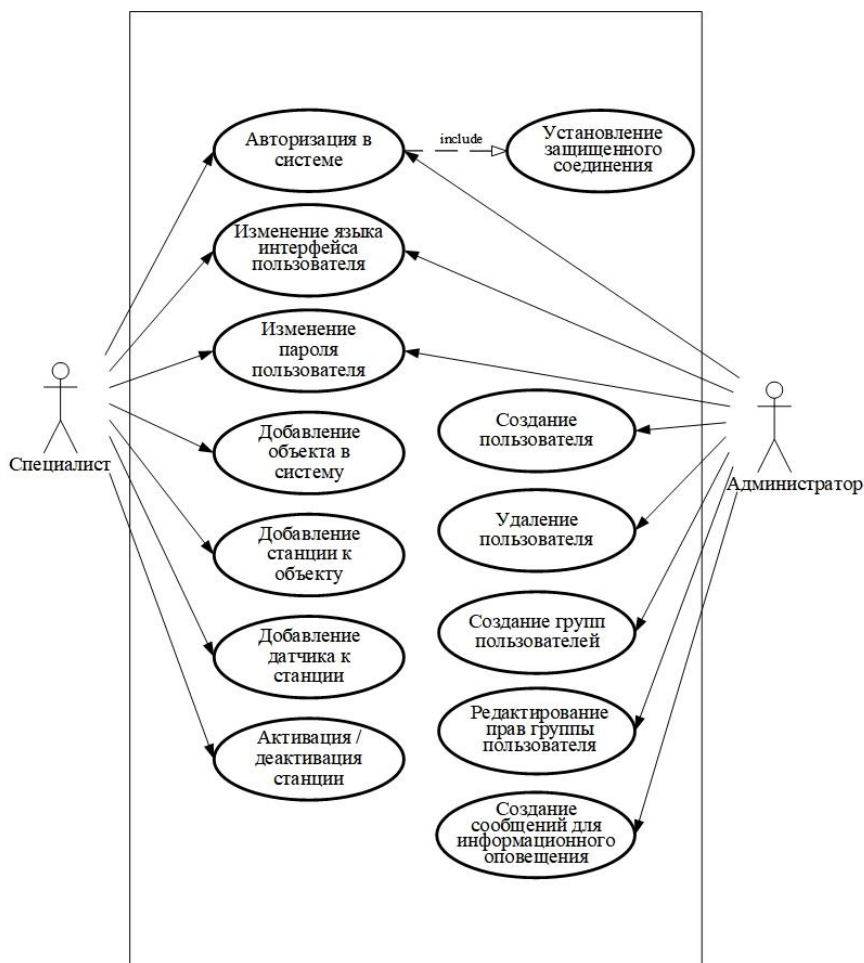


Рис. 1. Диаграмма прецедентов с участием Администратора и Инженера

Таким образом, при работе с системой мониторинга состояния моренных озер функции администратора заключаются в следующем:

- авторизация в системе, в т.ч. установление защищенного соединения;
- изменение языка интерфейса пользователя;
- изменение пароля пользователя;
- создание пользователя;
- удаление пользователя;

- создание групп пользователей;
- редактирование прав группы пользователя;
- создание сообщений для информационного оповещения.

Специалист выполняет следующие функции:

- авторизация в системе, в т.ч. установление защищенного соединения;
- изменение языка интерфейса пользователя;
- изменение пароля пользователя;
- добавление объекта в систему;
- добавление станции к объекту;
- добавление датчика к станции;
- активация/деактивация станции.

На рисунке 2 показана диаграмма прецедентов с участием Оператора.

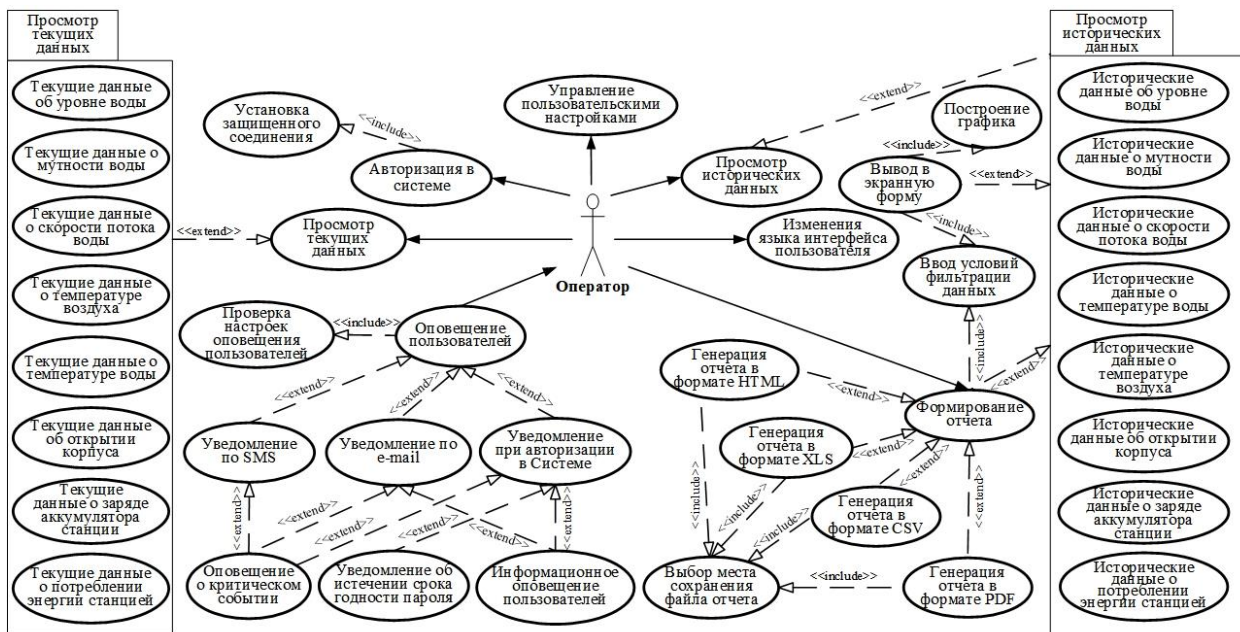


Рис. 2. Диаграмма прецедентов с участием Оператора

Таким образом, оператор выполняет следующие функции:

- авторизация в системе;
- управление пользовательскими настройками;
- наблюдение и контроль функционирования системы и сети станций в режиме реального времени, путем просмотра текущих и архивных данных о функционировании системы посредством визуального графического интерфейса;
- формирование отчета;
- немедленное реагирование на аварийные сообщения системы в соответствии с указаниями нормативных и эксплуатационных документов;
- уведомление руководителей и аварийных служб об аварийных и нештатных ситуациях в системе.

Контроль функционирования системы и сети станций, заключающийся в просмотре текущих и исторических (архивных) данных о функционировании системы, предполагает следующее:

- наблюдение за показателями основных датчиков, используемых в системе мониторинга состояния моренных озер, а именно: уровень воды, мутность воды, скорость истока, температура воздуха, температура воды;
- отслеживание данных о заряде аккумулятора станции и потреблении станцией электроэнергии.

Формирование отчета предполагает следующее:

- генерация отчета в HTML, с выбором места сохранения файла отчета;

- генерация отчета в формате XLS, с выбором места сохранения файла отчета;
- генерация отчета в формате PDF, с выбором места сохранения файла отчета;
- генерация отчета в формате CSV, с выбором места сохранения файла отчета;
- ввод условий фильтрации данных с выводом данных на экран, в том числе в виде графика.

Кроме того, оператор является одним из лиц, которому приходит уведомление о тревоге в виде системного сообщения.

На рисунке 3 показана диаграмма прецедентов станций сбора и передачи данных, демонстрирующая процессы взаимодействия станций с подсистемой мониторинга и отображения данных.

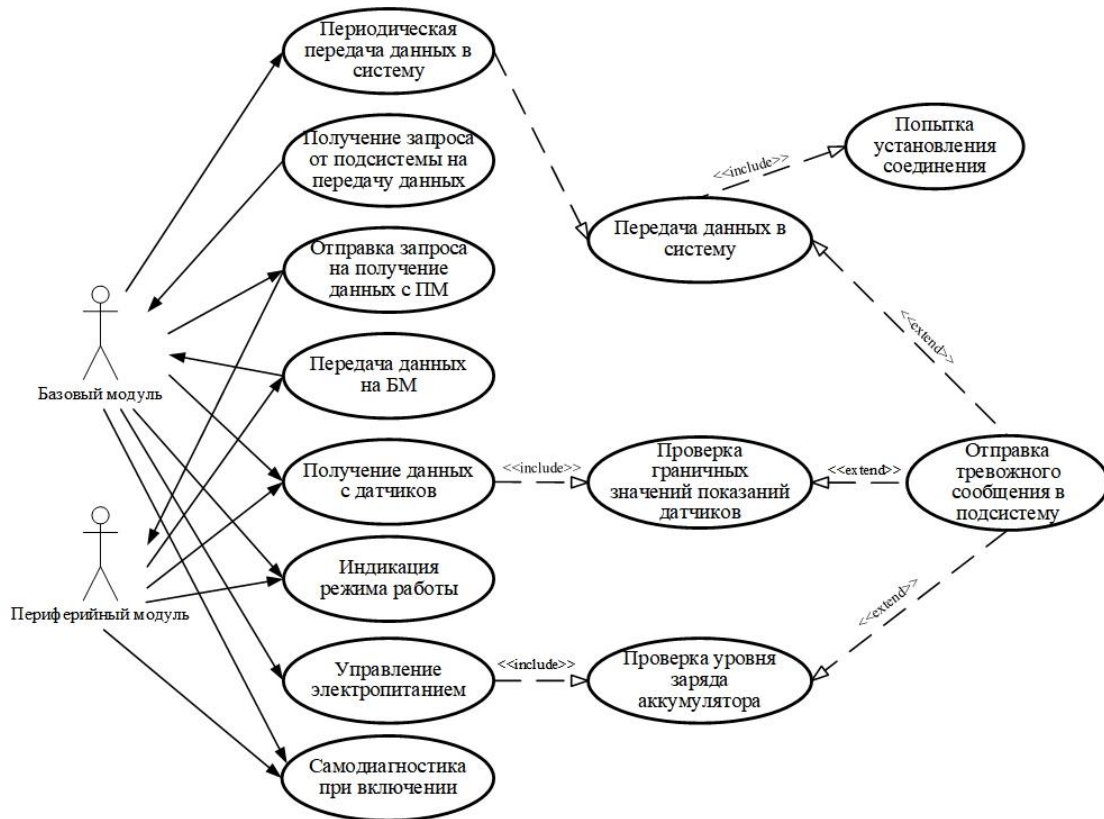


Рис. 3. Диаграмма прецедентов компонентов станции

В рассматриваемой диаграмме прецедентов в качестве Исполнителей выступают компоненты (модули аппаратно-программных устройств) станции сбора и передачи данных – периферийный модуль и базовый модуль.

Станция сбора и передачи данных обеспечивает измерение параметров наблюдаемого объекта, с использованием датчиков, подключенных к периферийному и базовому модулям, автоматизированный сбор данных с датчиков в базовом модуле, и передачу данных с использованием спутниковых систем связи, в случае отсутствия мобильной сотовой связи. При этом получение данных с датчиков включает также проверку показаний датчиков. Кроме того, периферийный и базовый модули выполняют самодиагностику при включении и отслеживают режим работы станции. Базовый модуль также отвечает за управление электропитанием, что предполагает проверку уровня заряда аккумулятора.

В свою очередь, подсистема мониторинга и отображения данных обеспечивает непрерывный и параллельный во времени прием данных о состоянии объектов наблюдения со станции сбора и передачи данных, а также обработку и архивирование данных в центре обработки данных и предоставление обработанных данных в автоматизированное рабочее место оператора. В подсистему мониторинга и отображения данных наряду с показателями датчиков приходят также тревожные сообщения в случае достижения критических порогов основных параметров мониторинга (уровень воды, мутность воды, скорость истока, температура воздуха, температура воды, заряд аккумулятора).

Реализация программно-технического комплекса системы мониторинга моренных озер с использованием космических технологий связи позволяет использовать систему для сбора и консолидации разнородной информации и применять систему как для онлайн-мониторинга, так и для сбора данных с последующей постобработкой и выдачей накопленных данных.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Микрюков В.Ю. Безопасность жизнедеятельности // Ростов-на-Дону: Феникс, – 2007. – 346 с.
- [2] Ахмедов Д.Ш., Еремин Д.И., Жаксыгулова Д.Г. Система мониторинга состояния моренных озер с использованием спутниковых систем связи // Вестник КазНУТУ. - Алматы, – 2018. – №5 (119). – С. 97 - 101.
- [3] Буч Г., Рамбо Д., Джекобсон А. UML Руководство пользователя / Москва: Питер, - 2004. – С. 234.
- [4] Ларман К. Применение UML и шаблонов проектирования // Москва: Издательский дом "Вильямс", - 2002. – 75 с.

Ахмедов Д. Ш., Еремин Д.И., Жаксыгулова Д.Г.

UML-диаграммаларын пайдалана отырып, морена көлдерінің күйін мониторингтеу жүйесі нысандарының сипаттамасы

Түйіндеме. Мақалада ғарыштық байланыс технологияларын қолдана отырып, мореналық көлдердің жай-күйін бақылауға арналған бағдарламалық-техникалық кешеннің қызмет ету процесі сипатталған. Ғарыштық байланыс технологияларын қолдана отырып, мореналық көлдердің жай-күйін бақылауға арналған бағдарламалық-техникалық кешеннің жұмыс істеуін ұйымдастыруға қойылатын талаптар анықталды. Нысандар мен қызмет процестерін сипаттау үшін UML модельдеудің бірыңғай тілін қолданып диаграммалар әзірленді.

Кілттік сөздер: морена көлдерін мониторингтеу, морена көлдері, сел қауіпті объектілер, UML

УДК 004.032

G. M. Mutanov, Zh.S. Saksenbayeva, K. Zh. Akzhigit

(al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan)

Email: mutanov@kaznu.kz, zhsaksenbaeva@gmail.com, akzhigit.kalamkas@gmail.com)

ABOUT CLASSIFICATION OF EMERGENCY SITUATIONS AT UNIVERSITY

Abstract. The article presents a classification of emergency situations and an analysis of the modern approach to the classification of emergency situations. Today, one of the most acute problems, both our country and the world at large are forecasting emergency situations and liquidation of their consequences.

Keywords: situational management, emergency, classification of situations.

Г.М. Муганов, Ж.С. Саксенбаева, К.Ж. Акжигит

(Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан)

Email: mutanov@kaznu.kz, zhsaksenbaeva@gmail.com, akzhigit.kalamkas@gmail.com)

О КЛАССИФИКАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В ВУЗЕ

Аннотация: В статье представлена классификация чрезвычайных ситуаций и анализ современного подхода к классификации чрезвычайных ситуаций. Сегодня одна из острейших проблем, как нашей страны, так и мира в целом это прогнозирование чрезвычайные ситуации и ликвидация их последствий.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, классификация ситуаций.

Введение

Итенсивное развитие современной промышленности, быстрый рост населения планеты, экологические правонарушения, разрушительные военные конфликты часто приводят к возникновению крупных аварий, стихийных бедствий, эпидемий и катастроф.

Так, только на территории Казахстана по официальным данным Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД РК за 2018 год зарегистрировано 16619 чрезвычайных ситуаций и происшествий природного и техногенного характера, в которых пострадали 3567 чел., в т.ч. 1033 чел. погибло, материальный ущерб составил 3005,4 млн. тенге [1].

Чрезвычайные ситуации являются многофакторными событиями, которые могут возникать в результате многочисленных причин, в различных условиях и приводить к разнообразным последствиям. Они могут возникать в мирное и военное время в результате стихийных бедствий, промышленных и других техногенных аварий.

Аварии на промышленных предприятиях развиваются, как правило, по сложному сценарию, включающему разные типы событий чрезвычайных ситуаций, наиболее часто наблюдаются пожары, взрывы, выбросы опасных веществ. Аварии могут являться как причиной, так и следствием пожаров, взрывов или выбросов опасных веществ. В свою очередь, пожары, взрывы, выбросы могут находиться во взаимосвязи между собой и являться причинами возникновения друг друга. Взрыв иногда может привести к незначительным разрушениям, но связанный с ним пожар может вызвать катастрофические последствия. Снижение ущерба от сложных техногенных чрезвычайных ситуаций может быть достигнуто за счет комплексного оценивания уровня безопасности промышленных объектов [2].

В современных вузах Казахстана сохраняется тенденция к росту количества и масштабам чрезвычайных ситуаций в виду не всегда удовлетворительного состояния безопасности в организациях образования. В связи с этим, проблема защиты обучающихся, преподавателей и сотрудников является актуальной, для решения которой требуются новые методы и технологии. Прежде чем выполнять ряд действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций необходимо четко представлять тип, уровень и масштабы самих ситуаций.

Основные подходы к классификации чрезвычайных ситуаций

В соответствии с подпунктом 6 статьи 11 Закона Республики Казахстан «О гражданской защите» от 11 апреля 2014 года [3] Постановлением Правительства Республики Казахстан от 2 июля 2014 года № 756 [4] установлена классификация чрезвычайных ситуаций по сфере возникновения (природные и техногенные), по ведомственной принадлежности (в строительстве, промышленности и т.д.) и по масштабу зоны ЧС и возможных последствий (объектовые, местные, региональные и глобальные).

Различный подход к определению чрезвычайных ситуаций обуславливает и наличие многочисленных критериев их классификации. Вместе с тем, при всем их многообразии представляют интерес лишь наиболее важные, характерные, в полной мере характеризующие данные явления и позволяющие квалифицировать их как чрезвычайные [5].

Классификацией чрезвычайных ситуаций, изображений для поддержки осведомленности о чрезвычайной ситуации занимаются некоторые исследователи, что отражено в зарубежных и отечественных работах Mladjan Dragan и Cvetkovic Vladimir, Raechel A. Bianchetti, Jan Oliver Wallgru, Jinlong Yang, Justine Blanford, Anthony C. Robinson, Alexander Klippel, Wang Hongchun, Qin Ying, Wang Qianying, Lv Yimiao Xu Peng, Штырхунова Н.А., Балтабаев С.А. и многих других [5-9].

Для повышения аварийной безопасности и определения уровня риска аварийности, выявления факторов и причин возникновения аварийных ситуаций используется понятие как анализ аварий. Между видами аварий используется метод логического анализа. В структуре понятия аварии есть четыре логических элемента: содержание, объем, и вид аварии [10].

В логическом анализе между понятиями устанавливается три вида отношений: классификационные, композиционные и казуальные [11]:

- 1) классификационное отношение – это родовое понятие по их объемам;
- 2) композиционные отношения являются отношением частей друг к другу и к целому и могут быть представлены в иерархическом виде;
- 3) казуальные отношение представляют отношения, в которых находятся аварии, как и порождающие, так и порождаемые.

Каждый вид аварии может быть базой для возникновения одного или нескольких других видов аварии. Например, аварии на электроэнергетических системах может явиться причиной пожара и взрыва. Каждая авария имеет свои естественные причины, вызывает определенные следствия, т.е. служит источником других аварий.

Каждому виду чрезвычайных ситуаций свойственна своя скорость распространения события и характеризующая степень внезапности воздействия поражающих факторов [12].

Классификация чрезвычайных ситуаций в вузе

Для представления чрезвычайных ситуаций в вузе используется метод классификации в зависимости от видов и мест, в виде семантической сети, состоящих из классификационных, это значит по видам аварии и композиционных по местам аварии деревьев.

В соответствии с основными понятиями и определениями применяется классификация аварийных ситуаций, представленная на рисунке 1.

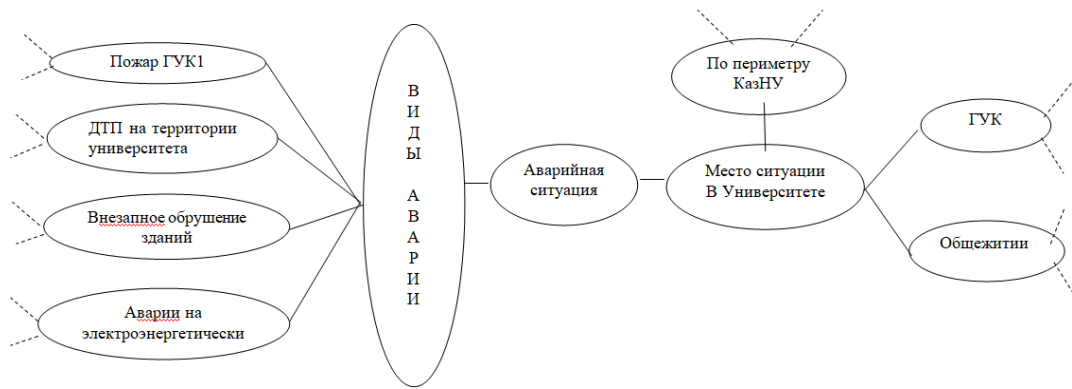


Рис. 1. Классификация чрезвычайных ситуаций вуза

При классификации мест возникновения чрезвычайных ситуаций, можно выделить три непересекающихся классов: 1. административное здания; 2. учебные корпуса; 3. общежития.

Такая классификация мест возникновения чрезвычайных ситуаций соответствует иерархическому принципу: Кампус – Учебный корпус – Дом студентов.

Наиболее опасными видами чрезвычайных происшествий являются пожары и взрывы, землетрясение, наводнение, дорожно-транспортные происшествия на территории университета.

В университете есть научно-исследовательские лаборатории и в некоторых случаях могут быть произойти аварийные ситуаций, а именно: аварии с выбросом (угрозой выброса) аварийно-химически и биологически опасных веществ, внезапное обрушение зданий, аварии на электроэнергетических системах и т.п.

При возникновении аварии, необходима ее локализация, т.е. следует разрывать причинно-следственные связи. Построение деревьев отказов исходит из определенного нежелательного события, т.е. аварийных ситуаций и анализируют возможные причины его возникновения [12].

Графическое изображения деревьев отказов аварийных ситуаций должны использовать следующие соглашения [12]:

1. вершинное событие, а также все полученные события, которые далее разрабатываются при построении дерева отказов (прямоугольник);
2. не исследуемые дальше события и отказы (ромб).

Приведенный пример на рисунке 2 дерево отказов и событий отражает только те графы, которые приводят к данной конкретной аварии, и позволяют на основе вероятности появления каждого из факторов определить риск аварии[13].

К примеру, пожары возникают в результате неисправного состояния электрооборудования и кабелей, значительное число пожаров возникает в том случае, если работы ведут с нарушением правил безопасности.

Логический анализ дает возможность установить тенденции по снижению аварийности, а также наиболее опасные виды аварий и их причины возникновения, и на этой основе позволяют разработать комплекс мероприятий по предотвращению аварийных ситуаций[14].

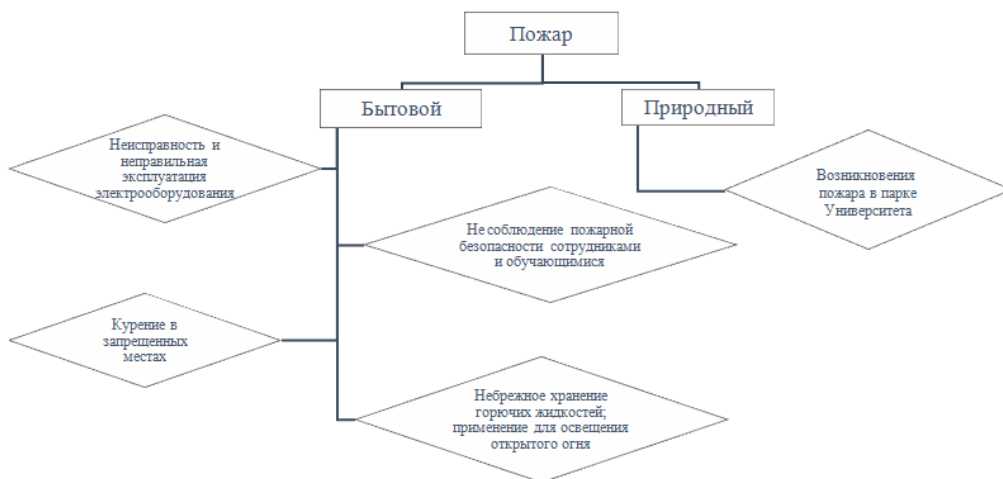


Рис. 2. Дерево отказов и событий вида «Пожар».

Установленные с помощью дерева отказов и событий причинные взаимосвязи между исходными аварийными событиями, и приводящими к авариям факторами позволяют принять меры по снижению вероятности аварий[15].

Заклучение и будущие работы

В работе предложен метод классификации чрезвычайных ситуаций, который в зависимости от видов и мест, представляет ситуации в виде семантической сети, состоящей из классификационных и композиционных деревьев.

Следующие работы направлены на распознавание чрезвычайных ситуаций, основанное на логическом подходе, модели управления процессом ликвидации аварий, которые позволяют определить порядок действия лица принимающего решение, разработку комплекса моделей управления: концептуальная модель, ситуационные модели, сетевые модели управления процессом ликвидации аварий.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] О результатах деятельности органов ГЗ за 12 месяцев 2018 года. Министерство внутренних дел Республики Казахстан Комитет по чрезвычайным ситуациям. [электронный ресурс: <http://emer.gov.kz/ru/deyatelnost/otchety/56625-o-rezultatakh-deyatelnosti-organov-gz-za-12-mesyatsev-2018-goda>].
- [2] Шатровская Е.В. Построение динамической параллельно-последовательно-альтернативной структуры знаний для моделирования сложных аварий на промышленных объектах. Труды Международной конференции RDAMM–2001. 2001Г. 6, Ч. 2, Спец. Выпуск. С. 421-426.
- [3] Закон Республики Казахстан от 11 апреля 2014 года № 188-V ЗРК «О гражданской защите».
- [4] Постановление Правительства Республики Казахстан от 2 июля 2014 года №756. Об установлении классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.
- [5] Балтабаев С.А. Карагандинская академия Министерства внутренних дел Республики Казахстан имени Баримбека Бейсенова, Казахстан [электронный ресурс: <http://www.konspekt.biz/index.php?text=55330>].
- [6] Mladjan D., Svetkovi V. Classification of emergency situations. 2013, - С. 275-291. [электронный ресурс: https://www.researchgate.net/publication/279994960_Classification_of_emergency_situations/citation/download].
- [7] Raechel A. Bianchetti, Jan Oliver Wallgru" n, Jinlong Yang, Justine Blanford,Anthony C. Robinson and Alexander Klippel. Free Classification of Canadian and American Emergency Management Map Symbol Standards. [электронный ресурс: <http://cognitvegiscience.psu.edu/pdfs/bianchetti2012free.pdf>].
- [8] Wang Hongchun, Qin Ying, Wang Qianying and Lv Yimiao Xu Peng, 2013. Assessment of Emergency Dynamic Classification in Supply Chain. Information Technology Journal, 12: 7361-7366.
- [9] Штырхунова Н.А. Classification of ship emergencies. Новороссийск, 2007. – 29 с.
- [10] Гегель Г.В. Наука логики. - М.:Мысль,1972.- т.3. - 257с.
- [11] Мутанов Г.М. Теория, методы и средства автоматизированного управления безопасностью при авариях на подземных горных предприятиях. Автореферат диссертации по информатике, вычислительной технике и управлению, 1993 [электронный ресурс: <http://tekhnosfera.com/teoriya-metody-i-sredstva-avtomatizirovannogo-upravleniya-bezopasnostyu-pri-avariyah-na-podzemnyh-gornyh-predpriyatiyah#ixzz5okuY4RZc>].
- [12] Мутанов Г.М. О классификации аварийных ситуаций рудников. // Комплексное использование минерального сырья. РАН, АН РК, 1992. N 3. – С. 11-14.
- [13] Материалы анализа аварийности производственного травматизма, случаев утрат и хищений СВ и ВВ и меры по улучшению состояния безопасности на предприятиях горнорудной и нерудной промышленности. –М.: Госпроматомнадзор СССР, 1990. -37 с.
- [14] Мутанов Г.М., Бахвалов Л.А., Вульф В.Р. Подсистема безопасности АСУ рудника. //Изв. вузов, Горный журнал.-1992. –N 11. –с. 83-86.
- [15] Mizumoto M., Fukami S., Tanaka K. Some methods of fuzzy reasoning// Advance in Fuzzy Set Theory and Application / Ed. by Gupta et al.- Amsterdam. 1979.

Мутанов Г.М., Саксенбаева Ж.С., Акжигит К.Ж.

Жоғарғы оқу орнындағы төтенше жағдайлардың классификациялануы туралы

Түйіндеме: Мақалада төтенше жағдайларды классификациялануы және төтенше жағдайларды классификациялауға заманауи тәсілдерді талдау қарастырылған. Бүгінгі күні еліміздің және бүкіл әлемнің ең өзекті мәселелердің бірі - бұл төтенше жағдайларды болжау және олардың салдарын жою.

Кілттік сөздер: ситуациялық басқару, төтенше жағдайлар, жағдайларды классификациялау.

УДК: 004.021

T.A. Bolat

(International University of Information Technologies, Almaty, Kazakhstan
E-mail: togzhanbl@gmail.com)

ANALYSIS AND CLASSIFICATION OF FORECASTING METHODS IN IT

Abstract Nowadays, quite a lot of research has been carried out and impressive practical solutions have been obtained for the problem of forecasting in science, technology, economics, demography and other fields. Attention to this problem is due, among other things, to the scale of the modern economy, the needs of production, the dynamics of the development of society, the need to improve planning at all levels of government, as well as accumulated experience. In this paper are considered such forecasting methods as formalized and expert methods, analysis of the forecasting methodology and identification of an effective forecasting method in the development of IS. Based on the analysis of the literature, we conducted and determined a theoretical study of modeling and forecasting methods and the main categories, classification and risks. There also were considered ways to develop an information system based on the proposed methods. By the result, in this article are provided the main criteria and aspects of the choice of the forecasting method of expert assessment.

Keywords: analysis and classification, forecasting methodology, expert assessment methods

Т.А. Болат

Международный Университет информационных технологий
Алматы, Казахстан. E-mail: togzhanbl@gmail.com

АНАЛИЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В ИТ

Аннотация К настоящему времени проведено достаточно много исследований и получены впечатляющие практические решения проблемы прогнозирования в науке, технике, экономике, демографии и других областях. Внимание к этой проблеме обусловлено в том числе масштабами современной экономики, потребностями производства, динамикой развития общества, необходимостью совершенствования планирования на всех уровнях управления, а также накопленным опытом. В данной работе будут рассмотрены такие методы прогнозирования как формализованные и экспертные методы, анализ методологии прогнозирования и выявление эффективного метода прогнозирования при разработке ИС. На основе анализа литературы будет проведено теоретическое исследование методов моделирования и прогнозирования, определены основные категории, классификация и риски. Так же будут рассмотрены пути разработки информационной системы на основе предложенных методов. Предоставлены главные критерии и аспекты выбора метода прогнозирования экспертных оценок.

Ключевые слова: анализ и классификация, методология прогнозирования, метод экспертных оценок

Введение

Необходимость прогнозирования объективна. Будущее многих явлений неизвестно, но весьма важно для решений, принимаемых в настоящий момент. К процессам, настоятельно требующим применения процедур прогнозирования, относится и экономическая деятельность. Однако все этапы прогнозирования, в том числе его организация, обеспечение и интерпретация результатов далеко не тривиальны. И весьма существенную помощь в этом может оказать ИТ [1].

К настоящему времени проведено достаточно много исследований и получены впечатляющие практические решения проблемы прогнозирования в науке, технике, экономике, демографии и других областях. Внимание к этой проблеме обусловлено в том числе масштабами современной экономики, потребностями производства, динамикой развития общества, необходимостью совершенствования планирования на всех уровнях управления, а также накопленным опытом. Прогнозирование - один из решающих элементов эффективной организации управления отдельными хозяйствующими субъектами и экономическими сообществами вследствие того, что качество принимаемых решений в большой степени определяется качеством прогнозирования их последствий. Поэтому решения, принимаемые сегодня, должны опираться на достоверные оценки возможного развития изучаемых явлений и событий в будущем.

Совершенствование прогнозирования многими специалистами видится в развитии соответствующих информационных технологий. Необходимость их применения обусловлена рядом причин, в числе которых:

- рост объемов информации;
- сложность алгоритмов расчета и интерпретации результатов;
- высокие требования к качеству прогнозов;
- необходимость использования результатов прогнозирования для решения задач планирования и управления [1].

Классификация методов прогнозирования

В настоящее время, по оценкам ученых, насчитывается свыше 150 различных методов прогнозирования. Однако на практике используется в качестве основных 15-20 видов. В существующих источниках представлены различные классификационные принципы методов прогнозирования.

Одним из наиболее важных классификационных признаков методов прогнозирования является степень формализации, которая достаточно полно охватывает прогностические методы. Вторым классификационным признаком можно назвать общий принцип действия методов прогнозирования, третьим - способ получения прогнозной информации.

По степени формализации (по первому классификационному признаку) методы экономического прогнозирования можно разделить на интуитивные и формализованные. Интуитивные методы прогнозирования используются в тех случаях, когда невозможно учесть влияние многих факторов из-за значительной сложности объекта прогнозирования. В этом случае используются оценки экспертов. При этом различают индивидуальные и коллективные экспертные оценки [2].

В состав индивидуальных экспертных оценок входят: метод «интервью», при котором осуществляется непосредственный контакт эксперта со специалистом по схеме «вопрос – ответ»; аналитический метод, при котором осуществляется логический анализ какой-либо прогнозируемой ситуации, составляются аналитические докладные записки; метод написания сценария, который основан на определении логики процесса или явления во времени при различных условиях.

Методы коллективных экспертных оценок включают в себя метод «комиссий», «коллективной генерации идей» («мозговая атака»), метод «Дельфи», матричный метод. Эта группа методов основана на том, что при коллективном мышлении, во-первых, выше точность результата и, во-вторых, при обработке индивидуальных независимых оценок, выносимых экспертами, по меньшей мере могут возникнуть продуктивные идеи.

В группу формализованных (детерминированных) методов входят две подгруппы: экстраполяции и моделирования. К первой подгруппе относятся методы: наименьших квадратов, экспоненциального сглаживания, скользящих средних, адаптивного сглаживания, авторегрессионного преобразования, гармонических весов; ко второй - структурное, сетевое, матричное и имитационное моделирование [3].

В класс экспертных методов прогнозирования входит метод эвристического прогнозирования (эвристика - наука, изучающая продуктивное, творческое мышление). Это аналитический метод, суть которого заключается в построении и последующем усечении «дерева поиска» экспертной оценки с использованием какой-либо эвристики. При этом методе осуществляется специализированная обработка прогнозных экспертных оценок, полученных путем систематизированного опроса высококвалифицированных специалистов. Он применяется для разработки прогнозов научно-технических проблем и объектов, анализ развития которых либо полностью, либо частично не поддается формализации [4].

Особое место в классификации методов экономического прогнозирования занимают так называемые комбинированные методы, которые объединяют различные другие методы. Например, коллективные экспертные оценки и методы моделирования или статистические и опрос экспертов. Экспертные методы базируются на информации, которую поставляют специалисты-эксперты в процессе систематизированных процедур выявления и обобщения этого мнения. Например, при проведении экспертного опроса участникам представляют цифровую информацию об объекте или фактографические прогнозы, либо, наоборот, при экстраполяции тенденции наряду с фактическими данными используют экспертные оценки.

Рассмотренные классы интуитивных и формализованных методов схожи по своему составу с экспертными и «фактографическими» методами. Фактографические методы основаны на фактически имеющейся информации об объекте прогнозирования и его прошлом развитии, экспертные базируются на информации, полученной по оценкам специалистов-экспертов.

Таким образом, методы прогнозирования – это способы, приемы, с помощью которых обеспечивается разработка и обоснование планов и прогнозов. Современные условия хозяйствования требуют максимального расширения сферы и совершенствования методов прогнозирования. Чем выше качество прогнозов, тем более весомым будет их вклад в общественное развитие [5].

Выбор метода прогнозирования при разработке ИС

Достоверность разработанных прогнозов во многом определяется тем, насколько правильно выбран метод прогнозирования. Каждый метод прогнозирования имеет более или менее определенную область применения, в границах которой он эффективен.

Для успешного построения прогнозов знаний о методах прогнозирования недостаточно. Важно четко разграничивать области применения разных методов прогнозирования в зависимости от объема и характера исходных данных, быстро и по возможности безошибочно выбирать нужный метод в соответствии с целью получения конкретного прогноза. Поэтому необходимо анализировать имеющуюся исходную информацию и соотносить метод прогнозирования с целью конкретного прогноза. Необходимо помнить о том, что методы прогнозирования должны соответствовать характеру исходных данных [6].

В результате исследования объекта прогнозирования определяется его тип. Он включает характеристики объекта по масштабности, степени детерминированности, характеру развития во времени, информационной обеспеченности [7]. В зависимости от типа заданный объект прогнозирования можно отнести к определенному уровню обширности и сложности в рамках задачи прогнозирования, с одной стороны. С другой стороны, по типу объекта можно определить возможные для использования методы прогнозирования. Таким образом, тип объекта прогнозирования является связующим звеном при распределении методов прогнозирования по уровням обширности и сложности.

На выбор метода прогнозирования оказывают влияние следующие критерии: временной горизонт прогнозирования; количество характеристик объекта; наличие статистических данных за необходимый период и их полнота (отсутствие пропусков); наличие качественных характеристик для исследуемого объекта.

Условно все существующие методы прогнозирования можно разбить на две большие группы:

- фактографические (формализованные), которые базируются на фактически имеющейся информации об объекте прогнозирования и его прошлом. Они условно подразделяются на статистические, основанные на построении и анализе динамических рядов либо на данных случайной выборки, и аналоговые методы, направленные на выявление сходства в закономерностях развития различных систем и процессов;

- экспертные (интуитивные) методы, основанные на мнениях специалистов-экспертов и применяемые в тех случаях, когда невозможно формализовать изучаемые процессы или имеет место неопределенность развития хозяйственной системы (методы структурного прогнозирования, аналогии, построения сценариев и др.). Данная группа методов не рассматривается в статье, но отметим, что знание научно обоснованного подхода к их применению в технологии функционального управления является необходимым условием эффективной работы руководителей разного уровня [8].

Практическое применение того или иного метода прогнозирования определяется такими факторами, как объект прогноза, сложность и структура системы, наличие исходной информации и квалификация прогнозиста. Статистические методы преобладают в инвестиционном анализе, что в первую очередь связано с наличием инерционности большинства систем и процессов в них. Они не всегда используются в чистом виде, часто их применяют в комплексе с другими методами, например экспертными оценками. Статистические методы основаны на построении и анализе динамических рядов либо на данных случайной выборки. К ним относятся методы прогнозной экстраполяции, корреляционный и регрессионный анализ, а также метод максимального правдоподобия и ассоциативные методы – имитационное моделирование и логический анализ. Динамику исследуемых показателей развития хозяйственной системы можно прогнозировать при помощи двух различных групп количественных методов: методов однопараметрического и многопараметрического прогнозирования. Общим для обеих групп является, прежде всего то, что применяемые для параметрического прогнозирования математические функции основываются на оценке измеряемых значений прошедшего периода (ретроспективы) [9].

Метод экспертных оценок

Методы экспертных оценок представляют собой комплекс логических и математико-статистических процедур, связанных с деятельностью экспертов по переработке необходимой для анализа и принятия решений информации [10].

Революция в области коммуникаций, технологические сдвиги во всех сферах жизни привели к изменениям взаимоотношений предприятия с партнерами, конкурентами и потребителями. Кумулятивный эффект изменений повлиял на темп принятия решений: он постоянно растет в соответствии с ускорением изменений. В этих условиях в практике принятия решений применяются методы экспертных оценок, позволяющие сделать выбор при невозможности точных расчетов последствий решений.

Применение экспертных методов в процессе прогнозирования позволяет предвидеть трудно предсказуемые изменения объекта прогнозирования в условиях частичной или полной неопределенности, которая может возникнуть:

- при отсутствии достоверной информации за достаточно продолжительный период;
 - при наличии информации, отражающей только качественную сторону явлений, и невозможности количественной характеристики всех факторов, оказывающих существенное влияние на принимаемое решение;
 - в процессах, направления развития которых зависят от принимаемых решений, и, следовательно, далеких от объективности;
 - в условиях неустойчивого развития и нарушения инерции в динамике процессов и явлений;
- при анализе качественно новых процессов и явлений [10].

Особенности объектов прогнозирования определяют сложности выбора вида прогноза и метода его формирования. В процессе исследования циклических процессов, происходящих в современной экономике, например, спадов и подъемов экономической активности, применяют прогнозы, соединяющие преимущества методов экспертных оценок и построения статистических моделей. Различают два подхода к комбинированию методов экспертных оценок и статистических моделей: корректировка статистического прогноза оценкой эксперта и механическая интеграция [11].

Использование первого подхода эффективно в том случае, когда эксперты обладают важной информацией, которая не может быть использована при статистическом моделировании. Такой информацией может быть значительная рекламная акция, действия конкурентов или исключение продукта предприятия из списка продаваемых торговой сетью. Качество корректировок может улучшить документирование корректировок; составление базы данных важной управленческой информации; разделение информации на события и оценка их по отдельности; оценка информации по аналогии с предыдущими событиями.

Механическая интеграция предполагает использование формулы, объединяющей методы экспертных оценок со статистическими методами. Интегрированная оценка может быть получена следующими способами:

1. Вывод среднеарифметического экспертного и статистического прогноза.

Исследования Д. Армстронга показывают высокий уровень точности прогнозов, полученных данным способом. Наилучшие результаты прогнозирования при использовании данного метода будут получены в том случае, если между ошибками двух прогнозов есть отрицательная корреляция, так что один прогноз предоставляет очень высокие значения результата, а другой — очень низкие.

2. Корректировка прогнозов экспертов на предубеждения. Х. Тейл предлагает, используя информацию об оценках экспертах и результатах в прошлом, построить уравнение регрессии, где независимой переменной будет прогноз экспертов, а зависимой — реальные результаты.

Примером может быть уравнение вида $y = ax + b$, где y — реальный объем продаж, x — прогнозируемый экспертами объем продаж, a и b — константа и коэффициент регрессии соответственно.

Механическая интеграция наиболее эффективна, когда ее выполняют пользователи прогноза, а не сами эксперты. Данный метод, по сравнению с предыдущим, снижает необъективность и непоследовательность экспертной оценки.

Для прогнозирования развития ситуации в условиях конфликта (в конкурентной среде) применяют теорию игр и имитацию взаимодействия [12].

В результате применения теории игр выделяют одну, наиболее вероятную стратегию конкурента. Исследователи ставят под сомнение корректность такого рода прогнозов, и в настоящее время не существует определенности в отношении того, насколько точно прогнозирование данным методом [13].

Заключение

По результатам анализа, метод экспертных оценок является более точный и достоверный в прогнозировании информационных технологий. Во многих процессах и явлениях используются методы экспертных оценок, сущность которых заключается в том, что в основу прогноза закладывается мнение специалиста, основанное на профессиональном, научном и практическом опыте. Сущность метода экспертных оценок заключается в проведении экспертами интуитивно-логического анализа проблемы с количественной оценкой суждений и формальной обработкой результатов.

Также метод экспертных оценок предполагает определение степени согласованности мнений экспертов по перспективным направлениям развития объекта прогнозирования, сформулированным отдельными специалистами. Таким образом, учитывая все сложности использования методов экспертных оценок в процессе прогнозирования и преодолевая проблемы их применения, мы повышаем эффективность взаимодействия объекта управления, системы управления и окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Вестник «Директор информационной службы» // Андрей Баутов, 2012 г., - 152 с.
- [2] Ильенкова С.Д., Кузнецов В.И. – Сущность прогнозирования, предвидения и планирования, 2015 г., - 183 с.
- [3] Громова Н.И., Громова Н. М. – «Основы экономического прогнозирования», 2013 г., - 123 с.
- [4] Прогнозирование и планирование экономики: Уч. пособие / под общ. ред. В.И. Боресевича, Г.А. Кандауровой. – Мн.: Экоперспектива, 2001. – 380 с.
- [5] Курс лекций по социально-экономическому прогнозированию. – Ростов н/Д: РГСУ. 2000. – 125 с.
- [6] Лисичкин В.А. Отраслевое научнотехническое прогнозирование (вопросы теории и практики). М.: Экономика, 1971. С. 44-61.
- [7] Новикова Н.В., Поздеева О.Г. Прогнозирование национальной экономики: учеб.- метод. пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2007. С. 12-15.
- [8] Бирман Е.Г. Сравнительный анализ методов прогнозирования / Е.Г. Бирман - М.: Наука, 1986. - С. 11-16.
- [9] Леоненков А. Самоучитель UML. Эффективный инструмент моделирования информационных систем / А. Леоненков – СПб.: BHV, 2001. – 304 с.
- [10] Антононова И.В. Методы прогнозирования социально-экономических процессов. — Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2004.
- [11] Goodwin P. How to integrate management judgment with statistical forecasts // Foresight. — 2005. — '3. — С.8–12
- [12] Green K. C. Forecasting decisions in conflict situations: a comparison of game theory, role-playing, and unaided judgment // International Journal of Forecasting. — 2002. — '18. — С.321–344.
- [13] Armstrong J.S. Assessing game theory, role playing, and unaided judgment// International Journal of Forecasting. — 2002. — '18. — С.345–352

Болат Т.А.

Ақпараттық технологиялардағы бақылдау тәсілдерін анализ өткізіп және де жіктеу

Андатпа Бүгінгі таңда ғылым, техника, экономика, демография және басқа да салаларда болжау мәселесі бойынша көптеген зерттеулер жүргізіліп, әсерлі практикалық шешімдер алынды. Осы мәселеге назар аудару, басқалармен қатар, қазіргі заманғы экономика ауқымына, өндіріс қажеттілігіне, қоғамның даму динамикасына, мемлекеттік басқарудың барлық деңгейлерінде жоспарлауды жетілдіруге, сондай-ақ жинақталған тәжірибеге байланысты болады. Осы мақалада ресми және сараптамалық әдістер, болжау әдіснамасын талдау және АЖ-ні дамытуда тиімді болжау әдісін анықтау сияқты болжау әдістері қарастырылады. Әдебиеттерді талдау негізінде модельдеу және болжау әдістерін теориялық зерттеу жүргізілетін болады, негізгі санаттар, классификация және тәуекелдер айқындалады. Сондай-ақ ұсынылатын әдістерге негізделген ақпараттық жүйені дамыту жолдары қарастырылады. Сонымен қатар, бұл мақалада, сараптамалық бағалауды болжау әдісін таңдаудың негізгі критерийлері мен аспектілері қарастырылған.

Түйінді сөздер: талдау және жіктеу, болжау әдістемесі, сараптамалық бағалау әдісі.

УДК 004.94

S.Mukhambetzhonov, L.Shaimerdenova

(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: lizzat71@mail.ru)

**ON THE ORIGIN OF MICROSCOPIC MATHEMATICAL MODELS
IN FILTRATION PROBLEMS**

Abstract. The article provides a justification that mathematical models for filtration should be obtained strictly from the microstructure. The article highlights that the derivative of boundary conditions describing the dissolution of a

solid skeleton on a free boundary and the dynamics of this boundary is new in relation to the generally accepted equations of continuum mechanics. The accuracy of the description of the basic mechanisms of physical processes is important. The authors substantiate the equations of the microscopic mathematical model and formulate the basic boundary condition for the concentrations of chemical reaction products at the free boundary. The article outlines the further task of the study, namely, with the help of real data of a particular field, predictive calculations will be carried out and the foundations for digital technology will be built.

Key words: mathematical modeling, theory of fluid flow through a porous medium, the flow of fluids

С.Т. Мухамбетжанов, Л.Е. Шаймерденова

(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы,
Республика Казахстан. lizzat71@mail.ru)

О ПРОИСХОЖДЕНИИ МИКРОСКОПИЧЕСКОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В ЗАДАЧАХ ФИЛЬТРАЦИИ

Аннотация. В статье приводится обоснование, что математические модели для фильтрации должны быть получены строго от микроструктуры. В статье выделено, что новым, по отношению общепринятых уравнений механики сплошной среды, является производная граничных условий, описывающие растворение твердого скелета на свободной границе и динамику этой границы. При этом важным является точность описания основных механизмов физических процессов. Авторами обоснованы уравнения микроскопической математической модели, сформулированы основное граничное условие для концентраций продуктов химических реакций на свободной границе. В статье обозначена дальнейшая задача исследования, а именно с помощью реальных данных конкретного месторождения будут проведены прогнозные расчеты и построены основы для цифровой технологии.

Ключевые слова: математическая модель, теория фильтрации, движение жидкости

Добыча урана или очистка призабойной зоны нефтяных (газовых) скважин путем выщелачивания являются очень важными экономическими проблемами. Реальные урановые месторождения или углеводородные залежи представляют собой сложные геологические неоднородные тела. Неоднородность означает, что свойства меняются в пространстве. Часто эффекты неоднородности, как правило, недостаточно хорошо учитываются на этапе планирования разработки и только становятся очевидными, когда это может быть слишком поздно. Кроме того, многие факторы, как концентрация закачиваемой кислоты, режимов закачки кислотных растворов и т. д. играют важную роль. Понимание движения жидкостей и механизм растворения горных пород под действием кислот в таких неоднородных пористых средах имеет фундаментальное значение для урана и производства нефти и ее эффективного управления.

В настоящее время выщелачивание пород описывается большим диапазоном математических моделей, описывающих физические процессы на макроуровне [1-4]. А именно, в этих моделях в каждой точке сплошной среды есть твердый скелет и жидкость в порах. К тому же многие факторы, как концентрация закачиваемой кислоты, способы закачки кислые растворы и т.д., играют важную роль. Понимание движения флюидов и механизм растворения пород кислотами в рамках таких гетерогенных пористых сред, поэтому является основой для уранового и нефтяного производства и его эффективного управления. Такие модели также называются макроскопическими (феноменологическими) моделями.

Все эти модели основаны на том же принципе. Флюидодинамика обычно описывается системой Дарси или какой-либо его модификацией. Миграция кислоты и продуктов химических реакций описываются постулированными уравнениями конвекции-диффузии для соответствующих концентраций. Суть этих постулатов является формой дифференциальных уравнений и ее коэффициентов. Здесь мы видим большое разнообразие в зависимости от вкусов и предпочтений авторов. Это вполне объяснимо, поскольку основной механизм физического процесса сосредоточено на неизвестной (свободной) границе между порового пространства и твердого скелета и именно этого основного механизма не предусмотрено в предложенных макроскопических моделях. Растворение пород происходит именно там. Он изменяет концентрацию вводимой кислоты и геометрию порового пространства и свободной границы и создает продукты химической реакции внутри порового пространства. Все эти преимущественно важные изменения происходят в микроскопическом масштабе, соответствуя среднему размеру пор или трещин в скалах. В то же время, предложенные макроскопические математические модели работают с другими шкалами (гораздо больше) и просто "не видит" ни свободной границы, ни особенностей взаимодействия кислоты с камнями. Это объясняет

такое разнообразие макроскопических математических моделей. В этих моделях не рассматриваются точные методы, описывающие физические процессы на микроскопическом уровне на основе фундаментальных законов механики сплошной среды и химии. Кроме того, они не имеют возможности учитывать микроструктуру. Таким образом, они ограничены некоторыми правдоподобными соображениями.

R. Burridge, J.V. Keller [5] и E. Sanchez-Palencia [6] были первыми которые указали, что математические модели для фильтрации должны быть получены строго от микроструктуры.

С этой целью необходимо:

- а) при рассмотрении на микроскопическом уровне наиболее точно описывать физический процесс (точная модель),
- б) выделять множество малых параметров,
- с) получать макроскопические модели, как асимптотический предел точной модели.

Различные частные случаи точных моделей для фильтрации интенсивно исследовались многими авторами. Подробный обзор можно найти в [7-8]. Наиболее систематически точные модели были изучены А.М.Мейрмановым [8-12]. Он переписывал эти модели в специальной безразмерной форме и фиксировал некоторый набор критериев (некоторые коэффициенты дифференциальных уравнений), которые отвечают за тип физического процесса (фильтрация, акустика, гидравлического удара и т.д.). Таким образом, упрощается микроскопическая математическая модель А.М.Мейрманова и находят его точные асимптотические приближения, адекватно описывающая физические процессы в рассмотрении на макроскопическом уровне. Для того, чтобы выполнить программу (а) - (с) на теоретическом уровне мы планируем использовать вышеупомянутые идеи А.М.Мейрманова, модели [8] и методы, разработанные для свободных граничных задач [13].

Рассмотрим растворение твердого пористого скелета путем активной добавки (кислоты) в вязкой несжимаемой поровой жидкости. В результате растворения твердого скелета появляются продукты химической реакции. Этот физический процесс рассматривается в ограниченной области Ω в R^3 . Часть S^+ граничной S^+ области Ω модели нагнетательных скважин, часть S^- из S модели эксплуатационных скважин, а также часть S^0 из S модели непроницаемой границей Ω . Кроме того, область Ω состоит из области $\Omega_f(t)$, что соответствует порового пространства, область $\Omega_f(t)$, соответствующего твердого скелета, а граница $\Gamma(t)$ между порового пространства и твердого скелета. $\Gamma(t)$ является свободной (неизвестной) границей, так как во время выщелачивания скелет растворяется и меняет свою форму. Как правило, такие математические задачи называются свободными границами.

В нашем описании на микроскопическом уровне мы используем общепринятое уравнения механики сплошной среды [14] и хорошо известных химических законов. Новая точка здесь является производной граничных условий, описывающие растворение твердого скелета на свободной границе и динамику этой границы. Полученная таким образом модель нелинейная, очень сложно для математического анализа и совершенно бесполезно с практической точки зрения, так как соответствующие дифференциальные уравнения содержат быстро осциллирующие коэффициенты по шкале микрона. Но что очень важно для нас здесь является точность описания основных механизмов физических процессов.

Следующим шагом является гомогенизация полученной микроскопической модели с помощью современных методов математического анализа. Эти методы позволяют максимально приблизить основные микроскопические модели с быстро осциллирующими коэффициентами на некоторые макроскопические модели без быстро осциллирующих коэффициентов. Понятно, что более точные методы гомогенизации более точно опишут особенности основных микроскопических моделей в гомогенизованными макроскопические моделей.

Для описания динамики жидкости в порах на микроскопическом уровне мы используем Стокса для несжимаемой жидкости. Такое приближение вполне приемлемо. В самом деле, движение жидкости в порах происходит очень медленно (около 5-8 метров в год) и мы можем пренебрегать условиями конвекции.

Есть несколько различных возможных сценариев для описания распространения примеси в поровой жидкости на микроскопическом уровне. Понятно, что конвекции примесей всегда должны быть приняты во внимание. В соответствии с общей теорией дифференциальных уравнений

необходимо знать граничное условие для примеси на данной границе S , также мы принимаем во внимание распространение этой примеси. Для концентрации кислоты, такие граничные условия являются приемлемыми. Кроме того, как мы уже отметили выше, появляется обратный поток от границы $\Gamma(t)$ внутрь порового пространства. Этот поток препятствует доступу кислоты к твердому скелету, и отсутствие диффузии подразумевает отсутствие химической реакции на границе $\Gamma(t)$. Таким образом, диффузионно-конвективное уравнение первое условие для кислоты. Для концентрации продуктов химических реакций любое граничное условие на данной границе S^- не имеет никакого смысла. Мы не можем знать, в каких количествах реакция продуктов будет появляться на эксплуатационной скважине. Это именно то, почему мы рассматриваем математическую модель. Основной целью выщелачивания является максимальное извлечение из продуктов реакцию через данную скважину. По этой причине мы выбираем в качестве второго сценария для концентрации продуктов химических реакций уравнения переноса. Последний из них является первым PDE порядка и нуждается в граничном условии только на части границы $\partial\Omega_f(t)$, где жидкость течет в поровое пространство. Именно в этой части является свободной границей $\Gamma(t)$ и нагнетательных скважин S^+ , где мы знаем, концентрацию продуктов химических реакций.

Обратите внимание, что в жидком диффузионном процессе фильтрация также очень медленна и сравнима с конвекцией. Поэтому он может создать некоторые колебания во времени концентрации реагента на свободной границе $\Gamma(t)$. На самом деле, скорость оттока жидкости из свободной границы пропорциональна концентрации кислоты и возрастает, когда эта концентрация возрастает. Преобладание оттока жидкости из свободной границы делает меньше диффузии реагента и приводит к уменьшению его концентрации на свободной границе. В свою очередь, это означает уменьшение оттока жидкости из свободной границы и доминирование диффузии кислоты к свободной границе. Рост диффузии реагента к свободной границе приводит к росту его концентрации на свободной границе и так далее.

Микроскопическая математическая модель

В безразмерных переменных:

$$x \rightarrow \frac{x}{L}, t \rightarrow \frac{t}{T}, v \rightarrow \frac{T}{L}, p \rightarrow p^* p,$$

динамика жидкости в поровом пространстве $\Omega_f(t)$ описана уравнением

$$\alpha_\mu \Delta v - \nabla p = 0, \tag{1.1}$$

для давления p и скорости v жидкости.

Мы возьмем уравнение непрерывности в его обобщенной форме [15], как уравнение непрерывности обобщенного движения сплошных сред, включая сплошной скелет, где $v \equiv 0$:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho v) = 0. \tag{1.2}$$

Уравнение (1.2) понимается в смысле распределений.

В частности, [15]

$$(v_n - V_n) \rho_f = -V_n \rho_s, \quad x \in \Gamma(t), t > 0,$$

или

$$v_n = -V_n \frac{(\rho_s - \rho_f)}{\rho_f} \quad \text{или} \quad V_n - v_n = \frac{\rho_s}{\rho_f} V_n, \quad x \in \Gamma(t), t > 0. \tag{1.3}$$

Наконец, уравнение непрерывности в дифференциальной форме в поровом пространстве $\Omega_f(t)$ при $t > 0$ принимает вид

$$\nabla \cdot v = 0. \quad (1.4)$$

Концентрация реагента c регулируется путем уравнения диффузии – конвекции:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + v \cdot \nabla c = \alpha_c \Delta c, \quad (1.5)$$

и концентрации c_1, c_2, \dots, c_n продуктов химических реакций регулируются в $\Omega_f(t)$ уравнением переноса:

$$\frac{\partial c_i}{\partial t} + v \cdot \nabla c_i = 0, \quad i = 1, \dots, n. \quad (1.6)$$

в (1.1) - (1.6)

$$\alpha_\mu = \frac{\mu}{TLg\rho^0}, \quad \alpha_c = \frac{DT}{L^2}, \quad p^* = \rho_f \frac{L^2}{T^2},$$

где $\chi(x, t)$ является характеристической функцией порового пространства ($\chi = 1$ в $\Omega_f(t)$ и $\chi = 0$ в $\Omega_g(t)$), ρ_g и ρ_f , являются безразмерными плотностями твердых скелетов и поровых жидкостей соответственно, коррелирующие со средней плотностью воды ρ^0 , L представляет собой характерный размер области в рассмотрении, T характерное время процесса, g является значением ускорения силы тяжести, и ρ_c является плотностью активного компонента и D представляет собой коэффициент диффузии.

Теперь попытаемся сформулировать основное граничное условие для концентраций c, c_1, c_2, \dots, c_n на свободной границе. В первую очередь мы выводим условия для одной пространственной переменной.

Пусть поровое пространство задается: $\Omega_f(t) = \{x : 0 < x < X(t)\}$ и $\Gamma(t) = \{x : x = X(t)\}$ является свободной границей.

То есть

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial x} &= 0, \quad 0 < x < X(t), \\ \frac{\partial c}{\partial t} + v \frac{\partial c}{\partial x} &= \alpha_c \frac{\partial^2 c}{\partial x^2}, \quad 0 < x < X(t), \\ \alpha_c \frac{\partial c}{\partial x} - v(t)c &= 0 \quad \text{в } x = 0, \\ \frac{\partial c_i}{\partial t} + v \frac{\partial c_i}{\partial x} &= 0, \quad 0 < x < X(t), \quad c_i = 0 \quad \text{для } x = 0, \quad i = 1, \dots, n. \end{aligned} \quad (1.7)$$

в виде:

$$M(t) = \int_0^{X(t)} c(x, t) dx, \quad M_i(t) = \int_0^{X(t)} c_i(x, t) dx, \quad i = 1, \dots, n \quad (1.8)$$

мы обозначим общее количество концентрации реагента c и концентрации $c_i, i = 1, \dots, n$, продуктов химических реакций в $\Omega_f(t)$.

Вычислим скорость изменения этих величин во времени. Для вычисления интегралов используем интегрирование по частям, соотношение (1.3), и граничные условия в (1.7) при $x = 0$, тогда:

$$\frac{dM}{dt} = \left(\frac{dX}{dt} - v\right)c + \alpha_c \frac{\partial c}{\partial x},$$

$$\frac{dM_i}{dt} = \frac{\rho_8}{\rho_f} \frac{dX}{dt} c_i, \quad i = 1, \dots, n, \quad \text{в } x = X(t).$$
(1.9)

Последние отношения означают, что изменение концентрации продуктов химических реакции происходит только при $\Gamma(t)$. Значения $\frac{dM}{dt}, \frac{dM_i}{dt}, i = 1, \dots, n$ называются скоростью химических реакций.

Возвращаясь к (1.4) - (1.6) заключаем, что в общем случае законы сохранения массы для концентрации на свободной границе имеет вид

$$(V_n - v_n)c + \beta\varphi(c) + \alpha_c \frac{\partial c}{\partial n} = 0, \quad x \in \Gamma(t),$$
(1.10)

$$c_i = \varphi_i(c), \quad i = 1, \dots, n, \quad x \in \Gamma(t),$$
(1.11)

$$V_n = \beta\varphi_0(c), \quad x \in \Gamma(t),$$
(1.12)

где V_n нормальная скорость $\Gamma(t)$ в направлении наружу $\Omega_f(t)$ нормали n , $v_n = v \cdot n$ нормальная скорость жидкости, и $\frac{\partial c}{\partial n} = \nabla c \cdot n$ является нормальной производной c в $\Gamma(t)$.

Остается дополнить дифференциальные уравнения недостающими граничными и начальными условиями. На свободной границе $\Gamma(t)$ касательная скорость поровой жидкости равна нулю:

$$v - v \cdot n = 0.$$
(1.13)

На границах S^+ и S^- , в которых модель впрыска и добывающие скважины, мы ставим нормальное напряжение в жидкости.

$$(\alpha_\mu D(v) - pI) \cdot n = -p^\pm(x, t)n,$$
(1.14)

где I - матрица единицы и $D(v) = \frac{1}{2}(\nabla v + \nabla v^*)$.

В нагнетательных скважинах S^+ мы помещаем концентрации реагента и продукты химических реакций

$$c_i = 0, \quad i = 1, \dots, n, \quad c = c^+(x, t).$$
(1.15)

В эксплуатационных скважинах

$$\nabla c \cdot n = 0.$$
(1.16)

На жидкой непроницаемой границе S^0

$$v = 0, \nabla c \cdot n = 0. \quad (1.17)$$

начальные условия проблемы:

$$\Gamma(0) = \Gamma_0, c(x,0) = c_0(x), c_i(x,0) = 0, i = 1, \dots, n, x \in \Omega_0 \quad (1.18)$$

Системы дифференциальных уравнений (1.1), (1.4), (1.5), (1.6), комплектуются граничными и начальными условиями (1.3), (1.10) – (1.18) формы нужные математической модели, описывающие выщелачивание на микроскопическом уровне.

Отметим что проблема (1.1), (1.3) - (1.5), (1.10), (1.12) – (1.14), (1.16) - (1.18) для скорости и давления жидкости, концентрация активной примеси и свободная граница независимы от проблемы (1.6), (1.11), (1.15), (1.18) для концентрации продуктов химических реакций.

Относительно рассматриваемой задачи ((1.1), (1.3) - (1.5), (1.10), (1.12) – (1.14), (1.16) - (1.18) для скорости и давления жидкости, концентрация активной примеси и свободная граница независимы от проблемы (1.6), (1.11), (1.15), (1.18), для концентрации продуктов химических реакций применение Вейвлет метода является основной целью дальнейшего исследования. С помощью реальных данных конкретного месторождения будут проведены прогнозные расчеты и построены основы для цифровой технологии.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Golfier F., Zarccone C., Bazin B., Lenormand R., Lasseux D. and Quintard M., On the ability of a Darcy-scale model to capture wormhole formation during the dissolution of a porous medium. *J. Fluid Mech.*, 457 (2002), 213254.
- [2] Kalia Nitika, Balakotaiah Vemuri, Effect of medium heterogeneities on reactive dissolution of carbonates. *Chemical Engineering Science*. 64, 376-390 (2009)
- [3] Cohen C. E., Ding D., Quintard M., Bazin B., From pore scale to wellbore scale: Impact of geometry on wormhole growth in carbonate acidization. *Chemical Engineering Science*, 63, 3088 - 3099 (2008).
- [4] Panga, M.K.R., Ziauddin, M., Balakotaiah, V., Two-scale continuum model for simulation of wormholes in carbonate acidization. *A.I.Ch.E. Journal* 51, 3231 - 3248 (2005).
- [5] Burridge R. and Keller J. B., Poroelasticity equations derived from microstructure, *Journal of Acoustic Society of America* 70, No. 4 (1981) 1140-1146.
- [6] Sanchez-Palencia E., *Non-Homogeneous Media and Vibration Theory*, Lecture Notes in Physics, Vol. 129, Springer-Verlag, New York, 1980.
- [7] Lukkassen D., Nguetseng G., Wall, P., Two-scale convergence. *Int. J. Pure and Appl. Math.* 2, N1, 35-86 (2002)
- [8] Meirmanov A., *Mathematical models for poroelastic flows*, Atlantis Press, Paris, 2013.
- [9] Meirmanov A., Nguetseng's two-scale convergence method for filtration and seismic acoustic problems in elastic porous media, *Siberian Mathematical Journal*, V. 48 (2007) pp. 519- 538.
- [10] Meirmanov A., A description of seismic acoustic wave propagation in porous media via homogenization, *SIAM J. Math. Anal.* V. 40, No. 3 (2008) pp. 1272- 1289.
- [11] Meirmanov A., Double porosity models in incompressible poroelastic media, *Mathematical Models and Methods in Applied Sciences*, V. 20, No. 4 (2010) pp. 635- 659.
- [12] Meirmanov A., The Muskat problem for a viscoelastic filtration, *Inter- faces and Free Boundaries*, Vol. 13, No. 4 (2011) pp. 463- 484.
- [13] Meirmanov A., *The Stefan Problem*, Walter de Gruyter, Berlin-New York, 1992
- [14] Malvern L.E., *Introduction to Mechanics of a Continuum Medium*, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J. (1969)
- [15] Whitham G. B., *Linear and nonlinear waves*, Wiley, ISBN 978-0-471-94090-6 (1999)

Мұхамбетжанов С.Т., Шаймерденова Л.Е.

Сүзгілеу есептеріндегі микроскопиялық математикалық модельдің шығу тегі туралы.

Түйіндеме. Мақалада сұйықтықтардың қозғалысы және қышқылардың әсерінен тау жыныстарының еру механизмі макродеңгейдегі физикалық процестерді сипаттайтын математикалық модельдердің үлкен диапазонмен сипатталады. Бұдан әрі, сүзуге арналған математикалық модельдер микроқұрылымнан қатаң түрде алынуы тиіс деген негіздеме келтіріледі. Авторлар микроскопиялық математикалық модельдің тендеулері негізделген, еркін шекарадағы химиялық реакциялар өнімдерінің концентрациясы үшін негізгі шектік шарт тұжырымдалған. Сұйықтықтың жылдамдығы мен қысымына, белсенді қоспалардың концентрациясы мен еркін шекарасы көрсетілген проблемалардан тәуелсіз екені қорытындыланған және химиялық реакциялар өнімдерінің концентрациясы үшін Вейвлет әдісті қолдану кейінгі зерттеудің негізгі мақсаты болып табылатыны туралы айтылған.

Түйінді сөздер: математикалық модельдеу, сүзу теориясы, сұйықтық қозғалысы.

УДК: 004.421

T.A. Bolat, R. Zh. Satybaldiyeva

(International Information Technologies University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: togzhanbl@gmail.com, sryskhan@gmail.com)

TECHNOLOGICAL FORECASTING BASED ON EFFECTIVE METHODOLOGICAL APPROACH AND PREDICTIVE ANALYTICS

Abstract. Successful technological forecasting is important to invest scarce funds to emerging technologies. A generic model to measure the success of forecasting overall technological changes is introduced in this paper, called degree of Technological Forecasting Capability. It measures the success rate of forecasts in manufacturing processes based on four important aspects of a manufacturing system; Flow Time, Quantity/Day, Scrap Ratio, and New Investment Revenue. The proposed approach has been verified with a case study in manufacturing industry, where each of 4 facets have been calculated based on the data provided and aggregated into the degree of forecasting capability. In addition, this article discusses data mining and predictive analytics, based on which research was conducted and showed a high quality and effective forecast.

Keywords: Technological Forecasting, Metric, Degree, Capability, Manufacturing, Predictive analytics.

Т.А. Болат , Р. Ж. Сатыбалдиева

(Международный Университет Информационных Технологий

Алматы, Республика Казахстан. *E-mail: togzhanbl@gmail.com, sryskhan@gmail.com)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТИВНОГО МЕТОДОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА И ПРОГНОЗНОЙ АНАЛИТИКИ

Аннотация. При разработке новых технологий необходимо проводить эффективные технологические прогнозы. В данной статье, рассматриваются методы для измерения эффективного прогнозирования общих технологических изменений, которые смогут рассчитать возможность технологического прогнозирования. Они измеряют уровень успеха прогнозов в производственных процессах на основе четырех важных аспектов производственной системы: Время потока, количество/день, соотношение остатков и новый инвестиционный доход. Предлагаемый подход был проверен на примере конкретного случая в обрабатывающей промышленности, где каждый из четырех аспектов рассчитывается на основе предоставленных данных и суммируется в степени прогнозирования. Также, в этой статье рассматривается интеллектуальный анализ данных и прогнозная аналитика, на основе которых были проведены исследования и показали высококачественный и эффективный прогноз.

Ключевые слова: Технологическое прогнозирование, Метрика, Степень, Возможности, Производство, Прогнозная аналитика

1. Введение

Технологическое прогнозирование - это процесс прогнозирования будущих технологий и сроков технологии. Если прогноз будет определен количественным подходом, то он будет сделан с использованием определенной логики и будет определять время и степень изменения технологических параметров, атрибутов и возможностей [1]. Важность технологического прогнозирования представляется как главный импульс в технологическом развитии. Исходя из этой важности, технологическое прогнозирование часто использовалось для поддержки процессов формирования политики в технических вопросах [2]. Компании и даже страны осуществляют технологическое предвидение программы, которые в основном оцениваются методом Дельфи по экспертным оценкам [3]. Компании, способные предпринять Технологическое прогнозирование может принести пользу различными способами, включая максимизацию финансовой выгоды и минимизацию потерь [4]. За пример, касающийся исследования, проведенного Линстоуном [5], который устанавливает три эпохи технологического предвидения и для будущей эпохи важность нано и биотехнологий может принести пользу компаниям, работающим в этом секторе. Поскольку технологическое прогнозирование является важной концепцией, различные исследования пытаются найти правильный способ выполнения. Технологическое прогнозирование может быть классифицировано на 2 вида обучения; метод чисел и метод оценки, которые приведены ниже (см. формулы: [1], [4], [6], [7], [8], [9], [10].

1.1. Метод чисел

Это те методы, которые обычно основаны на численных вычислениях и менее субъективны по сравнению с оценочными методами. Экстраполяция тренда, предполагающая продолжение потока технологических изменений из прошлого в будущее, включает статистическую подгонку Кривой, предельный анализ, корреляцию тренда и многомерные методы корреляции тренда. Рост Кривой основан на оценке параметров жизненных циклов технологии, в том числе: введение, рост, фазы зрелости и спада [11]). Сочетание анализа тренда и кривых роста образует огибающие кривые, которые больше подходят в случае быстрых технологических преобразований. Модель замещения в основном демонстрирует преимущества будущего технологии над прошлой технологией в случае замены.

1.2. Метод оценок

Поскольку выполнение технологического прогнозирования - это не только вопрос чисел и расчетов, субъективные перспективы необходимо также предвидеть в будущие тенденции технологий. Мониторинг позволяет прогнозисту быть в курсе технологий, как они развиваются через 7 этапов, а именно: первоначальная идея, постулирование теории, проверка теории, лабораторная демонстрация, полевые испытания, коммерческое внедрение, и широкое внедрение [9]. Сценарии, в которых предлагаются различные концепции будущего технологий и каждый альтернативный сценарий (для пессимистических, базовых и оптимистических ситуаций) основан на определенных предположениях и условия [12]. Деревья релевантности используются для выбора конкретного исследовательского проекта путем определения целей, задач и подцели в иерархическом порядке для обеспечения достижения всех возможных путей достижения главной цели. Метод Дельфи, который наиболее известный оценочный подход, собирает субъективные суждения от людей, как письменное или удаленное расстояние до предотвращения взаимодействия. Эти оценки обобщаются и представляются участникам. Прошлое и будущее развитие Метода Дельфи хорошо обобщен в литературе [13].

Кроме того, проводится исследование по установлению форм технологического прогнозирования, в том числе: управление сценариями, ТНРП, множественные перспективы, коэволюция технологий, наукометрия, библиометрический анализ и инструменты интеллектуального анализа данных (см. подробнее, [14]). В рамках них ТНРП необходимо уточнить, что является русской аббревиатурой для «Теории Находчивого Решения Проблемы», разработанный Г. С. Альтшуллером и его коллегами в период СССР с 1946 по 1985 год. Это международная наука о креативном решении, которая опирается на изучение закономерностей проблем и решений, а не на спонтанные и интуитивное предположение других ученых (подробнее см. [15]). Хотя он широко принят из разных областей из инновационных и прогнозных исследований, в технологическом прогнозировании отсутствует производственная перспектива. Но с другой стороны, технологическое прогнозирование является методом для инструмента принятия решений в отношении анализа [16].

Как было сказано выше, существует множество различных методов технологического прогнозирования. Так как качество прогнозов сильно зависит от правильного выбора и применения соответствующих методов, метод предлагается в выборе дополнительных и соответствующих методов для технологий [17]. Одним из решающих факторов при выборе стратегии прогнозирования является потенциальная экономическая ценность прогноза, сравниваемая со стоимостью составления прогноза. Некоторые методы намного дороже, чем другие, и некоторые, как правило, дают лучшие результаты в определенных ситуациях. Поскольку данные, как правило, доступны для краткого прогнозирования проблемы, методы экстраполяции работают лучше всего в краткосрочной перспективе. Для долгосрочных прогнозов, методы оценок являются более подходящими, поскольку с увеличением временных периодов опасность неоправданной экстраполяции быстро возрастает.

Следовательно, обсуждение выбора метода прогнозирования технологии имеет решающее значение, недавнее исследование приняло нечеткий аналитический иерархический процесс метод получения мнений специалистов по данному вопросу [18]. Однако его основное внимание уделяется прогнозированию развития новых материалов, поэтому не является общей моделью для производственных систем. Кроме того, в литературе предложен метод Форсайта для выявления областей в индустрии информационных технологий (ИТ) с применением метода и метода АНР [19]. Кроме того, для прогнозирования будущего использовалась методология анализа охвата данных (DEA) технологий беспроводной связи в исследовании, которое представляет собой основу для характеристики, оценки и прогнозирования новых технологий [20]. Даже если они хорошо организованы, они сосредоточены на ИТ-системах, а не на производственных системах. Поскольку оценка прогнозирования является важнейшим элементом, ее исследование было проведено для анализа

точности прогнозирования ветроэнергетики технологий в разных странах [21]. Хотя точность прогноза оценивается с помощью различных мер [22], [23], цель прогнозирования ограничена технологической моделью диффузии только для ветроэнергетики. Однако технологическое прогнозирование для производственных систем требует более конкретных свойств, чтобы быть просвещенным.

Основное внимание в этом исследовании уделяется определению поддающейся количественной оценке модели для измерения способности выполнять технологическое прогнозирование для производственных систем. Поскольку более рискованно инвестировать в неудобные технологические улучшения, особенно для производственных процессов, необходимо заранее предвидеть результаты. Это может быть сделано только с помощью успешных методов прогнозирования. Несмотря на то, что в выше были описаны некоторые методологии технологического прогнозирования, трудно найти доказательства измерения степени успешности выполнения этих прогнозов. Выбирая самые перспективные технологические разработки из числа невыгодных и неудобных, необходимо измерить эффективность прогнозирования новых технологий, особенно для производственных систем.

По словам некоторых ученых, имеется ограниченное количество источников по измерению возможностей технологического прогнозирования, особенно с акцентом на производственные процессы. Кроме того, установка количественно измеряемой метрической шкалы для измерения возможности выполнения технологического прогнозирования также важна, как и выполнение прогноза. Следовательно, главная цель - не измерить прогнозирование, а измерить возможности прогнозирования. Поэтому основной мотивацией данного исследования является разработка количественного подхода к измерению уровня прогрессивного технологического прогнозирования в отношении производственных систем. Этот новый метод устанавливает шкалу метрики, опираясь на четыре важных технологических аспекта производственных систем, которые будут разработаны при настройке модели для измерения степени технологического прогнозирования в следующем разделе.

2. Возможность технологического прогнозирования

Большинство исследований по прогнозированию технологий зависят от конкретного атрибута продуктов, для примера можно спрогнозировать дальность полета или мощность бомбардировщиков истребителей [24]. Тем не менее, основная цель этого исследования заключается в создании общей методологии для измерения возможностей технологического прогнозирования в различных областях производства. Следовательно, основное внимание при оценке возможностей технологического прогнозирования будет уделяться общим технологическим аспектам производственных систем. Предполагается, что этими аспектами, которые должны быть взаимоисключающими и в совокупности исчерпывающими, чтобы представлять изменения в технологии, являются время потока, количество / день, коэффициент остатков и новый инвестиционный доход. Чтобы измерить способность технологического прогнозирования, мы должны рассчитать фактические значения этих аспектов. В зависимости от наличия технологического развития, должно быть проведено прогнозное исследование, для того чтобы найти результаты этого развития. Затем путем сравнения прогнозируемых и фактических результатов определяется степень прогнозируемости. Обратите внимание, что если нет технологического развития, то нет ничего, что могло бы иметь дело с измерением способности прогнозирования новой технологии, потому что она не существует. С другой стороны, если нет исследования по прогнозированию, но существует технологическое развитие, то возможности прогнозирования считаются равными нулю.

В следующих разделах каждый из 4 аспектов производственных систем объясняется путем определения причины, который будет выбран в качестве индикатора для измерения возможностей технологического прогнозирования. Также, будет раскрыта методология расчета степени прогнозирования для каждого показателя.

2.1. Время потока (Flow time F)

Время потока - аспект, необходимый материалу, детали или узлу для прохождения производственного процесса. Однако очевидно, что технологические разработки, например, использование нового станка или инструмента, определенно уменьшат время производства. В основном возможности прогнозирования при оценке времени потока рассчитываются путем сравнения фактических и прогнозируемых значений для каждого продукта. Однако, когда существуют сотни типов продуктов, затруднительно считывать фактические и прогнозируемые значения. Поэтому

среднее время потока может быть найдено путем деления доступного рабочего часа на общий объем производства, в результате чего в среднем на единицу времени производства.

Чтобы измерить способность оценивание время потока таким способом, первым шагом является поиск наличия технологического улучшения. Обратите внимание, что, когда нет никакого технологического усовершенствования, тогда не будет необходимости прогнозировать его последствия. На втором этапе необходимо записать фактическое время потока для продуктов. Однако время потока для каждого продукта может варьироваться. Вместо того, чтобы иметь дело со временем потока каждой единицы, фактическое среднее время потока продуктов (F) может быть вычислено путем деления доступного рабочего времени (T) на фактический общий объем производства (N) системы, как показано по Формуле 1:

$$F = T / N \quad (1)$$

На третьем этапе прогнозируемое время потока требуется для измерения с целью сравнения фактических и прогнозных значений. Аналогично, среднее прогнозируемое время потока (F') рассчитывается путем деления доступного рабочего времени (T) на прогнозируемый общий объем производства (N'), как показано в Формуле. 2:

$$F' = T / N' \quad (2)$$

На последнем этапе возможности прогнозирования оцениваются путем сравнения прогнозируемого и фактического среднего времени потока (Формула 3). Это сравнение представляет возможность выполнения технологического прогнозирования с точки зрения времени потока производственной системы.

$$FC_F = 1 - (|F' - F| / F) \quad (3)$$

Где,

- F : прогнозируемая возможность «времени потока»;
- F' : прогнозируемое значение «времени потока»;
- F : фактическое значение «времени потока».

2.2. Количество / день (Quantity / Day \emptyset)

Количество / день (\emptyset) - еще один важный аспект технологических изменений. Этот аспект может быть похож на время потока, но он имеет некоторые различия. Время потока указывает на скорость производства, тогда как количество / день представляет производственную мощность системы. Это значение зависит не только от рабочей нагрузки сотрудников, но также от использования высокотехнологичного оборудования или высококвалифицированных рабочих. Следовательно, возможность прогнозирования системы является показателем прогнозирования результатов использования технологического оборудования, используемого в системе, при условии, что уровень занятости сотрудников является константой.

Как и при расчете времени потока, при измерении прогнозирования количества / дня (\emptyset), сначала необходимо рассмотреть фактические значения производства (P) за каждый месяц для каждого года. Разделив это значение на количество рабочих дней (D) за один месяц, вы получите фактический ежедневный уровень производства. Обратите внимание, что это также следует разделить на число работников (\hat{W}), чтобы исключить влияние числа работников (Формула 4).

$$\emptyset = P / (D * \hat{W}) \quad (4)$$

Помимо этого, в результате технологических изменений (если таковые имеются), ежемесячные уровни производства должны быть спрогнозированы для каждого года. Прогнозируемый уровень производства (P') также следует делить на количество рабочих дней (D) и количество рабочих (\hat{W}) для достижения прогнозируемого уровня суточного производства (\emptyset') той же производственной линии (Формула 5).

$$\emptyset' = P' / (D * \hat{W}) \quad (5)$$

Следовательно, сравнение между прогнозируемыми и фактическими ежедневными уровнями производства обеспечивает расчета возможности прогнозирования «Количество / день» (\emptyset), как показано по Формуле 6.

$$FC_{\emptyset} = 1 - (|\emptyset - \emptyset| / \emptyset) \quad (6)$$

2.3. Соотношение остатков (Scrap Ratio \check{S})

Соотношение остатков (\check{S}) является главным показателем качества и важным аспектом технологии в производственных системах. Если главная цель состоит в том, чтобы измерить способность успешного технологического прогнозирования, изменения в этом отношении должны быть предвидены, и качество продуктов, естественно, должно улучшаться с их помощью. Очевидно, что соотношение остатков, скорее всего, уменьшится в случае внедрения нового технологического оборудования или системы, даже если оно будет работать с теми же работниками и окружающей средой. Поэтому успешная способность прогнозирования соотношения остатков важна, поскольку на нее определенно влияют изменения в технологических инвестициях. Сравнивая фактические (\check{S}) и прогнозируемые (\check{S}') соотношения остатков, можно оценить способность выполнять технологическое прогнозирование в отношении аспекта «Scrap Ratio» (\check{S}), как показано по Формуле 7.

$$FC_{\check{S}} = 1 - (|\check{S}' - \check{S}| / \check{S}) \quad (7)$$

2.4. Новый инвестиционный доход (New Investment Revenue \check{R})

Новый инвестиционный доход (\check{R}) – это еще один пример технологических аспектов производственной системы. Для управления технологическими изменениями, новые инвестиции в оборудование или другие системы неизбежны. Но желательно знать, сколько выручки получают новые инвестиции. Чтобы получить эту информацию, необходимо провести прогнозирование. При реализации новой технологии, прогноз нам сможет показать возможность прогнозирования «Дохода» (\check{R}) от новых технологий, который рассчитывается путем сравнения значений фактического дохода (\check{R}) и прогнозируемого дохода (\check{R}'), как показано по Формуле 8.

$$FC_{\check{R}} = 1 - (|\check{R}' - \check{R}| / \check{R}) \quad (8)$$

2.5. Степень возможности прогнозирования

Вышеуказанные четыре аспекта, а именно: время потока, количество / день, соотношение остатков и новый инвестиционный доход - считаются важными показателями, которые сильно зависят от изменений в технологиях. Чтобы проанализировать результаты технологических изменений, необходимо провести прогнозные исследования для каждого из этих аспектов. Степень способности прогнозирования (δFC) рассчитывается как взвешенное суммирование этих 4 показателей, как представлено в следующем примере (Формула 9):

$$\delta FC = \sum_1 (W * FC_i) / \sum_1 W_i \quad (9)$$

где,

- δFC : степень возможности прогнозирования
- FC_i : способность прогнозирования аспекта i .
- W_i : вес аспекта i .

- i : аспекты (время потока - F , количество / день - \emptyset , соотношение остатков - \check{S} и новый инвестиционный доход - \check{R}).

Необходимо обратить внимание, что значения веса, относящиеся к соответствующим показателям, необходимы для нормализации влияния каждого аспекта и могут быть определены с помощью опроса, проведенного как исследователями, так и представителями промышленности.

Интеллектуальный анализ данных и прогнозная аналитика.

Интеллектуальный анализ данных – это процесс отбора, изучения и моделирования больших объемов, несопоставимых данных для выявления новых связей и закономерностей [25]. Следующим шагом в этом процессе является применение этих моделей для прогнозирования будущего. Когда количественные методы используются для применения паттернов и отношений, существующих в добываемых данных, процесс называется прогнозной аналитикой.

По данным Центра технологической оценки:

«Прогнозная аналитика используется для определения вероятного будущего исхода события или вероятности возникновения ситуации. Это отрасль интеллектуального анализа данных, связанная с предсказанием будущих вероятностей и тенденций. Прогнозная аналитика применяется для анализа

больших объемов данных с различными переменными. Несколько прогнозов могут быть объединены в прогностическую модель, которая, будучи подвергнута анализу, может использоваться для прогнозирования будущих вероятностей с приемлемым уровнем надежности. При прогностном моделировании собираются данные, формулируется статистическая модель, проводятся прогнозы и проверяется модель по мере поступления дополнительных данных» [26].

Таким образом, прогностная аналитика полезна для распознавания исторических тенденций и прогнозирования будущих результатов. Эбиккен и Бреббия провели параллельное исследование, в котором использовались методы интеллектуального анализа данных и прогностной аналитики для микроэкономического и макроэкономического моделирования [27]. В их исследовании рассматривались корреляции между макроэкономическими показателями и такими переменными корпоративного производства, как валовая прибыль и показатели качества. Исследователь Сафер использовал методы интеллектуального анализа данных и прогностического анализа для разработки модели прогнозирования аномальной доходности фондового рынка [28]. Научные ученые Санг, Чан и Ли создали модель прогнозирования банкротств корпораций [29]. В это время, профессор Тунг со своими коллегами использовали методы интеллектуального анализа данных для прогнозирования ежедневных изменений цен на семь финансовых акций. Их модель включала восемь индикаторов, которые включали макроэкономические опережающие индикаторы (рыночные индексы), государственные институциональные индикаторы (дата президентских выборов и партия) и рыночные показания, корпоративные данные и бизнес-циклы для прогнозирования изменений ежедневных цен на финансовые акции. Общей нитью этих исследований является их успех в эффективном использовании процессов интеллектуального анализа данных и методов прогностной аналитики для построения моделей, которые успешно предсказывают конкретный экономический результат, целью, которой является это исследование [30].

Заключение

В этой статье представлен новый индикатор эффективности, называемый степенью способности прогнозирования, для мониторинга и измерения способности к технологическому прогнозированию в производственных процессах, основанный на четырех важных аспектах производственной системы. Так называемые аспекты, а именно: *время потока, количество / день, соотношение остатков и новый инвестиционный доход*. Основная идея данного подхода заключается в потребности количественного применения технологических прогнозов для производственных систем. Хотя существуют различные методы технологического прогнозирования, многие из них нельзя применять к производственным системам, поскольку они требуют особого внимания к уникальным аспектам. Кроме того, большинство исследований в литературе зависит от качественных метрик, которые трудно определить, и субъективно установить шкалу. Следовательно, основной мотивацией данного исследования является заполнение этого пробела путем разработки количественного подхода к измерению возможностей технологического прогнозирования, ориентированного на производственные системы. Методология основана на определении 4 важных технологических аспектов производственных процессов. Рассмотрено определение возможности технологического прогнозирования, основываясь на этих 4 аспектах, когда бы ни происходило технологическое новшество.

Дальнейшие аспекты производственных процессов могут быть рассмотрены для повышения степени способности прогнозирования, и влияние каждого субиндикатора может быть точно отрегулировано с помощью дополнительных проверенных мнений экспертов, а также, в будущем использование аналитического иерархического процесса (АИП). Кроме того, в дальнейшем сам подход может быть улучшен за счет новых вычислительных технологий.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] J. P. Martino, "Technological Forecasting: An Overview", *Management Science*, 26(1), 28-33, 1980.
- [2] H. Grupp, H. A. Linstone, "National technology foresight activities around the globe: resurrection and new paradigms", *Technological Forecasting & Social Change*, 60 (1), 85-94, 1999.
- [3] F. Brandes, "The UK Technology Foresight Programme: An Assessment of Expert Estimates", *Technological Forecasting & Social Change*, 76 (7), 869-879, 2009.
- [4] V. R. Fey, E. I. Rivin, "Guided technology evolution (Triz technology Forecasting)", *The Triz Journal*, No:1 (1999), 2011. [Online] Available: <http://www.triz-journal.com/archives/1999/01/c/> (22.12.2011)
- [5] H. A. Linstone, "Three eras of technology foresight", *Technovation*, 31 (2-3), 69-76, 2011.
- [6] I. S. Barutcugil, "Teknolojik Yenilik ve Araştırma Geliştirme Yönetimi", Bursa University Press, Bursa, TR, pp. 65-72, 1981.

- [7] H. Eto, "The suitability of technology forecasting/foresight methods for decision systems and strategy- A Japanese view", *Technological Forecasting & Social Change*, 70(3), 231-249, 2003.
- [8] J. P. Martino, "Technological Forecasting: An introduction", *The Futurist*, 27(4), 13-16, 1993a.
- [9] J. R. Meredith, "Technological Forecasting", John Wiley & Sons, Inc., Indianapolis, USA, App., B, 1-21, 1995.
- [10] E. Oztemel, M. B. Ayhan, "Measuring Technological Forecasting", *Industrial Informatics*, 7th IEEE International Conference on 23-26 June 2009, Cardiff, Wales, pp,49-53. DOI: 10.1109/INDIN.2009.5195777, 2009.
- [11] P. Young, "Technological Growth curves- a comparison of forecasting models", *Technological Forecasting & Social Change*, 44(4), 375-389, 1993.
- [12] Z. Steven, P. Ziamou, "The essentials of scenario writing", *Business Horizons*, Vol.44, 25-31, 2011.
- [13] H. A. Linstone, M. Turoff, "Delphi: A brief look backward and forward", *Technological Forecasting & Social Change*, 78(9), 1712-1719, 2011.
- [14] V. Coates, M. Faroque, R. Klavans, K. Lapid, H. A. Linstone, C. Pistorius, A. L. Porter, "On the Future of Technological Forecasting", *Technological Forecasting & Social Change*, 67(1), 1-17, 2001.
- [15] K. Barry, E. Domb, M. S. Slocum, "TRIZ- What is TRIZ?", 2011. [Online] Available: http://www.triz-journal.com/archives/what_is_triz/ (22.12.2011)
- [16] J. P. Martino, "Technological Forecasting for Decision Making", 3rd Edition, McGraw Hill, New York, NY, 1993b.
- [17] S. Mishra, S. G. Deshmukh, P. Vrat, "Matching of technological forecasting technique to a technology", *Technological Forecasting & Social Change*, 69(1), 1-27, 2002.
- [18] A. C. Cheng, C. J. Chen, C. Y. Chen, "A fuzzy multiple criteria comparison of technology forecasting methods for predicting the new materials development", *Technological Forecasting & Social Change*, 75(1), 131-141, 2008.
- [19] V. A. Banuls, J. L. Salmeron, "Foresighting key areas in the Information Technology industry", *Technovation*, 28 (3), 103111, 2008.
- [20] T.R. Anderson, T.U. Daim, J. Kim, "Technology Forecasting for wireless communication", *Technovation*, 28 (9), 602-614, 2008.
- [21] A. Dalla Valle, C. Furlan, "Forecasting accuracy of wind power technology diffusion models across countries", *International Journal of Forecasting*, 27, 592-601, 2011.
- [22] J.S. Armstrong, F. Collopy, "Error measures for generalizing about forecasting methods: empirical comparisons." *International Journal of Forecasting*, 8, 69-80, 1992.
- [23] S. Makridakis, A. Anderson, R. Carbone, R. Fildes, M. Hibon, R. Lewandowski, "The accuracy of extrapolation (time series) methods: results of a forecasting competition", *International Journal of Forecasting*, 1, 111-153, 1982.
- [24] J. P. Martino, "A review of selected recent advances in technological forecasting", *Technological Forecasting & Social Change*, 70(8), 719-733, 2003.
- [25] Seifert, J. W. (2004). Data mining: An overview. (CRS report for Congress No. RL31798). U.S. Congressional Research Service.
- [26] The National Bureau of Economic Research. (2010). Statement of the NBER business cycle dating committee on the determination of the dates of turning points in the U.S. economy. Retrieved from http://www.nber.org/cycles/general_statement.html.
- [27] Wright, J. H. (2006). The yield curve and predicting recessions. FEDs Working Paper, No. 2006-7.
- [28] Safer, A., M. (2003). A comparison of two data mining techniques to predict abnormal stock market returns. *Intelligent Data Analysis*, 7(1), 3-13.
- [29] Sung, T. K., Chang, N., & Lee, G. (1999). Dynamics of modeling in data mining: Interpretive approach to bankruptcy prediction. *Journal of Management Information Systems*, 16(1), 63.
- [30] Tjung, L., C., Kwon, O., Tseng, K., C., & Bradley, J. (2010). Forecasting financial stocks using data mining. *Global Economy and Finance Journal*, 3(2), 13-26.

Болат Т.А., Сатыбалдиева Р.Ж.

Тиімді әдістемелік көзқарас және болжамды талдау негізінде технологиялық болжау

Түйіндеме. Жаңа технологияларды әзірлеу кезінде тиімді технологиялық болжамдарды өткізу өте маңызды. Бұл мақалада технологиялық болжау дәрежесі деп аталатын жалпы технологиялық өзгерістерді болжау табыстылығын өлшеу үшін эмбебап модель қарастырылады. Ол өндірістік жүйенің төрт маңызды аспектісі негізінде өндірістік үдерістердегі болжамдардың табыс деңгейін өлшейді. Олар: ағынның уақыты, саны/күні, қалдықтардың арақатынасы және жаңа инвестициялық кіріс. Ұсынылған тәсіл өңдеуші өнеркәсіптегі нақты жағдайдың мысалында тексерілді, онда төрт аспектінің әрқайсысы ұсынылған деректер негізінде есептеледі және болжамдау дәрежесіне қосылады. Сондай-ақ, бұл мақалада деректерді зияткерлік талдау және болжамдық талдау қарастырылған, олардың негізінде зерттеулер және жоғары сапалы және тиімді болжам жүргізген.

Түйінді сөздер: Технологиялық болжау, метрика, дәреже, мүмкіндіктер, өндіріс.

УДК 355.01

¹Mun G.A., ²Vitulyova Y.S., ²Tasbulatova Z.S., ^{2,3}Baipakbayeva S.T., ²Suleimenov I.E.
(¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan ²LLP «QAZTEX Innovations».
Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, ³Kazakhstan
E-mail: lizavita@list.ru)

SYSTEMS OF RIOT CONTROL BASED ON NEW PHYSICAL AND CHEMICAL PRINCIPLES

Abstract It has been shown the possibility of implementation a wide range of non-fatal systems of riot control using ultrasound exposure. The proposed approach allows to overcome the shortcomings of the analogues described in the open press through the use of cheap unmanned means of delivering an ultrasound source. It has been proposed the operation principle of new type of ultrasound emitter based on the use of acoustically active space and combustible composites, which ensure a stream of acoustically active gas. It is discussed the possibility of decreasing the operation temperature of the sound generator through the use of polymer hydrogels. It is shown that the information distribution about this project could itself become as an effective mean of counteraction to mass disorders. The construction simplicity of this special means using the proposed principle allows participation of undergraduates to the project and ensuring high level of interdisciplinary cooperation in the educational process.

Keywords: riot control, non-fatal systems, information war, acoustically active space, ultrasound generators, polymer composites, polymer hydrogels.

¹Мун Г.А., ²Витулёва Е.С., ²Тасбулатова З.С., ^{2,3}Байпақбаева С.Т., ²Сүлейменов И.Э.
(¹Алматынський университет енергетики і зв'язи, Алматы, Республіка Казахстан
²Казахський національний університет ім. аль-Фарабі, Алматы, Республіка Казахстан
^{2,3}ТОО «QAZTEX Innovations». E-mail: lizavita@list.ru)

СИСТЕМЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ МАССОВЫМ БЕСПОРЯДКАМ НА ОСНОВЕ НОВЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ

Аннотация Показано, что существует возможность реализовать широкий спектр нелетальных систем противодействия массовым беспорядкам, использующих воздействие ультразвуком. Предлагаемый подход позволяет преодолеть недостатки аналогов, описанных в открытой печати за счет использования дешевых беспилотных средств доставки источника ультразвука. Предложен принцип действия излучателя ультразвука нового типа, основанный на использовании акустически активных сред и горючих композитов, обеспечивающих создание потока акустически активного газа. Обсуждается возможность понижения рабочей температуры генератора звука за счет использования полимерных гидрогелей. Показано, что распространение сведений о проведении работ в данном направлении само может стать эффективным средством противодействия попыткам организации массовых беспорядков. Простота конструкций спецсредств, использующих предложенный принцип, позволяет привлечь к работам магистрантов, обеспечивая тем самым высокий уровень междисциплинарной кооперации в учебном процессе.

Ключевые слова: противодействие массовым беспорядкам, нелетальные вооружения, информационная война, акустически активные среды, генераторов ультразвука, полимерные композиты, полимерные гидрогели.

Мун Г.А., Витулёва Е.С., Тасбулатова З.С., Байпақбаева С.Т.,
Сүлейменов И.Э.

ЖАҢА ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ПРИНЦИПТЕРГЕ НЕГІЗДЕЛГЕН БҮЛІККЕ ҚАРСЫ ЖҮЙЕЛЕР

Аңдатпа Мақалада ультрадыбыс әсерімен өмірге қауіпсіз, бүлікке қарсы жүйелерінің кең ауқымын іске асыруға арналған мүмкіндіктер көрсетілген. Ұсынылып отырған көзқарас ашық ғылыми жариялаудағы құрылғылардың аналогтарының кемшілігін толтыруға бағытталған, яғни арзан пилотсыз ультрадыбыс көзін жеткізу жүйелерді енгізу арқасында. Сонымен қатар акустикалық белсенді органы және акустикалық белсенді газдың ағынының құрылуын қамтамасыз ететін, жанғыш композиттерді пайдалану негізінде ультрадыбыстық сәулелендіргіштің жаңа қағидасы ұсынылған. Бұл арада полимерлі гидрогельдерді қолдану арқылы дыбыс генераторының жұмыс температурасын төмендету мүмкіндігі қарастырылған. Айтылып отырған іс-шаралары жүргізіліп отырғаны жайлы ақпараттың таратылуы, тәртіпсіздіктерді ұйымдастыру әрекеттеріне алдын ала қарсылық туғызады. Және ұсынылған қағидаларды қолданып, айтылып отырған құрылғылар тектес қарапайым

құралдарды жасау, магистранттарды жұмысқа тартуға мүмкіндік береді, осылайша білім беру процесінде пәнаралық ынтымақтастықтың жоғары деңгейін қамтамасыздандыруға болады.

Түйінді сөздер: жаппай тәртіпсіздіктерге қарсылық, өлімге әкеп соғатын қарулар, ақпараттық соғыс, акустикалық белсенді орта, ультрадыбыстық генераторлар, полимер композиттері, полимер гидрогельдері.

Материалы, связанные с разработками вооружений, в том числе и нелетальных, как правило, не публикуются в открытой печати. Однако существуют и исключения, которые становятся оправданными тогда, когда распространение сведений о соответствующих разработках само становится инструментом противодействия сторонним информационным воздействиям, способным вызвать дестабилизацию социально-политической обстановки [1]. К этой категории относится материал данной работы.

А именно, целью данной работы является анализ возможности создания систем противодействия массовым беспорядкам на новых физико-химических принципах, а также доказательство того, что сам факт разработки систем такого рода в странах ОДКБ (и приобретение им широкой известности) является фактором сдерживания по отношению к возможным масштабным провокациям, нацеленным на инициирование массовых беспорядков. Актуальность данного вопроса не вызывает сомнений. В частности, известны попытки инициации уличных протестов со стороны отдельных заочно осужденных лиц, в настоящее время пребывающих за рубежом, с использованием социальных онлайн сетей и находящихся в их распоряжении финансовых ресурсов. Вероятность того, что средства современной информационной войны и далее будут использоваться для подобных целей является весьма высокой, в том числе, в силу обострения противоречий между США и КНР, в том числе, связанных с реализацией инициативы высшего руководства КНР «Один пояс – один путь». Дестабилизация социально-политической обстановки в РК существенно осложнит реализацию данного мегапроекта в силу очевидных географических факторов.

Представляется целесообразным реализовать комплекс превентивных мер, которые сделают заведомо бессмысленными попытки дестабилизировать обстановку в РК такими средствами как те, что были задействованы в г. Киеве в период событий зимы 2013/2014 гг. («майдан»), и результатом которых стало свержение В.Ф. Януковича.

События зимы 2013/2014 гг. в г. Киева, помимо прочего, также показали недостаточную эффективность существующих технических средств противодействия массовым беспорядкам, особенно в условиях, когда использование жестких силовых методов признается нецелесообразным по политическим причинам того или иного характера.

Сходного мнения придерживаются также авторы работы [2], где на основании анализа проведения операций по правопринуждению отмечается что технической оснащенности спецподразделений зачастую недостаточно для эффективного решения поставленных задач. Импульсные кинетические средства (резиновые пули, дубинки и водометы), ирританты, электрошокеры, а также светозвуковые спецсредства обладают целым рядом недостатков, также проанализированных в [2]. Так, операции по установлению контроля над толпой требуют использования нелетальных спецсредств, имеющих дальность эффективного действия порядка 100м, недостижимую даже для самых новых кинетических спецсредств; конкретно, дальность эффективного действия современного кинетического оружия ограничивается 30...50м при рассеянии точки попадания 40см. Дальность доставки ирритантов составляет 100...150 м, что обеспечивается только гранатами, которые имеют ряд недостатки, также перечисленные в [2]. К ним, в частности, относятся негерметичный корпус, низкая надежность срабатывания, низкий коэффициент использования ирританта (0,5...5 %) и т.д.

Таким образом, актуальной является разработка систем противодействия массовым беспорядкам, оказывающих на протестующих как можно более щадящее воздействие, исключаяющее даже минимальный вред для здоровья и самочувствия.

Уже несколько десятилетий в литературе обсуждается вопрос об использовании ультразвуковых колебаний для создания нелетальных вооружений [2-7]. к ним, в частности, относится возможность регулировать степень воздействия (от создания ощущений дискомфорта до болевого порога и выше). Как отмечается в [8], интерес к акустическому (сонарному), оружию сегодня велик как никогда. Его преимущества очевидны: акустические колебания способны влиять на психику человека, порождать страх, невидимые препятствия, повергать в панику целые подразделения [8]. Существенно также, что результат воздействия ультразвука на человека варьируется в весьма широком диапазоне, простирающемся от возникновения дискомфорта, временной потери слуха и вплоть до смертельного

исхода [8], что делает его применимым для противодействия массовым беспорядкам (разгон толп), организации паники, охраны объектов, спасения заложников, остановки движения транспортных средств. Актуальность разработки нелетальных систем вооружений данного типа определяется также особенностями текущей криминальной обстановки, связанной с возрастанием количества и масштабов столкновений силовых структур и вооруженных экстремистов на территории городов в районах с достаточно плотной застройкой [9].

Информация о разработке новых видов нелетальных вооружений, разумеется, по большей части носит закрытый характер. Однако, анализ косвенных сведений в открытых источниках, включая патентную активность [10], позволили специалистам [2,9], сделать вывод о том, что целый ряд стран разрабатывает способы эффективного применения новых видов средств психологического и акустического воздействия. По этим данным, Израиль применял против оборонявшихся в мечети палестинцев «ультразвуковые пушки» [9]. В устройстве Mosquito, созданном компанией Compound Security Systems Ltd (Великобритания) для снижения актов вандализма в учебных заведениях и установления контроля над агрессивными молодыми людьми, используется модулированный тоновый звук на частоте 17...18 кГц с УЗД 75...99 дБ [2].

Уместно также отметить, что акустическое воздействие де-факто уже продолжительное время используется в спецсредствах, конкретно, серийно производятся светозвуковые гранаты, различных типов, включённые в арсенал правоохранительных органов [2]: Заря, Заря-М, Факел и т.д., (РФ), XM-84 (США).

Такие спецсредства генерируют акустический импульс при взрыве пиротехнического заряда, но, как отмечается в [2], их можно отнести к оружию нелетального действия только с натяжкой. В частности, амплитуда создаваемого ими акустического воздействия приближается к уровню, вызывающему повреждение барабанных перепонок, что ограничивает их применение. Попытки преодолеть недостатки этих спецсредств (компания Mide Technology Corporation разработала гранату MIG44 на основе ксеноновых источников света и пьезоэлектрических генераторов звука) пока не привели к значимым результатам.

В различных странах мира предпринимались также попытки разработать мобильные источники мощных акустических колебаний. Одна из модификаций была разработана в Национальном центре физической акустики университета Миссисипи, в ее состав входит рупор экспоненциальной формы длиной 17 м и диаметром 2,3 м. Установка рассчитана на генерацию сигнала до 20 кВт акустической мощности. Известны разработки [2,3], в которых применяются крупных вибрирующих дисков из пьезоэлектриков, в том числе, с дискретным изменением толщины, обеспечивающие уровень звука свыше 160 дБ (при болевом пороге человеческого уха 137 дБ).

Однако, создание генераторов акустических воздействий, ориентированных на дистанционные воздействия, сталкивается с трудностями, связанными с фундаментальными физическими особенностями распространения звуковых волн в воздушной среде. Создание узконаправленного пучка требует использования излучателей больших размеров (что и демонстрирует случай упомянутой выше разработки университета Миссисипи). Дифракционные эффекты (в том числе дифракция на неоднородностях среды) приводят к резкому уширению спектра пространственных частот изначально направленной волны. При генерации волн повышенной мощности возникают различного рода нелинейные эффекты, которые также препятствуют возможности реализации любых систем, обеспечивающих дистанционное акустическое воздействие. По имеющимся в литературе данным [2-5], предельная дальность для систем известных и перспективных излучателей составляет около 50 м (при их размерах до 1 м). Дальнейшее увеличение интенсивности приводит к нелинейным эффектам, обуславливающим резкое увеличение коэффициента затухания волны.

Недостатки, присущие существующим акустическим спецсредствам, могут быть преодолены, если применить к данной проблеме классические правила ТРИЗа [11]. Результатом состоит в следующем.

Наиболее просто реализовать источник ультразвука с широкой диаграммой направленности. В этом случае даже не обязательно пользоваться такими сравнительно дорогими элементами как пьезоэлектрики, можно ограничиться использованием генераторов типа сирен, в которых генерация звука обеспечивается механическими узлами. Проблема дистанционного воздействия при использовании дешевых источников звука решается за счет использования беспилотных летальных аппаратов (дронов) ограниченного радиуса действия с ограниченным моторесурсом, что позволяет существенно снизить стоимость аппарата вплоть до допустимости одноразового использования.

Использование источника звука типа сирены предполагает существование потока газа, проходящего через отверстия, сделанные в механическом узле, обеспечивающим периодическое прерывание потока. Данный поток достаточно просто реализовать, используя продукты сгорания смеси, близкой по составу к типовым порохам. В частности, можно использовать композитный материал на основе полимерных матриц и наиболее дешевых разновидностей бездымного пороха. В данном случае полимерная матрица обеспечивает возможность регулировки скорости сгорания рабочего композита и, следовательно, амплитуды газового потока, обеспечивающего генерацию звука. Использование полимерной матрицы также обеспечивает удобство брикетирования, снижение требований к условиям хранения боеприпаса и т.д.

Более того, использование брикетированных композитов такого типа позволяет (за счет регулировки скорости сгорания) обеспечить генерацию звука в режиме, когда вращение механического узла обеспечивается за счет самого потока газа, что еще более упрощает конструкцию системы.

Однако, данный пример конструкции нелетальных акустических спецсредств (дрон с размещенным на нем источником ультразвука) применительно к целям данной работы носит преимущественно иллюстративный характер. Он призван показать, что использование классических правил ТРИЗа позволяет преодолеть существующие трудности заведомо более простым и дешевым путем, нежели известные из литературы.

Намного более перспективным для создания генераторов ультразвуковых колебаний представляется использование акустически активных сред [12]. Известно, что их аналог для электромагнитных волн оптического диапазона является основой лазеров. Излучение, распространяющееся через оптически активную среду, возрастает по амплитуде. При размещении такой среды внутри оптического резонатора (например, двух плоскопараллельных зеркал) возникает положительная обратная связь, обеспечивающая генерацию когерентного излучения.

На основании аналогии между оптически и акустически активными средами неоднократно ставился вопрос о создании аналога лазеров для акустических колебаний [13]. Однако, их эффективность пока остается недостаточной, в том числе, из-за сложностей, возникающих при создании акустически активных сред с высоким коэффициентом усиления. Условием возникновения акустически активной среды является значительное отклонение от термодинамического равновесия, что показывают, в том числе, исследования, выполненные в физике атмосферы [14,15], в связи с изучением усиления акустико-гравитационных волн в слоях атмосферы с выраженной неравновесностью.

Обзор факторов, обеспечивающих появление акустически активных сред [16], показывает, что одними наиболее из них являются газы, образующиеся при взрывных химических реакциях. Иначе говоря, процессы контролируемого горения пороха в полимерной матрице могут быть использованы не только для генерации акустических колебаний с помощью механических устройств (обеспечение надежности которых требует дополнительных затрат), но и при помощи резонаторов различного типа. Создание прямых аналогов оптических резонаторов сталкивается с определенными затруднениями, так как сложно обеспечить изготовление «акустического зеркала», но для реализации положительной обратной связи допустимо использовать и резонаторы других типов. Наиболее простым в изготовлении является резонатор, представляющий собой тороид, с подсоединенным к нему раструбом, заполненный акустически активной средой. В данном случае положительная обратная связь возникает за счет распространения волн по частично замкнутому контуру.

Определенно проблемой при использовании пороховых композитов для создания газового потока является высокая температура акустически активной среды. Она решается через использование патрона следующей конструкции, в состав которой входит (рис.1):

- 1 – капсуль;
- 2 – горючий композитный материал, например, на основе бездымного пороха;
- 3 – рубашка, выполненная на основе полимерного гидрогеля;
- 4 – внутренний кожух, выполненный из фольги, служащий также радиатором;
- 5 – наружная защитная оболочка.

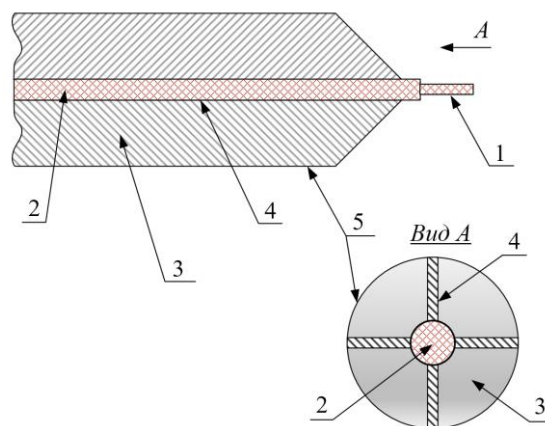


Рис.1. Схема конструкции базового элемента акустического патрона; вид сбоку (а) и с торца (б).

Понижение температуры газового потока, генерирующего акустический сигнал, обеспечивается следующим образом. Электрический разряд вызывает срабатывание капсулы (1), который поджигает композит (2), горение которого осуществляется в режиме, сходном с режимом горения бикфордова шнура.

Выделяющаяся при этом температура обеспечивает испарение воды, аккумулированной полимерным гелем, заполняющем наружную рубашку патрона (3). Такая конструкция не только обеспечивает снижение температуры отходящего газового потока (часть энергии расходуется на испарение воды), но и оптимизированный режим использования энергии, выделяющейся при горении рабочего композита. Теплопередача обеспечивается внутренним кожухом (4), выполненном из фольги; наружная оболочка препятствует высыханию гидрогеля, она выполняется из полимерной пленки, которая разрушается при горении композита и поэтому не препятствует формированию газового потока.

Устройства такого типа также могут быть размещены на беспилотных летательных аппаратах, причем для удешевления конструкции заведомо можно использовать максимально облегченные аппараты планерного типа, не имеющие двигателя. Их дешевизна обеспечивает возможность использования в одноразовом режиме, а малый вес исключает травматизм при возникновении нестандартных ситуаций, например, при падении аппарата.

Поскольку дальность действия предлагаемых средств является сравнительно небольшой (до 2 км), для управления ими могут использоваться простейшие системы дистанционного управления поджигом, принцип действия которых уже хорошо отработан (например, дистанционные ИК-пульты). Наряду с тем, что конструкция носителей (в том числе, и для систем одноразового использования) также является достаточно простой. (Уровень сложности носителей такого рода ненамного превышает уровень сложности систем, применяющихся в спортивном ракетомоделировании.) Это делает возможным привлечение магистрантов для работы в данном направлении. Данное обстоятельство представляется существенным, во-первых, с точки зрения реального привлечения обучающихся к работам выражено междисциплинарного характера, а, во-вторых, с точки зрения распространения соответствующей информации в обществе.

Таким образом, использование классических правил ТРИЗа применительно к вопросу о создании акустических средств противодействия массовым беспорядкам открывает достаточно широкие перспективы для разработки новых систем такого типа, причем простота конструкции делает возможным привлечение магистрантов к такого рода работам. Это само по себе является существенным инструментом противодействия попыткам деструктивных воздействий на социально-экономическую обстановку в РК.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Сулейменов И.Э., Пак И.Т., Бакиров А.С., Ирмухаметова Г.С., Мун Г.А. Информационные войны XXI века: стремительная трансформация. – Алматы – Симферополь: Print Express, 2017. – 234 с.
- [2] Селиванов В. В., Левин Д. П. Возможности применения акустических средств нелетального действия в операциях по правопринуждению //Вестник Московского государственного технического университета им. НЭ Баумана. Серия «Машиностроение». – 2009. – №. 2.

- [3] Altmann, J. (2001). Acoustic weapons - a prospective assessment. *Science & Global Security*, 9(3), 165-234.
- [4] Vinokur, R. (2004). Acoustic noise as a non-lethal weapon. *Sound and Vibration*, 38(10), 19-23.
- [5] Acoustic Weapons: Are they feasible? / N. C. Nicholas, T. A. Brungart, T. E. McDevitt // 4th European Conference on Non-Lethal Weapons, May 22, 2007.
- [6] Буренок В. М., Корчак В. Ю., Смирнов С. С. Оружие нелетального действия - составная часть системы вооружения будущего // Вестник Академии военных наук. – 2007. – №. 4. – С. 117-127.
- [7] Владимиров В. А., Черных Г. С. Состояние и основные направления развития оружия нелетального действия, средств и способов защиты от него // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. – 2012. – Т. 2. – №. 1.
- [8] Исаев, В. О. Обзор и анализ акустического оружия / В. О. Исаев, С. Ю. Саваськов, П. В. Бойкачев // Информационные технологии в образовании, науке и производстве : III Международная научно-техническая интернет-конференция, БНТУ, 20-21 ноября 2015 г.
- [9] Набиев Р.Ф. Некоторые особенности силового противодействия вооруженным экстремистским подразделениям в городских условиях // Вестник Казанского юридического института МВД России. – 2016. – №. 2 (24).
- [10] Bostick, J. H., Lee, W. Y., Budy, G. D., & Elder, S. J. (2011). U.S. Patent Application No. 12/732,057.
- [11] Альшуллер Г. Найти идею: Введение в ТРИЗ — теорию решения изобретательских задач. — Альпина Паблицер, 2008. — 409 с.
- [12] Макарян В. Г., Молевич Н. Е. Новые стационарные структуры в акустически активной среде // Письма в ЖТФ. – 2003. – Т. 29. – №. 18. – С. 11-15.
- [13] Завтрак С. Т. Акустический лазер на “свободных” дисперсных частицах как аналог лез // Журнал технической физики. – 1995. – Т. 65. – №. 6. – С. 123-132.
- [14] Suleimenov, I. E., Aushev, V. M., Tulebekov, E. A., & Antoshchuk, I. A. (2006). Effect of resonance phenomena on the wave structure of the middle atmosphere. *Geomagnetism and Aeronomy*, 46(3), 371-381.
- [15] Suleimenov, I., Aushev, V., Adamov, T., & Vasiliev, I. (2004). The influence of inhomogeneous temperature distribution on the amplification of sound waves in non-equilibrium gas media. In 35th COSPAR Scientific Assembly (Vol. 35, p. 2096).
- [16] Сулейменов И.Э. Воздействие на процессы в атмосфере и проблематика геофизических вооружений. Алматы: Изд-во Казахского нац. ун-та. – 2007.

Мун Г.А., Витулёва Е.С., Тасбулатова З.С., Байпақбаева С.Т., Сүлейменов И.Э.

Жаңа физика-химиялық принциптерге негізделген бүлікке қарсы жүйелер

Түйіндеме. Осылайша, жаппай тәртіпсіздіктерге қарсы акустикалық құралдарды жасауда қолданылатын классикалық ӨМЖК ережелерін қолдану осы жаңа жүйелерді құрудың жеткілікті кең болашағын ашады, ал конструкциясының қарапайымдылығы магистранттарды осы жұмысқа тартуға мүмкіндік береді. Бұл өз кезегінде Қазақстанның әлеуметтік-экономикалық жағдайына кері әсер ету әрекеттеріне қарсы тұрудың маңызды құралы болып табылады.

Түйінді сөздер: жаппай тәртіпсіздіктерге қарсылық, өлімге әкеп соғатын қарулар, ақпараттық соғыс, акустикалық белсенді орта, ультрадыбыстық генераторлар, полимер композиттері, полимер гидрогельдері.

Mun G.A., Vitulyova E.S., Tasbulatova Z.S., Baipakbaeva S.T., Suleimenov I.E.

Systems of counteraction to mass disorders based on new physical and chemical principles

Summary. Thus, the use of classical TRIZ rules as applied to the creation of acoustic means of countering mass riots opens up sufficiently broad prospects for developing new systems of this type, and the simplicity of the design makes it possible to involve undergraduates in this kind of work. This in itself is an essential tool for countering attempts at destructive impacts on the socio-economic situation in Kazakhstan.

Keywords: counteraction to mass disorders, non-lethal systems, information war, acoustically active space, ultrasound generators, polymer composites, polymer hydrogels.

ӘОЖ 66.664.6

G.K.Iskakova, Zh.A.Zharylkassynova, M.Zh.Kizatova, B.Zh.Muldabekova, S.T.Azimova

(Almaty Technological University, Kazakhstan, Almaty

E-mail: iskakova-61@mail.ru, Zh_zhuldiz@mail.ru)

STUDY ON THE QUALITY OF BISCUITS WITH A LONG SHELF LIFE

Abstract: Due to the lack of production of domestic biscuits with a long shelf life in the market of Kazakhstan, scientists of Almaty Technological University have developed a recipe and technological modes of production of biscuits "Sarbazdar" with a long shelf life. The article investigates organoleptic and physico-chemical indicators of quality,

nutritional value and safety of the developed new types of biscuits. Analysis of the research results showed that all indicators of the studied types of biscuits meet the requirements of ST 151040016692-MLP-03-2016 "Confectionery biscuits "Sarbazdar". Due to the lack of production of domestic biscuits with a long shelf life in the market of Kazakhstan, scientists of Almaty technological University have developed a recipe and technological modes of production of biscuits "Sarbazdar" with a long shelf life. The article investigates organoleptic and physico-chemical indicators of quality, nutritional value and safety of the developed new types of biscuits. Analysis of the research results showed that all indicators of the studied types of biscuits meet the requirements of ST 151040016692-too-03-2016 "Confectionery biscuits "Sarbazdar".

Key words: biscuits, product quality, nutritional value, safety.

**Г.К. Искакова, Ж.Ә. Жарылқасынова, М.Ж. Кизатова,
Б.Ж. Мулдабекова, С.Т. Азимова**

(Алматы Технологиялық Университеті, Қазақстан Республикасы,
Алматы қаласы, E-mail: iskakova-61@mail.ru, Zh_zhuldiz@mail.ru)

ҰЗАҚ МЕРЗІМДЕ САҚТАУҒА НЕГІЗДЕЛГЕН ГАЛЕТ САПАСЫН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа: Қазақстанның сауда нарығында әскери қызметкерлерге арналған, сақтау мерзімі ұзақ отандық галет өнімінің жоқтығына байланысты Алматы технологиялық университетінің зерттеушілерімен ұзақ мерзімде сақтауға негізделген «Сарбаздар» галетінің рецептурасы мен технологиялық режимдері әзірленді. Бұл мақалада галеттің жаңа түрінің органолептикалық және физика-химиялық сапа көрсеткіштері, тағамдық құндылығы мен қауіпсіздігі зерттелінді. Зерттеу нәтижелері зерттелініп отырған галеттің жаңа түрі СТ 151040016692-ТОО-03-2016 «Изделия кондитерские галеты «Сарбаздар» талаптарына толықтай сай екендігін көрсетті.

Түйін сөздер: галет, өнімнің сапасы, тағамдық құндылық, қауіпсіздік.

Кіріспе

Кондитерлік өнеркәсіп – тұтынуға ұсынылатын физиологиялық нормалар деңгейінде халықты дұрыс, жан – жақты теңдестірілген тағам рационымен қамтамасыз етуге қажетті, өнімдердің жоғары сапалы мөлшерімен және ассортиментімен қамтамасыз етуге негізделген ел экономикасының ең басты салаларының бірі [1].

Ұнды кондитерлік өнімдер тәтті тағамдар болып табылады, мейрам күндері және күнделікті өмірде өзінің түрімен, дәмімен, иісімен адамдарға жақсы көңіл-күй сыйлауға негізделген. Бірде – бір атаулы күн мерекелік тортсыз немесе басқада кондитерлік өнімсіз атап өтілмейді. Ұнды кондитерлік өнімдер жоғары сапалы өнім шығаруға негізделген сапалы шикізаттан және технологиялық процестерді қолдану арқылы дайындалуы қажет, себебі кондитерлік өнімдер тағам рационының құрамына кіреді және белгілі – бір дәрежеде адам денсаулығына әсер етеді. Балалар тамақтануына және диеталық тамақтануға негізделген өнімдер аса жоғары мәнге ие.

Жалпыға белгілі, ұнды кондитерлік өнімдер – бұл негізінен биологиялық құндылығы төмендетілген тағам өнімдері, ал олар көп жағдайда диеталық қасиеттерге ие емес. Олардың құрамында майлардың, көмірсулардың көп мөлшері болады, сонысына қарамастан ұнды кондитерлік өнімдер дәмдік қасиетіне байланысты халық арасында сұранысқа ие. Өнімнің алуан түрлілігін арттыру, әртүрлі шикізаттарды әртүрлі ара-қатынаста, әртүрлі ылғалдылықта және түрлі технологиялық параметрлерді қолдану арқылы іске асырылады [2-6].

Ұнды кондитерлік өнімдердің бір түрі – галет болып табылады. Галет - серпімді қамырдан алынған қопсытқышты және ашытқыларды қолдану арқылы, бидай ұнынан жасалынатын өнімдер. Галетті негізінен төртбұрыш тәрізді формада шығарады, олар нан орнына қолдануға негізделген. Галеттің үш түрі бар: қарапайым; құрамында май бар жақсартылған; құрамында май және қант бар диеталық. Қарапайым галеттер – ұзақ сақтауға негізделген өнім, бірінші, екінші сортты ұннан немесе қара ұннан жасалынады. Олардың құрамында қанттың минималды мөлшері кездеседі, май мүлде болмайды. Жақсартылған галеттің құрамында 10%-ға жуық май мөлшері болады. Диеталық галеттің өзін құрамында май мөлшері жоғарлатылған және төмендетілген деп екіге бөледі. Галет – балғындығын және алғашқы түрін сақтау қабілеті бар, ерекше қасиеті бойынша печенье болып табылады. Галеттің айрықша қасиеттері: қабатты құрылымы, жеңіл сулануы және суда жақсы су сіңіргіштігі болып табылады. Кондитерлік ғажайып өнімді әртүрлі жағдайларда қолдануға болады, галеттің ғасырлар бойы танымал болуының басты себебі осы қасиетіне байланысты [7-11].

Қазіргі таңда халықтың ұнды кондитерлік өнімдерге деген сұранысының артқандығын байқауға болады. Сонымен қатар басымдылық әрдайым ұзақ сақтауға негізделген, дәмдік қасиеттері жоғары, отандық шикізаттан жасалынған өнімге беріледі.

Жоғарыда айтылған ақпаратқа байланысты ұзақ мерзімді сақтауға негізделген галеттің жаңа түрлерін шығару, олардың органолептикалық және физико-химиялық қасиеттерін арттыру аса маңызды мәселе болып табылады.

Зерттеу нысаны

Зерттеу нысаны ТР ТС 021/2011 белгіленген тәртіппен бекітілген рецептураға сай және технологиялық қағидаларын сақтау арқылы СТ 151040016692-ТОО-03-2016 «Изделия кондитерские галеты «Сарбаздар» стандарт талаптары бойынша, бірінші сортты бидай ұнынан жасалынған «Сарбаздар» галеті болып табылады [12].

Зерттеу материалдары мен әдістері

Галеттің органолептикалық және физико-химиялық қасиеттерін стандарт талаптарына сай анықталды.

Галеттің сыртқы түрін (түсі, беттік жағдайы, формасы, сындырған кездегі түрі, дәмі және иісі) МЕМСТ 5897-90 бойынша анықталды.

Галеттің ылғалдылығын МЕМСТ 5900-2014 нормативтік құжатына сүйене отырып, жақсылап ұнтақталған галет ұнтағын СЭШ-3М маркалы кептіру шкафында 130°C температурада 30 минут бойы кептіру арқылы анықталды.

Галеттің қышқылдылығын су бұрандамасы әдісі арқылы анықталды және оны градустарда айқындалды (МЕМСТ 5898-87).

Су сіңіргіштігін МЕМСТ 10114-80 бойынша анықталды. Галет суда тез және көп мөлшерде ісінуі қажет. Суланған галеттің массасының құрғақ галеттің массасына қатынасы су сіңіргіштік деңгейін көрсетеді.

Галеттің құрамындағы күлді заттардың массалық мөлшерін МЕМСТ 5901-2014 бойынша анықталды.

Галеттің құрамындағы майдың массалық үлесін МЕМСТ 31902-2012 бойынша, экстракциялық-салмақ әдісін қолдану арқылы анықталды. Бұл әдіс еріткіш қосылған зерттелініп отырған сынамадан майды экстракциялауға және еріткішті алып тастағаннан кейінгі майдың массалық үлесін анықтауға негізделген.

Ақуыз мөлшерін МЕМСТ 10846-91 бойынша анықталды. Әдістің мәні аммоний сульфатын тұзу арқылы, катализатордың қатысында органикалық заттарды күкірт қышқылымен минералдандырудан, аммиакты бөлумен аммоний сульфатының сілті арқылы бұзылуынан, аммиакты су буымен күкірт немесе бор қышқылының ерітіндісіне одан әрі титрлеуден тұрады.

Өнім құрамындағы көмірсулардың мөлшерін басшылыққа көрсетілген әдіс бойынша анықталды [13].

Уытты элементтердің санын (кадмий, қорғасын) СТ ҚР МЕМСТ Р 51301-2005 бойынша, инверсиялық-вольтамперометрикалық әдіске сүйене отырып анықталды.

Сынаптың мөлшерін колориметриялық әдіске сүйене отырып МЕМСТ 26927-86 бойынша анықталды, бұл әдістің мәні зерттелініп отырған сынаманы азот және күкірт қышқылының қоспасымен деструкциялау, сынапты мыс иодидімен тұндыру, ары қарай мысты тетраиодомеркуроат түрінде колориметриялық анықтау және стандартты шкаламен салыстыруда жатыр.

Мышьяқтың мөлшерін атомдық-абсорбциялық әдіс арқылы МЕМСТ Р 51766-2001 бойынша анықталды. Бұл әдіс өнімді қышқылдың және реагент-қышқылдандырғыштардың қоспаларымен, үш әдістің біреуін (құрғақ күлділену, автоклавтық минерализациялау немесе қышқылдық экстракциялау) қолдану арқылы минерализациялау, алынған ерітінді – минерализатта мышьяқты натрий боргидридпен гидрирлеу, ұшқыш мышьяк гидридін аргон ағынымен кварц кюветасына айдау, 193,7 нм толқынның резонанстық ұзындығында атомдық жұтылу шамасы бойынша атомдық-абсорбциялық әдіспен мышьяк үлесін өлшеуге негізделген.

Зерттеу нәтижелері мен тұжырымы

«Сарбаздар» галеті ашытқыларды және басқада қоспаларды (ас тұзы, нан өндірісінде қолданылатын құрғақ ашытқы, сүт қышқылы, екікөмірқышқылды натрий, сірне, қант, құрғақ сүт) қолдану арқылы бірінші, екінші және қара бидай ұнынан СТ 151040016692-ТОО-03-2016 «Изделия кондитерские галеты «Сарбаздар» бойынша жасалынатын өнімдер.

«Сарбаздар» галетін өндірудің технологиялық процесі келесідей этаптардан тұрады:

- шикізатты өндіріске дайындау;
- ашытпаны даярлау;

- ашытпаны ашыту;
- қамыр илеу;
- галетке арналған ашытқы қосылған қамырды ашу және ферментация процесі үшін тұрғызу;
- қамырдың әр қабатын жаю арқылы көп қабатты қамыр даярлау;
- көп қабатты қамырды калибрлеу және қамыр дайындамаларын қалыптау;
- қамыр дайындамаларын пісіру және суыту;
- өлшеп орау, қаптау және сақтау.

Жоғарыда көрсетілген технологиялық схеманы қолдану арқылы, бірінші сортты бидай ұнынан жасалынған галеттің органолептикалық және физика-химиялық қасиеттері зерттелінді. Органолептикалық және физика-химиялық зерттеу нәтижелері 1 кестеде келтірілген.

1-кесте. «Сарбаздар» галетінің сапалық көрсеткіштері

Көрсеткіш атауы	1 сортты ұннан жасалынған «Сарбаздар» галеті
Органолептикалық:	
Пішіні	тіктөртбұрышты, бұрыштары және шеттері бұзылмаған
Беті	Тесіктері бар тегіс, бөгде дақтары және майысулар жоқ
Түсі	Сабан түсті сары
Сындырған кездегі көрінісі	Қатпарлы, кеуектілігі біркелкі, ешқандай желденусіз, тесіктерсіз, араласпай қалған қамыр іздері жоқ
Дәмі және иісі	галетке тән, бөгде иісі және дәмі жоқ
Физика-химиялық:	
Ылғалдылығы, %	10,12
Қышқылдылығы, град.	2,3
Күлді заттардың массалық үлесі, 10% тұз қышқылының ерітіндісінде ерімейтін, %	0,042
Қалыңдығы, мм.	5
Су сіңіргіштігі, %	226

Кесте 1 сай галеттің органолептикалық қасиеттері дұрыс пішінді, өнімнің түсі сабан түстес сары, күймеген. Өнімнің беткі қабатында тесіктері бар тегіс, бөгде дақтары және майысулар жоқ. Сындырған кездегі түрі қатпарлы, кеуектілігі біркелкі, желдену белгілері жоқ, тесіктері жоқ, араласпай қалған қамыр белгілері жоқ.

Бірінші сортты бидай ұнынан жасалынған галет ылғалдылығы 10,12%, қышқылдылығы 2,3 град., күлді заттардың массалық үлесі – 0,042%, су сіңіргіштігі - 226%.

Осылайша сынамаалардан алынған талдама нәтижелері галеттің органолептикалық және физика-химиялық қасиеттері СТ 151040016692-ТОО-03-2016 «Изделия кондитерские галеты «Сарбаздар» талаптарына толықтай сай келетіндігін көрсетті.

Өнімнің тағамдық құндылығы – бұл адамның физиологиялық және энергетикалық қажеттіліктерін толық қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін тағамның ерекше қасиеті.

Галеттің тағамдық құндылығына өндіріс кезінде қолданылатын қосымша және негізгі шикізаттар және оның химиялық құрамы әсер етеді.

Жоғарыда айтылғандай бірінші сортты ұннан жасалынған «Сарбаздар» галетінің химиялық құрамы анықталды. Алынған нәтижелер 2 кестеде келтірілген.

2-кесте. 100г өнімге шаққандағы «Сарбаздар» галетінің тағамдық құндылығы

Өнімнің атауы	Ақуыз, г, аз емес	Көмірсулар, г, аз емес	Май, г, аз емес	Энергетикалық құндылығы, кКал, көп емес
1 сортты бидай ұнынан жасалынған «Сарбаздар» галеті	9,5	68,8	1,3	328

Тағам өндірісінде өнімнің сапасы және қауіпсіздігі маңызды болып табылады. Тағам өндірісінде қауіпсіздік мәселесі әрдайым маңызды орынды алады, қазіргі таңда бәсекелестіктің артуына байланысты көптеген өндіріс орындары өнімнің қауіпсіздігіне аса қатты мән бере бастады [14-15].

Осыған байланысты жаңадан өндірілген галеттің қауіпсіздік көрсеткіштері зерттелді. Галеттің жаңа түрінің құрамындағы уытты элементтер, пестицидтер, аэробты мезофильді, анаэробты факультативті микроорганизмдер, ішек таяқшалары бактерия топтарының мөлшері анықталды. Зерттеу нәтижелері 3 кестеде келтірілген.

3-кесте. **Қауіпсіздік көрсеткіштері**

Көрсеткіш	1 сортты бидай ұнынан жасалынған «Сарбаздар» галеті
Уытты элементтер, мг/кг көп емес:	
Қорғасын	0,219
Кадмий	0,04
Мышьяк	0,01
Сынап	анықталмады
Пестицидтер, көп емес:	
ГХЦГ (α, β, γ – изомерлері)	анықталмады
ДДТ және оның метаболиттері	анықталмады
ГХБ	анықталмады
2,4 – Д қышқыл	анықталмады
Hg – органикалық пестицидтер	анықталмады
Микробиологиялық көрсеткіштері:	
МАФАНМС, КТБ/см ³ көп емес	
ІТБ, 0,1 г өнімге шаққанда	

Жаңадан шығарылған галеттің жаңа түрлерін талдамадан өткізу барысында уытты элементтердің (қорғасын, кадмий, мышьяк, сынап) саны, пестицидтердің саны, микробиологиялық көрсеткіштері (мезофильді аэробты және факультативті анаэробты микроорганизмдер, ішек таяқшалары бактерияларының топтары (колиформдар)) ТР ТС 021/2011 талаптарына сай анықталмады [16].

Қорытынды

Жоғарыда келтірілген талдау нәтижелері галеттің жаңа түрлерінің органолептикалық және физико-химиялық көрсеткіштері, химиялық құрамы және тағамдық құндылығы СТ 151040016692-ТОО-03-2016 «Изделия кондитерские галеты «Сарбаздар» талаптарына толықтай сай келетіндігін көрсетті.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Магомедов Г.О., Межова Т.Н., Журавлев А.А. и др. Изменение структурно-механических характеристик сахарного печенья при хранении// Материалы III Международной научно-практической конференции "Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности". - Воронеж, 2015. - С.100-102

[2] Росляков Ю.Ф., Вершинина О.Л., Гончар В.В. Использование порошка, полученного из клубней топинамбура, в технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий// Материалы III Международной научно-практической конференции "Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности". - Воронеж, 2015. - С.190-193.

[3] Нетрадиционные виды муки в технологии кексов [Текст] / С. И. Лукина, А. А. Журавлев, М. К. Садыгова, [и др.] // Хлебопродукты. – 2013. – № 10. – С. 44-45

[4] Жаркова И.М. Технологические аспекты применения амарантовой муки при производстве безглютеновых кексов / И.М. Жаркова // Хлебопродукты. - 2014. - № 6. - С. 39

[5] Научные принципы создания технологий производства функциональных кондитерских изделий / Т.В. Савенкова, А.П. Ходак // Кондитерское производство. – 2007. – № 6. – С. 16-18.

[6] Духу Т.А., Кочеткова А.А., Ипатовая Л.Г., Изосимов В.П. Потребительские свойства мучных кондитерских изделий, обогащённых функциональными ингредиентами // Пищевая промышленность. – 2013. – № 5. – С.18.

[7] Апет, Т.К. Технология производства мучных кондитерских изделий/ Высшая школа, 2002.-399с.

[8] Елецкий, И.К. Микробиология хлеба и мучных кондитерских изделий/ Пищевая промышленность. 1999. 122 с.

[9] Маршалкин, Г.А. Основы кондитерского производства Текст.: Учебник для вузов/ М.: Колос, 1999.-448с.ил.- (Учебники иучебные пособия для студентов высших учебных заведений).- ISBN 5-10003487-4

- [10] Черных, В.Я., Ширшиков М.А., Белоусова Е.М. Информационно-измерительная система для оценки хлебопекарных свойств муки/ Хлебопродукты.- 2000.- №8.-с.21-25.
- [11] Грачев О.С., Бернштейн Т.С. Ускоренная технология приготовления крекера //Хлебопекарная и кондитерская промышленность.-1982.-№ 10.-е. 17-19.
- [12] СТ 151040016692-ТОО-03-2016 «Изделия кондитерские галеты «Сарбаздар».-2016 г.
- [13] Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов/Под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. - М.: Брандес, Медицина, 1998. – 342с.
- [14] Донченко Л.В. Безопасность пищевой продукции/ Л.В.Донченко, В.Д.Надыкта. - М.: ДеЛи принт, 2007. - 538 с.
- [15] Кучменко, Т. А. Контроль качества и безопасности пищевых продуктов, сырья [Текст]: учеб. пособие / Т.А. Кучменко, Р.П. Лисицкая, П.Т. Суханов, Ю.А. Асанова, Л. А. Харитоновна / Воронеж. гос. технол. акад., ООО «СенТех». – Воронеж, 2010. – 116 с.
- [16] Ильяс А. О безопасности пищевой продукции Казахстана // Пищевая и перерабатывающая промышленность Казахстана. – 2006– №5. – С.18-19.

Искакова Г.К., Жарылкасынова Ж.Ә., Кизатова М.Ж., Мулдабекова Б.Ж., Азимова С.Т.

Исследование качества галет с длительным сроком хранения

Резюме. В связи с отсутствием на рынке Казахстана производства отечественных галет с длительным сроком хранения для военнослужащих учеными Алматинского технологического университета разработаны рецептура и технологические режимы производства галет «Сарбаздар» с длительным сроком хранения. В статье исследованы органолептические и физико-химические показатели качества, пищевая ценность и безопасность разработанных новых видов галет. Анализ результатов исследований показал, что по всем показателям исследуемые виды галет соответствуют требованиям СТ 151040016692-ТОО-03-2016 «Изделия кондитерские галеты «Сарбаздар».

Ключевые слова: галеты, качество изделий, пищевая ценность, безопасность.

УДК 663.813

A.S.Mukhambetkaliyeva, G.O. Bugubayeva, B.T.Tnymbayeva, G.M.Asilova, A.A.Zheldybayeva
(Institute of Food Safety, Almaty Technology University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: ayazhansabyrkyzy1995@gmail.com)

QUALITY RESEARCH OF JUICE DRINKS

Abstract. The quality of juice drinks is characterized by organoleptic, physical and chemical, microbiological and safety indicators. Specified physical and chemical parameters are defined for the ready for drink juices and organoleptic characteristics are evaluated. Testing juice drinks includes an assessment of the state of packaging and labeling of the combined sample selected from a particular batch of "random" method, verification of documents and quality assessment.

Keywords: juice drinks, physical and chemical, microbiological indicators, sampling.

А.С.Мухамбеткалиева, Г.О. Бугубаева, Б.Т. Тнымбаева, Г.М.Асилова, А.А.Жельдыбаева
(Алматинский технологический университет, Алматы, Республика Казахстан,
эл.адрес:., ayazhansabyrkyzy1995@gmail.com)

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА СОКОСОДЕРЖАЩИХ НАПИТКОВ

Аннотация. Качество сокосодержащих напитков характеризуют органолептические, физико-химические, микробиологические показатели и показатели безопасности. Для готовых напитков определяют нормируемые физико-химические показатели и проводят оценку органолептических показателей. Экспертиза сокосодержащих напитков включает оценку состояния тары и маркировки объединенной пробы, отобранной из конкретной партии «случайным» методом, проверку документов и оценку качества.

Ключевые слова: сокосодержащие напитки, физико-химические, микробиологические показатели, отбор проб.

В настоящее время для расширения ассортимента выпускаемой продукции в производстве безалкогольных и алкогольных напитков широко используется растительное сырье. Наличие в нем большого количества биологически активных веществ: витамины, аминокислоты, дубильные вещества, макро- и микроэлементы и т.д. позволяют придать напиткам определенные функциональные свойства, например, лечебно-профилактические. Однако при этом возникает проблема экологической чистоты растительного сырья и изделий, вырабатываемых из них, так как неизбежно проявляется воздействие негативных факторов внешней среды. Напитки с растительной основой частично можно

отнести к одному из возможных факторов поступления в организм человека ксенобиотиков (радионуклидов, пестицидов, нитратов и т.д.). [1,2]. Содержание токсичных элементов в сырье зависит от особенностей растений, от географических, климатических и экологических особенностей местности. Некоторые виды растений обладают свойством связывать соли тяжелых металлов с образованием комплексов, которые выводятся из организма. [4,5].

безопасности необходимо исследовать закономерности накопления и распределения токсичных элементов в растениях, что поможет выявить регионы экологически более благополучные для сбора растительного сырья.

Безалкогольные напитки должны быть приготовлены в соответствии с требованиями ГОСТ 28188-2014 «Напитки безалкогольные. Общие технические условия» по рецептурам и технологическим инструкциям с соблюдением санитарных норм и правил, утвержденных в установленном порядке. Проверку напитков на соответствие требованиям нормативной технической документации осуществляют по показателям качества, объединенным в группы:

- 1 группа: внешнее оформление бутылок или банок;
- 2 группа: внешний вид продукции;
- 3 группа: массовая доля двуокиси углерода;
- 4 группа: вкус, цвет и аромат, массовая доля сухих веществ, спирта, токсичных элементов, кислотность и стойкость;
- 5 группа: объем продукции.

Органолептические показатели качества сокосодержащих напитков и их оценка.

При оценке органолептических показателей сокосодержащих исследуют следующие их качества: прозрачность, цвет, внешний вид; вкус; аромат; насыщенность диоксидом углерода (для газированных напитков). Органолептические показатели качества сокосодержащих напитков по органолептическим показателям осуществляется в соответствии с системой балльной оценки. [5,6].

Внешний вид напитков определяют визуально на соответствие требованиям нормативно-технической документации на готовую продукцию. По внешнему виду безалкогольные напитки подразделяют на жидкие (прозрачные и затемненные) и концентраты напитков. Напитки должны быть без осадка и посторонних взвешенных частиц. Цвет напитков должен соответствовать установленным эталонам цветности для каждого вида напитка. Прозрачность, цвет и возможное наличие посторонних включений для напитков в прозрачной таре определяют, просматривая закупоренные емкости с напитком, переворачивая их, в подходящем дневном свете, а также налив пробу в цилиндрический бокал вместимостью 200 см³ и диаметром 70 мм. Прозрачные напитки должны быть прозрачными жидкостями, без осадка и посторонних включений, не свойственных продукту. Концентраты напитков представляют собой однородный, равномерно окрашенный сыпучий порошок, таблетки, увлажненную кристаллическую или пастообразную массу, вязкую жидкость; гранулы разного размера

Вкус и аромат должны соответствовать исходному сырью, из которого изготовлены напитки, быть достаточно выраженными и свойственными данному напитку. Эти показатели оценивают при температуре 10-14°C, немедленно после налива пробы напитка в дегустационный бокал. [5,6].

Насыщенность напитка диоксидом углерода (для газированных напитков) выражается в обильном и продолжительном выделении газа, вызывающего покалывание поверхности языка. Устанавливают ее по выделению пузырьков, которое должно быть обильным и продолжительным после падения давления.

Оценка органолептических показателей качества безалкогольных напитков осуществляется по 25-балльной системе. Отдельные показатели качества напитков могут быть оценены следующим максимальным количеством баллов: прозрачность, цвет, внешний вид-7; вкус и аромат-12; насыщенность диоксидом углерода-6. Напиток, получивший суммарную оценку 25-23 балла, относят к напиткам отличного качества; 22-19-хорошего; 18-15-удовлетворительного; ниже 15 баллов-плохого качества.

Вывод. В производстве напитков, в том числе соков, нектаров и сокосодержащих напитков сегодня широко применяются различные пищевые добавки (консерванты, красители, ароматизаторы, стабилизаторы и др.), которые относятся к веществам, не свойственным пищевым натуральным продуктам.

Согласно закону «О качестве и безопасности пищевых продуктов», безопасность пищевых продуктов - состояние обоснованной уверенности в том, что пищевые продукты при обычных условиях их использования не являются вредными и не представляют опасности для здоровья нынешнего и будущих поколений [1,2,3].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Л.Я. Родионова, Е.А. Ольховатов, А.В. Степовой Технология безалкогольных напитков-Учебное пособие, 2016 год. - 175 стр.ил.
[2] А. Помозова Производство кваса и безалкогольных напитков-Учебное пособие 2006 год- 125 стр
[3] Л.В. Иванова Целительные соки-1997 год
[4] ГОСТ 28188-2014 «Напитки безалкогольные. Общие технические условия»
[5] В.А. Помозова, Т.Ф. Киселева, В.М. Позняковский "Экспертиза напитков, качество и безопасность" учебно-справочное пособие. 8-е издание 2010г.
[6] Г. Шуман "Безалкогольные напитки, сырье и технологические нормативы" СПб: Профессия, 2001г. 278 с.

Мухамбеткалиева А.С., Бугубаева Г.О., Тнымбаева Б.Т., Асилова Г.М., Жельдыбаева А.А.

Құрамында шырыны бар сусындардың сапасын зерттеу

Түйіндеме: Құрамында шырыны бар сусындардың сапасы органолептикалық, физикалық-химиялық, микробиологиялық көрсеткіштер мен қауіпсіздік көрсеткіштерін сипаттайды. Дайын сусындар үшін нормаланатын физика-химиялық көрсеткіштерді анықтайды және органолептикалық көрсеткіштерге бағалау жүргізеді. Құрамында шырыны бар сусындардың сараптамасы ыдыстың жай-күйін бағалауды және "кездейсоқ" әдіспен нақты партиядан іріктеп алынған біріктірілген сынамааның таңбалануын, құжаттарды тексеруді және сапасын бағалауды қамтиды.

Түйінді сөздер: шырыны бар сусындар, физико-химиялық, микробиологиялық көрсеткіштер, сынама алу.

УДК 621.311.22

D.M. Maksut, K.D. Baizhumanov

(Al-Farabi Kazakh national university, maksutov242@gmail.com, kadirbek_79@mail.ru)

CIRCULATION CHARACTERISTICS OF CONDENSATION STRUCTURES

Abstract. The relevance of the quantitative calculation of steam boilers is to find constructive solutions that can ensure reliable and safe operation of the working body on all boilers with heated boilers by quantitative calculations. The article is intended to analyze the circulation characteristics of condensation circuits. The study examined the natural circulation of water in a steam boiler. The hydraulic characteristics of the natural circulation circuit in the pipes are presented.

Key words: condensation, circulation, pipe, circuit, hydraulic characteristics.

Д.М. Максут, К.Д. Байжуманов

(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті)

КОНДЕНСАЦИЯЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫЛАРДЫҢ ЦИРКУЛЯЦИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ

Түйін. Бу қазандықтарының гидродинамикасын сандық есептеудің өзектілігі - сандық есептеулер арқылы қазандықтың барлық қыздырғыш беттеріндегі жұмысшы дененің сенімді әрі қауіпсіз қызметін қамтамасыз ете алатын конструктивті шешімдер табу болып табылады. Статя конденсациялық контурлардың циркуляциялық сипаттамаларын талдауға арналған. Зерттеу барысында бу қазандығындағы судың табиғи циркуляция процесстері қарастырылды. Табиғи циркуляциялық контурдың құбырлардағы гидравликалық сипаттамалары бейнеленген.

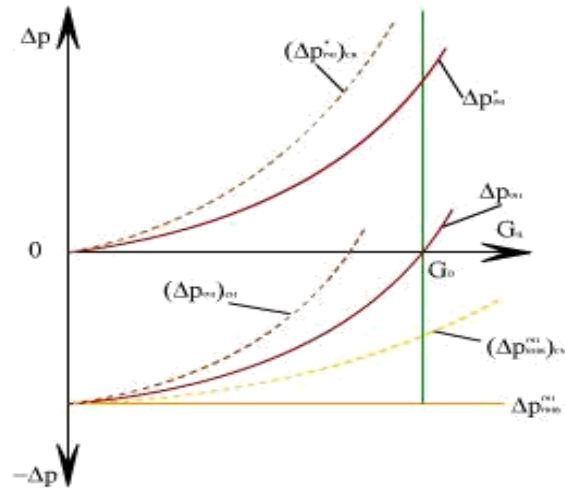
Кілт сөздер: конденсация, циркуляция, құбыр, контур, гидравликалық сипаттама.

Бу қазандықтарының гидродинамикасын сандық есептеудің өзектілігі - сандық есептеулер арқылы қазандықтың барлық қыздырғыш беттеріндегі жұмысшы дененің сенімді әрі қауіпсіз қызметін қамтамасыз ете алатын конструктивті шешімдер табу болып табылады; жаңадан құрылып не жобаланып жатқан энергетикалық объектілердің жылу өндіру құрылғыларының тиімді пайдалану үшін конструкциялық ұсыныстар жасау.

Циркуляция контуры тізбектей жалғасқан элементтерден тұрады. Контурдың қосынды гидравликалық сипаттамалары осы элементтердегі бірдей $G_{ц}$ шығындағы қысымдар айырымының қосындысы болып есептеледі [1].

Алынбалы құбырдағы судың жеткілікті қыздырылмауы қозғалыс кезінде қысымның $p_{оп}$ және $h'_{оп}$ артуына қарай үлкейеді (1-сурет). Төменгі коллекторда қыздырылмау деңгейі:

$$\Delta h'_{нед} = \Delta h'_{нед} + \frac{\partial h'}{\partial p} \Delta p_{оп} = \Delta h'_{нед} + \frac{\partial h'}{\partial p} (\Delta p'_{нив} - \Delta p'_{оп}) \quad (1)$$



1-сурет. Алынбалы құбырлардың гидравликалық сипаттамалары

Алынбалы құбырларға кірістегі судың қайнауы (кавитация құбылысы) алынбалы құбырларға кірістегі қысым $p_{ВХ} < p_B$, ал $h'_{ВХ} < h_B$ болғанда орын алуы ықтимал. Егер $\Delta h_{нед}^B = 0$ ($h_{оп} = h'_B$) болса, онда $h'_{ВХ} < h_{оп}$ және су булана бастайды. Циркуляциялық контурдың көтеру құбырларының гидравликалық сипаттамалары. Көтеру құбырларына қатысты циркуляция контурының қабылданған шамалары келесідей болады:

$$а) h_{нед}^{ex} = \Delta h_{нед}^{н.к}$$

мұндағы $\Delta h_{нед}^{н.к}$ есептелінеді:

$$б) q_1 = \frac{Q_{экр}}{H_{об}} = \frac{\bar{q}_n Q_n}{H_{об}}$$

мұндағы $Q_{экр}$ – экранның жылу қабылдағыштығы; $H_{эл}$ – қарастырып отырған контурдың сәулеқабылдағыштық қыздыру бетінің ауданы; q - орташа жылулық ағын (жылуқабылдағыштықтың бірқалыпсыздығын ескереді);

$$в) \bar{p}'_{эл} = p'; \bar{v}'_{эл} = v'$$

г) алынбалы құбырлардағы бу есебінен судың қыздырылуын $\Delta h_{сн}$ ескеру қажет. Осы шамаларды біле отырып, қайнау нүктесінің биіктігін $H_{т.з}$ есептеу өрнегі келесідей болады:

$$H_{т.з} = \frac{\Delta h_{нед}^b - \Delta h_{сн} + \frac{\partial h'}{\partial p} p' g \left(H_{он} - \frac{\Delta p_{он}^*}{p' g} \right)}{\frac{Q_{экр}}{H_{об} G_u} + \frac{\partial h'}{\partial p} p' g \left(\frac{Rv'}{p' g} G_u^2 + 1 \right)} \quad (2)$$

(2) өрнегін өрнегін қарапайымдауға болады: бұл кезде экономайзерлік бөліктегі кедергі аз ($Rv'G^2 \ll \rho'g$) деп есептеледі. Егер $H_{ЭК}$ қайнау нүктесінен төменгі коллекторға дейінгі белгілердің айырымы түрінде түсінсек, онда $H_{ЭК} = H_{т.з} + H_{до}$ болады (және 2-өрнегінің алымындағы $H_{оп} - H_{до}$ қажет).

Көтеру құбырларының кедергісі $\Delta p_{под}^*$ нивелирлік тегеурінсіз кедергілердің қосындысына тең:

$$\Delta p_{под}^* = \Delta p_{эк} + \Delta p_{по} \quad (3)$$

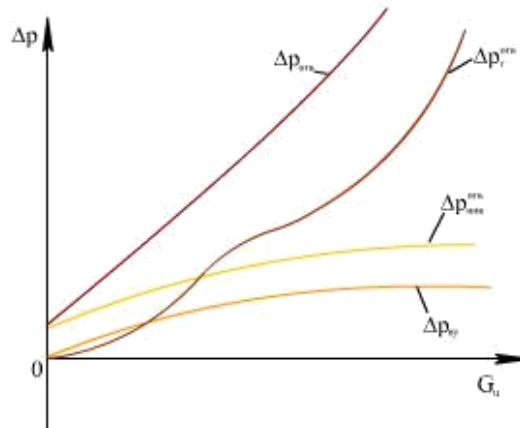
Шығыс құбырлардың кедергілері $\Delta p_{отв}^*$ қосымша $\Delta p_{в.у}$ ескеру арқылы есептеледі. $\Delta p_{в.у}$ барабандағы судың деңгейінен сулы-булы қоспа деңгейін көтеруге жұмсалатын энергия шығынын көрсетеді.

$$\Delta p_{в.у} = H_{np} (1 - \phi_{отв}) (p' - p'') g \quad (4)$$

Нивелирлік тегеурін шығыс құбырлардың биіктігі арқылы анықталады:

$$\Delta p_{нив}^{отв} = H_{np} (p' - \phi_{отв} (p' - p'')) g H \quad (5)$$

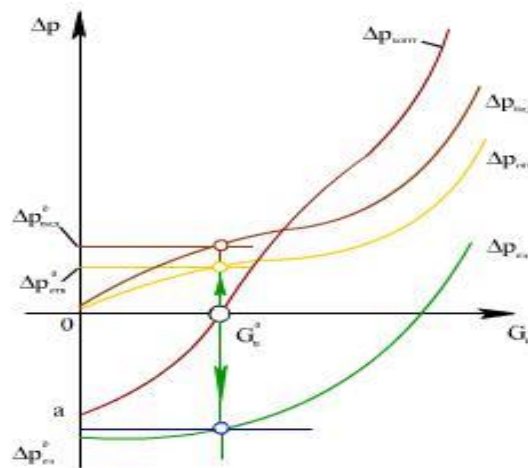
Шығыс құбырлардың гидравликалық сипаттамалары 2-суретте көрсетілген:



2-сурет. Табиғи циркуляциялық контурдың шығыс құбырларының гидравликалық сипаттамалары

Табиғи циркуляциялық контурдың гидравликалық сипаттамасы тізбектей жалғанған алынбалы, көтеру және шығыс құбырлардың гидравликалық сипаттамаларының қосындысы болып келеді (3-сурет).

$$\Delta p_{конт} = \Delta p_{оп} + \Delta p_{под} + \Delta p_{отв}. \quad (6)$$



3-сурет. Табиғи циркуляциялық контурдың гидравликалық сипаттамасы

Қозғалыс теңдеуінің шешімі $\Delta p_{конт} = 0$ болған кездегі G_u^0 шығын болып табылады. Осы шығын арқылы сәйкесінше $\Delta p_{оп}^0$, $\Delta p_{под}^0$, $\Delta p_{отв}^0$ мәндері және контурдың жұмысының басқа да параметрлері анықталады. Сонымен қатар алынбалы және көтеру құбырларының және жалпы контурдың жұмысының сенімділіктері тексеріледі [4].

Циркуляция контуры құбырлардың U-тәріздес (жоғарыда тұйықталған) компоновкасын білдіреді. Оның гидравликалық сипаттамасы сәйкесінше U-тәріздес құбырдың сипаттамасына ұқсас болып келеді.

Ең алдымен контурды есептеудің екі әдісінің байланыстарын анықтайық: гидравликалық сипаттама бойынша және пайдалы әсер тегеуріні $S_{пол}$ бойынша. Контурдың гидравликалық сипаттамаларына енетін нивелирлік напорлар қосындысы $\Delta p_{нив}^{конт}$:

$$\Delta p_{нив}^{конт} = \Delta p_{нив}^{оп} + \Delta p_{нив}^{под} + \Delta p_{нив}^{отв} = p' H_{оп} + (p' g H_{эн} + p_{см}' g H_{исп}) + \bar{p}_{см}^{отв} g H_{отв} \quad (7)$$

Алынбалы және көтеру бөліктері үшін жеке жазсақ:

$$\Delta p_{нив}^{конт} = p'gH_{он} - (p'gH_{эн} + \bar{p}_{см}^{исп} gH_{исп} + \bar{p}_{см}^{омб} gH_{омб}) \quad (8)$$

Көтеру бөлігі үшін орташа тығыздыққа қатысты:

$$\bar{p}_{см} = \frac{p'H_{эн} + \bar{p}_{см}^{исп} H_{исп} + \bar{p}_{см}^{омб} H_{омб}}{H_{эн} + H_{исп} + H_{омб}} \quad (9)$$

Мұндағы $H_{эн} + H_{исп} + H_{омб} = H_{ОП} = H_K$.

Сонда (8) келесідей жазылады:

$$\Delta p_{нив}^{конт} = -(p' + \bar{p}_{под})gH_{он} \quad (10)$$

Циркуляциялық контурдың әсер ету деңгейі келесідей:

$$S_{дв} = (p_{он} + \bar{p}_{под})gH_n \quad (11)$$

(10) мен (11) салыстырып:

$$S_{дв} = -\Delta p_{нив}^{конт}; \bar{p}_{под} = \bar{p}_{см} \quad (12)$$

Гидравликалық сипаттамаларда контурдағы қысымдар айырымы барлық кедергілердің қосындысы түрінде анықталады:

$$\Delta p_{конт} = \Delta p_{он}^* - (S_{дв} - (\Delta p_{под}^* + \Delta p_{омб}^*)) = \Delta p_{он}^* - S_{пол} \quad (13)$$

Осылайша $\Delta p_{конт}$, $S_{дв}$ мен $S_{пол}$ арасында байланыс орнатамыз. Контурдың жұмысшы нүктесінде $\Delta p_{конт} = 0$, (13) өрнектен осы теңдіктің басқа түрін аламыз:

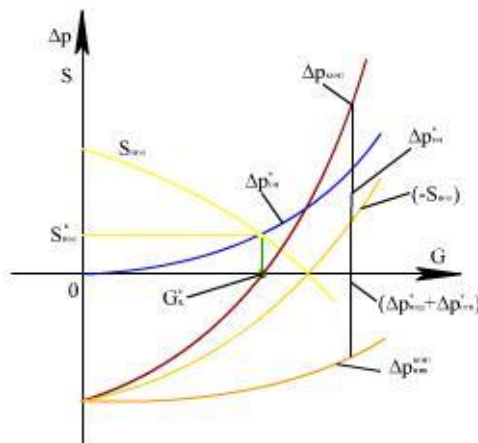
$$\Delta p_{он}^* = S_{пол}$$

(13) өрнектен $S_{пол}$ напорының $\Delta p_{конт}$ мен $\Delta p_{он}^*$ тәуелділігін анықтаймыз:

$$S_{пол} = -(\Delta p_{конт} + \Delta p_{он}^*) = -(\Delta p_{нив}^{конт} + \Delta p_{под}^* + \Delta p_{омб}^*) \quad (14)$$

Осыдан $S_{пол}$ анықтау үшін контурдағы $\Delta p_{он}^*$ басқа барлық кедергілердің қосындысын алып, таңбасын кері қоюға болады.

4-суретте $S_{пол}$, $\Delta p_{он}^*$, $\Delta p_{конт}$ мен $-S_{пол}$ арасындағы байланыс көрсетілген.



4-сурет. Циркуляцияның гидравликалық және пайдалы тегеуріні арасындағы қатынас

Осылайша, $S_{ДВ}$ мен $S_{ПОЛ}$ анықтау үшін гидравликалық сипаттамаларды құру кезіндегідей есептеулер орындалуы керек. Егер (14) өрнектегі қосындысына $\Delta p_{оп}^*$ қоссақ, контурдың гидравликалық сипаттамасы үшін өрнекті аламыз: $\Delta p_{конт} = f(G_{Ц})$. Дегенмен, екі $S_{ПОЛ} = f(G_{Ц})$ және $\Delta p_{конт}^* = f(G_{Ц})$ тәуелділіктен бірыңғай талдау жүргізуге болады. Алғашқы әдіс есептеулерді ЭЕМ-да алгоритмдеуге қолайлы болса, екінші әдіс аналитикалық есептеуге мақсатталған [5].

Циркуляцияның сенімсіз режимдері бірінші кезекте қыздырылуы орташа мәннен айырықша болатын құбырларда пайда болады. Қатты қыздырылған құбырларда контурдағы циркуляцияның үлкен емес бөліндісі кезінде пленканың кебу режимі көбінесе сәкес келеді. Еркін деңгейдің құрылуы және циркуляцияның кемуі, керісінше аз жылытылған құбырларда ертерек пайда болады. Су-булы қоспаның қозғалысының қабатталған режимі ағыстың төмен массалық жылдамдығы кезінде жүреді, және ол горизонтальді немесе аз иілген бөліктері бар аз қыздырылған құбырларда орын алады.

Циркуляция сенімділігінің жоғарылауы, әдетте конструктивті және эксплуатациялық жолмен контурдағы барлық трубалардың жылуқабылдағышын түзету жолында болуы мүмкін. Пештегі жылулық перекостардың нәтижесінде қыздырғыштағы жеке құбырлардың айырмашылығы 50% немесе одан да көп болады. Эксплуатациялық шарттардың әсерінен қыздырғыштың біркелкі болмауы уақыт кезінде тұрақты болмайды. Қазандық агрегатын эксплуатациялау кезінде пештің біртектілігін және экрандық құбырдың шлактанып кетуін болдырмауға барынша тырысады. Қыздырғыштың біртектілігін болдыратын конструктивті себептер контурдағы құбырлардың ұзындығының бірдей болмауы, қазандық зонасында қыздырғыштың әр түрлі мөлшермен орналасуы және т.б. болып табылады.

Бу қазандығындағы судың табиғи циркуляция процесі оның экономикалық тиімділігіне теріс әсер етпейді, дегенмен жалпы қазандықтың жұмыс жасау қабілетін жоғары дәрежеде анықтай алады.

Циркуляцияның сенімділігіне бу қазандығының жұмыс режимі аса әсер етеді. Әдетте қалыпты режимнен ауытқу кезінде циркуляция сенімсіздігі пайда болады. Жоғарғы жүктемелер кезінде циркуляция айтарлықтай интенсивті, яғни сенімді. Төменгі жүктемелер кезінде циркуляция нашарлайды, ал ең сенімсіз жұмыс қазандықты жылыту кезінде байқалады.

Сонымен қатар циркуляцияның бұзылулары қазандықтағы будың қысымын күрт әрі ұзақ мерзімді төмендету кезінде байқалады. Мысалы төменгі қысымды қазандықтарда қысым 0,01-0,02 бар/с жылдамдықпен құлайды, бұл кезде циркуляция бұзылады. Орта қысымдағы қазандықтарда (40-45 барға дейінгі) циркуляция бұзылуы қысымның 0,15 бар/с жылдамдықтарда құлауы кезінде байқалады.

Жоғары қысымды қазандықтарда қысымның жоғарылауының рұқсат етілген жылдамдығы орташа жүктемеден жоғары болғанда 0,5 бар/мин аспаса, ал төменгі жүктемелерде 0,25 бар/мин аспайды. Жоғары қысымды қазандықтарда қысымның құлау жылдамдығының ұсынылған мәні 2,5-3 бар/мин аспауы қажет.

Су қайнайтын бөлік және экрандық құбырлардың қабырғасының сенімді суынуын қамтамасыз ету үшін оларды сулы қабықшамен үздіксіз жауып отыру керек және құбырлардың ішкі қабырғасының бетінде тұздардың жиналуын болдырмау қажет. Осы талаптардың орындалуы циркуляциялық контурдың көтеру элементтеріне судың қалыпты беріліп отыруы кезінде іске асады.

Циркуляцияның келесідей бұзылулары белгілі болды:

- 1) циркуляцияның тоқырауы (бу пробкаларының түзілуі);
- 2) циркуляцияның ауытқуы (жұмысшы орта бағытын өзгертуі);
- 3) сулы-булы қоспаның қабаттасуы;
- 4) алынбалы құбырлардағы кавитация (құбырдың кіріс ұймасындағы қысымның төмендеуі нәтижесінде алынбалы құбырлардағы будың түзілуі) мен қайнауы.

Осылайша қазандықтың барлық жұмыс режимдерінде авариясыз жұмысты қамтамасыз ету үшін аталған төрт құбылыстың алдын алу қажет және сәйкесінше, құбырдағы су мен сулы-булы қоспаның үздіксіз қозғалысын қамтамасыз ету керек.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Локшин Д.Ф., Петерсон А.Л. Гидравлический расчет котельных агрегатов. – М., 1991. - 265 с.
2. Лебедев И.К. Гидродинамика паровых котлов. – М., 1987. - 240 с.
3. Стырикович М.А., Катковская Я. Энергетика и роль парогенераторов. – М., 1982. - 258 с.
4. Петров П.А. Гидродинамика прямооточного котлоагрегата. – М., 1988. - 254 с.
5. Бойко Е.А. Котельные установки и парогенераторы. – Красноярск, 2006. - 29 с.
6. Балдин О.М. Гидравлический расчет котельных агрегатов. Нормативный метод. – М.: Энергия, 1978. – 315 с.
7. Тепловой расчет котельных агрегатов. Нормативный метод. 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: НПО ЦКТИ-ВТИ, 1998. - 257 с.

Максут Д.М., Байжуманов К.Д.

Характеристика циркуляции конденсационных сооружений

Резюме. Актуальность количественного расчета паровых котлов заключается в поиске конструктивных решений, которые могут обеспечить надежное и безопасное функционирование рабочего органа на всех котлах с подогревом котлов путем количественных расчетов. Статья предназначена для анализа циркуляционных характеристик конденсационных контуров. В ходе исследования изучалась естественная циркуляция воды в паровом котле. Представлены гидравлические характеристики естественного циркуляционного контура в трубах.

Ключевые слова: конденсация, циркуляция, труба, контур, гидравлические характеристики.

УДК 637.12

¹N. Aralbayev, ¹F. Dikhanbayeva, ²Yu.A. Yusof, ³A. Serikbayeva

(¹Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, ²Universiti Putra Malaysia, Serdang, Malaysia, ³Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: aa_nurbek@bk.ru)

A CHANGE IN THE CONTENT OF WATER-SOLUBLE VITAMINS IN THE CAMEL MILK AFTER DRYING

Abstract. This work is devoted to the study of changes in the quantitative content of water-soluble vitamins in the production of camel milk powder. The method of spray drying (inlet temperature – 170°C, outlet temperature – 98±2°C) was used to obtain milk powder. In camel milk powder, compared with pasteurized camel milk, there was a decrease in the total concentration of water-soluble vitamins by almost 4 times (from 378.3 mg/l to 78.1 mg/l). Vitamin C content decreased from 4.911±0.167 g/kg to 0.858±0.292 g/kg. Also, vitamins B₁ and B₃ were not found in camel milk powder, and vitamin B₅ was not found in pasteurized camel milk. At the same time, the content of pyridoxine (vitamin B₆) in camel milk powder was almost 60% higher than in pasteurized camel milk. After drying, the amount of riboflavin (vitamin B₂) and folic acid (vitamin B_c) were not strongly altered.

Keywords: pasteurized camel milk, camel milk powder, spray drying, water-soluble vitamins, capillary electrophoresis.

¹Н. Аралбаев, ¹Ф. Диханбаева, ²Ю.А. Юсоф, ³А. Серикбаева

(¹Алматинский технологический университет, Алматы, Республика Казахстан

²Университет Путра Малайзия, Серданг, Малайзия

³Казахский Национальный Аграрный Университет

E-mail: aa_nurbek@bk.ru)

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ В ВЕРБЛЮЖЬЕМ МОЛОКЕ ПОСЛЕ СУШКИ

Аннотация: Данная работа посвящена исследованию изменения количественного содержания водорастворимых витаминов при производстве сухого верблюжьего молока. Для получения сухого молока использовался метод распылительной сушки (температура на входе – 170°C, на выходе – 98±2°C). В сухом верблюжьем молоке, по сравнению с пастеризованным, наблюдалось снижение общей концентрации водорастворимых витаминов почти в 4 раза (с 378,3 мг/л до 78,1 мг/л). Содержание витамина С снизилось с 4,911±0,167 г/кг до 0,858±0,292 г/кг. Также в сухом верблюжьем молоке не были обнаружены витамины В₁ и В₃, а в пастеризованном верблюжьем молоке – витамин В₅. При этом содержание пиридоксина (витамин В₆) в сухом верблюжьем молоке оказалось почти на 60% больше, чем в пастеризованном. После сушки количество рибофлавина (витамин В₂) и фолиевой кислоты (витамин В_c) не подвергались сильному изменению.

Ключевые слова: пастеризованное верблюжье молоко, сухое верблюжье молоко, распылительная сушка, водорастворимые витамины, капиллярный электрофорез.

Введение. Молоко является естественным источником ценных белков, питательных веществ и витаминов. Верблюжье молоко, благодаря своим антимикробным и иммуноподдерживающим свойствам, также используется в качестве терапевтических и лечебно-профилактических целях. Еще Авиценна заявлял о терапевтическом эффекте верблюжьего молока при заболеваниях селезенки, почек, печени, рака и у детей. Согласно традиционной иранской медицине, состав верблюжьего молока ближе к грудному молоку и обладает высокой пищевой ценностью и терапевтическими эффектами [1]. В верблюжьем молоке содержится большое количество витамина С, группы В, а также жирорастворимых витаминов (А, Е, D) [2, 3]. По сравнению с коровьим молоком, верблюжье молоко

содержит больше микро- и макроэлементов (натрий, калий, цинк, железо, медь, марганец), ниацина, аскорбиновую кислоту и относительно меньшее количество тиамин, рибофлавина, фолата, витамина В12, пантотеновой кислоты, витамина А, лизина и триптофана [4]. Также в некоторых работах указывалось, что верблюжье молоко содержит почти в три раза больше витамина С, чем коровье [5].

Как известно, срок хранения любого вида молока составляет всего несколько часов, если не подвергать его переработке. Для продления срока хранения молока используются различные виды тепловой и механической обработки. В целях подавления патогенных микроорганизмов в молоке используются низкотемпературная длительная пастеризация, высокотемпературная кратковременная пастеризация, стерилизация и сверхвысокотемпературная пастеризация [6]. Также для продления срока хранения молока на более долгий срок применяется сушка молока. В промышленности для производства сухого молока применяются различные методы сушки: распылительная, сублимационная (лиофильная), барабанная, конвективная, кондуктивная, сушка термоизлучением и токами высокой и сверхвысокой частоты [7]. Так как верблюжье молоко является термолабильным продуктом, то для его консервирования целесообразно использовать не очень высокие температуры (кратковременная пастеризация, распылительная и сублимационная сушка).

Методы исследования. Объектом исследования являлось свежее верблюжье молоко (*Camelus dromedarius*), полученное из верблюдоводческой фермы ТОО «Дәулет-Бекет», расположенной в п. Акши Алматинской области. Образцы молока были транспортированы в лабораторию в термоконтейнере, далее они хранились в холодильнике при температуре $4\pm 1^\circ\text{C}$.

Получение сухого верблюжьего молока. Охлажденное свежее верблюжье молоко подвергалось кратковременной пастеризации при 82°C в течение 15с. Затем пастеризованное верблюжье молоко охладили до $4\pm 1^\circ\text{C}$. Для получения сухого порошкообразного верблюжьего молока использовалась распылительная сушильная установка Buchi mini Spray Dryer B-290 (Швейцария). Параметры сушки были следующие: температура на входе – 170°C , аспиратор – 50%, скорость потока – 30 мл/мин, распыляемый поток газа – 30 мм. Температура образца на выходе составила $98\pm 2^\circ\text{C}$. Полученный образец сухого верблюжьего молока собирали в пластиковый контейнер и перенесли в холодильную камеру ($4\pm 1^\circ\text{C}$) для проведения дальнейших исследований.

Определение водорастворимых витаминов. Метод исследований основан на извлечении свободных форм водорастворимых витаминов из образцов, разделении, идентификации и определении массовых долей витаминов методом капиллярного электрофореза (М 04-72-2011) на установке КАПЕЛЬ-105 (Россия). Определение витаминов В1, В2, В3, В5 (никотиновая кислота), В6 и Вc осуществляли в варианте капиллярного зонного электрофореза. Детектирование витаминов проводили по их собственному поглощению при длинах волн 200 нм и 267 нм, используя программируемое переключение длин волн. Витамин В5 (никотинамид) определяли методом мицелярной электрокинетической хроматографии с детектированием по собственному поглощению при длине волны 200 нм.

Результаты исследования и обсуждение. Полученная последовательность пиков называется электрофореграммой, при этом качественной характеристикой вещества является параметр удерживания (время миграции), а количественной – высота или площадь пика, пропорциональная концентрации вещества. Электрофореграмма водорастворимых витаминов пастеризованного и сухого верблюжьего молока показаны на Рисунках 1 и 2.

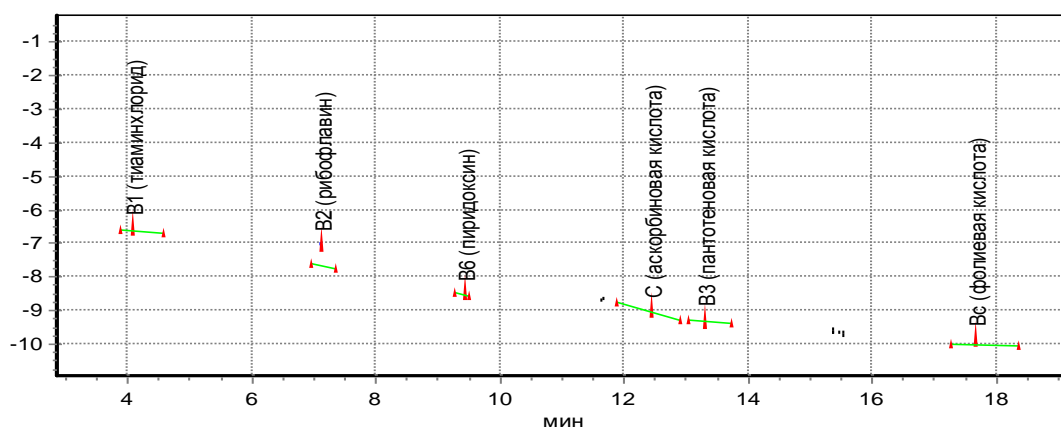


Рис 1. Электрофореграмма водорастворимых витаминов пастеризованного верблюжьего молока

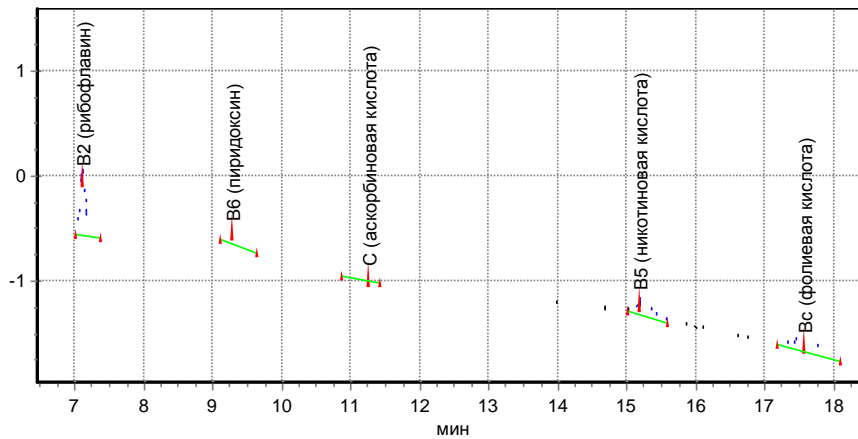


Рис 2. Электрофореграмма водорастворимых витаминов сухого верблюжьего молока

Количественное содержание водорастворимых витаминов в пастеризованном и сухом верблюьем молоке представлены в Таблицах 1 и 2. Количество витамина С в пастеризованном верблюьем молоке составил 69% по отношению к общей массе водорастворимых витаминов и составил $4,911 \pm 0,167$ г/кг. В свою очередь этот показатель оказался больше почти в 6 раз, чем в сухом верблюьем молоке ($0,858 \pm 0,292$). Это может объясняться чувствительностью витамина С к высоким температурам [8]. Но при этом соотношение количества аскорбиновой кислоты к общей массе витаминов сохранился и также составил 69%. Количество витамина В₆ в пастеризованном верблюьем молоке был наименьшим и составило $0,0469 \pm 0,009$ г/кг. В сухом верблюьем молоке содержание пиридоксина имело также наименьший показатель ($0,083 \pm 0,017$ г/кг), однако этот показатель почти в два раза больше в сравнении с образцом пастеризованного верблюжьего молока. Рибофлавин и фолиевая кислота после сушки были относительно стабильными, но соотношение их к общей массе водорастворимых витаминов немного выросли (от 11% до 30% и от 9% до 17% соответственно) [9]. Витамины В₁ и В₃ не обнаружались в сухом верблюьем молоке.

Таблица 1. Содержание водорастворимых витаминов в пастеризованном верблюьем молоке

№	Время	Компонент	Высота	Начало	Конец	Площадь	Концентрация, мг/л	Концентрация, г/кг
1	4,090	В ₁ (тиаминхлорид)	0,194	3,873	4,572	34,47	24,0	$0,536 \pm 0,107$
2	7,120	В ₂ (рибофлавин)	0,778	6,952	7,348	56,32	36,0	$0,804 \pm 0,338$
3	9,455	В ₆ (пиридоксин)	0,232	9,260	9,505	11,02	2,10	$0,0469 \pm 0,009$
4	12,448	С (аскорбиновая кислота)	0,180	11,903	12,907	63,75	220,0	$4,911 \pm 0,167$
5	13,308	В ₃ (пантотеновая кислота)	0,122	13,032	13,752	13,31	6,20	$0,138 \pm 0,0277$
6	17,667	В _c (фолиевая кислота)	0,287	17,283	18,353	65,66	30,0	$0,670 \pm 0,134$

Таблица 2. Содержание водорастворимых витаминов в сухом верблюьем молоке

№	Время	Компонент	Высота	Начало	Конец	Площадь	Концентрация, мг/л	Концентрация, г/кг
1	7,115	В ₂ (рибофлавин)	0,578	7,012	7,378	35,72	23,0	$0,564 \pm 0,237$
2	9,275	В ₆ (пиридоксин)	0,146	9,130	9,640	17,61	3,40	$0,083 \pm 0,017$
3	11,257	С (аскорбиновая кислота)	0,057	10,888	11,427	10,41	35,0	$0,858 \pm 0,292$
4	15,182	В ₅ (никотиновая кислота)	0,145	15,030	15,588	19,78	3,70	$0,091 \pm 0,016$
5	17,582	В _c (фолиевая кислота)	0,093	17,185	18,110	28,67	13,0	$0,319 \pm 0,064$

Выводы. Таким образом, при распылительной сушке (входная температура – 170°C, температура на выходе – 98±2°C) верблюжьего молока наблюдалось снижение водорастворимых витаминов, за исключением витамина В₆. Это может объясняться некоторым термолабильным свойством верблюжьего молока. Для более стабильного сохранения водорастворимых витаминов при сушке верблюжьего молока, необходимо снизить температуру сушки – этого можно добиться предварительным сгущением сырья перед сушкой. Однако, содержание витамина С в верблюьем молоке распылительной сушки все равно оказалось больше, чем в пастеризованном коровьем молоке [10].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Said Zibae, Syed Musa al-reza Hosseini, Mahdi Yousefi, Ali Taghipour, Mohammad Ali Kiani, Mohammad Reza Noras. Nutritional and Therapeutic Characteristics of Camel Milk in Children: A Systematic Review // *Electron Physician*. – 2015. – №7(7). – P. 1523-1528.
- [2] Konuspayeva G., Faye B., Loiseau G. The composition of camel milk: a meta-analysis of the literature data // *J Food Compos Anal*. – 2009. – №22. – P. 95-101.
- [3] Shamsia S.M. Nutritional and therapeutic properties of camel and human milks // *International Journal of Genetics and Molecular Biology*. – 2009. – №1(2). – P. 52-58.
- [4] Nikkhah A. Science of Camel and Yak Milks: Human Nutrition and Health Perspectives // *Food and Nutrition Sciences*. – 2011. – №2. – P. 667-663.
- [5] Farah Z., Rettenmaier R., Atkins D. Vitamin content of camel milk // *Int J Vitam Nutr Res*. – 1992. – №62. – P. 30-33.
- [6] Benabdelkamel H., Masood A., Alanazi I.O., Alzahrani D.A., Arabiah D.K., AlYahya S.A., Alfadda A.A. Proteomic profiling comparing the effects of different heat treatments on camel (*Camelus dromedarius*) milk whey proteins // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2017. – №18. – P. 2-15.
- [7] Чоманов У.Ч., Шингисов А.У. Совершенствование технологии вакуум-сублимационной сушки кумыса и шубата. Монография. – Алматы: Типография 378, 2016г. – 25с.
- [8] Vincenzetti S., Savini M., Cecchini C., Micozzi D., Carpi F., Vita A., Polidori P. Effects of Lyophilization and Use of Probiotics on Donkey's Milk Nutritional Characteristics // *International Journal of Food Engineering*. – 2011. – №7 – P. 58.
- [9] Fox P.F., McSweeney P.L.H. *Advanced Dairy Chemistry*. – London: Elsevier Applied Science Publishers and Chapman & Hall, 1997 – Volumes 1, 2 and 3.
- [10] Ayele Gizachew, Jabir Teha, Tadesse Birhanu. Review on Medicinal and Nutritional Values of Camel Milk // *Nature and Science*. – 2014. – №12(12). – P. 37.

Аралбаев Н., Диханбаева Ф., Юсоф Ю.А., Серикбаева А.

Түйе сүтіндегі суда еритін дәрумендер құрамының кептіруден кейінгі өзгеруі

Түйіндеме. Аталған жұмыс құрғақ түйе сүтін өндіру кезінде суда еритін дәрумендер құрамының сандық өзгеруін зерттеуге арналған. Құрғақ сүтті өндіру үшін бүріккіш кептіру әдісі қолданылды (кіріс температурасы – 170°C, шығу температурасы – 98±2°C). Пастерленген түйе сүтімен салыстырғанда, құрғақ түйе сүтінде суда еритін дәрумендердің жалпы концентрациясының 4 есе дерлік азаюы байқалды (378,3 мг/л-ден 78,1 мг/л-ге дейін). С дәруменінің мөлшері 4,911±0,167 г/кг-нан 0,858±0,292 г/кг-ға дейін азайды. Сонымен қатар, құрғақ түйе сүтінде В₁ және В₃ дәрумендері табылмады, ал пастерленген түйе сүтінде В₅ дәрумені табылмады. Бұл ретте құрғақ түйе сүті құрамындағы пиридоксин (В₆ дәрумені) мөлшері пастерленген түйе сүтіне салыстырғанда 60%-ға дерлік көп болды. Рибофлавин (В₂ дәрумені) және фолий қышқылы (В_с дәрумені) мөлшері кептіруден кейін үлкен өзгеріске ұшыраған жоқ.

Түйін сөздер: пастерленген түйе сүті, құрғақ түйе сүті, бүріккіш кептіру, суда еритін дәрумендер, капиллярлы электрофорез.

05.11.71.

G.N. Nyusupova, A.B. Abilova, L.B. Kenespayeva, G.B. Aubakirova
(Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty
gulnara.nyusupova@kaznu.kz)

PROBLEMS OF EMPLOYMENT AND UNEMPLOYMENT IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Abstract: The article examines the main problems of employment and unemployment of the population of the Republic of Kazakhstan during the period of social and economic transformations in the country. The dynamically developing labor market showed positive trends in employment of the population of the Republic of Kazakhstan. Analysis

of the unemployment rate in the context of the regions of the republic showed that, as a whole, in comparison with 1999, in 2016, the unemployment rate fell in more than two and a half times (from 13.5% to 4.9%).

The purpose of the study is to analyze the main directions of state regulation of employment and identify the causes of problems in employment. The article gives a statistical analysis of the level of employment and unemployment for 1991 - 2016. The Concept of the state policy of employment of the population of Kazakhstan is analyzed.

Keywords: employment, unemployment, state policy, unemployed population, economically active population, employment rate by regions of the Republic of Kazakhstan.

Г.Н. Нюсупова, А.Б. Абилова, Л.Б. Кенспаева, Г.Б. Аубакирова

(Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Республика Казахстан, Алматы
gulnara.nyusupova@kaznu.kz)

ПРОБЛЕМЫ ЗАНЯТОСТИ И БЕЗРАБОТИЦЫ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Аннотация: В статье рассматриваются основные проблемы занятости и безработицы населения Республики Казахстан в период социально-экономических преобразований в стране. Динамично развивающийся рынок труда показал положительные тенденции в обеспечении занятости населения Республики Казахстан. Анализ данных уровня безработицы в разрезе регионов республики показал, что в целом по сравнению с 1999 годом в 2016 году уровень безработицы сократился более чем в два с половиной раза (с 13,5% до 4,9%).

Целью исследования является анализ основных направлений государственного регулирования занятости и выявление причин существования проблем в сфере занятости. В статье приводится статистический анализ уровня занятости и безработицы за 1991 - 2016 гг. Проанализирована Концепция государственной политики занятости населения Казахстана.

Ключевые слова: **занятость, безработица, государственная политика, безработное население, экономически активное население, уровень занятости по регионам Республики Казахстан.**

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы трудоустройства, поддержка и развитие профессиональной конкурентоспособности населения Республики Казахстан на рынке труда являются весьма актуальным и стратегическим приоритетом государственной политики республики. Рынок труда как базовый элемент социальной сферы, имеющий механизм эффективной занятости населения, ориентирован на борьбу с безработицей.

Реализация государственной политики занятости населения требует аккумулирования информации о состоянии занятости трудоспособного населения. Согласно Конституции Республики Казахстан (р. 2 ст. 24) занятость связана с реализацией прав человека «каждый имеет право на свободу труда, свободный выбор рода деятельности и профессии; каждый имеет право на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены, на вознаграждение за труд без какой-либо дискриминации, а также на социальную защиту от безработицы» [1]. Основной программой, реализуемой в стране в рамках формирования эффективной модели социально-трудовых отношений и направленной на повышение занятости является «Дорожная карта занятости 2020», утвержденная правительством Республики Казахстан от 31 марта 2015 г. и «Программа развития продуктивной занятости и массового предпринимательства» на 2017-2021 годы (Дорожная карта занятости-2020, 2015) [2].

Проблемы занятости и безработицы подробно были затронуты в Послании Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана от 10 января 2018 г. «Новые возможности развития в условиях четвертой промышленной революции». Где сказано о государственных программах, для улучшения ситуации с проблемами занятости и безработицы, необходимости продления реализация проекта «Бесплатное профессионально-техническое образование для всех», «Программа развития продуктивной занятости и массового предпринимательства», в 2018 году планируется внедрение единой электронной биржи труда в Республике Казахстан [3].

Еще в советский период некоторые ученые считали, что в стране будут постоянно сохраняться высокие темпы прироста населения. Отсюда следовали вывод о практической неограниченности потенциальных трудовых ресурсов, о возможности решать многие социальные задачи за счет увеличения занятых, т.е. экстенсивным путем, несмотря на то, что в государственных документах неоднократно подчеркивалась решающая роль роста производительности и улучшения организации труда в развитии

экономики. Необходимо учитывать, что демографические последствия, в том числе и негативные, многих принимаемых социально-экономических решений часто определяются не сразу, а через ряд лет, причем далеко не всегда их можно измерить количественно [4].

В Республике Казахстан и в странах СНГ практически отсутствует опыт прогнозирования потребности в людских ресурсах на рынке труда в отношении квалификации и профессии претендентов на работу. Поэтому следует принимать во внимание опыт зарубежных стран, например, в США регулярно проводится прогнозирование уровня занятости по отраслям промышленности, потребность регионов, территорий, отраслей и бизнеса в трудовых ресурсах, обоснование расчетов роста экономики, производительность труда и необходимость инвестиций [5, 6].

Между занятостью и производительностью экономики страны существует большая зависимость. Производительность экономики прямо пропорциональна способности предприятий успешно реагировать на новые вызовы в области инноваций и оптимального использования производственных ресурсов. Правильная интерпретация результатов исследований занятости и безработицы может в значительной степени прояснить ситуацию на рынке труда и в национальной экономике и повлиять на поведение населения трудоспособного возраста [7,8,9].

В частности, концепция долгосрочного социально-экономического развития предполагает переход от экспорта сырья к инновационному социально ориентированному типу экономического развития. Под влиянием экономических и технологических факторов происходят изменения в структуре занятости, то есть производство будет инновационным, технологии, внедряемые в производство заменит человеческий труд или значительно улучшат его производительность. Появление высокотехнологичных секторов экономики провоцирует повышение роли творчества в производстве, что приведет к изменениям в социальных и трудовых отношениях. Трудовой процесс, а также условия занятости будут индивидуализированы, что, вероятно, повлечет за собой дальнейшее развитие новых технологий для организации труда, регулирования социально-трудовых отношений и нестандартных форм занятости [10].

В условиях модернизации производства работодателям требуются профессионально мобильные работники, а кадровый потенциал, являющийся национальным достоянием страны, не всегда находит должного применения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методологическую основу исследования составил системный анализ проблем занятости и безработицы в Республике Казахстан. Был использован абстрактно-логический, социально-исторический метод, позволяющий проследить становление, функционирование и развитие сферы занятости в Казахстане. Для анализа использовались статистические данные представленные Комитетом по Статистике Республики Казахстан. С использованием ГИС технологий составлены карты распределения экономически активного населения по регионам Республики Казахстан за 1991, 1999, 2009 и 2014 гг.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В 2016 г. численность населения в Республике Казахстан составила 17733,2 тыс. человек, из них городского – 10113,8 тыс. человек (57%), сельского - 7619,4 тыс. человек (43%), мужчин – 8605,1 тыс. человек (48,5%), женщин – 9128,1 тыс. человек (51,5%). За период 1991-2016 гг. наблюдался значительный прирост трудоспособного населения во всех областях Казахстана, как в городской местности, так и в сельской.

В 1991-2016 гг. произошло увеличение трудоспособного населения республики на 1407,4 тыс. человек или на 13 %. При этом, в 1991 г. численность трудоспособного населения была равна 10225 тыс. человек (62,5%), в 2016 г. – 11632,4 тыс. человек (67,1%).

В 2016 г. наибольшая доля трудоспособного населения была в г. Астана - 69,6%. Темпы роста сельского населения трудоспособного возраста были выше, чем городского (58,1% в 1991 г. до 64,1% в 2016 г.). Во многом это было обусловлено более «молодой» возрастной структурой села, которая давала возможность более широкого замещения поколений [11].

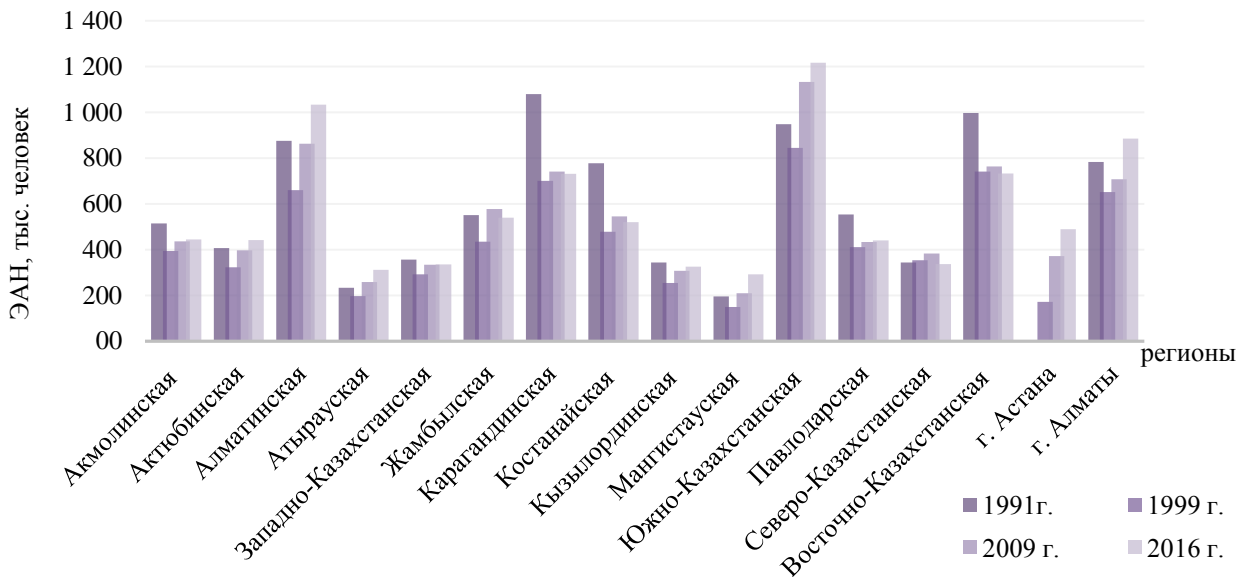


Рис. 1. Динамика численности экономически активного населения в разрезе регионов Республики Казахстан за 1991 - 2016 гг.

Среди регионов традиционно высокое количество занятых в период с 1991 г. до 2016 г. сохраняется в Южно-Казахстанской (в 1991 г. - 602,3 тыс. человек; в 1999 г. - 725,7 тыс. человек; в 2009 г. - 1057,6 тыс. человек; в 2016 г. - 1147,2 тыс. человек) и Алматинской (в 1991 г. - 652,7 тыс. человек; в 1999 г. - 565,0 тыс. человек; в 2009 г. - 807 тыс. человек; в 2016 г. - 985,3 тыс. человек) областях. (рисунок 1)

На 1 января 2016 года на учете в органах занятости состояло 37,5 тыс. чел., из них 19,4 тыс. чел., т.е. 51,7 %, жители сельской местности. В числе безработных 21,9 тыс. чел. или 58,4 % женщины, 32 %, т.е. 12 тыс. чел. молодежь в возрасте 16-29 лет.

При содействии органов занятости населения трудоустроено 362,7 тыс. чел. или 70,0 % к общему числу обратившихся в уполномоченные органы (с учетом участников ДКЗ 2020), из которых на социальные рабочие места – 21,9 тыс. безработных граждан, на прохождение «молодежной практики» направлено 16,1 тыс. выпускников организаций образования. Жители сельской местности в числе трудоустроенных составляют 178,4 тыс. чел. или 49,2 процента.

За 2016 год охвачены общественной работой 91,6 тыс. чел. или 25,3 процента к числу обратившихся, из их числа 55,1 тыс. чел. жители сельской местности. Из числа лиц, направленных на общественные работы, около 31 процента оказывали помощь организациям жилищно-коммунального хозяйства в уборке территорий городов, населенных пунктов, промышленных предприятий, более 28 процентов граждан приняли участие в экологическом оздоровлении регионов (озеленение и благоустройство).

В 4 квартале 2016 года численность безработных составляла 441,3 тыс. человек, уровень безработицы – 4,9%, в сравнении с данными аналогичного периода 2015 года этот показатель снизился на 10,0 тыс. человек, уровень безработицы снизился на 0,1%. (рисунок 2) [12, 13].

Анализ структуры распределения занятых по видам экономической деятельности показывает, что с 2009 г. снижается доля занятых в сельском хозяйстве (с 28,3% в 2009 г. до 16,2% в 2016 г.).

Наиболее существенное увеличение удельного веса занятых отмечалось в сфере обрабатывающей и добывающей промышленности (с 11,7% в 2009 г. до 12,7% в 2016 г.), строительстве (с 7,0% в 2009 г. до 7,9% в 2016 г.), оптово розничной торговле и ремонте автомобилей и мотоциклов (с 15,1% в 2009 г. до 15,3% в 2016 г.) финансовой и страховой деятельности (с 1,3 % до 2,1 %) и секторе информации и связи (с 6,3 % до 7,2%). (рисунок 3,4)

На фоне роста экономики повысилась эффективность использования трудовых ресурсов и снижения доли самозанятого населения на 2,4%.

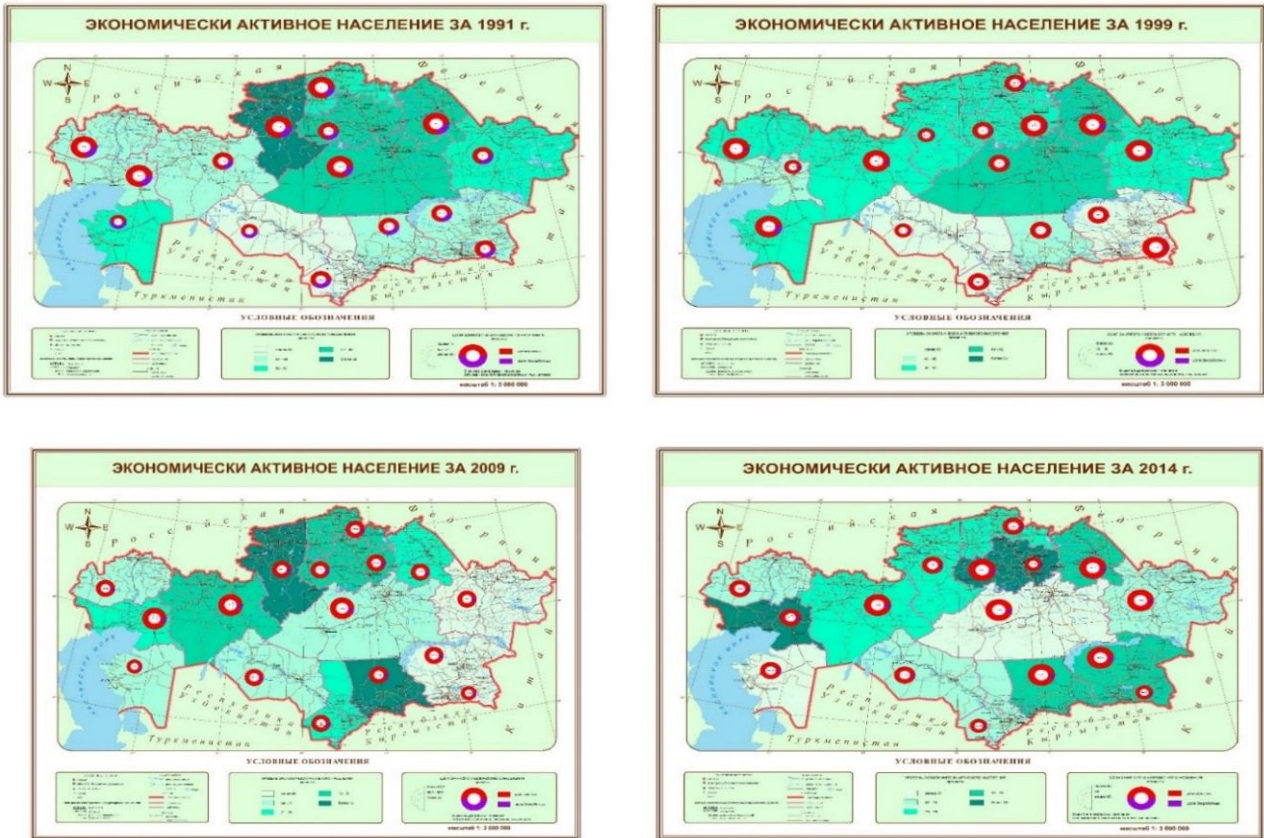


Рис. 2. Экономически активное население в регионах Республики Казахстан за 1991, 1999, 2009, 2014 гг.



Рис. 3. Распределение занятых по видам экономической деятельности за 2009 г. (в %)



Рис. 4. Распределение занятых по видам экономической деятельности за 2016 г. (в %)

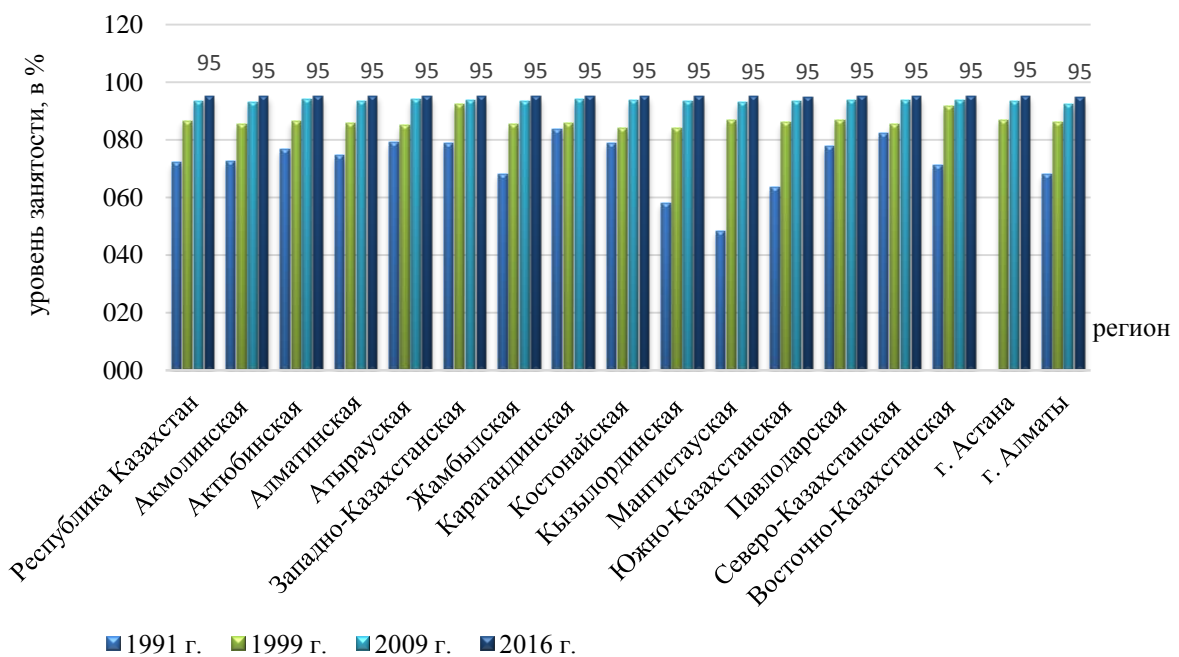


Рис. 5. Динамика занятости населения в разрезе регионов Республики Казахстан за 1991 - 2016 гг.

Безработица является чрезвычайно важной и многоплановой областью экономической и социальной жизни. В результате анализа количества безработного населения и уровня безработицы в республике за 1991-2016 годы было выявлено, что начиная с 2000 года в Казахстане наблюдается тенденция к снижению уровня безработицы. Следует отметить, что с 1991 по 1999 годы уровень безработицы в Казахстане снизился с 27,8 % до 13,4 %, т.е. в 2 раза, а с 1999 года уровень безработицы снизилась с 13,4 % до 4,9 % в 2016 году. Уровень занятости населения в Республике Казахстан с каждым годом только увеличивается. Если в 2010 г. численность занятых составляла 8 264 тыс. человек, то в 2016 г. – возросла до 8 553 тыс. человек.

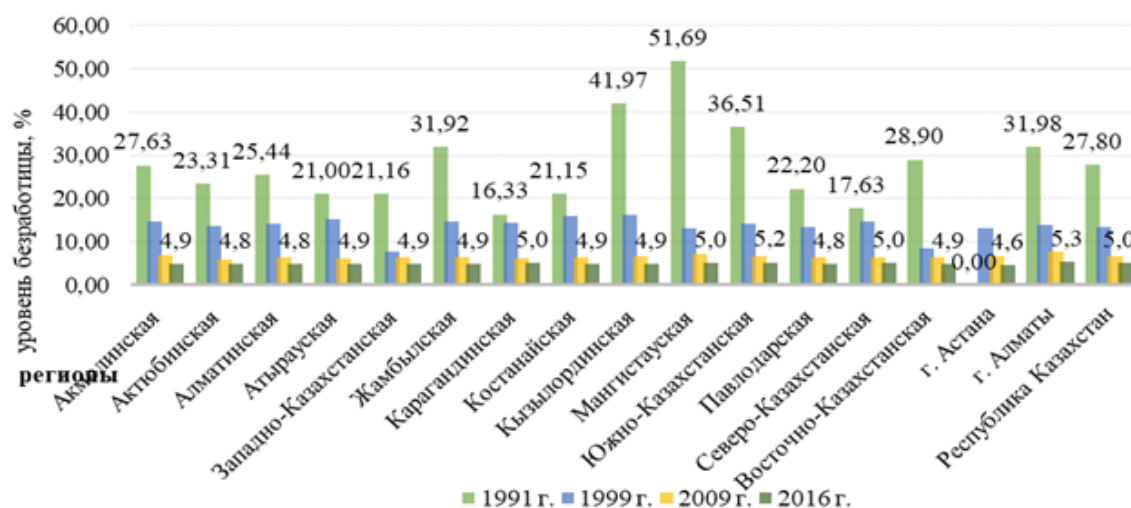


Рис. 6. Показатели безработицы населения в разрезе регионов Республики Казахстан за 1991 - 2016 гг.

На рисунке 6 приведены изменения уровня безработицы в республике. Анализ данных официальной статистики показал значительное снижение показателей безработицы населения в разрезе регионов Республики Казахстан. Так в 1991 г. высокий процент безработных наблюдался в Мангыстауской (51,69%), Кызылординской (41,97%), Южно-Казахстанской областях (36,51%). На 2016 г. показатели безработицы по всем регионам практически на одном уровне (4,7 – 5,3 %) (рисунок 6).

Уровень безработицы, рассчитанный на базе данных служб занятости, приблизительно отражает действительное положение на рынке труда, однако, реальный уровень безработицы выше, чем отражен в регистрах. Следует признать, это рассчитанная величина не охватывает всех безработных. Рынок труда характеризуется таким явлением как скрытая безработица. По данным 2016 г. уровень скрытой безработицы в республике составил 0,4 процента (33,3 тысячи человек) от экономически активного населения.

Кроме того, безработные граждане не мотивированы в посещениях центров занятости и в получении статуса безработного из-за сложности регистрации, а также отсутствия реального содействия в трудоустройстве и материальной поддержки со стороны служб занятости. В силу этого база данных о кадрах у служб занятости в Казахстане неполная. Поэтому работодатели не проявляют большого интереса к их услугам. Слабая координация занятости приводит к росту дисбаланса между спросом и предложением на рынке труда. И не способствует объективной оценке эффективности реализуемых государством мероприятий по повышению занятости и сокращения безработицы [14].

Городское население Казахстана, в отличие от сельского, отличаются более широким выбором занятости, размер заработной платы гораздо больше чем в сельском поселении. Более того, сельское хозяйство в Казахстане, которое является основной сферой занятости в сельской местности, в основном представлено интенсивным сельским хозяйством, которое в некоторой степени не оправдывает свои затраты. Наблюдается и такая картина, когда мужчины трудоспособного возраста в поисках высокооплачиваемой работы уезжают в города, оставляя свои семьи в селах. Так же, на сегодняшний день отдельные регионы Республики Казахстан сталкиваются с миграционными потоками из сопредельных государств, где незаконные трудящиеся-мигранты дестабилизируют местные рынки труда. Нерегулируемая трудовая миграция несет за собой массу причин возникновения социальных и трудовых конфликтов на местах, что в целом приводит к дестабилизации ситуации на местах. Существует негативное влияние мигрантов на коренное население, создавая конкуренцию на рынке трудам или снижая заработную плату [15].

ВЫВОДЫ: Уровень экономической активности населения в Республике Казахстан за исследуемый период с 1991 по 2016 гг. вырос с 55,01 % до 71,2 %, численность экономически активного населения увеличилась с 7 млн. до 9 млн. человек, занятого населения - с 6,7 млн. до 8,5 млн. человек. Рост экономики страны и создание постоянных рабочих мест способствовали снижению уровня безработицы более чем в 5 раз – с 27,8% в 1991 г. до 4,9% в 2016 г. Численность безработного

населения в 2016 г. составила 445,5 тыс. человек, что в 5,7 раза меньше по отношению к 1991 г. (2594,0 тыс. чел.). Высоким остается процент скрытой безработицы По данным 2016 г. уровень скрытой безработицы составил 0,4 процента (33,3 тысячи человек) от экономически активного населения. В современной рыночной экономике обязательно должен существовать оптимальный резерв работников, поддерживаться естественная норма безработицы, но существование скрытой безработицы говорит о необходимости совершенствования государственной политики и реализуемых программ занятости и трудоустройства населения. Для сбалансированности спроса и предложения рабочей силы необходимо совершенствование мониторинга спроса и предложения на рабочую силу на рынке труда, осуществление мер по содействию занятости целевых групп населения за счет создания социальных рабочих мест для трудоустройства инвалидов, поддержки трудовой и предпринимательской инициативы лиц, желающих открыть свое дело, направления безработных на обучение с целью дальнейшей ориентации их на самостоятельное создание рабочего места, также упростить пути регистрации гражданам Казахстана для получения статуса безработного.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Конституция Республики Казахстан (2017), с поправками (раздел 2 Статья 24) http://www.akorda.kz/ru/official_documents/constitution.
- [2] Дорожная карта занятости-2020. (2015) https://online.zakon.kz/document/?doc_id=34896883
- [3] Послание Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана. (2018) 10 января 2018 г. Новые возможности развития в условиях четвертой промышленной революции <http://www.akorda.kz/ru>
- [4] Ефимова Л.А. (2015) Занятость и безработица в России. Региональная экономика: теория и практика. Москва. 20 (395), С. 14-22.
- [5] Daniya Shigarova, Munir Valiulli, Oksana Yrieva, Liliya Safina. (2015) The Methods of Prediction of Demand on the Labor Market. *Procedia Economics and Finance*. Volume 23, Pages 1476-1479
- [6] Gunter, Samara R. (2017) Dynamics of Urban Informal Labor Supply in the United States//*SOCIAL SCIENCE QUARTERLY* Том: 98 Выпуск: 1 Стр.: 16-36 MAR 2017)
- [7] Rastislav Kotulic, Ivana Kravcakova Vozarova, Jozef Nagy, Emilia Huttmanova, Roman Vavrek. (2015) Performance of The Slovak Economy in Relation to Labor Productivity and Employment. *Procedia Economics and Finance* Volume 23, Pages 970-975
- [8] ViktoriaTciklauri, Devyatilova Alexandra, Artemov Roman (2017) Shadow Globalization as a Threat to World Economic Growth. 29th International-Business-Information-Management-Association Conference. Vienna, AUSTRIA публ.: 2478-2488 MAY 03-04, 2017
- [9] Remeikiene Rita, Gaspareniene, Ligita, Schneider, Friedrich Georg (2018) THE DEFINITION OF DIGITAL SHADOW ECONOMY. *TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT OF ECONOMY* Том: 24 Выпуск: 2 Стр.: 696-717, 2018
- [10] Viktoria Bazzhina. (2015) Labour activity as a factor of social, economic and emotional well-being of the population. *International Conference on Research Paradigms Transformation in Social Sciences. Procedia - Social and Behavioral Sciences* 166, 74 – 81
- [11] Комитет по Статистике Республики Казахстан - www.stat.gov.kz, дата обращения к ресурсу 10 ноября 2018.
- [12] Трудовой кодекс Республики Казахстан от 23 ноября 2015 г. <http://adilet.zan.kz/rus/docs/K1500000414/info>
- [13] Министерство труда и социальной защиты населения Республики Казахстан. Официальный интернет-ресурс – <https://www.enbek.gov.kz/ru/node/335592>, дата обращения к ресурсу 20 ноября 2018.
- [14] Ишекенова Б. (2017) В Казахстане обеспокоены ростом безработных с дипломом. <https://lsm.kz>
- [15] Rachel M. Friedberg and Jennifer Hunt. (1995) The Impact of Immigrants on Host Country Wages, Employment and Growth. *Journal of Economic Perspectives—Volume 9, Number 2—Spring* Pages 23–44

Нюсупова Г.Н., Абилова А.Б., Кенеспаева Л.Б., Аубакирова Г.Б.

Қазақстан Республикасындағы жұмыспен қамтылу және жұмыссыздық мәселелері

Түйіндеме. Мақалада елдегі әлеуметтік-экономикалық өзгерістер кезеңіндегі Қазақстан Республикасы халқының жұмыспен қамтылу және жұмыссыздықтың негізгі мәселелері қарастырылады. Қазақстан Республикасының дамып келе жатқан еңбек нарығы халқты жұмыспен қамтудың оң үрдістерін көрсетті. Республика өңірлері бойынша жұмыссыздық деңгейін талдау барысында 1999 жылмен салыстырғанда, 2016 жылы жұмыссыздық деңгейі екі жарым есе (13,5% -дан 4,9% -ға дейін) төмендегенін көрсетті.

Зерттеудің мақсаты халықты жұмыспен қамтуды мемлекеттік реттеудің негізгі бағыттарын талдау және жұмыспен қамту мәселелерінің себептерін анықтау болып табылады. Мақалада 1991 - 2016 жылдар аралындағы жұмыспен қамту және жұмыссыздық деңгейінің статистикалық талдауы келтірілген. Қазақстан халқының жұмыспен қамтудың мемлекеттік саясатының тұжырымдамасы талданды.

Түйін сөздер: жұмыспен қамту, жұмыссыздық, мемлекеттік саясат, жұмыссыздар, экономикалық белсенді халық, Қазақстан Республикасы аумақтары бойынша жұмыспен қамту деңгейі.

УДК 624.078.82

¹S.K. Akhmediyev, ²O. Khabidolda, ³B.R. Zholmagambetova, ²Zh. Madibaiuly, ¹A.Z. Sakhtaganov
(¹KazMIRD Institute at Karaganda State Technical University, Karaganda,
²Kazakh National University n.a. al-Farabi, Almaty, ³L.N. Gumilyov Eurasian National University,
Nur-Sultan. E-mail: oka-kargtu@mail.ru)

DEFORMED CONDITION OF A CANTILEVER BAR OF GRADED VARIABLE CROSS-SECTION

Abstract: In this work, a study was made of the flexural deformed condition of a cantilever bar of a graded variable flexural stiffness along its length. Similar structures are widely used in the construction of various power lines, etc.

Among the many methods for solving of such issues, here we propose a numerical method of finite differences with a regular linear grid, with its solidity $n = 10, 20$.

Calculation solution matrices were obtained, which allow taking into account the external load and variable bending stiffness. According to the results of the study, the deflections in the grid nodes along the length of the rod were obtained. The obtained results are compared with analytical and other numerical methods.

The scientific and applied results of this work will find wide application in the mechanics of a solid deformable body.

Key words: external influences, beam of graded variable cross section, wind load, displacement, bending, finite difference method.

¹С.К. Ахмедиев, ²О. Хабидолда, ³Б.Р. Жолмагамбетова, ²Ж. Мадибайулы, ¹А.З. Сахтаганов
(¹Казахстанский многопрофильный институт реконструкции и развития (КазМИРР) при
Карагандинском государственном техническом университете, Караганда
²Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы
³Евразийский национальный университет им. Л.Гумилева, Астана.)
E-mail: oka-kargtu@mail.ru)

ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ КОНСОЛЬНОГО СТЕРЖНЯ СТУПЕНЧАТО-ПЕРЕМЕННОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ

Аннотация: В данной работе проведено исследование изгибного деформированного состояния консольного стержня ступенчато-переменной изгибной жесткости по его длине. Подобны конструкции широко применяются в строительстве различных линий электропередач и т.д.

Среди множества методов решения таких задач здесь предлагается численный метод конечных разностей с регулярной линейной сеткой, при ее густоте $n=10, 20$.

Получены разрешающие матрицы расчета, позволяющие учитывать внешнюю нагрузку и переменную изгибную жесткость. По результатам исследования получены прогибы в узлах сетки по длине стержня. Проведено сравнение полученных результатов с аналитическим и другими численными методами.

Научное и прикладные результаты данной работы найдут широкое применение в механике твердого деформируемого тела.

Ключевые слова: внешние воздействия, стержень ступенчато-переменного сечения, ветровая нагрузка, перемещения, изгиб, метод конечных разностей.

Введение. Вопросы исследования прочности деформированного состояния стержневых систем имеют давнее историческое значение, еще со времен Эйлера (18-й век), а также и в настоящее время. Задача усложняется оригинальностью конструктивного решения объекта исследования: переменной изгибной жесткости, разнообразием граничных условий [1-3]. В связи с этим в данной работе рассматривается консольный стержень ступенчато-переменной толщины по его длине.

По результатам исследования получены прогибы в узлах сетки по длине стержня. Проведено сравнение полученных результатов с аналитическим и другими численными методами.

Научное и прикладные результаты данной работы найдут широкое применение в механике твердого деформируемого тела.

При проектировании башенных опор под различные антенные устройства, необходимо проводить их статические и динамические расчеты на разнообразные виды внешних воздействий (собственная масса, ветер, гололед и т.д.) [4, 5].

Один из вариантов расчетной схемы башенной опоры является консольный стержень ступенчато-переменного сечения по высоте (рис. 1).

Основной нагрузкой на башню является горизонтальная ветровая нагрузка, состоящая из статической и динамической (пульсация ветра) составляющих, которые подсчитаны по методике [5, 6]; на рисунке 1 она приведена к масштабной величине $q_0 = 0.239 \text{ кН/м}$. Параметры поперечного сечения в виде тонкостенного кольца меняются через каждые три метра; на рисунке 1 они приведены к масштабной величине $J_0 = 3.83 \cdot 10^{-5} \text{ м}^4$.

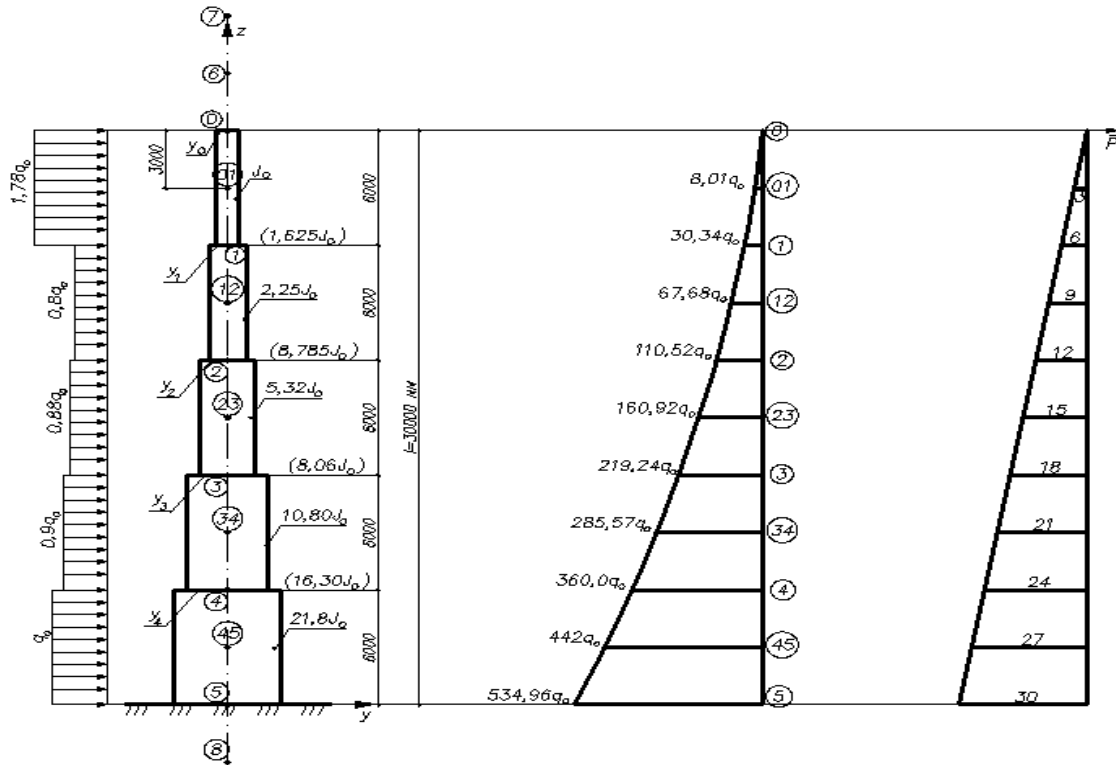


Рис. 1. Расчетная схема стержня.

Рис. 2. Эпюра M_p .

Рис. 3. Эпюра \overline{M}_1 .

Методы. Значение горизонтальных перемещений $y_i (i = 1, 2, \dots, 5)$ необходимо для определения частотных характеристик собственных колебаний башни, а также для расчетов башни на жесткость.

Перемещения по высоте башни вычислялись точными аналитическим методом (по формуле Мора с применением правила Верещагина) и численным методом конечных разностей (на основе линейной сетки).

1. Расчет по формуле Мора (с применением правила Верещагина) [6]

Перемещение вычисляется по формуле

$$\Delta_{kp} = \sum \int_0^s \frac{M_p \cdot \overline{M}_1}{EJ} ds = \sum \frac{\omega_{pi} \cdot y_{ki}}{EJ_i}, \quad (1)$$

здесь: M_p – грузовая эпюра моментов (рис.2), построенная от приведенной ветровой нагрузки (с учетом статической и динамической составляющих) (рис. 1);

\overline{M}_1 – единичная эпюра для вычисления перемещения y_0 (верхняя точка башни – конец консольного стержня - рис.1). В результате перемножения эпюр M_p и \overline{M}_1 по правилу Верещагина получено следующее значение.

$$y_0 = 10758 (q_0 / EJ_0) (m) \quad (2)$$

$J_0 = 3.83 \cdot 10^{-5} \text{ м}^4$; $q_0 = 0.239 \text{ кН/м}$; $E = 2 \cdot 10^8 \text{ кПа}$ – модуль упругости материала башни (сталь С38/23 – марка В_{ст3} Г_{пс5})

2. Расчет численным методом конечных разностей [7-9]

Исходное дифференциальное уравнение изогнутой оси стержня имеет вид

$$d^4 y / dz^4 = q / EJ(z), \quad (3)$$

$y = y(z)$ – функция прогибов стержня (горизонтальные перемещения в сечениях 0, 01, 1, 12, 2, 23, ...5 (рис. 1); $q = q_0(z)$ – интенсивность равномерно распределенной нагрузки на участках по высоте башни (рис. 1), приведенные к величине q_0 ; $J = J_0(z)$ – переменное значение момента инерции по высоте башни, приведенные к величине J_0 .

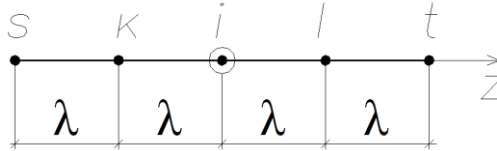


Рис. 4. Фрагмент ленточной сетки

Для i -го узла сетки (рис. 4) исходное уравнение (3) в конечных разностях примет вид

$$6\omega_i - 4(\omega_k + \omega_l) + (\omega_s + \omega_t) = q_i \cdot \lambda^4 / EJ_i. \quad (4)$$

Здесь $\lambda = l/n$ – шаг сетки; $l=30$ м – длина конструкции; n – число шагов сетки.

При записи уравнения (4) для башни (рис. 1) (при $n=10$; $\lambda = 1/n = 30/10 = 3,0$ м) захватываются и законтурные точки 6, 7, 8. Из граничных условий в точках 0 и 5 имеем ($M_0 = 0$; $Q_0 = 0$; $dy_s/dz = 0$):

$$y_6 = 2y_0 - y_{01}; \quad y_7 = 2y_0 - 4y_{01} + y_1; \quad y_8 = y_{45} \quad (5)$$

Записывая уравнения по типу (4) с учетом выражений прогибов в законтурных узлах (5), для узлов сетки 0, 01, 1, 12, 2, 23, ...5 (рис. 1), получим систему линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) 10-го порядка; эта СЛАУ приведена в таблице 1.

Таблица 1. СЛАУ 10-го и 20-го порядка (при $n=10$)

№	ω_0	ω_{01}	ω_1	ω_{12}	ω_2	ω_{23}	ω_3	ω_{34}	ω_4	ω_{45}	Вектор \vec{P}_1
1	2	-4	2								172,09
2	-2	5	-4	1							144,18
3	1	-4	6	-4	1						64,30
4		1	-4	6	-4	1					28,80
5			1	-4	6	-4	1				17,98
6				1	-4	6	-4	1			13,40
7					1	-4	6	-4	1		8,95
8						1	-4	6	-4	1	6,75
9							1	-4	6	-4	4,43
10								1	-4	7	3,72

В таблице 2 приведена подобная СЛАУ 20-го порядка (при $n = 20$)

В матричной форме эти СЛАУ имеют вид

$$A\vec{y} = \vec{P} \quad (6)$$

$A(n \times n)$ – квадратная матрица n -го порядка; $\vec{y} = \{y_{01}, y_{02}, \dots, y_n\}$ – вектор n -го порядка для искомых перемещений; $\vec{P} = \{P_{01}, P_{02}, \dots, P_n\}$ – вектор свободных членов, учитывающий внешнюю нагрузку, при этом

$$P_i = [(q_0 \cdot \lambda^4 / E_0 J_0)] \quad (7)$$

Результаты. Расчет на ЭВМ СЛАУ 10-го и 20-го порядка (по значениям таблицы 1, 2) приведем в таблице 3; здесь же дано. Сравнение результатов перемещений при расчетах аналитическим и численным методом.

На рисунке 5 даны результаты расчетов прогибов по оси стержня (на основе данных табл. 3), полученные тремя методами: аналитическим методом (на основе формулы Мора); численным методом конечных разностей (при числе делений линейной сетки $n=10$); с применением программного комплекса «Лира» (методом конечных элементов, при $n=5$).

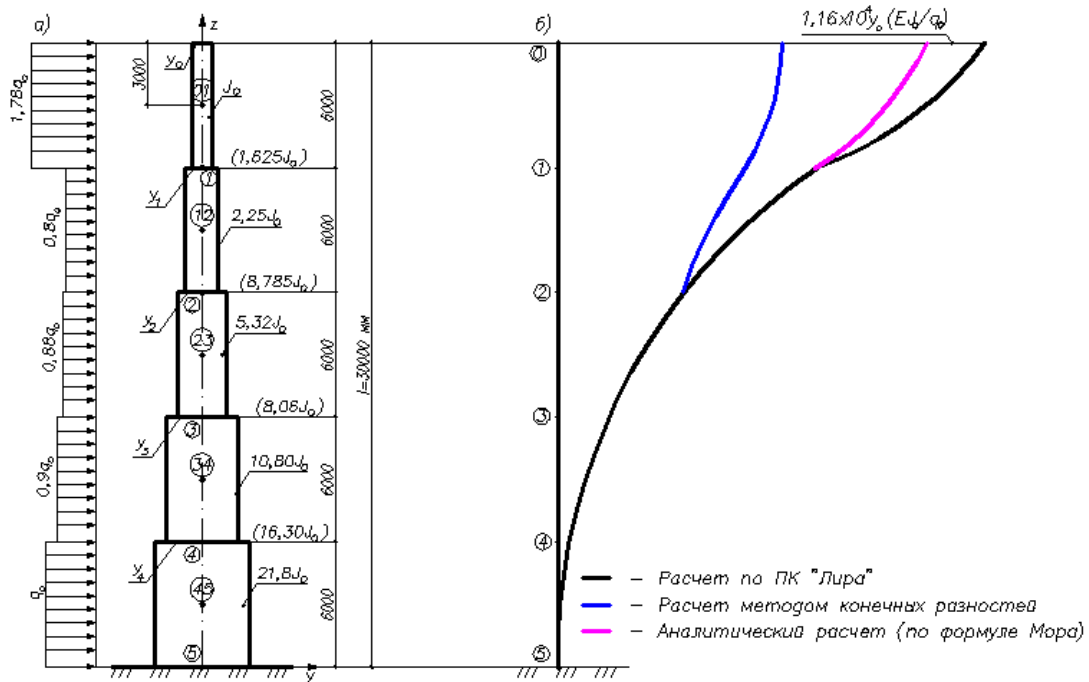


Рис. 5. Расчетная схема ступенчато-переменного стержня (а); эпюра прогибов по оси стержня (б).

Таблица 2. СЛАУ 20-го порядка (при $n=20$)

№	ω_0	ω_{01}	ω_{02}	ω_{03}	ω_1	ω_{11}	ω_{12}	ω_{13}	ω_2	ω_{21}	ω_{22}	ω_{23}	ω_3	ω_{31}	ω_{32}	ω_{33}	ω_4	ω_{41}	ω_{42}	ω_{43}	Вектор \vec{P}_1		
1	2	-4	2																		4,50		
2	-2	5	-4	1																		9,011	
3	1	-4	6	-4	1																	9,011	
4		1	-4	6	-4	1																9,011	
5			1	-4	6	-4	1															4,019	
6				1	-4	6	-4	1														1,800	
7					1	-4	6	-4	1													1,800	
8						1	-4	6	-4	1												1,800	
9							1	-4	6	-4	1											1,124	
10								1	-4	6	-4	1										0,837	
1									1	-4	6	-4	1									0,837	
2										1	-4	6	-4	1								0,837	
3											1	-4	6	-4	1							0,539	
4												1	-4	6	-4	1						0,422	
5													1	-4	6	-4	1					0,422	
6														1	-4	6	-4	1				0,422	
7															1	-4	6	-4	1			0,295	
8																1	-4	6	-4	1		0,232	
9																	1	-4	6	-4	1	0,232	
10																		1	-4	6	-4	7	0,232

Таблица 3. Значения прогибов в узлах консольного стержня ступенчато-переменного поперечного сечения

Прогибы $(q_0/EJ_0)u_i$, полученные аналитическим методом (на основе формулы Мора с применением правила Бернсагана)		Номера расчетных узлов																					
		u_0	u_{01}	u_{02}	u_{03}	u_1	u_{11}	u_{12}	u_{13}	u_2	u_{21}	u_{22}	u_{23}	u_3	u_{31}	u_{32}	u_{33}	u_4	u_{41}	u_{42}	u_{43}	u_5	
		$1,0578 \cdot 10^4$	0.0
численным методом конечных разностей	при $n=10$ (1-й вариант)	$0,65 \cdot 10^4$	.	$0,662 \cdot 10^4$	.	$0,3869 \cdot 10^4$	.	$0,535 \cdot 10^4$	.	$0,383 \cdot 10^4$	.	$0,2395 \cdot 10^4$	.	$0,1622 \cdot 10^4$	.	$0,0893 \cdot 10^4$	.	$0,0402 \cdot 10^4$	.	$0,011 \cdot 10^4$	.	0.0
	при $n=20$ (2-й вариант)	$1,221 \cdot 10^4$	.	$0,1008 \cdot 10^4$	.	$0,8032 \cdot 10^4$	.	$0,613 \cdot 10^4$	.	$0,437 \cdot 10^4$	.	$0,3153 \cdot 10^4$	.	$0,207 \cdot 10^4$	.	$0,123 \cdot 10^4$	.	$0,063 \cdot 10^4$	.	$0,022 \cdot 10^4$	.	0.0
отклонение от аналитического значения, (%)		15,43%	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.0
расчет по ПК «Лира»		$1,16 \cdot 10^4$	.	.	.	$0,739 \cdot 10^4$	.	.	.	$0,394 \cdot 10^4$	.	.	.	$0,164 \cdot 10^4$	.	.	.	$0,0391 \cdot 10^4$	.	.	.	0.0
отклонение в (%) от точного значения		4,986%	.	.	.	7,99%	.	.	.	13,78%	.	.	.	27,62%	.	.	.	56,72%	.	.	.	0.0	

Выводы.

1. В данной работе выполнено исследование деформации поперечного изгиба консольного стержня ступенчато-переменного поперечного сечения от действия поперечного к оси равномерно распределенного нагружения (рис.1).

2. Функции прогибов по оси стержня определены аналитическим методом (по формуле Мора (1)); численным методом конечных разностей (формула (4)); для этого метода получены разрешающие матрицы при числе делений сетки $n=10$ (табл. 1) и при $n=20$ (табл. 2).

3. Приведена эпюра прогибов (рис. 5) по результатам вышеуказанных методов.

4. Достоверность теории оценена путем сравнения результатов прогибов по оси тремя методами (табл. 3); при этом установлено, что при приближении к концу консоли (точка «0»-рис.5) наблюдается разница в значениях прогибов 35,7% – между аналитическим и численным методом; 44% – между метод конечных разностей и ПК «Лира». В остальной части консольного стержня – наблюдаются совпадение остальных результатов.

5. Полученные в данной работе теоретические и практические результаты могут быть использованы как в теоретических исследованиях, так и в процессе проектирования зданий и сооружений при действии статических и ветровых динамических нагрузок.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Деревянкин Д. В., Сливкер В. И. О конечно-элементных аппроксимациях в задачах устойчивости стержней Тимошенко // Вестник гражданских инженеров. – 2008. – №4(17). – С. 17–26.
 [2] Perelmuter A. V., Slivker V. I. Handbook of Mechanical Stability in Engineering. vol. 2: Stability of Elastically Deformable Mechanical Systems. Hackensack, NJ: World Scientific. – 2013. – 1143–1150 pp. doi: 10.1142/9789814383769.
 [3] Тацій Р., Ушак Т. Метод дискретизації в задачах про втрату стійкості однопрольотних стрижнів зі змінними параметрами // Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології. – 2009. – №9. – С. 107 – 117 (на украинском).
 [4] Соколов А.Г. Металлические конструкции антенных устройств. М.: Стройиздат. –1971. –240 с.
 [5] Металлические конструкций. Под ред. Н.П. Мельникова. М.: Стройиздат,
 [6] –1980. – 776 с.
 [7] Руководство по расчету зданий и сооружений на действие ветра. М.: Стройиздат. – 1978. – 216 с.

- [8] Варвак П.М., Варвак Л.П. Метод сеток в задачах расчета строительных конструкций. М.: Стройиздат. – 1977. – 160 с.
- [9] Дарков А.В., Шапошников Н.Н. Строительная механика. М.: Высшая школа, – 1986. – 607 с.
- [10] Ахмедиев С.К., Филиппова Т.С., Орынтаева Г.Ж., Доненбаев Б.С. Аналитические и численные методы расчетов машиностроительных и транспортных конструкции и сооружений. Караганда: КарГТУ. – 2016. –158с.

Ахмедиев С.К., Хабидолла О., Жолмагамбетова Б.Р., Мәдібайұлы Ж., Сахтаганов А.З.

Сатылы-айнымалы көлденең қиманың консоль өзегінің күйін қалыптастыру

Түйіндеме: Аталған жұмыста ұзындығы бойынша сатылы-айнымалы иілімді қаттылықты консоль өзегінің иілімдік деформацияланған күйін зерттеу жүргізілген. Ұқсас конструкциялар түрлі электр тарату желілерінің және т.б құрылыста кеңінен қолданылады.

Көптеген осындай міндеттерді шешу әдістерінің арасында $n=10, 20$ қолығында жиі желілік тормен ақырғы айырымдар сандық әдісі ұсынылады.

Сыртқы жүктеме мен айнымалы иілімді қаттылықты ескеруге мүмкіндік беретін рұқсат етілетін есептеу матрицалары алынған. Зерттеу нәтижелері бойынша өзектің ұзындығы бойынша тор тізбектерінде иілулер алынған. Аналитикалық және басқа сандық әдістермен алынған нәтижелерді салыстыру жүргізілген.

Бұл жұмыстың ғылыми және қолданбалы нәтижелері қатты деформацияланатын дене механикасында кең қолданыс табады.

Түйінді сөздер: сыртқы әсерлер, сатылы-айнымалы қима өзегі, жел жүктемесі, орын ауыстырулар, иілім, ақырғы айырымдар әдісі.

УДК 004.05

M.Y. Aidyn, Sh.Zh. Mussiraliyeva

(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

Email: {aidynme, mussiraliyevashasure@gmail.com)

**VULNERABILITY ANALYSIS OF GSM NETWORK IN KAZAKHSTAN
BY APPLYING OSMOCOM PROJECT**

Abstract. This article analyzes the security level of Kazakhstani GSM and GPRS networks using the OsmocomBB project, which aimed at the free (Open Source) implementation of the GSM protocol stack. In order to perform the experimental work, a stand was assembled consisting of two mobile devices that work on the basis of the Calypso chipset, 2 USB-UART converters, 2 mini jack 2.5 mm TRS. Ubuntu OS 14.04 was chosen for work. OsmocomBB was used to understand the processes of the GSM system, as well as to implement the following attacks: listening to any information from the GSM network; locating the existing mobile base station in the selected square, finding out what the mobile base station broadcasts; identifying temporary names of cellular tower subscribers (TMSI); cloning it into our phone (in order to connect to the network instead of the original subscriber); intercepting SMS; and decoding by using rainbow tables and Kraken utility. During the study, the possibility of these attacks on local GSM networks was assessed. All information presented on this article is intended for educational purposes only.

Key words: mobile networks, gsm hacking, privacy, network vulnerability, osmocom, hardware exploitation

М.Е. Айдын, Ш.Ж. Мусиралиева

(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan {aidynme, mussiraliyevash}@gmail.com)

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЕКТА OSMOCOM ДЛЯ АНАЛИЗА УЯЗВИМОСТЕЙ
GSM СЕТЕЙ В КАЗАХСТАНЕ**

Аннотация. В статье анализируется безопасность казахстанских GSM и GPRS сетей с использованием проекта OsmocomBB, целью которого является свободная (Open Source) имплементация стека протоколов GSM. Для выполнения экспериментальных работ был собран стенд состоящий из 2 мобильных устройств, которые работают на базе чипсета Calypso, 2 USB-UART конвертера, 2 mini jack 2.5 mm TRS, для работы была выбрана ОС Ubuntu 14.04. OsmocomBB использовался для понимания процессов системы GSM, а также для реализации следующих атак: прослушивание любой информации из GSM сети; определение существующих мобильных базовых станций в выбранном квадрате, выяснить о чем вещает мобильная базовая станция; идентификация временных имен абонентов сотовой вышки (TMSI); клонирование его в наш телефон, в целях подключения к сети вместо исходного абонента; перехватить SMS; расшифрование с помощью радужных таблиц и утилиты Kraken. В ходе исследования, возможность этих атак на местных GSM сетей была оценена. Вся информация, представленная на этой статье, предназначена только для образовательных целей.

Ключевые слова: мобильные сети, gsm-взлом, конфиденциальность, сетевая уязвимость, osmocom, аппаратная эксплуатация.

Введение

В течение последних двух десятилетий мобильные устройства, такие как смартфоны стали вездесущими [1]. Сфера охвата систем мобильной связи, начиная с Глобальной системы мобильной связи второго поколения (2G / GSM) и Универсальных систем мобильной связи третьего поколения (3G / UMTS), распространилась на все уголки мира. Мобильная связь является важным краеугольным камнем в жизни подавляющего большинства людей и обществ на этой планете. Последнее поколение в этой эволюции, системы четвертого поколения «Long Term Evolution» (4G/LTE) широко используются. Прогнозируется, что количество подписок LTE в мире вырастет с 1,73 млрд. (конец 2016 г.) до 4,33 млрд. (конец 2021 г.), когда LTE будет составлять более 52% всех мобильных подписок.

В то время, как по всему миру идет процесс отключения сетей от 2G, мобильные операторы Казахстана пока не планируют идти на этот шаг из-за большого количества абонентов, которые пользуются кнопочными телефонами [7]. К тому же, в начале апреля 2016 года в Казахстане вступил в силу запрет на использование государственными служащими на рабочих местах смартфонов, то есть разрешены устройства поддерживающие только 2G связь.

Ранние системы 2G, как было известно, имели несколько уязвимостей [1]. Например, отсутствие взаимной аутентификации между мобильными пользователями и сетью означало, что злоумышленник мог установить поддельные базовые станции и убедить законные мобильные устройства подключиться к нему. Чтобы минимизировать воздействие пользовательских идентификаторов (известных как Международный идентификатор мобильного абонента или IMSI) в беспроводных сигнальных сообщениях, системы 2G ввели использование временных мобильных идентификаторов абонентов. Однако в отсутствие взаимной аутентификации поддельные базовые станции использовались в качестве «ловушек IMSI» для сбора IMSI и отслеживания перемещений пользователей.

Обзор литературы

В 2017 году используя проект Osmocom, исследователи UnicornTeam, одной из трех исследовательских команд альянса инновационных исследований в области кибербезопасности – 360 Technology, продемонстрировали новую уязвимость в CSFB (Circuit Switched Fallback) в сети 4G LTE и подробно описали в работе «Inside Radio: An Attack and Defense Guide» [8]. Данная атака, названная «Ghost Telephonist», позволяет злоумышленнику выдавать себя за жертву. Последствия этой атаки включают в себя: (1) Злоумышленник может выдать себя за вызываемого абонента и получить содержимое входящих вызовов или SMS. (2) Злоумышленник может выдать себя за абонента и инициировать вызов/SMS другим. (3) Злоумышленник может получить номер телефона жертвы, а затем использовать номер телефона, чтобы осуществить следующую атаку, например, сбросить пароль интернет-аккаунта жертвы. Эти эксплуатации могут нацеливаться на выбранную или случайную жертву. Жертва не будет знать об атаке, поскольку поддельная базовая станция не используется и не происходит повторный выбор соты. Исследователи внедрили собственную полосу частот на основе OsmocomBB и проверили уязвимость с помощью собственных телефонов в сети двух операторов. Эксперименты подтверждают, что уязвимость действительно существует.

Также в 2018 году исследователи из Рурского университета продемонстрировали актуальные уязвимости в работе «Breaking LTE on Layer Two» [4]. В работе представлен комплексный анализ безопасности второго уровня и определены три вектора атак. Впервые представлены пассивные атаки с отображением идентификаторов, которая сопоставляет изменчивые идентификаторы радиосвязи с более длительными сетевыми идентификаторами, что позволяет идентифицировать пользователей внутри ячейки и служит отправной точкой для последующих атак. Во-вторых, демонстрировали, как пассивный злоумышленник может злоупотреблять распределением ресурсов в качестве побочного канала для выполнения идентификации веб-сайтов, которая позволяет злоумышленнику изучать веб-сайты, к которым пользователь обращался. Также, описана атака ALTER, которая использует тот факт, что пользовательские данные LTE зашифрованы в режиме счетчика (AES-CTR), но не защищены целостностью, что позволяет изменять полезную нагрузку сообщения [12]. В качестве демонстрации концепции показаны, как активный злоумышленник может перенаправить DNS-запросы, а затем выполнить спуфинговую атаку DNS. В результате пользователь перенаправляется на вредоносный веб-сайт. Экспериментальный анализ демонстрирует реальную применимость всех трех атак и подчеркивает угрозу открытых векторов атак на протоколах второго уровня LTE.

Методы и инструменты

Архитектура сотовой связи

Технология GSM основана на методах передачи с множественным доступом с временным разделением (TDMA), в то время как его радиointерфейс работает в диапазонах 900 МГц и 1,8 ГГц в Европе, а также в США на частотах 850 МГц и 1,9 ГГц [2]. Схема архитектуры GSM изображена на рисунке 1. Мобильная станция (MS) содержит карту мобильного телефона и модуля идентификации абонента (SIM) и взаимодействует с базовой приемопередающей станцией (BTS) по радиointерфейсу. BTS отвечает за радиопокрытие данной географической области, в то время как контроллер базовой станции (BSC) поддерживает радиосвязи с MS и наземные соединения с фиксированной частью сети (базовой сетью). И BTS, и BSC составляют подсистему базовой станции (BSS), которая управляет радиотрактом GSM. Зона обслуживания GSM разделена на области местоположения (LA), где каждый LA включает в себя одну или несколько радиоячеек. Каждая LA и радиоячейка имеют уникальный идентификатор, называемый кодом зоны расположения (LAC) и Cell-ID, соответственно. Базовая сеть GSM в основном включает в себя домашний регистр местоположения / центр аутентификации (HLR / AuC), регистр местоположения посетителей (VLR) и центр коммутации мобильной связи (MSC). HLR / AuC - это база данных, используемая для управления постоянными данными мобильных пользователей, а также хранит информацию о безопасности, связанную с идентификацией абонентов. VLR является базой данных зоны обслуживания, которую посещает MS, и содержит всю связанную информацию, необходимую для обработки услуги MS. MSC является сетевым элементом, отвечающим за услуги с коммутацией каналов, и обеспечивает подключение к телефонной сети общего пользования (PSTN).

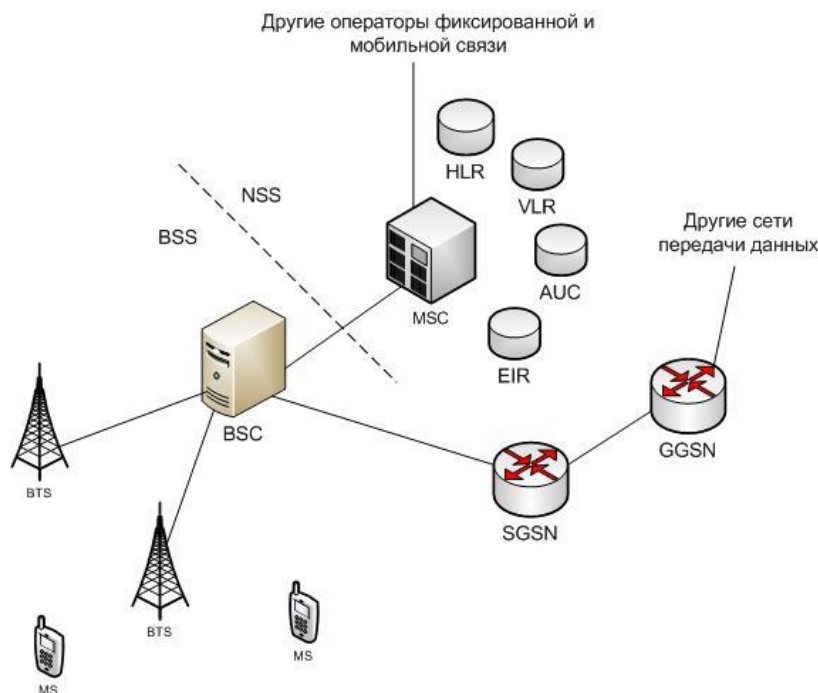


Рис.1. Схема архитектуры GSM

Идентификаторы в GSM

Одной из главных задач сети GSM является определение местоположения абонента [9]. Для этого используются специальные идентификаторы, представляющие собой некоторые уникальные номера.

Рассмотрим каждый идентификатор. В дальнейшем это будет необходимо для понимания основных процессов, происходящих в сети GSM.

- IMSI [250001234567890] – международный идентификатор мобильного абонента записан в SIM-карте

- MSISDN [79001234567] – телефонный номер мобильного абонента, привязанный к IMSI в инфраструктуре оператора

- TMSI [0x12bc34fa] – временный идентификатор мобильного телефона назначается случайным образом каждому мобильному устройству в пределах определенной территории

• Технические науки

- IMEI [351986061639790] – международный идентификатор мобильного оборудования, уникален для каждого мобильного телефона

Стек протокола GSM

Стек протоколов состоит из 3 уровней [3]. Уровни 1 и 2 являются физическим и канальным уровнями. Слой 3 состоит из 3 частей. Это известно как уровень сообщения или сигнализации. Физический уровень определяет, как данные передаются от одного объекта другому через физическую транспортную среду. Транспортный уровень между MS и BSS является радиолнией. Физический уровень между BSS и MSC - это протокол уровня MTP 1 набора протоколов SS7 [10]. Канальный уровень обеспечивает обнаружение и исправление ошибок. Протокол LAPDm используется по радиоинтерфейсу. Протокол MTP уровня 2 из набора протоколов SS7 используется через A-интерфейс. Три разные части уровня сообщений управляют ресурсами сотовой радиосети: 1. Управление радиоресурсами (RR) 2. Управление мобильностью (MM) 3. Управление вызовами (CM). Стек протокола GSM подробно изображена на рисунке 2.

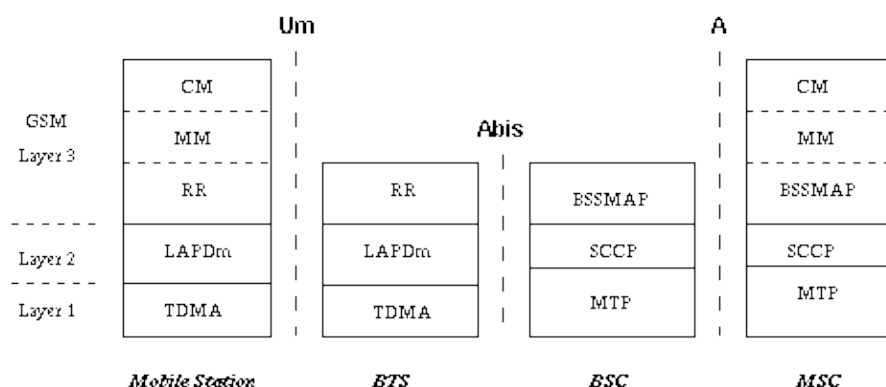


Рис. 2. Стек протокола GSM

Экспериментальный стенд

Был собран экспериментальный стенд, состоящий из 2 мобильных устройств, которые работают на базе чипсета Calypso, 2 USB-UART конвертера, 2 mini jack 2.5 mm TRS, для работы была выбрана ОС Ubuntu 14.04.

Телефон

Osmocom-bb реализует клиентскую часть протокола GSM. Для этого используются телефоны на базе чипсета calypso и mediatek. Для эксперимента был выбран телефоны, которые изображены на рисунке 3.



Рис. 3. Motorola C118 и Motorola C123

USB конвертер и Mini jack 2.5 mm

Наиболее стабильным USB-TTL конвертером является CP2102. Для возможности работы на нестандартных скоростях необходимо перепрошить устройство.

Motorola на базе чипсета calypso поддерживает обычный трёхконтактный (TRS) mini jack 2.5 mm. Чтобы присоединить конвертер к Mini jack нужно подключить следующим образом:

TXD – наконечник, RXD – середина, GND - нижняя часть. Выбранные устройства показаны на рисунке 4.

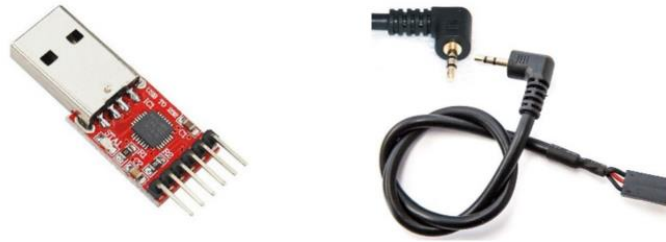


Рис. 4. USB-TTL CP2102 и Mini jack 2.5 mm

Программного обеспечения

В качестве операционной системы был выбран Ubuntu 14.04 32bit.

Результаты и анализ. Вся информация, представленная на этой статье, предназначена только для образовательных целей. Была собрана библиотека: libosmocom – основная библиотека проекта, кросс-компилятор и OsmocomBB. На рисунке 5 можно увидеть телефон работающий в режиме Layer 1.



Рис. 5. Подключенный к компьютеру Motorola C118 в режиме Layer 1

Определяем какие мобильные базовые станции есть в округе

После того, как прошивка загрузилась, в выводе терминала будет системная информация о ближайшей базовой станции. Есть возможность менять канал (ARFCN). С вышкой можно синхронизироваться, если нажать на «кнопку вызова», тогда будет выдано ещё больше информации, которые изображены на рисунке 6.



Рис. 6. Системная информация о ближайшей базовой станции

Здесь MMC (Mobile Country Code) - код страны, MNC (Mobile Network Code) - код оператора, LAC (Location Area Code) - код локальной зоны. LAC - это объединение некоторого количества базовых станций, которые обслуживаются одним контроллером базовых станций (BSC). cell id - идентификатор базовой станции [13].

Учитывая то, что телефон подключён к сети для экстренных вызовов, можно определить примерное местоположение телефона.

Перехват SMS

Используя уже известный ARFCN, запускаем команду gr-gsm для записи трафика. После, начинаем анализировать трафик с помощью программы Wireshark. Необходимо убедиться, какой алгоритм шифрования применяет оператор сотовой связи. В программе Wireshark раскрываем пакет Ciphering Mode Command, поле Algorithm identifier. В данном случае это - алгоритм шифрования A5/1.



Рис. 6. Ciphering mode command

Шифрование A5/1 не является гарантией защиты данных – при помощи радужных таблиц и утилиты Kraken ключ шифрования можно найти буквально за несколько минут в 90 процентах случаев [5]. В случае успешного нахождения ключа шифрования программа выдаст ключ с параметром *MATCHED*. Запускаем программу Wireshark на просмотр трафика локальной петли и декодируем файл радиозэфира, задав ключ шифрования. Переходим в программу Wireshark, и находим GSM_SMS. На рисунке 7 можно увидеть информацию с номером отправителя и текстом сообщения.

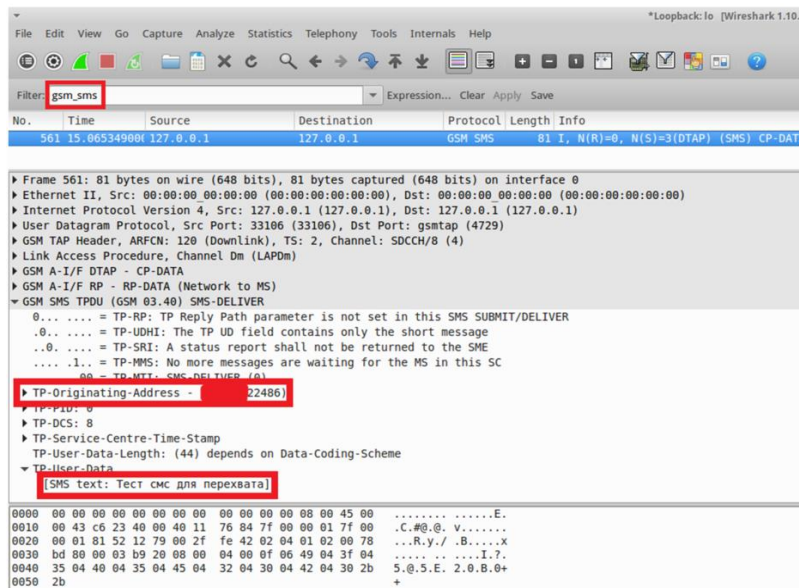


Рис. 7. Информация с номером отправителя и текстом сообщения

Идентификация TMSI абонентов сотовой вышки

Когда новый абонент GSM включает свой телефон в первый раз, его IMSI передается на AuC в сети [6]. После чего абоненту назначается временная идентификация мобильного абонента (TMSI). IMSI редко передается по этой точке, если это не является абсолютно необходимым. Это препятствует тому, чтобы потенциальный перехватчик идентифицировал пользователя GSM по их IMSI. Пользователь продолжает использовать тот же TMSI, в зависимости от того, как часто происходят обновления местоположения. Каждый раз, когда происходит обновление местоположения, сеть назначает новый TMSI для мобильного телефона. TMSI хранится вместе с IMSI в сети. Мобильная станция использует TMSI для сообщения в сеть или во время инициирования вызова [11]. Точно так же сеть использует TMSI, чтобы общаться с мобильной станцией. Регистр местонахождения посетителя (VLR) выполняет назначение, администрирование и обновление TMSI. Когда он выключен, мобильная станция сохраняет TMSI на SIM-карте, чтобы обеспечить его доступность при повторном включении.

Анализируя трафик с помощью программы Wireshark можно обнаружить TMSI абонента. Поскольку назначение TMSI отправляется после того, как шифрование включено, доступ между TMSI и подписчиком не могут быть получены неавторизованными пользователями.

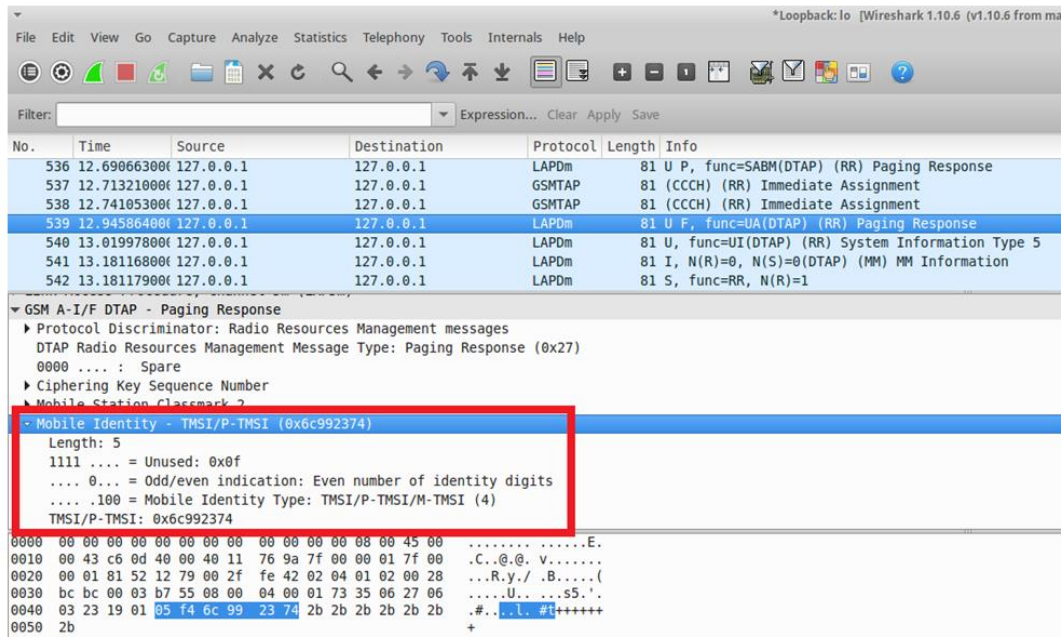


Рис. 8. TMSI абонента

В дальнейшей работе попробуем с помощью TMSI идентифицировать настоящие имена абонентов сотовой вышки (IMSI), и клонировать TMSI и подключиться к сети вместо исходного абонента.

Закключение. GSM и GPRS являются устаревшими системами, которые широко используются и вероятно, будут оставаться актуальными в течение длительного времени, но их защита устарела. Реализуя стек протоколов GSM на стороне MS, работающий на платформе на основе Calypso, позволяет глубоко контролировать сторону сети мобильного телефона.

В этой работе были проанализированы несколько типов атак, которые стали возможны благодаря проекту OsmocomBB с акцентом на систему GSM.

Еще много работы можно сделать над проектом OsmocomBB. Например, потестировать атаку «Ghost Telephonist», полностью клонировать TMSI абонента сети и др.

Глобальное улучшение проекта может принести пользу исследованиям в области безопасности GSM и GPRS. Надеемся, что он будет расти и стимулировать операторов, а также производителей оборудования для повышения безопасности своих продуктов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Altaf S., Ravishankar B., Practical Attacks Against Privacy and Availability in 4G/LTE Mobile Communication Systems [Текст]. / NDSS. – 2016.
- [2] Pönsgen, Francois Louis, GSM and GPRS Security Using OsmocomBB [Текст]. / NTNU. – 2015.
- [3] Christoforos Ntantogian, Grigoris Valtas, Nikos Kapetanakis, Faidon Lalagiannis, Georgios Karopoulos, Christos Xenakis, Attacking GSM Networks as a Script Kiddie Using Commodity Hardware and Software [Текст]. / 0302-9743. – 2015.
- [4] David Rupprecht, Katharina Kohls, Thorsten Holz, Breaking LTE on Layer Two [Текст]. / IEEE S&P'19. – 2018.
- [5] Уязвимости 2G. Режим доступа: <https://radio-secure.ru/secure/2g/20-2g#f> — Загл. с экрана. — Яз. рус. (дата обращения: 01.03.2019).
- [6] The MiTM Mobile Contest: GSM Network Down at PHDays V. Режим доступа: <http://blog.ptsecurity.com/2015/07/the-mitm-mobile-contest-gsm-network.html> — Загл. с экрана. — Яз. англ. (дата обращения: 01.03.2019).
- [7] Мировой тренд отказа от 2G. Режим доступа: https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/mirovoy-trend-otkaza-2g-stoit-volnovatsya-obladatelyam-327751/ — Загл. с экрана. — Яз. рус. (дата обращения: 01.03.2019).

- [8] Yang, Qing, Huang, Lin, Inside Radio: An Attack and Defense Guide [Текст]. / Springer Beijing. – 2018.
- [9] Active analysis of a gsm call through. Режим доступа: [osmocom-bb https://payatu.com/active-analysis-gsm-call-osmocom-bb/](https://payatu.com/active-analysis-gsm-call-osmocom-bb/) — Загл. с экрана. — Яз. англ. (дата обращения: 01.03.2019).
- [10] Как работает радиоинтерфейс в GSM-сетях. Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/268127/> — Загл. с экрана. — Яз. рус. (дата обращения: 01.03.2019).
- [11] Karl Norrman, Mats Naslund, Protecting IMSI and User Privacy in 5G Networks [Текст]. / 9th EAI International Conference on Mobile Multimedia Communications. – 2016.
- [12] Raheem Beyah, Bing Chang, Yingjiu Li, International Conference on Security and Privacy in Communication Networks [Текст]. / Springer International Publishing. – 2018.
- [13] Скрытые аспекты безопасности в GSM-сетях. Режим доступа: <https://alien-roger.livejournal.com/22266.html> — Загл. с экрана. — Яз. рус. (дата обращения: 01.03.2019).

Айдын М.Е., Мусиралиева Ш.Ж.

Osmocom жобасын Қазақстандағы GSM желілерінің осалдықтарын талдау үшін қолдану

Резюме. Бұл мақалада GSM және GPRS желілерінің қауіпсіздігі OsmocomBB жобасын қолдану арқылы талданады. Эксперименттік жұмыстарды орындау үшін Calypso чипсеті нұсқасы негізінде жұмыс істейтін 2 мобильді құрылғы, 2 USB-UART түрлендіргіші, 2,5 мм TRS 2 шағын ұясы, Ubuntu 14.04 операциялық жүйесі таңдалды. OsmocomBB GSM жүйесінің процестерін түсіну үшін, сондай-ақ келесідей шабуылдарды жүзеге асыру үшін пайдаланылды: GSM желісінен кез-келген ақпаратты тыңдау; таңдалған аумақта қолданыстағы мобильді базалық станцияны анықтау; мобильдік базалық станцияның таратқан хабарын анықтау; Ұялы абоненттерінің уақытша атауларын (TMSI) анықтау; бастапқы абоненттің орнына желіге қосылу үшін таңдалған телефонға оны көшіру; SMS-ті жолай ұстау; Kraken утилитасын пайдалану арқылы декодтау. Зерттеу кезінде жергілікті шабуылдардың GSM желілеріне ықтималдығы бағаланды. Осы мақалада ұсынылған барлық ақпарат тек білім алу мақсаттарына арналған.

Кілттік сөздер: ұялы желілер, gsm, құпиялылық, желідегі осалдық, osmocom, аппараттық жұмыс.

УДК 65.01.005

Болегенова С.А., Шортанбаева Ж.К., Көпжасар М.Ж.
(Өл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан)

**ҚАЛДЫҚТАР МӘСЕЛЕСІ ЖӘНЕ БҰЛ МӘСЕЛЕНІ ЖЕДЕЛ ШЕШУДЕГІ
ISO 14001 СТАНДАРТЫНЫҢ РӨЛІ**

Түйін. Мақалада еліміздегі және шетелдегі қалдықтар мәселесі және олардың шешу мүмкіндіктері, сонымен қатар бұл мәселемен айналысу барысында ISO 14001 халықаралық стандартының мүмкіншіліктері жөнінде қысқаша анықтамалар келтірілген. Қалдықтардың халықаралық анықтамасы мен жиі кездесетін түрлері келтірілген. Мемлекеттің экологиялық жағдайын төмендететін факторлар анықталып, оларды шешу үшін зерттеу жүргізілген. Сондай-ақ, кәсіпорындарда экологиялық саясатты тиімді басқару үшін қажетті жағдай жасауға қызмет ететін ISO 14001 стандарты және де экологиялық кодекс бойынша олардың қоршаған орта алдындағы міндеттері қысқаша келтірілген.

Түйінді сөздер: ISO 14001, кәсіпорын, қалдық, стандарт, Біріккен Ұлттар Ұйымы (БҰҰ), Халықаралық стандарттау ұйымы (ИСО), Экологиялық менеджмент жүйесі, экологиялық кодекс.

Қазіргі заманда қалдықтарды басқару және оларды қайта өңдеу мәселесі уақыт өткен сайын маңыздылығын арттырып келеді. Бұл мәселенің маңыздылығы соншалықты адамзаттың өзінің қолымен жасаған заттары адамзаттың өзіне кері әсерін тигізуде. Қалдық дегеніміз не? Планетамызды экологиялық және тағы басқа аппараттардан құтқару үшін не істей аламыз? Қалдықтарды басқарудағы халықаралық стандарт ISO 14001-ның рөлі қандай?

Қалдықтардың халықаралық мойындалған анықтамасы: қалдықтар - ұлттық заңнамаға сәйкес шығарылатын, жоюға арналған немесе жоюға жататын заттар. Сонымен қатар Қазақстан Республикасының Мемлекеттік «ҚР СТ ИСО 14050-2010» стандарты бойынша қалдықтың анықтамасы: қалдықтар – иегерінің белгілі бір мақсатта пайдаланатын немесе одан құтылғысы келетін заттары мен бұйымдары. ЕСКЕРТУ. Бұл анықтама Қауіпті қалдықтарды трансшекаралық тасымалдауды және оларды жоюды бақылау туралы Базель конвенциясынан алынған (1989 ж., 22 наурыз), алайда осы стандартта бұл қауіпті қалдықтармен шектелмейді [ИСО 14040:2006] [1]. Қалдық дегенімізде біздің көз алдымызға ең бірінші кезекте өздігінен ыдырау уақыты өте көп пластмасс заттар келеді. Бірақ қалдықтар тек қана мұндай заттардан ғана емесбасқа да көптеген заттардан тұрады.

Планетамыздағы қалдықтарды пайда болу жолына қарай негізгі 2 түрге бөлуге болады. Олар: өндірістік және тұрмыстық. Бұл екі қалдық түрі де қоршаған ортаға айтарлықтай зиян келтіруде. Өндірістік қалдықтарға завод, фабрика немесе кез-келген затты өндіру барысында пайда болатын және қоршаған ортаға жіберілетін қалдықтар: атмосфераға жіберілетін көмірқышқыл газы, радиоактивті заттар, өндірістік қалдықтар, өндірісте қолданылған су және т.б. жатқызылады. Ал тұрмыстық қалдықтар түрлерінің барлығын жаза алмағанымызбен халықаралық зерттеулердің нәтижесі бойынша тұрмыстық қалдықтарға негізінен мыналар жатады:

- Органикалық заттар (тамақ өнімдері, ағаштан жасалған түрлі заттар және т.б.);
- Қағаз;
- Пластмасс;
- Металл қалдықтары;
- Басқалар (керамика, резеңке, текстильдік заттар, былғары заттар, күл және т.б.).

Қазіргі таңда қоршаған ортамыз үшін айтарлықтай зиянын тигізіп отырған қалдық түрі көмірқышқыл газы мен пластмасс болып табылады. Көмірқышқыл газының салдары ретінде ең ірі ғаламдық мәселе – ғаламдық жылынуды атасақ болады. Мұның салдарынан табиғаттағы тепе-теңдік бұзылып әлемдік мұздықтар қарқынды түрде еруде, соның салдарынан әлемдік мұхит деңгейінің көтерілуі байқалуда. Сонымен қатар, бұл тепе-теңіздік ірі табиғи апаттардың пайда болуына да себепші болуда. Ол өз кезегінде мыңдаған тіпті миллиондаған адамдардың өмірін өзімен бірге алып кетуде.

Ал пластмасс болса адамзаттың өзіне өзі жасап алған зиян келтіруші ең үлкен заттарының бірі. Пластмасс материалының жылдам шіріп кетпей өзінің тұтастығын ұзақ жылдар бойы сақтап тұруы экономикалық және ресурстық жағынан тиімді болғанымен экологиялық жағынан кері тұстары көп. Мысалы, пластмассадан жасалған заттардың барлығы дерлік өте жай ыдырайды. Олардың ішіндегі ең тез ыдырайтыны полиэтиленді пакет болып саналады – 100 жыл шамасында. Ал ең ұзақ уақыт бойы сақталатын пластмасс тектес зат 500 жылдан астам уақыт бойы сақталып қалады. Пластмасс заттардың күнделікті өмірде көп қолданылғаны соншалықты пластмассадан тау болып құрлықта ғана емес, арал болып әлемдік мұхитта да қоқыстар пайда болған. Олардың ең ірілерінің бірі тынық мұхитында Индонезияға жақын жерде орналасқан. Оның алыптығы соншалықты кейбір ірі аралдардан да үлкен. Мұның салдары планетамызда кездесетін тіршілік иелеріне көптеп кері әсерін беруде. Сонымен қатар, пластмасс тектес заттар өздерінің ыдырау барысында қоршаған ортаға стирол, формальдегид, фенол, хлорпрен, уретан деп аталатын зиянды заттар бөлінетіндігі анықталған.

Қазіргі сәтте халықаралық стандарттау ұйымында (ИСО) 13 техникалық комитет экологиялық стандарттарды жасауға қатысады. Олар төмендегі кестеде көрсетілген.

Кесте – **ИСО халықаралық стандарттау ұйымының экологиялық стандарттауға қатысушы техникалық комитеттері [2]**

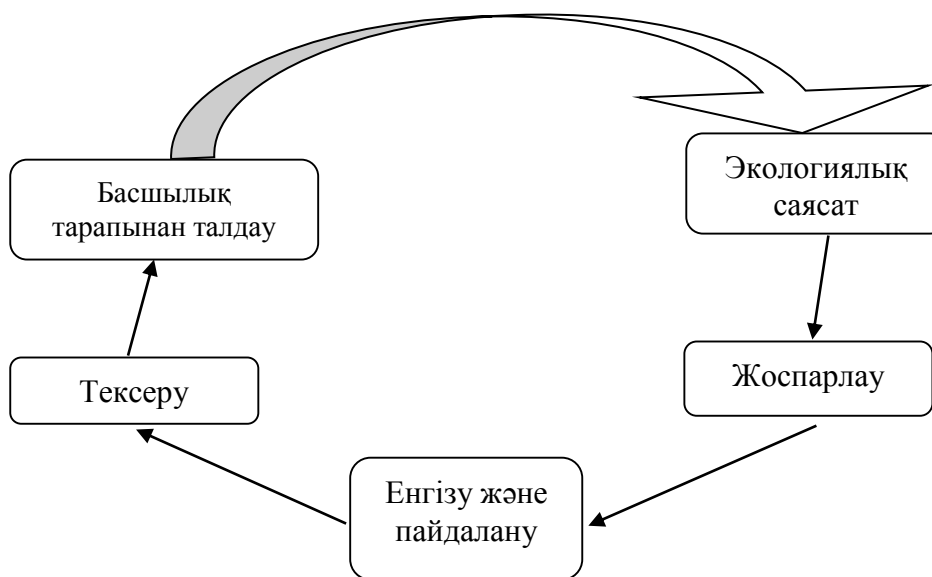
Техникалық комитеттің нөмірі	Техникалық комитеттің атауы
61	Пластмассалар
146	Ауа сапасы
147	Су сапасы
190	Топырақ сапасы
200	Қатты қалдықтар
207	Экологиялық басқарулар

Мұндай мәселелер қазіргі таңда тек қана үкіметтік немесе мемлекеттік деңгейде ғана емес халықаралық деңгейде дәрежесі бар «Біріккен ұлттар ұйымы (БҰҰ)», «Халықаралық стандарттау ұйымы (ИСО)» секілді үлкен ұйымдармен көтерілу үстінде. Бұл ұйымдардың қайсысы болмасын өздерінің жұмыс істеу сферасы деңгейінде қолдан келер жұмыстарын атқаруда. Ал бұл мәселені шешуде мемлекеттік немесе үкіметтік деңгейдегі іс-әрекеттердің қауқары жетер емес. Сонда да, Қазақстан Республикасын мысал ретінде алатын болсақ, мемлекет тарапынан үлкен жұмыстар атқарылуда. Оған өндіріс орындарына қоршаған ортаға зиянды заттарды тастауға шектеу қою және қоршаған ортаны күтіп ұстау бойынша заңдардың қабылдануын жатқызсақ жеткілікті. Мұндай заңдар мен бағдарламаларға «Қауіпті қалдықтарды басқару саласындағы «Жасыл экономика» концепциясы», «Даму қоры» және тағы басқаларды жатқызсақ болады. Сонымен қатар, 2017 жылы 3-6 шілде аралығында Астана қаласында EXPO-2017 халықаралық көрме аясында «GREEN ENERGY & WASTE RECYCLING FORUM» – қалдықтарды қайта өңдеу және жаңғырамалы энергия бойынша екінші

Еуразиялық бизнес-форум өтті, және де ол форумға 11 елден 270 адам – мемлекеттік органдардың, халықаралық ұйымдардың, ассоциациялардың және кәсіпорындардың өкілдері қатысты [3]. Мұндай фактілердің өзі қалдықтарды өңдеу мәселесін мемлекеттік деңгейде қарастырып, қолдау көрсетіп өз шешімін табуға септігін тигізіп жатқанының айқын бір көрінісі. «Қайталама ресурстар туралы» ҚР заң жобасында қалдықтармен халықаралық тәжірибеесемімен айналысудың мәселелерін шешетін негізгі жолдар келесі негізгі принциптерді сақтауды талап етеді:

- 1) қалдық иелерінің (меншік иесі) қалдықпен жұмыс жасау бойынша жауапкершілігін;
- 2) қалдықтардың қалыптасуын кері қайтару (өндірістің бекітулі циклын қолданып, олардың санын және зияндылығын азайту);
- 3) заттардың пайдалы қасиетін толық пайдаға жарату (шикізатты қайталап пайдалану);
- 4) қалдықтарды қауіпсіз орналастыру;
- 5) оларды орналастыруда пайдалану немесе пайдаға жарату басымдылығы;
- 6) шаруашылық айналымда пайдаға жаратылмайтын қалдықтарды олардың қалыптасу санын төмендету мақсатында пайдалану мүмкіндіктерін іздеу;
- 7) тұрғындар денсаулығына зиян келтірмейтін және қоршаған ортаға зиян тигізбейтіндей, бірақ өңдеуден дайын өнім немесе оның бөлігін алатын етіп қалдықтарды орналастыру;
- 8) өндіруші қаражаты арқылы қалдықтарды пайдалану және қайта өңдеуге жарамсыздарды біртіндеп жою [4].

Қазіргі таңда экологиялық мәселелерді шешуге көмектесер ең қолайлы құжаттардың бірі ISO 14001 халықаралық стандарты болып табылады. Стандарт өзінің құрастырылуы (өндірілуі) барысында әр мемлекетте кез-келген салада қызмет ететін түрліше ұйымдарда жеңіл қолданылатындай етіліп даярланған. Бұл осы ИСО стандарттарының негізгі айырмашылығы болып табылады. Мұнда кәсіпорын экологиялық таза өнім шығаруы үшін және өнім шығару барысында қоршаған ортаға минимум зиян келтіру үшін керек іс-әрекеттердің жиынтығы этап бойынша көрсетілген.



Сурет - ISO 14001 стандартында қолданылатын үнемі экологиялық менеджментті жоғарылату сызбасы [5]

Сонымен қатар, стандартта экологиялық менеджмент жүйесін басқару мәселесі де қарастырылған. Стандарт негізінен «Жоспарла-Жаса-Талда-Жақсарт (Plan-Do-Check-Act, PDCA принципі)» әдістемесіне сүйене отырып жасалған.

Осы Халықаралық стандарт барлық ұйымға:

- a) қоршаған ортаны басқару жүйесін әзірлеу, енгізу, қолдау және жетілдіру;
- b) оның экологиялық саясатына сай екендігіне көз жеткізіңіз;
- c) осы халықаралық стандартқа сәйкестігін көрсету:
 - 1) сәйкестікті өзі анықтау және оны жариялау;
 - 2) тұтынушылар сияқты мүдделі тараптардың сәйкестігін растауды алу арқылы немесе

3) ұйымнан сыртқы сәйкестік туралы декларацияны растауды алу арқылы; немесе

4) сыртқы ұйымның экологиялық менеджмент жүйесін сертификаттау арқылы мақсаттарына жетуге көмектеседі [5].

Экологиялық менеджменттің жүйелік көзқарасы ұзақ мерзімді табысқа жету үшін жоғары басшылықты ақпаратпен қамтамасыз ете алады және тұрақты дамуды насихаттау нұсқаларын жасай алады:

- қоршаған ортаға жағымсыз әсерді болдырмау немесе азайту арқылы қоршаған ортаны қорғау;
- экологиялық жағдайдың ұйымға ықтимал қолайсыз салдарларын жеңілдету;
- ұйымға оның міндеттемелерін орындауға көмектесу;
- экологиялық көрсеткіштерді жақсарту;
- ұйымның өнімдері мен қызметтері өмірлік циклі бойынша басқа жерлерде қоршаған ортаның әсеріне ұшырамауды болдырмауға мүмкіндік беретін өмірлік циклдің перспективасы негізінде әзірленген, шығарылатын, таратылатын, тұтынылатын және жойылатындығына бақылау немесе әсер ету;

- ұйымның нарық жағдайын нығайтатын экологиялық таза баламалы нұсқаларды енгізуден туындауы мүмкін қаржылық және операциялық артықшылықтарға қол жеткізу;

- экологиялық ақпаратты тиісті мүдделі тұлғаларға беру.

Бұл халықаралық стандарт, басқа да халықаралық стандарттар сияқты, ұйымның заңды талаптарын көбейтуге немесе өзгертуге арналмаған [7].

Ұйымдар өнімнің, компоненттің немесе кіретін шикізаттың әр түрінің әсерін жеке қарастыруға міндетті емес. Олар өздерінің экологиялық аспектілерін анықтау үшін тиісті іс-шараларды, өнімдер мен қызметтерді топтарға топтай алады.

Экологиялық аспектілерді анықтауға бірыңғай көзқарас болмаса да, ұйым таңдаған тәсіл, мысалы, назарға алуы мүмкін:

- а) ауаға эмиссиялар;
- б) суға төгуге;
- в) жер бетіне тастауға;
- г) шикізат пен табиғи ресурстарды пайдалану;
- д) энергияны пайдалану;
- е) бөлінетін қуат (мысалы: жылу, радиация, діріл);
- ж) қалдықтар мен қосалқы өнімдер және
- з) физикалық сипаттамалар (мысалы: өлшемі, нысаны, түсі, сыртқы көрінісі) [5].

Ұйым өзінің экологиялық аспектілеріне қолданылатын құқықтық және реттеуші талаптарды анықтауы керек. Олар мыналарды қамтуы мүмкін:

- а) ұлттық және халықаралық құқықтық және реттеуші талаптар;
- б) Мемлекет субъектілерінің, министрліктер мен ведомстволардың заңнамалық және реттеуші талаптары;
- в) жергілікті билік органдарының заңнамалық және нормативтік талаптары.

Ұйым келісе алатын басқа талаптарға мысалдар:

- мемлекеттік органдармен келісімдер;
- тұтынушылармен жасалған келісімдер;
- реттеуші күшсіз басшылық қағидаттары;
- ерікті принциптер немесе практика кодексі;
- ерікті эко-таңбалау немесе өнімнің «күтімі» бойынша міндеттемелер;
- сауда қауымдастығының талаптары;
- қауымдық топтармен немесе үкіметтік емес ұйымдармен жасалған келісімдер;
- ұйымның немесе оның бас ұйымының қоғамдық міндеттемелері;
- ішкі корпоративтік / ішкі фирмалық талаптар.

Әрбір ұйымның міндеті төтенше жағдайлардың алдын алу және мұндай жағдайлардағы іс-қимылдар жиынтығын қамтитын әдістемелік арнайы құжат болуы тиіс.

Өзінің әдістемелік құжаттарын әзірлеу кезінде ұйым төмендегілерді қарастыруы керек:

а) тұтанатын сұйықтықтардың, резервуарлардың және сығылған газдардың болуы сияқты учаскедегі қауіптердің сипаты, сондай-ақ сұйықтықтардың ағып кету немесе күтпеген газ бөліну кезінде қабылданатын шаралар;

- б) төтенше жағдайлар немесе жазатайым оқиғалардың ең ықтимал түрлері мен ауқымы;
- в) жазатайым оқиғаға немесе төтенше жағдайға жауап берудің ең қолайлы әдісі;
- г) ішкі және сыртқы байланыс жоспарлары;

д) қоршаған ортаға келтірілген зиянды азайту үшін қажетті шаралар;
е) апаттардың немесе төтенше жағдайлардың әсерін төмендету үшін әрекеттер жиынтығы
ж) түзету-алдын алу іс-шараларын әзірлеу және енгізу үшін авариядан кейінгі бағалау қажеттілігі;

з) мерзімді практикалық тестілеудің нәтижелерін төтенше жағдайларды жою рәсімдерін (процедураларын);

и) төтенше жағдайларға жауапты қызметкерлерді оқыту;

к) негізгі қызметкерлердің, сондай-ақ көмекші ұйымдар мен төтенше жағдайлар жөніндегі қызметтердің (мысалы, өрттен қорғау, төгінділерді жою қызметі) тізімдері, олармен байланысу үшін егжей-тегжейлі ақпарат;

л) эвакуациялау маршруттары мен жинау пункттері;

м) жақын объектіде (мысалы, зауыт, жол, теміржол желісі) төтенше жағдайлардың немесе апаттардың болуы

н) көрші ұйымдардың көмек көрсету мүмкіндігі.

Қазақстанда немесе жалпы әлемде осы қалдықтар мәселесі бойынша шешімін таппай келе жатқан күрделі мәселелер баршылық. Мұндай мәселелерді шешудің негізгі талаптары:

- Қытай және Үндістан секілді ірі пластик өнімдерін өндіруші елдердегі бір реттік пластик өнімдерін өндіруді азайту;

- Пластикке байланысты күрделі мәселелер көбінесе дамушы мемлекеттер мен ірі мегаполистерде пайда болып жатқандықтан қайта өңдеу өнеркәсіптерін жедел түрде ашу, пластик заттарының тез ыдырауына көмектесетін химиялық қоспалар арқылы заттың химиялық құрамы мен құрылымын өзгерту;

- қоқыстарды жинау мәселесін біріздендіру;

- қалдық шығару, өңдеу және пайдалану бойынша мемлекеттік заңдардың пайда болуы және осы сала бойынша халықаралық стандарттарды елдегі көптеген өнеркәсіптерге енгізуге мемлекет тарапынан көмек көрсету;

- қоқыстарды қоршаған ортаға таралмауына әсерін тигізетін жоғары технологияларды жасау және олардың зардабын азайту үшін жаңа ғылыми жұмыстармен айналысуға ғалымдардың назарын аудару.

Планетамыздағы қоқыстар мәселесін шешу маңыздылығы адам санының шамадан тыс көп болып бара жатқанымен де түсіндірсек болады. Халықаралық зерттеулердің нәтижесі бойынша адам саны осы қарқынмен көбейе берсе жақын болашақта планетамызда көптеген маңызды ресурстардың тапшылығы сезілуі мүмкін және бұл өз кезегінде жаһандық ашаршылық пен планетамыздың адам айтқысыз күйге түсуіне әкеліп соғады. Мұндай болжамдар ресурстардың сарқылу терминімен түсіндіріледі.

Мұндай мәселелерде, әрине, бізге халықаралық стандарт - ISO 14001 көмектеседі. Мұның негізгі ерекшеліктерінің бірі қолдануда қарапаймдылығы және енгізуден кейінгі тиімділік пайызының жоғарылығында деп айтсақ болады. Сонымен қатар, стандарт кез-келген мемлекеттік немесе мемлекеттік емес, коммерциялық немесе коммерциялық емес ұйым ерекшеліктеріне қарамай түрлі саладағы ұйымның қоршаған ортамен тығыз байланыста болып отыруына және бақылауды өз қолына алып отыруға көмектесетін бірден-бір стандарт.

Осы мәселе аясында Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университетінің оқытушы-профессорлық құрамы халықаралық Erasmus+ бағдарламасының негізінде онлайн курстар әзірлеп жатыр. Экология саласына қызығушы кез-келген адам Қазақстан Республикасының ашық білімінің ұлттық платформасының ресми сайтына (www.moocs.kz) кіріп тегін курстар тыңдай алады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] ҚР СТ ИСО 14050-2010 «ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МЕНЕДЖМЕНТ. Сөздік»

[2] <http://www.cci.su/iso-24.htm> - «Қоршаған ортаны қорғау саласындағы стандарттау»

[3] <http://iacocs.gov.kz/kz/2017/09/20/4089> - «Қауіпті қалдықтарды басқару саласындағы «Жасыл экономика» концепциясын жүзеге асырудағы мәселелер»

[4] articles.ukgu.kz – «Қайталама ресурстарды басқару мәселелерін нормативті-құқықтық реттеу аспектілері»

[5] ISO14001:2004. «Экологиялық менеджмент» халықаралық стандарты

[6] ISO 14001:2015. «Экологиялық менеджмент жүйесі» халықаралық стандарты

Болегенова С.А., Шортанбаева Ж.К., Көпжасар М.Ж.

Проблема отходов и роль стандарта iso 14001 в оперативном решении этой проблемы

Резюме. В статье приведены краткие определения о проблемах отходов в стране и за рубежом и возможностях их решения, а также о возможностях международного стандарта ISO 14001 при занятии этим вопросом. Приведено международное определение и наиболее часто встречающиеся виды отходов. Выявлены факторы, снижающие экологическую обстановку государства, для их решения были проведены исследования. Также кратко изложены стандарты ISO 14001 и их задачи перед окружающей средой по Экологическому кодексу, которые служат для создания необходимых условий для эффективного управления экологической политикой на предприятиях.

Ключевые слова: ISO 14001, предприятие, отходы, стандарт, Организация Объединенных Наций (ООН), Международная организация по стандартизации (ИСО), Система экологического менеджмента, Экологический кодекс.

Bolegenova S., Shortanbayeva Zh., Kopzhassar M.

The problem of waste and the role of iso 14001 in its immediate decision

Summary. The article provides a brief definition of the problems of waste in the country and abroad and the possibilities of their solutions, as well as the possibilities of the international standard ISO 14001 in dealing with this issue. The international definition and the most common types of waste are given. The factors reducing the ecological situation of the state are revealed, for their decision researches have been conducted. The ISO 14001 standards and their objectives for the environment under the Environmental code, which serve to create the necessary conditions for the effective management of environmental policy in enterprises, are also summarized.

Key words: ISO 14001, enterprise, waste, standard, United Nations (UN), international organization for standardization (ISO), environmental management System, Environmental code.

УДК 656.7

Z.E. Konakbay, I.Zh. Asilbekova
(Academy of Civil Aviation, Almaty
E-mail: konakbay.zarina@mail.ru)

BUSINESS AVIATION MARKET IN KAZAKHSTAN

Abstract: Business aviation - is a civil aviation industry that specializes in the development, production, operation, maintenance of aviation equipment for individual and corporate flights, as well as the provision of related services It is resource management that is the least developed aspect in organizing the commercial activities of airlines in the CIS countries.

Key words: airline, charter, scheduled flights, business aviation.

З.Е. Конакбай, И.Ж. Асильбекова
(Академия гражданской авиации, г. Алматы
-konakbay.zarina@mail.ru)

РЫНОК БИЗНЕС-АВИАЦИИ В КАЗАХСТАНЕ

Аннотация: Деловая авиация — представляет собой отрасль гражданской авиации, специализирующуюся на разработке, производстве, эксплуатации, обслуживании авиационной техники, предназначенной для индивидуальных и корпоративных полётов, а также оказании сопутствующих услуг. Именно управление ресурсами является наименее проработанным аспектом в организации коммерческой деятельности авиакомпаний в странах СНГ.

Ключевые слова: авиакомпания, чартер, регулярные перевозки, деловая авиация

На сегодняшний день на рынке Казахстана в сфере деловой авиации работают шесть авиакомпаний; “PrimeAviation”, “Kazairjet”, “JetOne”, “ComluxKz”, “EurasiaAir”, “FlyJet.Kz” и другие иностранные компании. Все выше перечисленные компании являются конкурентами относительно друг друга. Этот факт оказывает существенное влияние на ценообразование и на валовую прибыль авиакомпании “FlyJetKz”.



Рис. 1. доли рынка РК по авиакомпаниям

Поэтому при расчете стоимости рейса учитываются не только прямые расходы, но и влияние, которое оказывают другие компании непосредственно на заказчика (маркетинговые исследования рынка услуг деловой авиации на данный рейс). Так же на прибыль авиакомпании сказываются такие факторы как погодные условия, сезонность (бизнес активность снижается с мая по сентябрь), закрытие воздушного пространства Европы для полетов Казахстанских авиакомпаний, что на наш взгляд в большей степени является политикой протекционизма, нежели соблюдения правил безопасности полетов. Тем самым европейские компании бизнес авиации имеют доступ на казахстанский рынок, без каких либо ограничений со стороны Комитета Гражданской Авиации Казахстана. Это есть прямое нарушение закона о пятой степени свободы воздуха. Этот факт так же оказывает негативное влияние, как на цене так и на продажах рейсов. В процентном соотношении доля рынка принадлежащая иностранным перевозчикам составляет около 15%.

Авиакомпания “Flyjet.kz” специализируется в сегменте рынка Аэротакси. Основным конкурентом нашей авиакомпании является АО “Kazairjet”. В процентном соотношении рынок поделен 60/40. {6}

Парк самолетов а-к КазЭйрДжет:

1. CessnaCRJ3
2. Cessna CRJ3
3. Premier IA
4. Hawker 900XP

Парк самолетов ФлайДжет:

1. Cessna 750
2. Cessna 750
3. Premier IA
4. Premier IA
5. Embraer 505

Принципиальное отличие компаний состоит в том, что “Kazairjet” является дотационной компанией, в то время как авиакомпания “Flyjet.kz” исключительно коммерческой, что придает определенную уникальность. Авиационный бизнес является одним из самых затратных, и связан с большим количеством рисков.

Не смотря на давление оказываемое на деятельность а/к со стороны фискально-надзорных органов, жёсткую конкуренцию, мы обеспечиваем своевременное и безопасное выполнение рейсов, даже в ущерб прибыли компании.

По итогам работы авиакомпания “Flyjet.kz” занимает одно из лидирующих положений на рынке деловой авиации Казахстана. Основными достоинствами нашей компании являются комфорт и безопасность полетов.

Маркетинговые исследования являются каждодневной работой руководства авиакомпании. При расчете рейсов учитываются цена рейса на рынке, пожелания заказчика, опыт работы других авиакомпаний. Кроме того, огромное значение имеют регулярные изменения ставок сборов аэропортов Казахстана, ближнего и дальнего зарубежья в сторону увеличения.

Цена ГСМ является основной затратной частью при расчетах стоимости рейса. Не смотря на повышение стоимости топлива, авиакомпания не может поднять стоимость рейса, так как, это приведет к потере конкурентоспособности компании на рынке. Т.е. постоянный клиент не готов платить

большую цену за перевозку, стоимость летного часа всегда не соответствует (отстает) увеличению цены на ГСМ, ставок сборов аэропортов, т.к. постоянный клиент не готов платить большую цену за рейс. Есть вероятность перехода клиента к другому оператору. Учитывая многие объективные и субъективные факты а/к “FlyJet.kz” пытается найти оптимальный баланс между ценой за рейс и размером прибыли, которую получает компания.

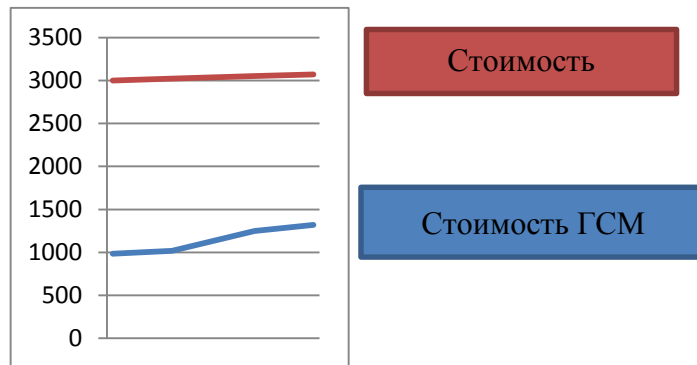


Рис. 1. Диаграмма стоимости рейса и стоимость ГСМ

Сильные и слабые стороны авиакомпании

Детально изучив деятельность авиакомпании можно отметить сильные и слабые стороны авиакомпании, а так же угрозы и риски.

Сильные стороны:

- Сервис на борту;
- Наличие бортпроводника на борту ВС;
- Опыт работы (одни из первых на рынке бизнес авиации в РК)
- Новые самолеты.

Слабые стороны:

- Длительные сроки поставки запасных частей, в случае неисправности ВС, из-за отдаленности заводов изготовителей;
- Отсутствие квалифицированных центров в Казахстане для КВК летно-инженерного состава;
- Отсутствие собственного ангара для хранения ВС западного производства в осенне-зимний период.

Угрозы для авиационной деятельности:

- Отсутствие квалифицированных пилотов и инженеров на рынке Казахстана (средний возраст пилотов составляет 55 лет);
- Несовершенство законодательных актов РК, отсутствие механизмов применения норм законодательства на практике, создают трудности в практической деятельности, а также в осуществлении поставленных задач, и в целом для развития компании;
- Увеличение стоимости топлива. В последнее время все большее количество авиакомпаний стремятся использовать системы бронирования как эффективный инструмент повышения доходности и рентабельности работы авиакомпании. При этом реальным коммерческим инструментом авиакомпаний является процедура управления ресурсами. {10}

Под управлением ресурсами понимается, как правило, размещение в одной или нескольких инвенторных системах информации о конкретном рейсе, количестве реализуемых мест, структуре тарифов на данном маршруте и правилах их применения, установление блока (квоты) мест для каждого тарифа и правила перехода из блока в блок, определение глубины продажи и глубины бронирования, возможность постановки пассажира на очередь и порядок обработки очередей. Именно управление ресурсами является наименее проработанным аспектом организации коммерческой деятельности авиакомпаний в странах СНГ.

Эффективное управление доходами обеспечивается за счет:

- Достаточно развитой системы тарифов, которая дает возможность назначать на одном и том же рейде несколько одновременно действующих тарифов, отличающихся условиями применения.

- Наличия наборов средств управления ресурсами (местами на рейдах), которые позволяют управлять квотами мест в тарифных классах

- Возможности сверхрезервирования, использования листов ожидания, гармонизации загрузки рейсов с посадками.

- Возможности управлять перегородками между комфорт –классом и эконом- классом.

Некоторые понятия, используемые при управлении ресурсами:

- класс обслуживания – это выделенная в самолете область мест, отличающаяся качеством обслуживания пассажиров в полете.

- Код бронирования (класс бронирования) – квота мест в самолете (без конкретизации номеров мест), с которой связывается некоторый тариф. В одном классе обслуживания может быть несколько классов бронирования.

- PNR(PassengerNameRecord, заказ) –запись в системе об одном или нескольких пассажирах, перевозка которых выполняется по одному и тому же маршруту. {7}

Перепродажа (перебронирование) рейса (овербукинг).

Абсолютно все авиакомпании в период повышенного спроса продают на рейс больше билетов, чем может физически вместить в себя самолет. Данная практика, коммерчески абсолютно оправдана - ведь не все пассажиры явятся на рейс - кто-то решит не лететь, кто-то опоздает или заболит. Такая ситуация называется перебронированием (перепродажей). Количественное выражение "лишних билетов", которое можно позволить продать, высчитывается авиакомпанией исходя из статистического анализа на данном направлении.

На каждом маршруте есть свои исторически сложившиеся средние показатели неявки пассажиров к вылету (в международном авиационном бизнесе это называют no-show). Среднестатистический no-show для некоторых рейсов может достигать 5% и даже больше. Происходит это в основном не оттого, что люди опаздывают или в последний момент передумывают лететь, а из-за особенностей работы системы бронирования. Например, агенты могут для верности забронировать билет для одного человека на несколько рейсов сразу, а потом не отменить вовремя те брони, которыми они не воспользовались. Если бы авиакомпания не использовала перебронирования, то 5% кресел она всегда возила бы пустыми, ухудшая свои финансовые результаты. Чтобы этого не произошло, компания и позволяет себе бронировать места сверх реальной емкости самолета.

При этом мы боимся, не только соблюдая тот самый исторически-статистический порог, но и предусматриваем возможность размещения "лишних" пассажиров одного класса в других классах.

Допустим, если мы перебронируем экономический класс в счет общей емкости самолета, то держим в уме непроданные места бизнес-класса, куда в случае необходимости и без доплаты можем поместить некоторых пассажиров эконом-класса.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Веб сайт arinc-direct.com
- [2] Балабанов И. Т. , Балабанов А. И. Экономика туризма: Учебное пособие. - М. : Финансы и статистика, 2003
- [3] Руководство производства полетов компании ТОО "Flyjet.kz"
- [4] Журнал "Forbes"
- [5] Веб сайт jetplanning.ru
- [6] Веб сайт flyjet.kz
- [7] Т. Pisello, IT ValueChainManagement –Maximizingthe ROI from IT Investments, Alinean, LLC 2003. - «Управление рисками в проектах внедрения информационных систем управления предприятием». - Андрей Слюсаренко, СЮ №7, 2008".
- [8] <http://www.tops.ru/default.asp?artID=1489>
- [9] Статья проекта Skladforum.Ru:
- [10] Управление рисками при внедрении SCM.
- [11] Веб сайт <http://www.flight-planning.ru/>

Конакбай З.Е., Асильбекова И.Ж.

Қазақстандағы іскери авиация нарығы

Түйіндеме: Іскери авиация - жеке және корпоративті рейстер үшін авиациялық жабдықты әзірлеуге, өндіруге, пайдалануға, техникалық қызмет көрсетуге, сондай-ақ байланысты қызметтерді көрсетуге маманданған азаматтық авиация саласы. Бұл ТМД елдеріндегі авиакомпаниялардың коммерциялық қызметін ұйымдастырудағы ресурстарды басқару.

Түйінді сөздер: авиакомпания, чартер, жоспарланған рейстер, іскери авиация

УДК 514.7

М.А. Mustafin

(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, medeu@rambler.ru)

SOME ASPECTS OF DIFFERENTIAL GEOMETRY COURSE

Abstract. Now differential geometry is necessary subject in universities for students who are studied on specialties “Mechanics”, and “Mathematical and Computing Modeling”. Given article is devoted to some aspects of the teaching of differential geometry.

Key words: differential geometry.

М.А. Мустафин

(Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, medeu@rambler.ru)

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ КУРСА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Аннотация. Данная работа посвящена некоторым аспектам курса дифференциальной геометрии. Указана актуальность прикладных задач дифференциальной геометрии.

Ключевые слова: дифференциальная геометрия.

Курс дифференциальной геометрии традиционно входит в программы подготовки математиков и механиков на соответствующих факультетах университетов. Дифференциальная геометрия – это раздел геометрии, в котором геометрические образы изучаются методами математического анализа. Главными объектами дифференциальной геометрии являются произвольные достаточно гладкие кривые (линии) и поверхности евклидова пространства, а также семейства линий и поверхностей. Обычно в дифференциальной геометрии исследуются локальные свойства геометрических образов, которые присущи сколь угодно малой их части. Рассматриваются также и свойства геометрических образов в целом (например, свойства замкнутых выпуклых поверхностей). Курс классической дифференциальной геометрии изложен в известных учебниках А.В. Погорелова, П.К. Рашевского, Н.В. Ефимова, С.П. Финикова, А.П. Нордена, И.Я. Бакельмана и других советских и зарубежных ученых-математиков. Отметим также современный курс геометрии Б.А. Дубровина, С.П. Новикова, А.Т. Фоменко. Наряду с этим всегда стояла цель – дать задачи к соответствующему курсу. В настоящее время курс дифференциальной геометрии (либо элементы дифференциальной геометрии) входит в учебные программы по подготовке специалистов по *математическому и компьютерному моделированию*, по *космической технике и технологиям*. Это обусловлено тем, что ряд задач по математическому моделированию требует хороших знаний по дифференциальной геометрии. Несмотря на наличие классических задачников Э.Р. Розендорна, А.С. Феденко и других, в настоящее время требуются задачки по *прикладной* дифференциальной геометрии.

Студенты должны знать и уметь решать предусмотренные программой задачи: найти кривизну кривой, угол между кривыми на плоскости и в пространстве, вычислить первую, вторую квадратичную форму и т.д. Ниже предлагаются задачи по курсу дифференциальной геометрии, имеющие прикладной характер.

Приведем некоторые из них. Используются частично задачи из [2].

Раздел. **Кривизна кривых.** В задачах с явным физическим содержанием надо пренебрегать размерами движущихся объектов (т.е. считать их материальными точками).

1. *Найти кривизну эллипса в его вершинах.*

2. Если велосипедист движется по криволинейной дороге с постоянной по модулю скоростью, то в любой точке его ускорение перпендикулярно его скорости (т.е. их скалярное произведение равно нулю). Указание. Для уравнения винтовой линии модуль скорости постоянен.

3. Американская горка имеет форму спирали циклоиды, находящейся в вертикальной плоскости. Вагончик движется по ней со скоростью 1 м/с. При какой высоте циклоиды в её верхней точке клиент будет чувствовать невесомость.

4. Автомобиль едет по отрезку Архимеда со скоростью 1 м/с, не пересекая реку. С какой угловой скоростью вращается берег реки в системе отсчета автомобиля, когда тот находится в точке с углом, равном 90 градусов.

5. Дан эллипс с параметрами $d=2$ и $f=1$. Найти радиус соприкасающейся окружности в одной из двух точек эллипса, равноудаленных от фокусов.

6. Точка двигается по винтовой линии. Всегда ли кривизна и кручение данной винтовой линии постоянны?

Раздел. **Кручение пространственных кривых.**

1. В невесомости мотоциклист едет со скоростью l по винтовой линии с соответствующими параметрами. Найти угловую скорость вращения плоскости колеса в зависимости от времени. Указание. Использовать формулы векторного произведения.

2. Доказать, что если кривизна и кручение кривой постоянны, то это винтовая линия.

Раздел. **Сферическая геометрия.**

1. Доказать, что любого сферического треугольника существуют вписанная и описанная окружности.

2. Человек прошел 10 км на юг, потом 10 км на восток и затем 10 км на север. В итоге он вернулся в исходное положение. Найти все начальные точки, при которых такое могло быть.

Ответ. объединение северного полюса и бесконечного семейства параллелей.

3. Если все время идти на северо-восток, то куда придешь?

Ответ. На северный полюс.

4. Доказать, что медианы сферического треугольника пересекаются в одной точке.

5. Доказать, что высоты сферического треугольника пересекаются в одной точке.

Раздел. **Геометрия Лобачевского.**

1. Доказать, что через точку плоскости Лобачевского, не лежащую на данной прямой Лобачевского, проходит более одной прямой Лобачевского, не пересекающей данной прямой Лобачевского. Напоминание. Плоскость Лобачевского называют половинку двуполостного гиперболоида. Прямыми Лобачевского называют сечения этой половинки плоскостями, проходящими через начало координат.

2. Доказать, что через любые две точки плоскости Лобачевского проходит ровно одна прямая Лобачевского.

3. Построить общий перпендикуляр двух расходящихся прямых. Указание. Воспользоваться интерпретацией Кэли-Клейна соответствующей плоскости

Как видно, предложенные задачи имеют прикладной характер и могут быть использованы на практических занятиях по дифференциальной геометрии для студентов-нематематиков.

ЛИТЕРАТУРА

[1] А.В.Погорелов Геометрия, М., Наука, 1980.

[2] А.Б. Скопенков. Основы дифференциальной геометрии в интересных задачах, М., МЦНМО, 2016.

Мұстафин М.А.

Дифференциалық геометриянің кейбір аспектілер

Түйіндемесі: Бұл мақала арнап дифференциалық геометриянің кейбір аспектілер берілді.

Негізгі сөздер: дифференциалық геометрия.

A. Shakenova

(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: shakenovaalua72@gmail.com)

HYPOTHESIS OF TRIPLES GENERATING PRIME NUMBERS

Abstract. The prime numbers firstly were mentioned in Euclid's Elements, where were proven to be infinitely many. Another Greek ancient mathematician Eratosthenes constructed special sieve to determine whether the number was prime. The law of prime numbers has not been invented making the question open for centuries. Mathematicians switched to finding the interval that contained prime numbers. The first conjecture was made by Bertrand [1], who proposed that for any integer $n > 3$ there exists prime between n and $2n$. This postulate was proven by Erdos in 1932-1934. In this paper new conjecture is formulated.

Key words: Generators of primes, triples, mathematical statistics and probability, distribution function, numerical methods, modulo arithmetic, great common divisor.

Introduction

The researchers studied the representation of integers as the sum of the product of small factors and prime [2, 3] or made research on sequences of primes [4]. Our conjecture is quite different from those results. Here we investigate how the prime number can be represented in terms of sum of the product of small factors and integer. For any integer number n , where $n > 5$ and $n \neq 6$, there exist integers a and b , $a < b < n$ and a, b, n are coprime, such that $a*b \pm n$, $b*n \pm a$, $a*n \pm b$ all are prime numbers $n < p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6 < n^2$; We call a, b, n generators of primes and (a, b, n) triple together. The main properties are described. The conjecture is very hard to prove analytically.

Propositions and lemmas related to the properties of such generators

Elementary properties

Proposition 1.1 obviously, $a*b-n$ is minimum and $n*b+a$ is maximum.

Proposition 1.2 At least one of a, b, n is of the form $2k$, where $k \in \mathbb{N}$.

Proof: Assume that they are all of the form $2k+1$, then $(2k+1)*(2m+1)+2n+1$ is even number, but primes are odd (contradiction) except 2;

Proposition 1.3 At least one of a, b, n is of the form $2k+1$: applying the same strategy $2k*2m+2n$ gives even number (contradiction).

Lemma 2.6 (Rosen) The product of the numbers of the form $4k+1$ gives again the form $4k+1$; [5]

Lemma 1: $p_1 p_2 p_3 p_4 p_5 p_6 \equiv 1 \pmod{4}$

Proof: if $(a*b)^2 \equiv 1 \pmod{4}$, then either $a \equiv 3 \pmod{4}$ or $b \equiv 3 \pmod{4}$ Let a, b are odd and n is

even: $(ab-n)(ab+n)(na-b)(na+b)(nb-a)(nb+a) \equiv 1 \pmod{4}$

$((ab)^2 - n^2)((na)^2 - b^2)((nb)^2 - a^2) \equiv 1 \pmod{4}$

$(1-0)*(-b^2)(-a^2) = (a*b)^2 \equiv 1 \pmod{4}$

Proposition 1.4 The expression $2 \frac{a+b}{n} + 1$ gives 2 or 3 for all n .

Proof: Since $a+b < 2n$ for all n . Then consider two cases:

a) $a+b < n$

b) $a+b > n$

In a) we have $\frac{a+b}{n} < 1$ then $2 \frac{a+b}{n} + 1$ gives 2

In b) we have $1 < \frac{a+b}{n} < 2$ then $2 \frac{a+b}{n} + 1$ gives 3

II. Complicated ones

Proposition 2.1: $n > 5$ and $n \neq 6$

Proof: Let $a=1, 2, 3$ and $b=1, 2, 3, 4, n=1,2,3,4,5$;

If $n=1$, then $a=0, b=0$ No!

If $n=2$, then $a=0, b=1, 1*0-2=-1$ No!

If $n=3$ then $a=1, b=2, 2*1-3=-1$ No!

If $n=4$ then $a=2$ $b=3$ but by proviso $\gcd(a, n)=1$ Contradiction

If $n=6$ then get a and b are odd numbers;

Proposition 2.2: $\gcd(a, b, n)=1$;

Proof: Let $\gcd(a, b)=s, s>1$;

Then $a=sq$ and $b=st$;

$a^n + b = sq^n + st = s(q^n + t)$ does not give prime.

So, $\gcd(a, b, n)=1$

Propositions for n , if n is prime.

Proposition 2.3.1. If $n=p$ and $a+b<n$ then $a+b<p-1$;

Proof: $a \leq p-2$ and $b \leq p-1$;

Assume contrary: Let $a+b > p-1$ then $a+b$ is contained between $p-1$ and p , but $a+b$ is integer, unless $a+b=p-1$; but $p-1$ is even, but $a+b$ is odd, contradiction. Thus, $a+b \neq p-1$ and therefore $a+b < p-1$;

If $a+b > p$, then $a+b < 2p-1$;

Last digit determination for $n=p$, when a, b, n are consecutive numbers.

Let $a=p-2$; $b=p-1$ and $n=p$;

$$\left\{ \begin{array}{l} (p-1) * p - p + 2 = p^2 - 2p + 2 = p1 \\ p(p-1) - p - 2 = p^2 - 2 = p2 \\ (p-2)(p-1) - p = p^2 - 2p + 2 = p3 \\ (p-2)(p-1) + p = p^2 - p - 1 = p4 \\ p(p-2) - p - 1 = p^2 - 3p + 1 = p5 \\ p(p-2) + p - 1 = p^2 - 4p + 2 = p6 \\ p \text{ ends on } 1, 3, 5, 7, 9 \\ p^2 \text{ ends on } 1, 9, 5, 9, 1 \end{array} \right.$$

Consider last digits case by case.

$$p^2 - p - 1 = \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline 9 \\ \hline 5 \\ \hline 9 \\ \hline 1 \\ \hline \end{array} - \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline 3 \\ \hline 5 \\ \hline 7 \\ \hline 9 \\ \hline \end{array} - \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline 1 \\ \hline 1 \\ \hline 1 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline 9 \\ \hline 5 \\ \hline 9 \\ \hline 1 \\ \hline \end{array}$$

$$p^2 - 2 = \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline 9 \\ \hline 5 \\ \hline 9 \\ \hline 1 \\ \hline \end{array} - \begin{array}{|c|} \hline 2 \\ \hline 2 \\ \hline 2 \\ \hline 2 \\ \hline 2 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline 9 \\ \hline 7 \\ \hline 3 \\ \hline 7 \\ \hline 9 \\ \hline \end{array}$$

$$p^2 - 2p + 2 = \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline 9 \\ \hline 5 \\ \hline 9 \\ \hline 1 \\ \hline \end{array} - \begin{array}{|c|} \hline 2 \\ \hline 6 \\ \hline 0 \\ \hline 4 \\ \hline 8 \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline 2 \\ \hline 2 \\ \hline 2 \\ \hline 2 \\ \hline 2 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline 5 \\ \hline 7 \\ \hline 7 \\ \hline 5 \\ \hline \end{array}$$

$$p^2 - 4p + 2 = \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline 9 \\ \hline 5 \\ \hline 9 \\ \hline 1 \\ \hline \end{array} - \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline 2 \\ \hline 0 \\ \hline 8 \\ \hline 6 \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline 2 \\ \hline 2 \\ \hline 2 \\ \hline 2 \\ \hline 2 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline 9 \\ \hline 9 \\ \hline 7 \\ \hline 3 \\ \hline 7 \\ \hline \end{array}$$

$$p^2 - 3p + 1 = \begin{vmatrix} 1 & 3 & 1 & 9 \\ 9 & 9 & 1 & 1 \\ 5 & 5 & 1 & 1 \\ 9 & 1 & 1 & 9 \\ 1 & 7 & 1 & 5 \end{vmatrix}$$

If the last digit of n

a) 3

$$p^2 - 2 \pmod{10} \equiv 7;$$

$$p^2 - p - 1 \pmod{10} \equiv 5;$$

$$p^2 - 2p + 2 \pmod{10} \equiv 5;$$

$$p^2 - 4p + 2 \pmod{10} \equiv 9;$$

$$p^2 - 3p + 1 \pmod{10} \equiv 1; \Leftrightarrow p^2 - 3p \pmod{10} \equiv 0 \Leftrightarrow 10|p*(p-3) \text{ if only if } 5|p \text{ and } 2|(p-3)$$

since $p \neq 2 \Leftrightarrow p=5$ (contradiction) p should end on 3!

This means that the prime's last digit cannot be 3.

b) 5:

$$p^2 - 2 \pmod{10} \equiv 3;$$

$$p^2 - p - 1 \pmod{10} \equiv 9;$$

$$p^2 - 2p + 2 \pmod{10} \equiv 7;$$

$$p^2 - 4p + 2 \pmod{10} \equiv 7;$$

$$p^2 - 3p + 1 \pmod{10} \equiv 1; \Leftrightarrow p^2 - 3p \pmod{10} \equiv 0 \Leftrightarrow 10|p*(p-3) \text{ if only if } 5|p \text{ and } 2|(p-3)$$

since $p \neq 2$ $p=5$ is the only prime satisfying the proviso!

The required triple is 3, 4 and 5.

c) 9

$$p^2 - 2p + 2 \pmod{10} \equiv 5 \Rightarrow p^2 - 2p - 3 \pmod{10} \equiv 0 \quad (p-3)(p+1) \pmod{10} \Rightarrow$$

$$\equiv 0 \Rightarrow 10|(p-3)(p+1), \Rightarrow$$

$$p^2 - 3p + 1 \pmod{10} \equiv 5 \Rightarrow p^2 - 3p - 4 \pmod{10} \equiv 0 \Rightarrow (p-4)(p+1) \pmod{10} \equiv 0$$

$10|(p-4)(p+1)$ where (p-4) is odd and p+1 is even, either $5|(p-4)$ or $10|(p+1)$ but

$p-4 \equiv p+1 \pmod{5}$. They both are divisible by 5;

Then p-3 is not divisible by 5.

$$p^2 - p - 1 \pmod{10} \equiv 1, \quad \Rightarrow p^2 - p - 2 \pmod{10} \equiv 0, \Rightarrow 10|(p+1)(p-2) \quad 10|(p+1)$$

p-2 is not divisible by 5

$$p^2 - 2 \pmod{10} \equiv 9 \Rightarrow 10|(p-1)*(p+1) \text{ then } 10 \text{ does not divide } p+1$$

Consider the remainders of p-2, p-1 and p by 5. If p+1 is divisible by 5

p-4	p-3	p-2	p-1	p	p+1
0	1	2	3	4	0

Thus, $(p-2)*(p-1) + p = 2*3+4 \equiv 0 \pmod{10}$

This means that the prime's last digit cannot be 9! Q.E.D

d) For 1 and 7 we did not find any contradiction. The required triples are 5,6,7 and 19,20, 21 obtained experimentally on the range (5,380).

Concluding this part, the prime can end on 1 and 7 in order to generate necessary triple of consecutive prime numbers.

Proposition 3.1 exactly one of a, b, and n is divisible by 3!

Proof:

Assume that a, b, n are not divisible by 3; Then $p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6$ are not also divisible by 3 since they are primes. Let introduce $q, t, s \in (0, 2]$ and replace a, b, n by them in the following manner

$$\begin{cases} a \equiv q(3) \\ b \equiv s(3) \\ n \equiv t(3) \end{cases}$$

Then

$$\begin{cases} a * b \equiv q * s(3) \\ a * n \equiv q * t(3) \\ b * n \equiv s * t(3) \end{cases}$$

So,

$$\begin{cases} a * b - n \equiv q * s - t(3) (*) \\ a * n - b \equiv q * t - s(3) \\ b * n - a \equiv s * t - q(3) \\ a * b + n = q * s + t(3) (**) \\ a * n + b = q * t + s(3) \\ b * n + a = s * t + q(3) \end{cases}$$

Consider (*) and (**) separately from the system:

$$\begin{aligned} a * b - n &\equiv q * s - t(3) \\ a * b + n &= q * s + t(3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Thus, } q * s(3) &\neq t(3) \\ q * s(3) &\neq 3 - t(3) \end{aligned}$$

$$t \in [1, 2]$$

Then $t=1$ or $t=2$; $3-t=2$ or $3-t=1$;

$$\begin{cases} q * s(3) \neq 1(3) \\ q * s(3) \neq 2(3) \end{cases}$$

Then, $3 \nmid q * s$ which by proviso is impossible. Hence, exactly one of a, b, n is divisible by 3.

Proposition 3.2 if none of a, b, n divides 5, then $(a * b * n) \pmod{5} \neq \pm 1$

Proof: Let $u, v, w \in [1, 4]$

$$\begin{cases} a \equiv u(5) \\ b \equiv v(5) \\ n \equiv w(5) \end{cases}$$

Then

$$\begin{cases} a * b \equiv u * v(5) \\ a * n \equiv u * w(5) \\ b * n \equiv v * w(5) \end{cases}$$

So,

$$\begin{cases} a * b - n \equiv u * v - w(5) (*) \\ a * n - b \equiv u * w - v(5) \\ b * n - a \equiv w * v - u(5) \\ a * b + n = u * v + w(5) (**) \\ a * n + b = u * w + v(5) \\ b * n + a = w * v + u(5) \end{cases}$$

$$\begin{cases} u * v \neq w \text{ (5) (*)} \\ u * w \neq v \text{ (5)} \\ w * v \neq u \text{ (5)} \\ u * v \neq -w \text{ (5) (**)} \\ u * w \neq -v \text{ (5)} \\ w * v \neq -u \text{ (5)} \end{cases}$$

$u, v \in \{1, 2, 3, 4\}$

If $u=1$, then $w*v=2$ or 3 , thus $u*v*w=2$ or 3 ;

For $u=2$, $w*v=1$ or 4 , then $u*v*w=2$ or $(4*2) \bmod 5=3$;

For $u=3$, $w*v=1$ or 4 then $u*v*w=3$ or $(4*3) \bmod 5=2$;

For $u=4$, $w*v=2$ or 3 , thus $u*v*w=2*4 \pmod{5}=3$ or $3*4 \pmod{5}=2$;

Hence, then $(a*b*n) \pmod{5} \equiv \pm 2$; **Q.E.D**

Proposition 3.3 the triple $(2, 3, n)$ does not generate all primes

Proof: Suppose that there exists prime $2*3-n > 1$, then $n < 5$ which is false!

Proposition 3.4 if $a + b = n$ and $a < [n/2]$, then exactly two primes are contained in the $[n^2/2, n^2]$

Proof: $a = [n/2] - k$, where $k \in \mathbb{N}$; $b = n - a = n - [n/2] + k$;

Then,

$$\begin{cases} \frac{n^2}{2} < n \left(n - \left[\frac{n}{2} \right] + k \right) + n < n^2 \\ \frac{n^2}{2} < \left(\left[\frac{n}{2} \right] - k \right) \left(n - \left[\frac{n}{2} \right] + k \right) + n < n^2 \\ \frac{n^2}{2} < n \left(n - \left[\frac{n}{2} \right] + k \right) - \left(\left[\frac{n}{2} \right] - k \right) < n^2 \\ \frac{n^2}{2} < \left(\left[\frac{n}{2} \right] - k \right) \left(n - \left[\frac{n}{2} \right] + k \right) - n < n^2 \\ \frac{n^2}{2} < n \left(\left[\frac{n}{2} \right] - k \right) + \left(n - \left[\frac{n}{2} \right] + k \right) < n^2 \\ \frac{n^2}{2} < n \left(\left[\frac{n}{2} \right] - k \right) - \left(n - \left[\frac{n}{2} \right] + k \right) < n^2 \end{cases}$$

Take $[n/2] = n/2$;

$$\begin{cases} \frac{n^2}{2} < n \left(\left[\frac{n}{2} \right] + k \right) + n < n^2 - \text{true for all } n \\ \frac{n^2}{2} < \left(\left[\frac{n}{2} \right] - k \right) \left(\left[\frac{n}{2} \right] + k \right) + n < n^2 - \text{false} \\ \frac{n^2}{2} < n \left(\left[\frac{n}{2} \right] + k \right) - \left(\left[\frac{n}{2} \right] - k \right) < n^2 - \text{true} \\ \frac{n^2}{2} < \left(\left[\frac{n}{2} \right] - k \right) \left(\left[\frac{n}{2} \right] + k \right) - n < n^2 - \text{false} \\ \frac{n^2}{2} < n \left(\left[\frac{n}{2} \right] - k \right) + \left(\left[\frac{n}{2} \right] + k \right) < n^2 - \text{false} \\ \frac{n^2}{2} < n \left(\left[\frac{n}{2} \right] - k \right) - \left(\left[\frac{n}{2} \right] + k \right) < n^2 - \text{false} \end{cases}$$

Proposition 3.5 $p-2$, p and $p+2$ cannot be prime at the same time.

Proof: Consider $p-2$, $p-1$, p , $p+1$, $p+2$

$3|(p-2)(p-1)p \rightarrow$ either $3|(p-2)$ or $3|(p-1)$

If the first is true, then $3|(p+1)$, if the second, then $3|(p+2)$ which means that proposition is true.

Proposition 3.6

$p-4$, $p-2$, p , $p+2$, $p+4$ cannot be prime at the same time.

Proof: Consider $p-4$, $p-3$, $p-2$, $p-1$, p , $p+1$, $p+2$, $p+3$, $p+4$.

$p-4 \equiv p-1 \equiv p+2 \pmod{3}$

$p-3 \equiv p \equiv p+3 \pmod{3}$

$p-2 \equiv p+1 \equiv p+4 \pmod{3}$

$3|(p-4)(p-3)(p-2)$

$3|(p-3)$ is impossible then p is not prime.

If $3|(p-4)$, then $3|(p+2)$

If $3|(p-2)$, then $3|(p+4)$

In both cases proposition is true.

The result referring to the theorem of Polymath 15 (the most important and new)

In the following papers of [6,7, 8] the significant proof was obtained which we use in our work.

$$\liminf_n p_{n+1} - p_n \leq 12$$

If $a+b = n$ the two generated primes are consecutive numbers:

$$\begin{cases} p1 = (n - a)a - n = na - a^2 - n \\ p2 = (n - a) * a + n = na - a^2 + n \\ p3 = (n - a)n - a = n^2 - an - a \\ p4 = (n - a) * n + a = n^2 - an + a \\ p5 = na - (n - a) = na - n + a \\ p6 = na + (n - a) = na + n - a \end{cases}$$

Suppose that $p2$ and $p6$ are consecutive numbers.

Then take the difference $na + n - a - ((n-a)*a + n) = na + n - a - na + a^2 - n = a^2 - a \leq 12$

$$(a + 3)(a - 4) \leq 0, a \in [-3,4)$$

Now checking for 2, 3 the experimental data coincides with this theorem.

Conclusion and recommendations

This paper showed experimentally that there exists the triple (a, b, n) that generates prime numbers and described its main properties. Future works will be intended to find the probability distribution function of random variable $X = n/ba$ and deduce the concrete $a, b,$ and n by statistical way, since it is very difficult to calculate them analytically.

LITERATURE

[1] Paul E. A theorem of Sylvester and Schur.//Journal of London Mathematical Society.-1934.- V.9.- №4.- p.282-288.
 [2] Lu X., Ren Y. Representation of an integer as a prime plus a product of two small factors. //Journal of Number Theory.-2017.--№176.-p.204-210.
 [3] Sun Z. On $x(ax+1)+y(by+1)+z(cz+1)$ and $x(ax+b)+y(ay+c)+z(az+d)$ //Journal of Number Theory.-2017.--№171.-p.275-283.
 [4] Heath-Brown R., Li X. Almost prime triples and Chen's theorem//Journal of Number Theory.-2016.-№169.- p.265-294.
 [5] Rosen H.K. Elementary Number Theory and its applications.-Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, 1986.-462 p.
 [6] Maynard J. Small gaps between primes//Annual of Mathematics.-2015.-№181.-p.383-413.
 [7] Polymath D.H.J. New equidistribution estimates of Zhang type// Annual of Mathematics.-2014.-V.8.-№9.- p.2067-2199.
 [8] Zhang Y. Bounded gaps between primes//Annual of Mathematics.-2014.-V.2.-№179.-p.1121-1174.

Шакенова А.

Жай сандарды тудыратын үштіктер туралы гипотеза

Түйіндеме. Алғашқы рет «Евклидтік Элементтерде» жай сандар туралы айтылды, мұнда олар шексіз екендігі дәлелденді. Ежелгі грек математигы Эратосфен жай сандарды анықтайтын торды ойлап тапқан. Жай сандардың таралуына байланысты заңдылық ғасырлар бойы шешілмеген. Математиктер жай сандарды камтитын интервалдарды іздеуге ауысты. Алғашқы гипотезаны Бертран [6] ұсынды, ол $n > 3$ болғанда кез-келген n және $2n$ арасында жай сан бар болуы туралы болжам айтты. Бұл постулатты 1932-1934 жылдары Эрдеш дәлелдеді. Бұл мақалада жай сандар жөнінде жаңа гипотеза ұсынылады.

Түйінді сөздер: жай сандар генераторлары, үштіктер, математикалық статистика және ықтималдық, таралу функциясы, сандық әдістер, модульдік арифметика, ең үлкен ортақ бөлгіш.

Шакенова А.

Гипотеза о тройках, генерирующих простые числа

Резюме. Сначала простые числа упоминались в «Элементах Евклида», где было доказано, что их бесконечно много. Другой древнегреческий математик Эратосфен построил специальное сито, чтобы определить, является ли число простым. Закон простых чисел не был найден, что оставляет вопрос открытым на протяжении веков. Математики переключились на поиск интервала, содержащего простые числа. Первая гипотеза была высказана Берtrandом [6], который предположил, что для любого целого числа $n > 3$ существует простое число между n и $2n$. Этот постулат был доказан Эрдешем в 1932-1934 гг. В этой статье сформулирована новая гипотеза.

Ключевые слова: генераторы простых чисел, тройки, математическая статистика и вероятность, функция распределения, численные методы, модульная арифметика, наибольший общий делитель.

УДК 543.429.22

В. А. Baitimbetova, Yu. A. Ryabikin, I.A. Lebedev

(Satbayev Kazakh National Technical University, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan)

USING NON-STATIONARY EPR SIGNALS TO SOLVE A NUMBER OF ISSUES ABOUT THE DIVISION OF PARAMAGNETIC CENTERS

Abstract. This paper considers the effect of the modulation frequency of the magnetic field on the intensity of the resonance lines within the framework of the Bloch equations. The experimental dependence of the amplitude of the signal on the modulation frequency of the H_1 field may have several maxima is provided, which would indicate the presence of several types of paramagnetic centers in the sample. The considered signals can be used to separate the paramagnetic centers by the described method for the absorption signal.

Keywords: paramagnetic centers, time of relaxation, signals of absorption and frequency of modulation

Б.А Байтимбетова, Ю.А Рябикин, И.А. Лебедев

(Сәтбаев Университеті, Алматы, Қазақстан)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ СИГНАЛОВ ЭПР ДЛЯ РЕШЕНИЯ РЯДА ВОПРОСОВ ПО РАЗДЕЛЕНИЮ ПАРАМАГНИТНЫХ ЦЕНТРОВ

Аннотация. Рассмотрено влияние частоты модуляции магнитного поля на интенсивность резонансных линии в рамках уравнений Блоха. Показано, что экспериментальная зависимость амплитуды сигнала частоты модуляции поля H_1 может иметь несколько максимумов, что будет указывать на присутствие в образце нескольких типов парамагнитных центров. Рассмотренные сигналы могут быть использованы для разделения парамагнитных центров по описанной методике для сигнала поглощения.

Ключевые слова: парамагнитные центры, время релаксации, сигналы поглощения и частота модуляции

Введение. С точки зрения получения информации об индивидуальных характеристиках спектров парамагнитных центров (ПЦ) и их разделения представляет интерес ситуация, когда спин - система возбуждается периодической последовательностью импульсов, а регистрируется нестационарная составляющая сигнала отклика на частоте модуляции СВЧ-поля. В данной работе рассмотрено влияние частоты модуляции Ω поля H_1 в области $\Omega T_1 \sim 1$ на интенсивность резонансных линии в рамках уравнений Блоха, которые довольно широко используются для анализа различных нестационарных процессов в ЭПР.

Пусть поле H_1 модулировано по амплитуде некоторой частотой Ω , т.е

$$H_1(t) = \{\bar{H}_1 [1 + m \exp(-j\Omega t)]\} \exp(-j\omega t), \tag{1}$$

то намагниченность M_1 можно описать следующим выражением:

$$M_1(t) = \left[M_1^0 + \sum_{n=1}^{\infty} M_1^{(n)} \exp(-jn\Omega t) \right] \exp(-j\omega t), \tag{2}$$

где $M_{\perp} = \nu + i\mu$, H_1 - среднее значение высокочастотного поля, соответственно.

После детектирования M_{\perp}^0 и $M_{\perp}^{(n)}$ описывают, соответственно, постоянную и гармонические составляющие сигнала парамагнитного резонанса. Следует ожидать, что компоненты сигнала, включая и постоянную составляющую M_{\perp} , будут зависеть от соотношения между частотой модуляции поля $H_1(t)$ и временами релаксации T_1 и T_2 . На это обстоятельство указывают следующие физические предпосылки.

При тепловом равновесии статистическая намагниченность единицы объема парамагнетика в магнитном поле H_0 равна $M_0 = \chi H_0$, где χ - статическая восприимчивость. В стационарном режиме наблюдения резонанса ($H_1 = const$) равновесное состояние устанавливается, когда поглощение высокочастотной энергии системой спинов компенсируется передачей ее решетке. Сигналы поглощения в этом сигнале сопровождаются случае пропорциональны фактору насыщения

$$Z = (1 + \gamma^2 H_1^2 T_1 T_2)^{-1}$$

Если резонансная линия насыщается модулированным по амплитуде СВЧ полем, то ситуация существенно меняется. Дело в том, что при зависимости от соотношения между временем релаксации T_1 и частотой модуляции СВЧ-поля система спинов по разному реагирует на изменения поля H_1 . Это явление приводит к модуляции насыщения. Следовательно, выбор соотношения между частотой модуляции поля H_1 и временами релаксации существенным образом может сказаться на параметрах резонансных сигналов.

При $T_1 > T_2$ и $\Omega T_2 \ll 1$ выражение для интенсивности стационарной составляющей сигнала поглощения будет иметь вид (1):

$$\vartheta^{(0)} = -\gamma \bar{H}_1 M_0 T_2 (1 + \gamma^2 \bar{H}_1^2 H_1^2 T_1 T_2 F)^{-1} \quad (3)$$

где

$$F = 1 + \frac{m^2}{2} \left(1 + \frac{2}{1 + \Omega^2 T_1^2} \right)$$

В отсутствие модуляции ($m=0$) выражение для $\nu^{(0)}$ описывает общепринятый сигнал поглощения. Из выражения (3) следует, что при изменении частоты модуляции в интервале от $\Omega T_1 \ll 1$ до $\Omega T_1 \gg 1$ будет наблюдаться изменение насыщения спин-системы. Последнее должно проводиться, если суммарный спектр состоит из нескольких типов ПЦ, к зависимости формы спектра от частоты следования импульсов.

Результаты и обсуждение. Рассмотрим частотную зависимость нестационарной части сигнала поглощения. В этом случае для амплитуды первой гармоники сигнала при $T_1 \gg T_2$ из (2) можно записать в виде

$$\vartheta = -c\beta^{\frac{1}{2}} Z \left[1 - \frac{2\beta Z}{1 + \Omega^2 T_1^2 Z^2} + i\beta Z \frac{\Omega T_1 Z}{1 + \Omega^2 T_1^2 Z^2} \right] \quad (4)$$

Из (4) следует, что сигнал поглощения состоит из двух компонент

$$\nu = \nu_1 + i\nu_2, \quad (5)$$

Компонента ν_1 возникает в фазе с напряжением модуляции и равна:

$$\vartheta_1 = -c\beta^{\frac{1}{2}} Z \left(1 - \frac{2\beta Z}{1 + \Omega^2 T_1^2 Z^2} \right) \quad (6)$$

Для получения информации по разделению парамагнитных центров большой интерес представляет квадратурная составляющая:

$$\vartheta_2 = -c\beta^{\frac{1}{2}}Z \frac{2\beta Z}{1 + \Omega^2 T_1^2 Z^2} \quad (7)$$

С увеличением частоты модуляции она растет, достигая максимума при $\Omega T_1 Z=1$, а дальше убывает обратно пропорционально частоте Ω . Если систему спинов образуют несколько типов парамагнитных центров, отличающихся временами спин-решеточной релаксации, то экстремальные значения амплитуд сигналов ϑ_2 от различных парамагнитных центров будут наблюдаться при различных значениях частоты модуляции.

Следовательно, экспериментальная зависимость амплитуды сигнала от частоты модуляции поля H_1 может иметь несколько максимумов, что будет указывать на присутствие в образце нескольких типов парамагнитных центров. Положение же этих максимумов позволит оценить время T_1 соответствующих парамагнитных центров. Наиболее простое выражение для определения T_1 будет в отсутствие насыщения ($\beta \ll 1$)

$$T_1^{(i)} = (\Omega^i)^{-1} \quad (8)$$

Ω^i - частота модуляции, при которой ϑ_2 принимает экстремальное значение, соответствующее i -типу парамагнитных центров.

Теперь исследуем частотную зависимость сигналов, обусловленных вариациями спиновой намагниченности.

В стационарном режиме наблюдения магнитного резонанса величина намагниченности M_z в направлении внешнего магнитного поля H_0 равна $M=M_0Z$. Если же на спиновую систему действовать модулированным по амплитуде СВЧ-полем, то намагниченность M_z будет содержать компоненты, изменяющиеся во времени с частотой модуляции СВЧ-поля. Последние могут быть выделены с помощью соответствующих радиотехнических устройств и наблюдаться как сигналы парамагнитного резонанса. Если сигналы регистрируются приемной катушкой, ось OZ которой совпадает с направлением внешнего магнитного поля H_0 , то величина наблюдаемого таким образом сигнал пропорциональна к $dM_z/dt = \Omega |M_z|$ (3,4). Следовательно, задача определения амплитуды и формы сигналов, обусловленных вариациями спиновой намагниченности, сводится к вычислению среднего значения $|M_z|$. Выражение для $M_z(t)$, полученные нами при условии $z > 0.7$, $\Delta\omega > 0$ из уравнений Блоха приведены ниже:

$$M_z(t) = M_z(0) + M_z(\Omega t) + M_z(2\Omega t) \quad (9)$$

где

$$M_z(0) = M_0 \left[1 - \frac{\beta}{2} \left(2 + \frac{m^2}{1 + \Omega^2 T_1^2} \right) \right] \quad (10)$$

$$M_z(\Omega t) = \frac{\beta m M_0}{1 + \Omega^2 T_1^2} (\alpha \cos \Omega t - \alpha' \sin \Omega t) \quad (11)$$

$$M_z(2\Omega t) = \frac{\beta}{2} \frac{m^2 M_0}{1 + \Omega^2 T_1^2} (\alpha' \cos 2\Omega t + \alpha \sin 2\Omega t) \quad (12)$$

где

$$\alpha = \frac{2 + \Omega^2 T_2^2 - \Omega^2 T_1 T_2}{1 + \Omega^2 T_2^2}, \quad \alpha' = \frac{\Omega T_1 (2 + \Omega^2 T_1^2 - \Omega^2 T_1 / T_2)}{1 + \Omega^2 T_2^2}$$

$$\alpha' = \frac{1 - 2\Omega^2 - \Omega^2 T_1 T_2}{1 + \Omega^2 T_2^2}, \quad \alpha' = \frac{\Omega T_1 (1 - 2T_1 / T_2)}{1 + \Omega^2 T_2^2}$$

Прежде, чем перейти к анализу конкретных случаев, сделаем несколько замечаний общего характера. Уже в присутствии насыщения $M_z(t)$, содержит гармоническую составляющую, которая изменяется во времени с частотой 2Ω (вторая гармоника). При уменьшении фактора насыщения ($Z < 0.7$) появляются, естественно, гармоники более высоких порядков.

Амплитуда второй гармоники пропорциональна m^2 и, следовательно, при значительных индексах модуляции может использоваться для измерений. Амплитуда первой гармоники пропорциональна индексу модуляции в первой степени.

При малых значениях индекса модуляции ($m \ll 1$) членами Z содержащим множителем m^2 , можно пренебречь и выражения для $M_z(t)$ совпадают с приведёнными в работе (3).

И еще одна особенность, на которую следует обратить внимание. Из выражения (10) и (11) следует, что нестационарные составляющие $M_z(t)$ состоят из двух компонент: одна находится в фазе, вторая - в квадратуре с модуляцией. Компонента, находящаяся в квадратуре с модуляцией, становится пренебрежимо малой при $\Omega T_1 \ll 1$. Физически это условие означает, что в системе спинов в любой момент времени успевает восстановиться динамическое равновесие, т.е. поглощение энергии ВЧ поля H_1 уравнивается передачей энергии от системы спинов к решетке.

Изменение намагниченности dM_z/dt обусловленное при этом только модуляцией фактора насыщения, и величина $M_z(t)$ не будет зависеть от частоты модуляции. Если условие $\Omega T_1 \ll 1$ не выполняется, вследствие "памяти" спиной, возникнут процессы, приводящие к появлению двух компонент и к зависимости $M_z(t)$ от частоты модуляции. Проанализируем более подробно частотную зависимость первой dM_z/dt гармоники. Для этого запишем для амплитуды сигнала, возникающего в фазе с модуляцией:

$$A_1 = C_0 \frac{\Omega^2 T_1^2}{1 + \Omega^2 T_1^2} \frac{2 + \Omega^2 T_2^2 + T_1/T_2}{1 + \Omega^2 T_2^2} \quad (13)$$

и в квадратуре:

$$A_2 = C_0 \frac{\Omega^2 T_1}{1 + \Omega^2 T_1^2} \frac{2 + \Omega^2 T_2^2 + \Omega^2 T_1 T_2}{1 + \Omega^2 T_2^2} \quad (14)$$

здесь $C_0 = \frac{c\beta m M_0^2}{T_1}$ - постоянная, учитывающая параметры аппаратуры.

Зависимости A_1 и A_2 от величины ΩT_1 , построенные для различных соотношений между T_1 и T_2 согласно (13) и (14) приведены на рис. 1. Из рисунка видно, что сигнал A_1 с увеличением ΩT_1 растет, при других соотношениях между временами релаксации T_1 и T_2 проходит через максимум и в дальнейшем асимптотически приближается к значению C_0 .

Сигнал A_2 с ростом ΩT_1 проходит через максимум при любых соотношениях между T_1 и T_2 . Для $T_1 = T_2$ максимальное значение A_2 принимает при $\Omega T_1 = 0.5$, для $T_1 \gg T_2$ при $\Omega T_1 = 1$.

При дальнейшем увеличении $\Omega T_1 = 1$ A_2 для $T_1 = T_2$ монотонно уменьшается до нуля, а для $T_1 = T_2$ меняет знак при

$$\Omega = \left(\frac{2}{T_2(T_1 - T_2)} \right)^{1/2} \quad (15)$$

Поэтому изменение знака гармонической составляющей $M_z(\Omega t)$, возникающей в квадратуре с модуляцией, является однозначным определением неравенства времен релаксации T_1 и T_2 в исследуемом образце.

Из рис. 1 следует также, что при $\Omega T_1 < 0.5$ сигналы A_1 и A_2 зависят от соотношения T_1/T_2 несущественно. Это позволяет получить для определения T_1 более простые соотношения. При $T_1 = T_2$, сравнивая выражения для A_1 и A_2 при одинаковых ΩT_1 (где $\Omega T_1 = 0.5$), будем иметь

$$A_1/A_2 = \frac{3}{2} \Omega T_1$$

откуда

$$T_1 = \frac{2A_1}{3A_2\Omega} \quad (16)$$

При $T_1 \gg 3T_2$, проводя аналогичные вычисления, получим :

$$T_1 = \frac{A_1}{A_2\Omega} \quad (17)$$

Выражения (16) и (17) могут использоваться для определения T_1 при любых соотношениях между временами релаксации T_1 и T_2 с точностью не хуже чем 10 %.

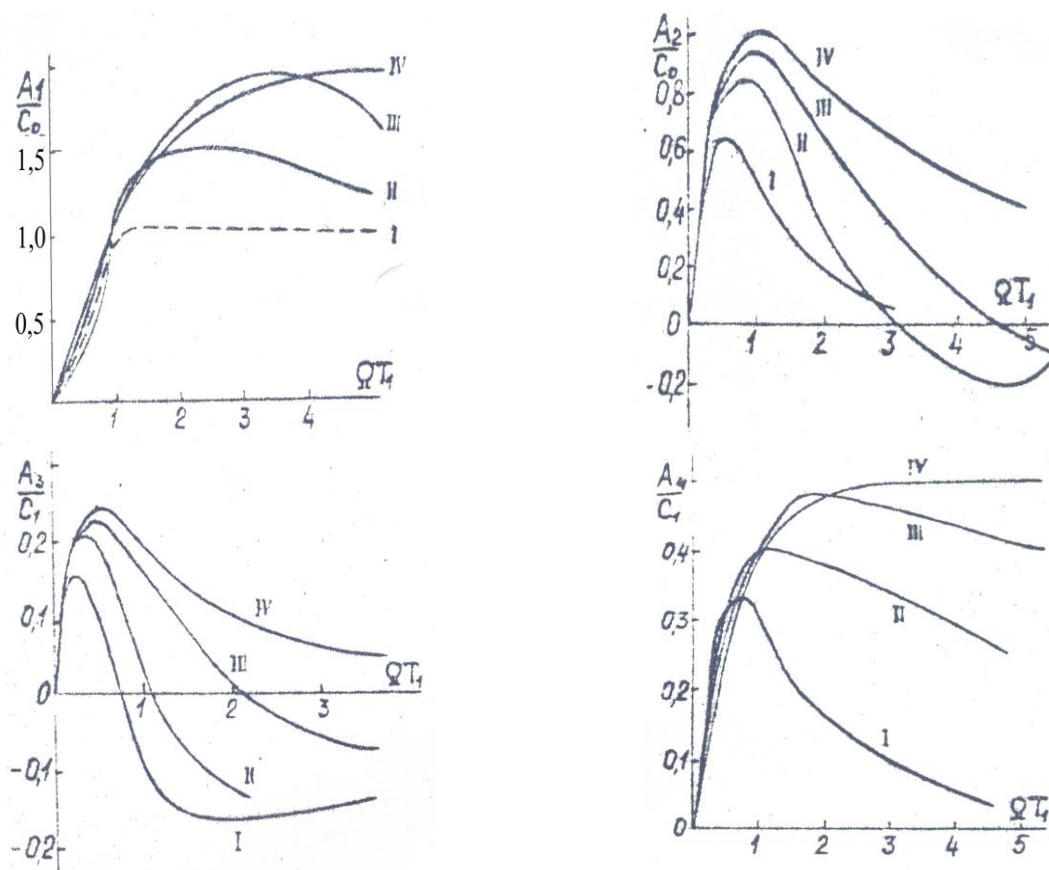


Рис.1 Теоретическая зависимость амплитуды сигналов от частоты следования импульсов:
I - $T_1 = T_2$; II- $T_1 = 3T_2$; III - $T_1 = 10T_2$; IV- $T_1 \gg T_2$

Выражения для второй гармоники сигнала, возникающих в фазе и квадратуре с модуляцией, имеют, соответственно, вид:

$$A_3 = C_1 \frac{\Omega T_1}{1 + 4\Omega^2 T_1^2} \frac{1 - 2\Omega^2 T_1 T_2}{1 + \Omega^2 T_2^2} \quad (18)$$

$$A_4 = C_1 \frac{\Omega^2 T_1^2}{1 + 4\Omega^2 T_1^2} \frac{2 + T_1/T_2}{1 + \Omega^2 T_2^2} \quad (19)$$

где $C_1 = \frac{c\beta m^2 M_0}{2T_1}$

На рис. 1 приведена также зависимость A_3 и A_4 от величины ΩT_1 . Вычисления приведены согласно выражений (18, 19). Видно, что возникающий в фазе с модуляцией сигнал изменяет знак при:

$$\Omega = \left(\frac{1}{2T_1 T_2}\right)^{1/2} \quad \text{для любых значений } T_1/T_2. \quad \text{Для } T_1=T_2 \quad \Omega = \frac{1}{\sqrt{2}T_1}$$

Амплитуда второй гармоники при оптимальных условиях в $(8/m)$ раз меньше амплитуды первой гармоники.

Заключение. Проведенное выше результаты верно для однородно уширенных линий. Анализ показал, что частотная зависимость неоднородно, уширенной линии такая же, как и для линий уширенной однородно при $T_1 \gg T_2$. Поэтому для оценок T_1 в этом случае может быть использовано выражение (17). Поскольку $dM_z/dt \sim \Omega T_1$, эти сигналы могут быть использованы для разделения парамагнитных центров по описанной выше методике для сигнала поглощения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Альтшуллер, С.А.; Козырев, Б.М. Электронный парамагнитный резонанс соединений элементов промежуточных групп. - Изд. 2-е, перераб. - М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1982. - 672 с
- [2] Anders Lund, Masaru Shiotani Principles and Applications of ESR Spectroscopy 461 pages. Publisher: Springer. 2011 -573 с
- [3] Philip Rieger Electron Spin Resonance: Analysis and Interpretation Royal Society of Chemistry. 2007. -281с
- [4] Eaton G.R., Eaton S.S., Barr D.P., Weber R.T. Quantitative EPR. Springer. 2010. -556с.
- [5] Sushil K. Misra Multifrequency Electron Paramagnetic Resonance: Theory and Applications. Wiley. 2011. -1056с.
- [6] Rieger P.H. Electron Spin Resonance. Analysis and Interpretation. - Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 2007. - 186 с.
- [7] Brustolon M., Giamello E. Electron Paramagnetic Resonance. A Practitioner's Toolkit. - Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2009. - 553 p.
- [8] А.И. Поляков, Ю.А. Рябикин //Извест. АН Каз ССР, серия физ.-мат. наук, 1974, №2, 17.
- [9] А.И. Поляков, Ю.А. Рябикин //Извест. АН Каз ССР, серия физ.-мат. наук, 1974,14, 68.
- [10] А.И. Поляков, Ю.А. Рябикин //Известия АН Каз ССР, серия физ.-мат. наук, 1973, №2, 60.

Байтимбетова Б.А., Рябикин Ю.А., Лебедев И.А.

Қатарды шешу үшін стационарлы емес эйр сигналдарын қолдану парамагнитті орталықтарды бөлу жөніндегі мәселелер

Түйіндеме. Бұл жұмыста Блох тендеуінің шеңберінде резонанс сызықтарының интенсивтілігіне модуляция жиілігінің әсері қарастырылған. Амплитуда сигналының H_1 өрісінің модуляция жиілігіне тәуелділігі бірнеше максимумдарға ие болатын болса, үлгіде бірнеше типті парамагниттік орталықтардың болатындығын тәжірибе нәтижелері көрсетті. Қарастырылған сигналдар жұтылу сигналдары үшін ұсынылып отырған әдіспен парамагниттік орталықтарды бөлу үшін қолданылуы мүмкін.

Түйін сөздер: парамагниттік орталықтар, релаксация уақыты, жұтылу сигналдары және модуляция жиілігі

УДК 628.38

N.K. Bulatov¹, A.Y. Toilybayev², Zh.T. Bulatova¹

(¹A. Myrzakhmetov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan, ²Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev, Almaty, Kazakhstan

E-mail: nurzhan_b_80@mail.ru, asylbek.toylybaev@mail.ru, zhakotai_85@mail.ru)

MATHEMATICAL MODEL OF EFFECTIVE PROCESSING OF THE TRANSPORTED BIOGENIC WASTES IN THE BIOGAS INSTALLATION

Abstract Processing of production and biogenic wastes is defined always as the most important element of increase in stability and production efficiency. The mathematical model of creation of a technology solution, allows to reduce the number of wastes, gives definition to a possibility of development both technology or the enterprise, and ecological parameters which give potential economic effect.

Key words: bio-energetics, green power, mechanical engineering, biogas technologies, waste management, biomass.

Н.К. Булатов¹, А.Е. Тойлыбаев², Ж.Т. Булатова¹

(¹Кокшетауский университет имени А.Мырзахметова, Кокшетау, Республика Казахстан, ²Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М. Тынышпаева, Алматы, Республика Казахстан
E-mail: nurzhan_b_80@mail.ru, asylbek.toylybaev@mail.ru, zhakotai_85@mail.ru)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТРАНСПОРТИРУЕМЫХ ОТХОДОВ ОРГАНИЧЕСКОГО ТИПА В БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКЕ

Аннотация. Переработка производственных и органических отходов определяется всегда как важнейший элемент повышения устойчивости и эффективности производства. Математическая модель построения технологического решения, позволяет сократить количества отходов, дает определение возможности развития как технологии или самого предприятия, так и экологических параметров, которые дают потенциальный экономический эффект.

Ключевые слова: биоэнергетика, зеленая энергетика, машиностроение, биогазовые технологии, управление отходами, биомасса.

ВВЕДЕНИЕ

В зависимости от цели и ожидаемых результатов экспериментальных исследований процесса метанового брожения можно выделить два основных метода – исследования в периодическом и проточном режиме [1]. Определенные по результатам обоих методов параметры процесса (выход и состав биогаза, кинетические параметры процесса) используются для численного моделирования процесса метанового брожения для условий промышленных биогазовых реакторов [2].

В данной работе проводится численное исследование показателей выхода метана при работе биореактора метанового брожения проточного типа, работающий по принципу полного смешения (типа SCTR) [3]. В идеализированном случае, работа такого типа биореактора описывается известной математической модели хемостата [4].

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Запишем известную модель хемостата в дифференциальной форме для лимитирующей реакции ацетокластического метаногенеза и соответствующего роста популяции ацетокластических метаногенов:

$$VS_{R,ACS}^{\cdot} = q(S_{ACS,0} - S_{R,ACS}) - \frac{1}{Y_{X_{ac}/S_{ACS}}} VX_{R,ac} k_{max} \frac{S_{R,ACS}}{K_s + S_{R,ACS}} \quad (1)$$

$$VX_{R,ac}^{\cdot} = VX_{R,ac} k_{max} \frac{S_{R,ACS}}{K_s + S_{R,ACS}} - QX_{R,ACS}$$

где $S_{R,ACS}$ – концентрация биодоступного органического вещества субстрата в реакторе, $\Gamma_{э\text{кв.}ACS}/л$; $S_{ACS,0}$ – концентрация биодоступного органического вещества в свежем субстрате, подаваемого в биореактор, $\Gamma_{э\text{кв.}ACS}/л$; $X_{R,ac}$ – концентрация клеточной массы ацетокластических метаногенов в реакторе, $\Gamma_{к.м.}/л$; $Y_{X_{ac}/S_{ACS}}$ – выход клеточной массы ацетокластических метаногенов при распаде единицы эквивалентной массы ацетата, $\Gamma_{к.м.}/\Gamma_{э\text{кв.}ACS}$; k_{max} – максимальная удельная скорость реакции ацетокластического метаногенеза, $1/сут$; K_s – константа полунасыщения, $\Gamma_{э\text{кв.}ACS}/л$.

Концентрация биодоступного органического вещества в свежем субстрате определяется согласно зависимости:

$$S_{ACS,0} = K_{ACS/VS} \times S_0 \quad (2)$$

где $K_{ACS/VS}$ – коэффициент пропорциональности, равный соотношению суммарной эквивалентной массы S_0 , определенной по результатам экспериментальных исследований, к начальной массе COB в субстрате S_0 , $\Gamma_{э\text{кв.}ACS}/\Gamma_{COB}$.

Разделив обе части в системе уравнений (1) на объем V , запишем:

$$S_{R,ACS}^{\cdot} = D(S_{ACS,0} - S_{R,ACS}) - \frac{1}{Y_{X_{ac}/S_{ACS}}} X_{R,ac} k_{max} \frac{S_{R,ACS}}{K_S + S_{R,ACS}} \quad (3)$$

$$X_{R,ac}^{\cdot} = X_{R,ac} \left(k_{max} \frac{S_{R,ACS}}{K_S + S_{R,ACS}} - D \right)$$

где $D=Q/V$ – коэффициент разбавления или гидравлическая нагрузка реактора, 1/сутки.

Обратной величиной к гидравлической нагрузке является продолжительность сбраживания T , суток, что показывает среднее время пребывания частицы вещества в реакторе. Для системы уравнений (3) начальными условиями являются $S_R(t=0)=S_0$ и $X_R(t=0)=X_0$. С учетом начальных условий и пренебрегая начальным содержанием клеточной массы бактерий в субстрате X_0 , вносимой в реактор, для стационарного режима работы биореактора система уравнений (3) записывается:

$$D(S_{ACS,0} - S_{R,ACS}) - \frac{1}{Y_{X_{ac}/S_{ACS}}} k_{max} \frac{S_{R,ACS}}{K_S + S_{R,ACS}} X_{R,ac} = 0 \quad (4)$$

$$X_{R,ac} \left(\frac{k_{max} S_{R,ACS}}{K_S + S_{R,ACS}} - D \right) = 0$$

С инженерной точки зрения, при разработке технологического режима работы биореактора, целесообразным является поиск таких входных параметров, при которых поток клеточной массы ацетокластических метаногенов DX_{ac} будет наибольшим, а следовательно, выход целевого продукта CH_4 будет достигать своего максимума. С учетом соответствующих преобразований, запишем систему уравнений (4) в виде:

$$F = DX_{R,ac} = \frac{D(K_S + S_{ACS,0})}{Y_{X_{ac}/S_{ACS}} (k_{max} - D)} \left[\frac{k_{max} S_{ACS,0}}{K_S + S_{ACS,0}} \right] \quad (5)$$

Анализ уравнения (5) показывает наличие двух характерных точек на кривой, описывающей данную зависимость, а именно:

– точку, соответствующую предельной гидравлической нагрузке, когда $(D_{XR}) \rightarrow 0$. Значение предельной гидравлической нагрузки можно определяется как:

$$D_{lim} = \frac{k_{max}}{1 + \frac{K_S}{S_{ACS,0}}} \quad (6)$$

– точку, соответствующую гидравлической нагрузке, при которой $DX_{ac} \rightarrow \max$. Значение гидравлической нагрузки, соответствующей данной точке можно определить как:

$$D_{(P_{CH_4} \rightarrow \max)} = k_{max} \left[1 - \sqrt{\frac{K_S}{K_S + S_{ACS,0}}} \right] \quad (7)$$

Численный анализ уравнения (5) также позволяет определить ряд важных технологических параметров, а именно:

- расчетную величину органической нагрузки $R=DS_0$, кгСОВ/м³/сутки, и гидравлической нагрузки D , 1/сутки;
- расчетный объем биореактора V , м³, и необходимое время сбраживания T , сут;
- удельную скорость выхода CH_4 с единицы объема биореактора P_{CH_4} , м³СН₄/м³/сутки;

– расчетную степень распада COB субстрата E, %.

Расчетный объем биореактора V можно определить по зависимости:

$$V = \frac{QS}{R_{VS}} \quad (8)$$

Удельная скорость выхода метана P_{CH_4} , $\text{нм}^3\text{CH}_4/\text{м}^3/\text{сутки}$, определяется согласно зависимости:

$$P_{CH_4} = \frac{1,43 \times D \times X_{ac,R} \times Y_{CH_4/S}}{\rho_{CH_4} \times Y_{X_{ac}/S}} \quad (9)$$

где 1,43 – коэффициент, учитывающий дополнительных 30% выхода CH_4 в результате водородотрофного метаногенеза; ρ_{CH_4} – плотность метана, равная $0,717 \text{ кг}/\text{нм}^3$;

$X_{ac,R}$, – концентрация ацетокластических метаногенов в биореакторе, $\text{г}_{\text{к.м.}}/\text{л}$, которая оценивается с использованием следующей зависимости:

$$X_{R,ac} = Y_{X_{ac}/S_{ACS}} \left[S_{ACS,0} - \frac{D \times K_S}{k_{max} - D} \right] \quad (10)$$

Удельный выход CH_4 с единицы массы COB субстрата $Q_{CH_4,T}$, $\text{нм}^3\text{CH}_4/\text{кгCOB}$, внесенной в реактор, можно определить:

$$Q_{CH_4,T} = \frac{P_{CH_4}}{R_{VS}} \quad (11)$$

Для оценки материального баланса органического вещества субстратов и клеточной массы бактерий в биореакторе использованы следующие зависимости:

– при определении концентрации клеточной массы консорциума бактерий в биореакторе X_R , $\text{г}_{\text{к.м.}}/\text{л}$:

$$X_R = Y_{X/S} (S_{ACS,0} - S_{ACS,T}) \quad (12)$$

где $Y_{X/S}$ – удельный выход клеточной массы консорциума бактерий при распаде единицы массы органического вещества в процессе метанового брожения, принимается $0,07 \text{ г}_{\text{к.м.}}/\text{г}_{\text{э.кв.}}\text{ACS}$; $S_{ACS,T}$ – концентрация биодоступного органического вещества в биореакторе при длительности процесса $T=1/D$, $\text{г}_{\text{э.кв.}}\text{ACS}/\text{л}$;

– при определении концентрации биодоступного органического вещества субстрата $S_{ACS,T}$, $\text{г}_{\text{э.кв.}}\text{ACS}/\text{л}$:

$$S_{ACS,T} = \frac{D \times K_S}{k_{max} - D} \quad (13)$$

– при определении концентрации органического вещества субстрата (по COB) S_T , $\text{г}_{\text{э.кв.}}\text{ACS}/\text{л}$:

$$S_T = S_0 - (S_{ACS,0} - S_{ACS,T}) \times K_{VS/ACS} \quad (14)$$

где $K_{VS/ACS}$ – коэффициент пропорциональности, определяемый как:

$$K_{VS/ACS} = \frac{S_0 E_{VS,time}}{S_{ACS,0}} \quad (15)$$

где $E_{VS,time}$ – степень распада органического вещества субстрата, установленный по результатам периодического метанового брожения, %.

– при определении степени выхода метана за период T , E_{CH_4} , %:

$$E_{VS} = 1 - \frac{1}{S_0} \times \frac{D \times K_S}{k_{max} - D} \quad (16)$$

где $Q_{CH_4,time}$ – максимальный удельный выход метана на единицу массы СОВ, установленный по результатам периодического метанового брожения, $nm^3CH_4/kgCOB$.

– при определении степени распада СОВ субстрата за период T , E_{VS} , %:

$$E_{VS} = 1 - \frac{1}{S_0} \times \frac{D \times K_S}{k_{max} - D} \quad (17)$$

При численном исследовании как базовые субстраты используются навоз свиней с содержанием сухого вещества 5,7% и зольностью 15,9%, а также силос кукурузы с содержанием сухого вещества 30,0% и зольностью 5,0%. При моделировании конверсии органического вещества в метан в условиях проточного режима работы биореактора типа CSTR использовались смеси с аналогичными пропорциями СОВ НС (Сухой остаток вещества навоза свиней) и СОВ СК (Сухой остаток вещества силоса кукурузы), исследовались в периодическом процессе метанового брожения, а именно НС100%, НС85%:СК15%, НС70%:СК30%, НС50%:СК50%, НС25%:СК75%, СК100%.

В таблице 1 приведены принятые в расчете величины начальных концентраций СОВ смеси субстратов S_0 , степени распада органического вещества $E_{VS,time}$, максимального удельного выхода метана $Q_{CH_4,time}$ начальных эквивалентных концентраций ацетата $S_{ACS,0}$, коэффициентов пропорциональности $K_{VS/ACS}$ и $K_{ACS/Vs}$ и кинетических параметров k_{max} и K_S , которые установлены по результатам экспериментальных исследований периодического процесса метанового брожения смесей НС и СК. Выход клеточной массы ацетокластических метаногенов принято $0,04 \text{ Г}_{к.м.}/\text{Г}_{э.кв.}ACS$.

Таблица 1. Исходные данные для численного исследования показателей выхода CH_4 в биореакторе проточного типа CSTR

Показатель	Значение показателя при доле СОВ СК в смеси с НС, %					
	0	15	30	50	75	100
S_0	47,6	61,0	79,2	108,0	159,6	279,3
$E_{VS,time}$	61,7	57,2	56,2	56,4	54,4	45,1
$Q_{CH_4,time}$	0,4227	0,4032	0,3755	0,3514	0,3399	0,2699
$K_{VS/ACS}$	0,7322	0,7154	0,7612	0,8169	0,8144	0,8689
$K_{ACS/Vs}$	0,8423	0,8	0,7378	0,6904	0,6679	0,5183
$S_{ACS,0}$	44,1	53,7	64,3	82,0	117,3	159,2
k_{max}	0,0623	0,0785	0,0862	0,088	0,082	0,0725
K_S	18,0	21,2	23,1	25,6	33,7	36,7

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Адаптированную для определения показателей выхода CH_4 математическая модель реактора хемостата, в которой используются кинетические параметры роста ацетокластических метаногенов, которые определены на основе результатов периодического метанового брожения, можно считать вполне адекватной, что подтверждается сопоставлением результатов численного исследования как с результатами проведенного эксперимента, так и с расчетными данными [5].

Анализ результатов численного исследования позволил выявить 5 характерных режимов работы биореактора типа CSTR и рекомендовать выбор оптимальных режимов в пределах величин гидравлической и соответствующей органической нагрузки, что, с одной стороны, соответствуют высочайшему значению критериального комплекса $[DX] \rightarrow \max$, а с другой – соответствуют доле выхода CH_4 на уровне 95% от потенциала.

Статья опубликована по проекту грантового финансирования МОН РК (Министерства образования и науки Республики Казахстан) на 2018-2020 годы № AP05132295 «Разработка опытно-промышленной установки с оптимальной системой перемешивания и циркуляцией биомассы для анаэробного брожения различных органических отходов и производства биогаза, органически-минеральных удобрений».

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Park J., Hur K., Rhim S., Kang H. An analysis of CH₄/N₂ rich biogas production, fuel treatment process and microturbine application. // Korean Journal of Chemical Engineering, Vol. 28(1), 2011. – P. 126–132.
- [2] Barin A., Canha L. N., Magnago K. M., Matos M. A., Wottrich B. A Novel Fuzzy-Based Methodology for Biogas Fuelled Hybrid Energy Systems Decision Making. // In K. Gopalakrishnan, S. K. Khaitan, & S. Kalogirou (Eds.), Soft Computing in Green and Renewable Energy Systems. -Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011. – P. 183–198.
- [3] Vijay V.K., Kapoor R., Trivedi A., Narale P. Biogas Upgrading and Bottling Technology for Vehicular and Cooking Applications. // In N. J. Raju, W. Gossel, & M. Sudhakar (Eds.), Management of Natural Resources in a Changing Environment. – Cham: Springer International Publishing, 2015. – P. 135–153.
- [4] Sunderasan, S. GoBiGas: Fueling the Biogas Movement. // In Cleaner-Energy Investments: Cases and Teaching Notes. - New Delhi: Springer India, 2015. – P. 189–197.
- [5] Bulatov N.K., Sarzhanov D.K., Elubaev S.Z., Suleymenov T.B., Kasymzhanova K.S., Balabayev O.T. Model of effective system of processing of organic wastes in biogas and environmental fuel production plant. // Food and Bioproduct processing, - 2019. - Vol. 115. – P. 194 – 207.

Болатов Н.Қ., Тойлыбаев А.Е., Болатова Ж.Т.

Биогаз қондырғысындағы тасымалданатын органикалық қалдықтарды тиімді өңдеудің математикалық моделі.

Түйіндеме. Өндірістік және органикалық қалдықтарды өңдеу әрқашан өндірістің орнықтылығын және тиімділігін жоғарлатудың маңызды элементі ретінде анықталады. Технологиялық шешім салынуының математикалық моделі қалдықтар санының қысқаруына, потенциалды экономикалық тиімділікті беретін технология немесе кәсіпорын дамуының мүмкіндігі және экологиялық параметрлердің анықталуына мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: биоэнергетика, жасыл энергетика, машина жасау, биогаз технологиялары, қалдықтарды басқару, биомасса.

УДК 656.212

M. Shurenov

(Kainar Academy, Almaty, Kazakhstan e-mail: iskendirmk@mail.ru)

**APPLICATION OF THE TRANSPORT PROBLEM FOR
SOLVING LOGISTICS PROBLEMS**

Abstract. The article analyzes the methods of mathematical programming, sets out the formulation of the linear programming problem and considers an algorithm for solving the transportation problem of linear programming, methods of transporting and delivering products to consumers.

Key words: transport, linear, programming, algorithm, transportation, products.

М. К. Шуренов

(Академия Кайнар, Алматы, Республика Казахстан e-mail: iskendirmk@mail.ru)

**ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ
ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ**

Аннотация. В статье анализируются методы математического программирования, излагаются постановка задачи линейного программирования и рассматривается алгоритм решения транспортной задачи линейного программирования, методы перевозки и доставки продукции потребителям.

Ключевые слова: транспортная, линейная, программирования, алгоритм, перевозка, продукция.

Как нам известно, наука о логистике было известно в Древней Греции и Римской империи, где как именовали прикладную математику и обеспечение военных самыми необходимыми: продуктами и жильем.

С другой стороны, во время Великой Отечественной войны были реализованы принципы логистики, где было наложено бесперебойное обеспечение военных боеприпасами, оружием и продовольствием. Можно утверждать, что наука логистика представляет собой не только перемещение, но и управление, доставка, планирование продукции промышленных предприятий для удовлетворения потребностей потребителей.

Принципы логистики использовались в управлении снабжением войск, и дальнейшее развитие привело к использованию для целей экономики. Эти принципы первоначально использовались для перемещения материальных ресурсов компаний, а потом к ним добавились еще информационные потоки.

Споры среди специалистов о том, что логистика – это всего лишь транспортировка груза, наводит на мысли, что это понятие общего характера. На самом деле это понятие намного шире и представляет собой перемещение материальных и нематериальных объектов, с этапами – от планирования до контроля процесса перемещения. Методы перемещения, т.е. транспортировка продукции, имеет место как внутри одной компании, так и между несколькими производствами, а также от производителя к потребителю.

В настоящее время транспортная задача, как одна из составляющих логистики позволяет моделировать перемещение продукции, в минимальные сроки и наименьшие затраты финансовых, информационных, материальных, человеческих ресурсов.

Таким образом, современная компания, для обеспечения конкурентоспособности своей продукции в своем производстве просто не может обойтись без использования логистических методов, одним из которых является – транспортная задача, решаемая линейным программированием.

а) Постановка транспортной задачи линейного программирования

Линейное программирование является одной из основных частей того раздела современной математики, который получил название математического программирования. Как известно, одним из основных разделов современной математики - математического программирования является, линейное программирование [1].

Это особенно учитывается при разработке экономико-математической модели по формированию и обеспечению предприятия продукцией. В качестве критериев для разработки методов и моделей выделено:

- Обеспечение бесперебойной доставки продукции.
- Минимизация затрат на перевозку продукции.
- Минимизация объемов продуктовых запасов на складах.

Имеется целый набор специфических, для которых разработаны особые методы решения, задач линейного программирования [2]. Для примера рассмотрим так называемую транспортную задачу. Разработанные особые методы решения, задач линейного программирования, имеет место для целого набора специфических критериев. Для примера рассмотрим, одним из основных актуальных проблем – транспортную задачу.

Пусть имеется однородная продукция, выпущенная предприятием за t - времени, хранящиеся на m складах, так что на i -м складе находится a_i единиц этой продукции.

Данную продукцию требуется доставить в n точек реализации, при этом на j -ю точку необходимо доставить b_j единиц продукции. Запасы продукции и потребности сбалансированы:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad (1)$$

то есть количество продукции и потребности имеют общий баланс.

Допустим что, стоимость перевозки единицы продукции из i -го склада в j -ю точку назначения равна c_{ij} , а также продукция, перевозимая из i -го склада в j -ю точку реализации, имеет количество x_{ij} . В этом случае общие транспортные затраты имеет следующий вид:

$$\sum_{ij} c_{ij}x_{ij} \quad (2)$$

Со всех складов вывозим всю продукцию, то есть должно быть соблюдено следующее условие:

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = b_j \quad (3)$$

Что касается потребности j -й точки реализации, то они должны быть полностью удовлетворены, то есть:

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad (4)$$

Следующая задача показывает о стремлении минимизировать транспортных расходов:

$$\begin{aligned} & \sum_{ij} c_{ij}x_{ij} \rightarrow \min \\ & \left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad i = \overline{1, m}, \\ \sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad j = \overline{1, n}, \\ x_{ij} \geq 0 \end{array} \right. \quad (5) \end{aligned}$$

Это показывает обычную задачу линейного программирования.

В условиях нарушения баланса транспортная задача имеет вид открытая транспортная задача; когда выполняется условия баланса, она имеет вид - сбалансированная транспортная задача

Такая задача имеет одну существенную особенность: в ограничениях перед неизвестными x_{ij}

всегда стоит 1. Следовательно, это дает возможность разработать методы решения транспортной задачи, с эффективными и простыми алгоритмами, чем симплекс-метод.

В свою очередь, неэффективность симплекс-метода характеризуется по двум причинам:

1. Большая размерность решаемой задачи. Общее количество неизвестных величин x_{ij} равно mn , и даже при $n=m=10$ размерность решаемой задачи уже будет равна 100. Использование симплекс-метода для решения такой задачи с помощью компьютера было бы долгим.

2. В процессе решения транспортной задачи опорные планы иногда бывают вырожденными, а свою очередь, наличие вырождения приводит к модифицированию симплекс-метода.

б) Приведение открытой транспортной задачи к сбалансированной

1. Когда запасы превышают потребности, мы имеем следующее:

В таком варианте вводится «фиктивный» $n+1$ потребитель с потребностями равными абсолютной величине разности между общим количеством имеющихся запасов и общим количеством требуемых единиц. Тогда для $n+1$ потребителя стоимость доставки будет равна - 0, потому что, поставки фактически отсутствуют.

2. Когда потребности превышают запасы.

Вводим «фиктивного» $m+1$ производителя (склад) с потребностями равными абсолютной величине разности между общим количеством запасов и общим количеством требуемых единиц. В этом случае, для $m+1$ производителя стоимость доставки будет равна-0, т.к. поставки фактически нет.

в) Элементарные свойства транспортной задачи

– Наличие плана для транспортной задачи является обязательным условием;

• Физико-математические науки

- Транспортная задача должна иметь оптимальный план;
- Опорные планы должны иметь не более $n+m-1$ положительных компонентов;
- Для оптимального плана характерна не более, чем $n+m-1$ перевозка.

Методы определения первоначального опорного плана

Построение исходного опорного плана (метод северо-западного угла)

Первоначальный опорный план является условием решения каждой транспортной задачи, оказывающийся в какой-то вершине допустимой области. Механизм конструктивного приема построения такого опорного плана, называется «метод северо-западного угла». Допустим, имеется m складов с запасами a_1, a_2, \dots, a_m и n точек потребления с потребностями b_1, b_2, \dots, b_n . С другой стороны запасы и потребности сбалансированы, то есть

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad (6)$$

Представим это в виде таблицы:

x_{11}					a_1
					a_2
					a_3
					\vdots
					a_m
b_1	b_2	b_3	...	b_n	

где, в потребности, а пустые клетки \square столбце справа указаны запасы, для будущего плана перевозок, оставляем в нижней строке.

Заполняем клетки, расположенные сверху слева, т.е. с «северо-западного угла». Вместо x_{11} впишем число $x_{11} = \min(a_1, b_1)$. Отсюда вытекает два варианта:

1. $\min(a_1, b_1) = a_1$, т.е. $a_1 < b_1$. В результате, запланировав перевозку из первого склада в первую точку потребления в объеме a_1 , можем иметь полностью опустевший первый склад, котором ничего не останется. Отсюда все остальные перевозки из первого склада могут быть только нулевые.

Ну, а потребность в первой точке потребления останется в объеме $b_1 - a_1$. Тогда таблица примет следующий вид:

a_1	0	0	...	0	0
					a_2
					a_3
					\vdots
					a_m
$b_1 - a_1$	b_2	b_3	...	b_n	

По структуре незаполненная часть таблицы та же, что и исходная таблица, только там на одну позицию меньше.

2. $\min(a_1, b_1) = b_1$, т.е. $b_1 < a_1$. В этом случае, запланировав перевозку из первого склада в первую точку потребления в объеме b_1 , можем полностью удовлетворить его потребности. В результате перевозка прекращается, а остальные перевозки туда будут равны нулю.

В первом складе еще останется $a_1 - b_1$ запасов продукции. Тогда таблица будет иметь следующий вид:

b_1					$a_1 - b_1$
0					a_2
0					a_3
\vdots					\vdots
0					a_m
0	b_2	b_3	...	b_n	

Незаполненная часть таблицы по структуре та же, что и исходная таблица, только в ней на один столбец меньше.

Оставшуюся часть таблицы перевозок будем заполнять, начиная с левого верхнего, «северо-западного» угла, до тех пор, пока не закончатся запасы всех складов и не будут удовлетворены потребности всех точек потребления.

В таблице всего m строк и n столбцов. После каждой операции исчезает, как минимум, либо строка, либо столбец (бывает, что, иногда одновременно исчезают сразу и строка и столбец, если запасы какого-то подмножества складов полностью удовлетворят потребности какого-то подмножества точек потребления). Известно, что при последней перевозке исчезает сразу и последняя строка, и последний столбец. Отсюда получающийся план перевозок содержит не более $m + n - 1$ компонент.

Нет необходимости доказывать, что, полученный методом северо-западного угла план, является опорным. Нужно отметить, что если получающийся план содержит ровно $m + n - 1$ компоненту, то он называется невырожденным. Когда число положительных компонентов плана перевозок меньше $m + n - 1$, то он называется вырожденным.

Метод минимального (максимального) элемента

Суть данного метода выглядит следующим образом: вначале из всей таблицы стоимостей выбирают наименьшую клетку, которая ей соответствует, помещают меньшее из чисел a_i и b_j . Далее из расчета исключают либо строку, соответствующую поставщику, запасы которого полностью израсходованы, либо столбец, соответствующий потребителю, потребности которого полностью удовлетворены, либо и строку и столбец, если израсходованы запасы поставщика и удовлетворены потребности потребителя. В дальнейшем, из оставшейся части таблицы стоимостей еще раз выбирают наименьшую стоимость, и так процесс распределения запасов продолжают, пока все запасы не будут распределены, а потребности удовлетворены. Данный метод позволяет обеспечить доставку продукции нужного количества потребителям, тем самым обеспечив качества доставки и удовлетворив потребности потребителей.

Таким образом, транспортная задача – это алгоритм решения линейных уравнений с целью найти оптимальный план перевозок продукции предприятия. Переменными в решении таких задач являются пункты – от точки поставщика к точке потребителя (клиента).

Главной целью решения транспортных задач является снижение затрат и максимальная оптимизация грузоперевозочной транспортной деятельности предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гольштейн Е.Г. Задачи линейного программирования транспортного типа. – М.: Наука, 1969. – 250 с.
[2]. Есипов Б.А. Методы исследования операций. – Учебное пособие. – СПб. – 2010.

Шуренов М. К.

Логистикалық есептерді шешу үшін транспорттық есепті қолдану

Түйіндеме. Мақалада математикалық программалаудың әдістері сарапталып, сызықтық программалаудың есептерінің қойылымы мазмұндалады және тасымалдау әдістері, тұтынушыларға өнімдерді жеткізу және транспорттық есептердің сызықтық программалауын шешу алгоритмі қарастырылады.

Түйін сөздер: транспорттық, сызықтық, программалау, алгоритм, тасымалдау, өнім.

УДК 681 5 9 7558

M.A. Beisenbi, Zh.O. Basheyeva

(L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
e-mail: zhuldyz.basheyeva@gmail.com)

**STUDY OF M – INPUTS AND N-OUTPUTS CONTROL SYSTEMS SYNTHESIS PROBLEM
USING THE LYAPUNOV GRADIENT-SPEED VECTOR FUNCTION**

Abstract. This paper describes one method of research and synthesis of control systems with m-inputs and n-outputs by the output of the object by the gradient-speed method of Lyapunov vector functions. The task of the synthesis of the regulator and the observer is considered as a system that can provide the specified (desired) transition characteristics of a closed system.

Keywords. Control systems, closed-loop control systems, Lyapunov vector function, gradient-speed method, outcome control system

М.А. Бейсенби, Ж.О. Башеева

(Евразийский Национальный университет имени Л.Н. Гумилева, г. Астана,
Республика Казахстан, e-mail: zhuldyz.basheyeva@gmail.com)

**ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ С М-ВХОДАМИ И N-ВЫХОДАМИ
ОБЪЕКТА ГРАДИЕНТНО-СКОРОСТНЫМ МЕТОДОМ
ВЕКТОР-ФУНКЦИИ А.М. ЛЯПУНОВА**

Аннотация. Предлагается метод исследования и синтеза систем управления с m-входами и n-выходами по выходу объекта градиентно-скоростным методом вектор-функций Ляпунова. Задача синтеза регулятора и наблюдателя рассматривается как система, обеспечивающая заданные (желаемые) переходные характеристики замкнутой системы.

Ключевые слова. Системы управления, замкнутая система управления, вектор-функция А.М. Ляпунова, градиентно-скоростной метод, система управления по выходу объекта.

Для современных задач управления характерны всевозрастающая сложность объектов управления, требования устойчивости и высокого качества в условиях многомерности системы.

Актуальной проблемой является создание систем управления по выходу объекта, когда на практике доступен к измерению не вектор состояния $x(t)$, а выход объекта $y(t)$. В том случае используется в законе управления не сами переменные состояния объекта $x(t)$, а их оценки $\hat{x}(t)$, полученные с помощью наблюдающего устройства [1,2,3,4] и требуется построить систему управления по выходу объекта в форме модального управления [1,5]. Модальное управление по выходу объекта предполагает сложные и неоднозначные вычисления по характеристическому многочлену [6,7] замкнутой системы с регулятором и наблюдателем и преобразовании матрицы объекта к треугольному или к блочно-диагональному виду. При этом не особая матрица канонического преобразования определяются собственными векторами матрицы объекта, а корни характеристического многочлена замкнутой системы комбинацией корней характеристического многочлена системы с модельным регулятором и собственных чисел наблюдателя состояния [1,3,6].

В настоящей работе предлагается новый метод к исследованию устойчивости и синтезу систем управления с m -входами и n -выходами по выходу объекта на основе градиентно-скоростного метода вектор-функций Ляпунова [8,9,10,11]. Исследование устойчивости замкнутой системы управления по выходу объекта и решение задачи синтеза регулятора (определения элементов матрицы усиления) и наблюдателя (вычисления элементов матрицы наблюдающего устройства) основываются на прямом методе А.М. Ляпунова [12,13,14, 15]. Предложенный градиентно-скоростной метод вектор-функций Ляпунова при исследовании системы управления с m -входами и с n -выходами по выходу объекта позволяет исключить сложных и неоднозначных вычислений и преобразований и позволяет определить области выбора параметров регулятора и наблюдателя, обеспечивающего заданные (желаемые) переходные характеристики замкнутой системы.

Пусть система управления по выходу объекта представлена в виде:

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + BKx(t) + BK\varepsilon(t), x(t_0) = x_0, \quad (1)$$

$$\dot{\varepsilon}(t) = A\varepsilon(t) - LC\varepsilon(t), \varepsilon(t_0) = \varepsilon_0 \quad (2)$$

где

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & \dots & b_{1m} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & \dots & b_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & b_{n2} & b_{n3} & \dots & b_{nm} \end{pmatrix}, C = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} & \dots & c_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{l1} & c_{l2} & c_{l3} & \dots & c_{ln} \end{pmatrix},$$

$$x(t) = \begin{pmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ \dots \\ x_n(t) \end{pmatrix}, \varepsilon(t) = \begin{pmatrix} \varepsilon_1(t) \\ \varepsilon_2(t) \\ \dots \\ \varepsilon_n(t) \end{pmatrix}, K = \begin{pmatrix} k_{11} & k_{12} & k_{13} & \dots & k_{1n} \\ k_{21} & k_{22} & k_{23} & \dots & k_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ k_{m1} & k_{m2} & k_{m3} & \dots & k_{mn} \end{pmatrix}, L = \begin{pmatrix} l_{11} & l_{12} & l_{13} & \dots & l_{1l} \\ l_{21} & l_{22} & l_{23} & \dots & l_{2l} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ l_{n1} & l_{n2} & l_{n3} & \dots & l_{nl} \end{pmatrix}$$

Уравнения (1) и (2) в развернутой форме можем представить в виде:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = (-a_{11} - \sum_{j=1}^m b_{1j}k_{j1})x_1 + (-a_{12} - \sum_{j=1}^m b_{1j}k_{j2})x_2 + (-a_{13} - \sum_{j=1}^m b_{1j}k_{j3})x_3 + \\ + \dots + (-a_{1n} - \sum_{j=1}^m b_{1j}k_{jn})x_n + (\sum_{j=1}^m b_{1j}k_{j1})\varepsilon_1 + (\sum_{j=1}^m b_{1j}k_{j2})\varepsilon_2 + (\sum_{j=1}^m b_{1j}k_{j3})\varepsilon_3 + \dots + (\sum_{j=1}^m b_{1j}k_{jn})\varepsilon_n, i=1, \dots, n; \\ \dot{\varepsilon}_1 = (-a_{11} - \sum_{j=1}^l l_{1j}c_{j1})\varepsilon_1 + (-a_{12} - \sum_{j=1}^l l_{1j}c_{j2})\varepsilon_2 + (-a_{13} - \sum_{j=1}^l l_{1j}c_{j3})\varepsilon_3 + \\ + \dots + (-a_{1n} - \sum_{j=1}^l l_{1j}c_{jn})\varepsilon_n, i=1, \dots, n \end{cases} \quad (3)$$

Находим условие робастной асимптотической устойчивости системы (3) градиентно-скоростным методом вектор-функций Ляпунова[8,9].

Из (3) находим компоненты вектора градиента для вектор-функций Ляпунова.

$$\begin{cases} \frac{\partial V_i(x, \varepsilon)}{\partial \varepsilon_k} = -(-a_{ik} - \sum_{j=1}^m b_{ij}k_{jk})x_k, i=1, \dots, n; k=1, \dots, m \\ \frac{\partial V_i(x, \varepsilon)}{\partial \varepsilon_k} = -(\sum_{j=1}^m b_{ij}k_{jk})\varepsilon_k, i=1, \dots, n; k=1, \dots, m \\ \frac{\partial V_{n+1}(x, \varepsilon)}{\partial \varepsilon_k} = -(-a_{ik} - \sum_{j=1}^l l_{ij}c_{jk})\varepsilon_k, i=1, \dots, n; k=1, \dots, n \end{cases} \quad (4)$$

Из (4) находим разложение вектора скорости по координатам $(x_1, \dots, x_n, \varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n)$

$$\begin{cases} \left(\frac{dx_i}{dt}\right)_{x_k} = (-a_{ik} - \sum_{j=1}^m b_{ij} k_{jk}) x_k, i=1, \dots, n; k=1, \dots, n \\ \left(\frac{dx_i}{dt}\right)_{\varepsilon_k} = (\sum_{j=1}^m b_{ij} k_{jk}) \varepsilon_k, i=1, \dots, n; k=1, \dots, n \\ \left(\frac{d\varepsilon_i}{dt}\right)_{\varepsilon_k} = (-a_{ik} - \sum_{j=1}^l l_{ij} c_{jk}) \varepsilon_k, i=1, \dots, n; k=1, \dots, n \end{cases} \quad (5)$$

Полная производная по времени функций Ляпунова определяется как скалярное произведение вектора градиента (4) на вектор скорости (5)

$$\begin{aligned} \frac{dV(x, \varepsilon)}{dt} &= \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{\partial V_i(x, \varepsilon)}{\partial x_k} \left(\frac{dx_i}{dt}\right)_{x_k} + \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{\partial V_i(x, \varepsilon)}{\partial x_k} \left(\frac{dx_i}{dt}\right)_{\varepsilon_k} + \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{\partial V_{+i}(x, \varepsilon)}{\partial x_k} \left(\frac{d\varepsilon_i}{dt}\right)_{\varepsilon_k} = \\ &= - \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n (-a_{ik} - \sum_{j=1}^m b_{ij} k_{jk})^2 x_k^2 - \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n (\sum_{j=1}^m b_{ij} k_{jk})^2 \varepsilon_k^2 - \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n (-a_{ik} - \sum_{j=1}^l l_{ij} c_{jk})^2 \varepsilon_k^2, \end{aligned} \quad (6)$$

Из (6) следует, что полная производная по времени от вектор-функций Ляпунова является знако-отрицательной функцией. Из (4) функцию Ляпунова можем представить в виде:

$$V(x, \varepsilon) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n (\sum_{j=1}^m b_{ij} k_{jk} + a_{ik}) x_k^2 - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n [(\sum_{j=1}^l l_{ij} c_{jk} + a_{ik}) - \sum_{j=1}^m b_{ij} k_{jk}] \varepsilon_k^2, \quad (7)$$

Условие существования функции Ляпунова определяет неравенствами:

$$\sum_{j=1}^m b_{ij} k_{jk} + a_{ik} > 0, i=1, \dots, n; k=1, \dots, n \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^l l_{ij} c_{jk} + a_{ik} - \sum_{j=1}^m b_{ij} k_{jk} + a_{ik} > 0, i=1, \dots, n; k=1, \dots, n \quad (9)$$

Система неравенств (8) и (9) является условием робастной устойчивости динамического компенсатора. Условие (8) дает непосредственно робастную устойчивость системы при управлении по вектору состояния. Пусть имеем замкнутую систему управления желаемыми переходными процессами с m -входами и n -выходами с матрицей:

$$G = \begin{pmatrix} -d_{11} & -d_{12} & -d_{13} & \dots & -d_{1n} \\ -d_{21} & -d_{22} & -d_{23} & \dots & -d_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ -d_{n1} & -d_{n2} & -d_{n3} & \dots & -d_{nn} \end{pmatrix}$$

Ставится задача определения коэффициента регулятора (элементов матрицы K) таких, что элементы матрицы замкнутой системы имели заданные значения d_i .

Исследуем устойчивость системы с заданными значениями коэффициентов d_i градиентно-скоростным методом вектор-функций Ляпунова.

Для системы с заданными параметрами записываем уравнения состояния в развернутой форме.

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = -d_{11}x_1 - d_{12}x_2 - d_{13}x_3 - \dots - d_{1n}x_n \\ \dot{x}_2 = -d_{21}x_1 - d_{22}x_2 - d_{23}x_3 - \dots - d_{2n}x_n \\ \dots \\ \dot{x}_n = -d_{n1}x_1 - d_{n2}x_2 - d_{n3}x_3 - \dots - d_{nn}x_n \end{cases} \quad (10)$$

Из (10) находим компоненты вектора градиента вектор-функций Ляпунова $V(x) = (V_1(x), \dots, V_n(x))$

$$\begin{cases} \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_1} = d_{11}x_1, \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_2} = d_{12}x_2, \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_3} = d_{13}x_3, \dots, \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_n} = d_{1n}x_n \\ \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_1} = d_{21}x_1, \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_2} = d_{22}x_2, \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_3} = d_{23}x_3, \dots, \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_n} = d_{2n}x_n \\ \dots \\ \frac{\partial V_n(x)}{\partial x_1} = d_{n1}x_1, \frac{\partial V_n(x)}{\partial x_2} = d_{n2}x_2, \frac{\partial V_n(x)}{\partial x_3} = d_{n3}x_3, \dots, \frac{\partial V_n(x)}{\partial x_n} = d_{nn}x_n \end{cases} \quad (11)$$

Из (3) находим разложение вектора скорости по координатам:

$$\begin{cases} \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_1} = d_{11}x_1, \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_2} = d_{12}x_2, \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_3} = d_{13}x_3, \dots, \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_n} = d_{1n}x_n \\ \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_1} = d_{21}x_1, \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_2} = d_{22}x_2, \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_3} = d_{23}x_3, \dots, \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_n} = d_{2n}x_n \\ \dots \\ \frac{\partial V_n(x)}{\partial x_1} = d_{n1}x_1, \frac{\partial V_n(x)}{\partial x_2} = d_{n2}x_2, \frac{\partial V_n(x)}{\partial x_3} = d_{n3}x_3, \dots, \frac{\partial V_n(x)}{\partial x_n} = d_{nn}x_n \end{cases} \quad (12)$$

Полная производная от вектор-функции Ляпунова по времени определяется выражением:

$$\begin{aligned} \frac{\partial V(x)}{\partial t} = & -d_{11}^2x_1^2 - d_{12}^2x_2^2 - d_{13}^2x_3^2 - \dots - d_{1n}^2x_n^2 - \\ & -d_{21}^2x_1^2 - d_{22}^2x_2^2 - d_{23}^2x_3^2 - \dots - d_{2n}^2x_n^2 - \dots - \\ & -d_{n1}^2x_1^2 - d_{n2}^2x_2^2 - d_{n3}^2x_3^2 - \dots - d_{nn}^2x_n^2 \end{aligned} \quad (13)$$

Из (13) следует, что полная производная по времени от вектор-функций Ляпунова является знакоотрицательной функцией.

Из (11) функцию Ляпунова можем представить в скалярном виде:

$$\begin{aligned} V(x) = & \frac{1}{2}(d_{11} + d_{21} + \dots + d_{n1})x_1^2 + \frac{1}{2}(d_{12} + d_{22} + \dots + d_{n2})x_2^2 + \dots + \\ & + \frac{1}{2}(d_{1n} + d_{2n} + \dots + d_{nn})x_n^2 \end{aligned} \quad (14)$$

Условие существования вектор-функций Ляпунова для системы (10) задаются системой неравенств:

$$\begin{cases} d_{11} + d_{21} + \dots + d_{n1} > 0 \\ d_{12} + d_{22} + \dots + d_{n2} > 0 \\ d_{13} + d_{23} + \dots + d_{n3} > 0 \\ \dots \\ d_{1n} + d_{2n} + \dots + d_{nn} > 0 \end{cases} \quad (15)$$

Система (1) и (2) чтобы имела заданные свойства можем приравнять неравенства (8) и (15) и отсюда найти требуемые значения коэффициентов матрицы k :

$$\sum_{j=1}^n b_{ij} k_{jk} + a_{ik} = d_{ik}, i = 1, \dots, n; k = 1, \dots, n \quad (16)$$

Или получаем систему уравнений

$$\sum_{j=1}^n b_{ij} k_{jk} + a_{ik} - d_{ik} = 0, i = 1, \dots, n; k = 1, \dots, n \quad (17)$$

$$\sum_{j=1}^n k_j - \frac{1}{b_i} (-a_i + d_i) = 0, i = 1, \dots, n; \quad (19)$$

Из этой n -системы алгебраических уравнений (17) можем найти значения n^2 элементов матрицы k ($k_{ij}; i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, n$).

Систему (9) можем переписать в виде:

$$\sum_{j=1}^n d_{ij} c_{jk} + 2a_{ik} - d_{ik} = 0, i = 1, \dots, n; k = 1, \dots, n \quad (18)$$

Решая систему (18) относительно коэффициентов ($l_{ij}; j = 1, \dots, n; i = 1, \dots, l$) можем найти граничные значения для коэффициентов наблюдающего устройства.

Пусть для простоты предположим, что матрицы B, L и C имеют размерность соответственно $n \times 1, l \times 1, l \times 1$, а матрицы A и D задаются управляемой канонической форме. Тогда уравнения можем переписать в виде:

$$\sum_{j=1}^n k_j - \frac{1}{b_i} (-a_i + d_i) = 0, i = 1, \dots, n; \quad (19)$$

Из (19) граничные значения коэффициентов ($l_i; i = 1, \dots, l$) матрицы наблюдаемости будет определяться:

$$l_i = \frac{2a_i + d_i}{\sum_{j=1}^n k_j}, i = 1, \dots, n \quad (20)$$

Таким образом задача синтеза систем управления с m -входами и n -выходами по выходу объекта градиентно-скоростным методом вектор-функций Ляпунова решается до конца. Вычисление коэффициентов регулятора и наблюдающего устройства по желаемой характеристике системы (10) представлены как решение системы алгебраических уравнений (17) и (18).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Известные методы синтеза замкнутых систем управления по выходу объекта, основаны на модельном управлении по выходу объекта. Расчет элементов матрицы регулятора и наблюдателя требует канонические преобразования и сложные и неоднозначные вычисления корней характеристического уравнения замкнутой системы. Корни характеристического многочлена замкнутой системы получается объединением корней системы с модельным регулятором и собственных чисел наблюдателя состояния.

Градиентно-скоростной метод вектор-функций Ляпунова позволяет решить задачу синтеза систем автоматического управления с m -входом и n -выходом по выходу объекта непосредственно по элементам матрицы объекта регулятора и наблюдателя.

Предлагается подход к определению области изменения параметров объекта, регулятора и наблюдателя, обеспечивающего заданные (желаемые) переходные характеристики замкнутой системы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Андриевский Б.Р., Фратков А.Л. Избранные главы теории автоматического управления с примерами на языке MATLAB – СПб.: Наука, 2000.475с.
- [2] Квакернах Х., Сиван Р. Линейные оптимальные системы управления. М.: Мир, 1986. 650с.
- [3] Андреев Ю.Н. Управление конечномерными линейными объектами. М.: Наука, 1976.424с.
- [4] Рей У. Методы управления технологическими процессами. М.: Мир, 1983.638с.
- [5] Кухаренко Н.В. Синтез модальных регуляторов при неполной управляемости объектов //Известия Академии наук. Российская академия наук. Техническая кибернетика.1992. №3
- [6] Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. М.: Наука, 1967.
- [7] Стрейц В. Метод пространства состояний в теории дискретных линейных систем управления // Пер. с англ. М.: Наука, 1985.
- [8] Бейсенби М.А. Исследование робастной устойчивости систем автоматического управления методом функций А.М.Ляпунова.- Астана, 2015. – 204 с.
- [9] Beisenbi M., Uskenbayeva G. The New Approach of Design Robust Stability for Linear Control System. Proc. of the Intl. Conf. on Advances in Electronics and Electrical Technology—AEET 2014, pp.11-18.2014
- [10] Beisenbi M., Yermekbayeva J. Construction of Lyapunov function to examine Robust Stability for Linear System. International Journal of Control. Energy and Electrical Engineering (CEEE), V (1) pp.17-22. Publisher Copyright – IPCO-2014.
- [11] Beisenbi M., Uskenbayeva G., Satybalдина D., Martsenyuk V., Shailhanova A. Robust stability of spacecraft traffic control system using Lyapunov functions. 16th International Conference on Control, Automation and System (ICCAS), IEEE 2016, pp. 743-748.
- [12] Малкин И.Г. Теория устойчивости движения. - М.: Наука, 1966 – 534 с.
- [13] Барбашин Е. А. Введение в теорию устойчивости – М.: Наука, 1967 – 225 с.
- [14] Воронов А.А., Матросов В.М. Метод векторных функций Ляпунова в теории устойчивости – М.: Наука, 1987 – 252 с.
- [15] Постон Т., Стюарт И. Теория катастроф и ее приложения. – М.: Наука, 2001, №6.

Бейсенбі М.Ә., Башеева Ж.О.

А.М.Ляпунов вектор-функцияларының градиент-жылдамдық әдісімен m -кіріс және n -шығысы бар объектіні басқару жүйесін зерттеу

Түйіндеме: Нысанның шығуына арналған жабық циклдық басқару жүйелерін синтездеудің белгілі әдістері нысанның шығуын модельдік басқаруға негізделеді. Регулятордың және бақылаушының матрицалық элементтерін есептеу белгілі бір реттелетін өзгерістерді талап етеді - жабық жүйенің тәндік теңдеуінің тамырларының күрделі және біркелкі емес есептелуі.

Ляпуновтың векторлық функцияларының градиент жылдамдық әдісі контроллерлік объектінің және бақылаушы матрицасының элементтерін тікелей қолданумен m -input және n -output басқару жүйелерінің мәселелерін шешуге мүмкіндік береді.

Жабық жүйенің берілген (қалаған) өтпелі сипаттамаларын қамтамасыз ету үшін нысанның, реттеушінің және байқаушының параметрлеріндегі өзгерістер ауқымын анықтау ұсынылады.

Түйінді сөздер. Басқару жүйесі, жабық басқару жүйесі, А.М. Ляпунов векторы-функциясы, градиент-жылдамдық әдісі, объектінің шығысы бойынша басқару жүйесі.

UDC 004.056.55:004.421.5

B. Akhmetov¹, S. Gnatyuk², T. Okhrimenko², V. V. Kinzeryavy², Kh. Yubuzova³

¹ Turan University, Almaty, Kazakhstan

² National Aviation University, Kiev, Ukraine

³ Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev
(Satbayev University), Almaty, Kazakhstan

EXPERIMENTAL STUDIES OF THE ERROR-CORRECTING CAPABILITY OF REED-SOLOMON NOISE-IMMUNE CODES OVER THE $GF(3^2)$ GALOIS FIELD WHEN TRANSFERRING INFORMATION BY THE DETERMINISTIC QUANTUM AND CRYPTOGRAPHIC PROTOCOL.

Abstract. Providing privacy of any messages send becomes one of the important tasks of information security. Quantum secure communication allows ensuring privacy and transmission over an open channel without the use of off-line encryption. In this regard, this paper is devoted to the studies regarding encoding/decoding system of ternary RS-codes applied in the simulation model of a deterministic secure communication protocol in a quantum channel with noise for a pair of qutrits within the eavesdropping control and message transmission modes. The examples of encoding and decoding of four pairs of trits were considered, the studies on error-correcting capability of ternary RS-codes depending on the probability of depolarization were carried out.

The obtained results may be used in order to create and to optimize quantum cryptography systems in terms of increasing the asymptotic stability of the system and the operating speed.

Keywords: information security, stability, error-correcting codes, errors, quantum cryptography, deterministic protocol, quantum secure direct connection, qutrit

Introduction

Nowadays, there have been investigated several dozens of protocols different on quantum direct secure communications (QDSC) [1-4]. Among them are the protocols: direct message transfer between two users; message transfer from one user to another under the control of a third trusted side; message transfer from one user to many others and from many to one, as well as protocols of quantum conferences. Most of them are based on the creation, and later, on the distribution between users of the entangled states of two or more qubits (qudits), which makes it possible to transfer information in binary form. There is always interference in real quantum channels, therefore, for the practical implementation of the QDSC it is necessary to apply additionally error correction codes.

Related works

Nowadays, there were developed a certain family of quantum interference stable codes that correct erroneous quantum states directly in the channel [5]. However, in practice, the application of such codes requires quantum logic gates, that, from a technological point of view, is still quite difficult and irrational to implement. The theory of classical binary codes, which makes it possible to correct bundles of errors, has now been developed quite fully, and many binary interference stable codes have been proposed [6-9], which are distinguished by redundancy and corrective ability. For example, Reed-Solomon (RS) codes are used for transmission in classical channels with high interference intensity, when errors occur with the multiplicity of two or more error bundles, as well as message bundles and one-time errors.

The use of deterministic protocols with pairs of entangled qutrits allows to increase the information capacity, and as a result, the speed of information transfer. Ensuring its error-free transmission by such protocols is an urgent task. This problem can be solved by developing a system of ternary RS-codes. But the ternary codes are almost not fully investigated and are not represented in open sources, therefore there is a need for their detailed consideration in order to study and to test their corrective ability. The purpose of this work is to evaluate the corrective ability of ternary RS-codes for information transfer using entangled pairs of qutrits in a quantum channel with noise.

Description of the Reed-Solomon code system over the Galois field $GF(3^2)$

RS-codes are a special case of the BCH code, definition of generating polynomials that lie in the same field above which the code is created. For clarity, we describe the RS-codes in general. Let a - an element of the $GF(q^m)$ field of the n order, where m - integers, moreover, $m > 1$, $m > 0$, and $q^m \neq 2$. If a is a

primitive element, then its order is equal to $(q^m - 1)$, that is, $a^{q^m-1} = 1$ and $a^i \neq 1$, where $0 < i < (q^m - 1)$. Then the normalized polynomial $g(x)$ of a minimal degree over the field $GF(q^m)$, which solutions is $(d - 1)$ of the degrees $a^{i_0}, a^{i_0+1}, \dots, a^{i_0+d-2}$..., the element a is a generating polynomial of RS-codes over the field $GF(q^m)$: $g(x) = (x - a^{i_0})(x - a^{i_0+1}) \dots (x - a^{i_0+d-2})$, where i_0 - is a certain integer, with the help of which it is sometimes possible to simplify the coding procedure. Usually $i_0 = 1$. The degree of the polynomial $g(x)$ is $(d - 1)$.

The length of the obtained sign code $n = q^m - 1$ contains the $r = d - 1 = \text{deg}(g(x))$ check signs, where $\text{deg}()$ is the degree of the polynomial, and d - is the minimum code distance (the minimum of all Hamming distances for all pairs of code symbols). The amount of information signs $k = n - r = n - d + 1$. Therefore, $d = n - k + 1$, codes with a similar value of the minimum code distance in coding theory are called maximum ones. RS-codes correct errors $t = r/2$, but require verification of $r = 2t$ signs. With their help, there are corrected bundles of errors of the length not more than t . According to the Reiger boundary theorem [9], RS-codes are optimal from the point of view of the ratio of the packet length and of the error correction possibility.

The encoding/decoding procedures in the RS-code system over the Galois field $GF(3^2)$ were formalized in [10]. Since the information transfer by the quantum channel makes the probability of errors high enough, this paper studies the corrective ability of RS-codes over the Galois field $GF(3^2)$, in which, which $k = r$, that allows to correct $t = n/4$ pairs of false trites. So, the following parameters are used in the work: the length of the obtained code of the $n = q^m - 1 = 3^2 - 1 = 9 - 1 = 8$ trit pairs, the minimum code distance $d = 5$, test signs of the $r = d - 1 = 5 - 1 = 4$ trit pair, the amount of information symbols of the $k = n - r = 8 - 4 = 4$ trit pair, the amount of errors that can be corrected of the $t = r/2 = 2$ trit pair. In order to find the generating polynomial, it is firstly necessary to describe the operations of addition and multiplication in the Galois field $GF(3^2)$. The final field $GF(3^2)$ can be created over such polynomials $x^2 + 1, x^2 + x + 2, x^2 + 2x + 2, 2x^2 + 2, 2x^2 + x + 1, 2x^2 + 2x + 1$. In this paper, a primitive polynomial $x^2 + x + 2$ is used to create the Galois field $GF(3^2)$. Let denote all possible pairs of trites, as it is shown in Table. 1 in a polynomial form. Then, if we denote x as a primitive element, it is easy to count any ternary pair as a degree a . For this, it is necessary to multiply the known polynomial degree values for according to the module $x^2 + x + 2$, the result is shown in Table 1.

Table 1. Elements of the Galois field $GF(3^2)$ over the polynomial

In ternary form	In the form of a polynomial	In the form of a degree
00	0	0
01	1	$a^8=1$
02	2	$a^4=2$
10	x	a^1
11	$x+1$	a^7
12	$x+2$	a^6
20	$2x$	a^5
21	$2x+1$	a^2
22	$2x+2$	a^3

On the basis of table. 1 there are constructed the tables of addition and multiplication over a primitive polynomial in the Galois field $GF(3^2)$ (Table 2, Table 3), the results of the subtraction and division operations can also be easily obtained from the same tables.

Table 2. Addition in the Galois field GF (3²) over the polynomial x² + x + 2

+	0	a ⁸ =1	a ⁴ =2	a ¹	a ⁷	a ⁶	a ⁵	a ²	a ³
0	0	a ⁸ =1	a ⁴ =2	a ¹	a ⁷	a ⁶	a ⁵	a ²	a ³
a ⁸ =1	a ⁸ =1	a ⁴ =2	0	a ⁷	a ⁶	a ¹	a ²	a ³	a ⁵
a ⁴ =2	a ⁴ =2	0	a ⁸ =1	a ⁶	a ¹	a ⁷	a ³	a ⁵	a ²
a ¹	a ¹	a ⁷	a ⁶	a ⁵	a ²	a ³	0	a ⁸ =1	a ⁴ =2
a ⁷	a ⁷	a ⁶	a ¹	a ²	a ³	a ⁵	a ⁸ =1	a ⁴ =2	0
a ⁶	a ⁶	a ¹	a ⁷	a ³	a ⁵	a ²	a ⁴ =2	0	a ⁸ =1
a ⁵	a ⁵	a ²	a ³	0	a ⁸ =1	a ⁴ =2	a ¹	a ⁷	a ⁶
a ²	a ²	a ³	a ⁵	a ⁸ =1	a ⁴ =2	0	a ⁷	a ⁶	a ¹
a ³	a ³	a ⁵	a ²	a ⁴ =2	0	a ⁸ =1	a ⁶	a ¹	a ⁷

Table 3. Multiplication in the Galois field GF (3²) over the polynomial x² + x + 2

X	0	a ⁸ =1	a ⁴ =2	a ¹	a ⁷	a ⁶	a ⁵	a ²	a ³
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
a ⁸ =1	0	a ⁸ =1	a ⁴ =2	a ¹	a ⁷	a ⁶	a ⁵	a ²	a ³
a ⁴ =2	0	a ⁴ =2	a ⁸ =1	a ⁵	a ³	a ²	a ¹	a ⁶	a ⁷
a ¹	0	a ¹	a ⁵	a ²	a ⁸ =1	a ⁷	a ⁶	a ³	a ⁴ =2
a ⁷	0	a ⁷	a ³	a ⁸ =1	a ⁶	a ⁵	a ⁴ =2	a ¹	a ²
a ⁶	0	a ⁶	a ²	a ⁷	a ⁵	a ⁴ =2	a ³	a ⁸ =1	a ¹
a ⁵	0	a ⁵	a ¹	a ⁶	a ⁴ =2	a ³	a ²	a ⁷	a ⁸ =1
a ²	0	a ²	a ⁶	a ³	a ¹	a ⁸ =1	a ⁷	a ⁴ =2	a ⁵
a ³	0	a ³	a ⁷	a ⁴ =2	a ²	a ¹	a ⁸ =1	a ⁵	a ⁶

In order to calculate the generating polynomial there is taken i₀ = 1, used the expression g(x) = (x - a^{i₀})(x - a^{i₀+1})...(x - a^{i₀+d-2}) and tables 1, 2, 3:

$$g(x) = (x - a^1)(x - a^2)(x - a^3)(x - a^4) = x^4 + a^7x^3 + a^2x^2 + a^4x + a^2 = \overline{a^8a^7a^2a^4a^2}.$$

Knew g(x), n, k, r - RS-codes can be applied in practice.

Coding example over the Galois field GF (3²)

For clarity of the RS codes (8,4) coding over the Galois field GF (3²) let consider an example. Let the information polynomial consist of 4 pairs of trites: 22 21 11 01, we need to encode it, for this we will perform a sequence of operations:

- 1) Transfer S(x) from the ternary type to the degree type according to the table 1:

$$S(x) = \overline{22210111} = \overline{a^3a^2a^8a^7}.$$

- 2) To S(x) add 2t = r = 4 of zeros:

$$T(x) = S(x)x^4 = \overline{a^3a^2a^8a^70000}.$$

- 3) With the help of the tables 2, 3 perform the division of T(x) on the calculated above g(x). Find the difference R(x) from the division of T(x) on g(x):

$$\begin{array}{r} \overline{a^3x^7+a^2x^6+a^8x^5+a^7x^4} \\ - \overline{a^3x^7+a^2x^6+a^5x^5+a^7x^4+a^5x^2} \\ \hline a^7x^5+a^1x^3 \\ - \overline{a^7x^5+a^6x^4+a^1x^3+a^3x^2+a^1x} \\ \hline a^2x^4+a^7x^2+a^5x \\ - \overline{a^2x^4+a^1x^3+a^4x^2+a^6x+a^4} \\ \hline R(x) = a^5x^3+a^6x^2+a^7x+a^8 \end{array}$$

Answer, $R(x) = \overline{a^5 a^6 a^7 a^8}$.

4) using the table 2 let calculate $C(x)$:

$$C(x) = Q(x)g(x) = T(x) - R(x) = \overline{a^3 a^2 a^8 a^7 0000} - \overline{a^5 a^6 a^7 a^8} = \overline{a^3 a^2 a^8 a^7 a^1 a^2 a^3 a^4}.$$

According to the table 1 transfer the obtained value into a ternary form, which will be the coded sequence

$$C(x) = \overline{a^3 a^2 a^8 a^7 a^1 a^2 a^3 a^4} = \overline{2221011110212202}.$$

Decoding example over the Galois field GF(3²)

In order to decode the RS-codes (8,4) over the Galois field GF(3²) let give an example. Let the coded polynomial obtained in the previous example is $C(x) = \overline{2221011110212202}$ (in the degree form of $C(x) = \overline{a^3 a^2 a^8 a^7 a^1 a^2 a^3 a^4}$) was affected by the noise $e(x) = \overline{0021000000110000}$ (in the degree form $e(x) = \overline{0a^2 000a^7 00}$), as a result, a polynomial $Y(x)$ is obtained:

$$Y(x) = C(x) + e(x) = \overline{2221011110212202} + \overline{0021000000110000} = \overline{2212011110022202}.$$

The polynomial in the degree and polynomial forms $Y(x) = \overline{a^3 a^6 a^8 a^7 a^1 a^4 a^3 a^4} = a^3 x^7 + a^6 x^6 + a^8 x^5 + a^7 x^4 + a^1 x^3 + a^4 x^2 + a^3 x + a^4$, using RS-codes (8,4) must be decoded and corrected $Y(x)$. To do this, let perform a sequence of operations:

1) Calculate the components of the error syndrome $S(x)$, using the relation $a^8 = 1$ and tables. 2, 3:

$$s_1 = Y(a^1) = a^{10} + a^{12} + a^{13} + a^{11} + a^4 + a^6 + a^4 + a^4 = a^2 + a^4 + a^5 + a^3 + a^4 + a^6 + a^4 + a^4 = a^5 + a^6 + a^7 + a^8 = a^4 + a^6 = a^7;$$

$$s_2 = Y(a^2) = a^{17} + a^{18} + a^{18} + a^{15} + a^7 + a^8 + a^5 + a^4 = a^1 + a^2 + a^2 + a^7 + a^7 + a^8 + a^5 + a^4 = a^8 + a^4 + a^6 + a^3 = 0 + a^8 = a^8.$$

Similarly, other components of the error syndrome are calculated.

$$s_3 = Y(a^3) = a^3; \quad s_4 = Y(a^4) = a^4.$$

So, the error syndrome $S(x) = \overline{a^4 a^3 a^8 a^7 0} = a^4 x^4 + a^3 x^3 + a^8 x^2 + a^7 x$.

2) Calculate the error locator using the Berlekamp-Messi algorithm [8], using tables 1, 2, 3.

To do this, let introduce some variables and their initial values: $r = 0$ - iteration number, $L = 0$, $B(x) = 1$ - normalizing additive, $L(x) = 1$ - initial error locator. During the execution of each $2t$ iterations, the values will change until we get the final version of the error locator.

Let perform each iteration:

1. For $r = 1$ firstly find Δr - error in the next component of the syndrome:

$$\Delta r = \sum_{j=0}^L L_j s_{r-j} = \sum_{j=0}^0 L_j s_{1-j} = L_0 s_1 = 1 \cdot a^7 = a^7.$$

Since $\Delta r \neq 0$ let calculate the new polynomial of connections:

$$M(x) = L(x) - \Delta r \cdot x \cdot B(x) = 1 - a^7 \cdot x \cdot 1 = a^3 x + 1.$$

Since the inequality is $2L = 0 \leq (r-1) = 0$ we calculate new $B(x)$, $L(x)$ and L :

$$B(x) = \Delta r^{-1} \cdot L(x) = a^{-7} \cdot 1 = a^1, \quad L(x) = M(x) = a^3 x + 1 = \overline{a^3 a^8}, \quad L = r - L = 1 - 0 = 1.$$

Since $r \neq 2t$, we move on to the next iteration $r = r + 1 = 2$

2. For $r = 2$ find Δr :

$$\Delta r = \sum_{j=0}^L L_j s_{r-j} = \sum_{j=0}^1 L_j s_{2-j} = L_0 s_2 + L_1 s_1 = a^8 \cdot a^8 + a^3 \cdot a^7 = a^8 + a^2 = a^3.$$

Since $\Delta r \neq 0$, let calculate the new polynomial of connections:

$$M(x) = L(x) - \Delta r \cdot x \cdot B(x) = a^3 x + a^8 - a^3 \cdot x \cdot a^1 = a^3 x + a^8 - a^4 x = a^5 x + a^8$$

Since the inequality $2L=1 \leq (r-1)=1$ is not satisfied, let calculate new errors $L(x)$ and $B(x)$: $L(x) = M(x) = a^5x + a^8 = \overline{a^5a^8}$, $B(x) = x \cdot B(x) = x \cdot a^1 = \overline{a^10}$.

Since $r \neq 2t$ we move on to the next iteration $r = r + 1 = 2$

3. For $r = 3$ we find similarly $B(x)$, $L(x)$ and L :

$$B(x) = a^7x + a^2 = \overline{a^7a^2}, L(x) = a^3x^2 + a^5x + a^8 = \overline{a^3a^5a^8}, L = r - L = 3 - 1 = 2.$$

4. For $r = 4$ we find similarly $B(x)$, $L(x)$ and L :

$$B(x) = a^7x^2 + a^2x = \overline{a^7a^20}, L(x) = a^8x^2 + a^8 = \overline{a^80a^8}, L = 2.$$

Since $r = 2t = 4$ a final error locator is $L(x) = \overline{a^80a^8} = a^8x^2 + a^8$

3) Find the roots of the error locator using the Chen algorithm [9], using the tables 2, 3 sequentially calculate $L(a^{-j})$ for each $j=1, \dots, q-1$. If $L(a^{-j}) = 0$, then the element Y_j of the code combination $Y(x)$ contains an error:

$$L(a^{-7}) = L(a^1) = a^{10} + a^8 = a^2 + a^8 = a^3 \neq 0;$$

$$L(a^{-6}) = L(a^2) = a^{12} + a^8 = a^4 + a^8 = 0 - \text{error in } Y_6;$$

$$L(a^{-5}) = L(a^3) = a^{14} + a^8 = a^6 + a^8 = a^1 \neq 0;$$

$$L(a^{-4}) = L(a^4) = a^{16} + a^8 = a^8 + a^8 = a^4 \neq 0;$$

$$L(a^{-3}) = L(a^5) = a^{18} + a^8 = a^2 + a^8 = a^3 \neq 0;$$

$$L(a^{-2}) = L(a^6) = a^{20} + a^8 = a^4 + a^8 = 0 - \text{error in } Y_2;$$

$$L(a^{-1}) = L(a^7) = a^{22} + a^8 = a^6 + a^8 = a^1 \neq 0;$$

$$L(a^0) = L(a^8) = a^{24} + a^8 = a^8 + a^8 = a^4 \neq 0.$$

Then, we found, that in Y_6 and Y_2 element of the error code combination, which corresponds to $e(x)$.

4) Determine the nature of the error using the Forni algorithm [9], using the tables 2, 3. To do this, firstly we calculate the polynomial of error values $W(x)$:

$$\begin{aligned} W(x) &= s(x) \cdot L(x) \bmod x^{2t} = (a^4x^3 + a^3x^2 + a^8x + a^7) \cdot (a^8x^2 + a^8) \bmod x^4 = \\ &= (a^4x^5 + a^3x^4 + a^8x + a^7) \bmod x^4 = a^8x + a^7 = \overline{00a^8a^7}. \end{aligned}$$

Find the derivative of $L(x)$:

$$L'(x) = (a^8x^2 + a^8)' = 2a^8x = a^4x.$$

Let find a corrective polynomial, for this in the formula $e'_i = -\frac{W(X_i^{-1})}{L'(X_i^{-1})}$ instead of X_i^{-1} we substitute

the degrees found in point 3 a , at which $L(a^{-j}) = 0$:

$$e'_6 = -\frac{W(a^{-6})}{L'(a^{-6})} = \frac{W(a^2)}{L'(a^2)} = \frac{a^{10} + a^7}{a^6} = \frac{a^2 + a^7}{a^6} = \frac{a^4}{a^6} = a^{-2} = a^6;$$

$$e'_2 = -\frac{W(a^{-2})}{L'(a^{-2})} = \frac{W(a^6)}{L'(a^6)} = \frac{a^{14} + a^7}{a^{10}} = \frac{a^6 + a^7}{a^2} = \frac{a^5}{a^2} = a^3.$$

Therefore, a corrective polynomial is $e'(x) = \overline{0a^6000a^300} = \overline{0012000000220000}$.

5) Correct errors in $Y(x)$. To do this, we add the corrective polynomial $e'(x)$ with $Y(x)$, using the table 2:

$$C'(x) = Y(x) + e'(x) = \overline{a^3a^6a^8a^7a^1a^4a^3a^4} + \overline{0a^6000a^300} = \overline{a^3a^2a^8a^7a^1a^2a^3a^4} = C(x)$$

Therefore, $C'(x) = C(x)$, that is, using the RS-codes (8.4) over the Galois field $GF(3^2)$ there were corrected 2 erroneous pairs of trites. Now, in order to obtain the initial information polynomial, we discard four pairs of test trites and obtain $S'(x) = \overline{a^3 a^2 a^8 a^7} = \overline{22210111}$ that is the initial information polynomial.

Experimental results

At information transfer by a quantum channel, it is necessary to take into account quantum noise features. One of the main models of quantum noise is the depolarizing channel model described in [5]. According to this model, in the quantum channel during the transfer the pure state of an individual qubit (qudit) is depolarized with probability p , that is, its state becomes completely mixed (an error occurs), and with probability $(1 - p)$ the qubit state (qudit) remains constant. Similarly, during the transfer of qutrit, which is in an entangled state with another qutrit, depolarization in the quantum channel leads to a change in the entire entangled state [11]. Therefore, there was investigated the corrective ability of ternary RS-codes depending on the probability of depolarization. The results of the research are given in table 4, and also on fig. 1-3.

Table 4. Tests of the corrective ability of RS-codes (8.4) over the Galois field $GF(3^2)$

P	Amount of transmitted blocks by 8 pairs of trites	Amount of transmitted qutrit pairs		Percentage of transmitted qutrit pairs without errors	Amount of transmitted blocks by 8 pairs of trites		Percentage of blocks without errors
		Without errors	With errors		Without errors	With errors	
0	1000000	8000000	0	100	1000000	0	100
0,05	1000000	7600105	399895	95,0013	994179	5821	99,4179
0,1	1000000	7198339	801661	89,9792	961506	38494	96,1506
0,15	1000000	6799046	1200954	84,9880	894519	105481	89,4519
0,2	1000000	6400722	1599278	80,0090	797656	202344	79,7656
0,25	1000000	6000164	1999836	75,0020	678759	321241	67,8759
0,3	1000000	5597119	2402881	69,9639	551034	448966	55,1034
0,35	1000000	5196660	2803340	64,9582	426666	573334	42,6666
0,4	1000000	4798706	3201294	59,9838	314579	685421	31,4579
0,45	1000000	4400166	3599834	55,0020	220449	779551	22,0449
0,5	1000000	3998354	4001646	49,9794	144018	855982	14,4018
0,55	1000000	3600062	4399938	45,0007	88577	911423	8,8577
0,6	1000000	3198925	4801075	39,9865	49676	950324	4,9676
0,65	1000000	2800679	5199321	35,0084	24998	975002	2,4998
0,7	1000000	2399026	5600974	29,9878	11279	988721	1,1279
0,75	1000000	1999520	6000480	24,9940	4265	995735	0,4265
0,8	1000000	1599767	6400233	19,9970	1206	998794	0,1206
0,85	1000000	1200305	6799695	15,0038	240	999760	0,024
0,9	1000000	801655	7198345	10,0206	19	999981	0,0019
0,95	1000000	399902	7600098	4,9987	0	1000000	0
1	1000000	0	8000000	0	0	1000000	0

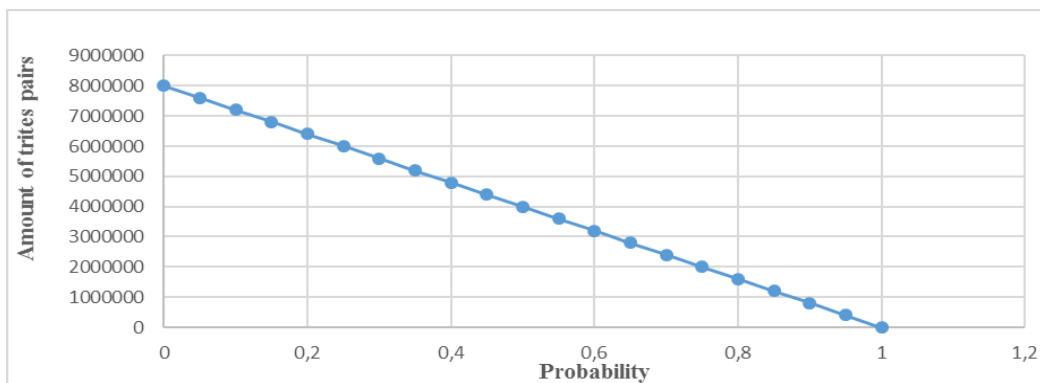


Fig. 1. Dependence of the amount of transferred qutrits pairs on the probability of depolarization

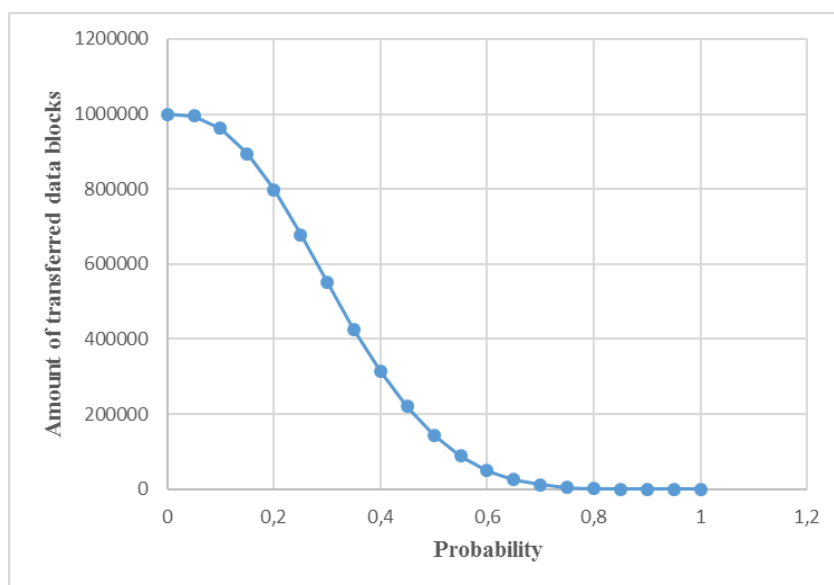


Fig. 2. Dependence of the amount of transferred qutrits blocks on the probability of depolarization

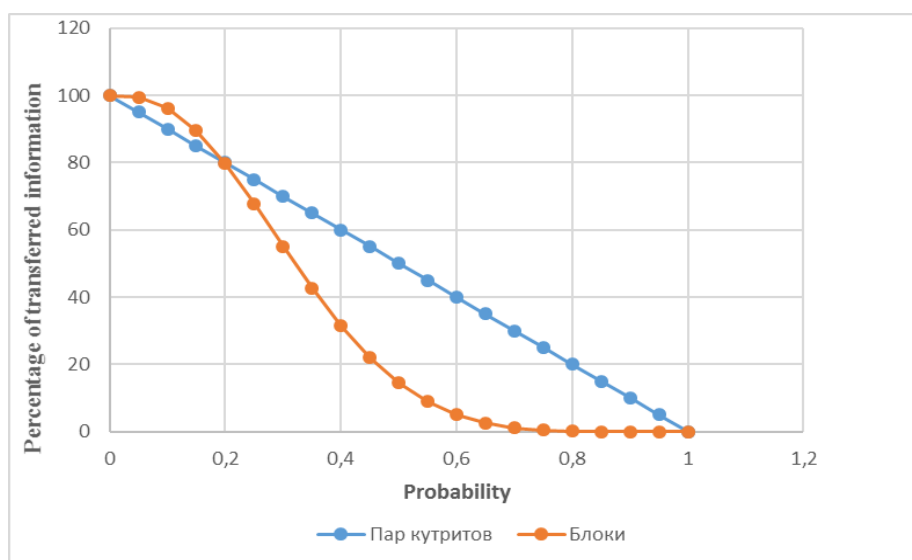


Fig. 3. Percentage ratio of transferred information (pairs and blocks of qutrits) without errors depending on the probability of depolarization

At each stage of the research, the probabilities of depolarization p are recorded, then the process of information transfer by the quantum channel is simulated, pre-coded by ternary RS-codes and pairs of entangled qutrits. Enumeration of p values is carried out with the step of 0.01. Using a pseudo-random trites generator, proposed in [12], there is generated the transfer information as a sequence of ternary data, then it is divided into blocks of four pairs of trites. Then they are encoded by RS-codes (8.4) over the Galois field $GF(3^2)$, as a result, each block is expanded to eight pairs of trites, which are transferred in pairs by a quantum channel. For each p , there are transferred 10^6 of such blocks. With a given probability p , there were simulated errors during the transmission of each pair of trites, and the value of the pair of trites was randomly changed to one of the other eight possible, which corresponds to a change in the state of entangled pairs of qutrits due to depolarization in the quantum channel. After receiving the blocks, they are decoded by RS-codes. If during decoding it turned out that the amount of erroneous pairs of trites in each block is no more than two - the RS-codes correct them, otherwise it was impossible to decode the block. Data about the amount of received and corrected errors, amount of blocks that have been successfully decoded and which cannot be decoded are collected in the form of statistics (see Table 4).

Conclusion and future work

The paper discusses in detail the use of ternary RS-codes and evaluates their corrective ability during the information transfer using mixed pairs of qutrits in a quantum channel with noise.

The statistical information obtained as a result of an experimental study shows that the ternary codes, proposed by the authors, do a good job with error correction if the probability of qutrit depolarization in a quantum channel does not exceed 20–25%.

Since in modern experiments the level of errors at the photons transfer by a quantum channel, as a rule, does not exceed a few percent (in particular, 7-10%), then the proposed ternary RS-codes are suitable for error-corrective coding in deterministic quantum cryptographic protocols that are based on the use of qutrits [13-15].

Further research will be devoted to the synthesis of models for eavesdropping and message transfer control using the proposed system of ternary RS-codes, as well as the construction of efficient QDSC systems and quantum key distribution.

REFERENCES

- [1] Advanced Technologies of Quantum Key Distribution, Edited by Sergiy Gnatyuk, IntechOpen, London, 2018. - 227 p. DOI: 10.5772/65232, ISBN: 978-1-78923-197-7, Print ISBN: 978-1-78923-196-0, Available from: <https://www.intechopen.com/books/advanced-technologies-of-quantum-key-distribution>
- [2] Korchenko O., Vorobiyenko P., Vasiliu Ye., Gnatyuk S. and others, Quantum secure telecommunication systems, Telecommunications Networks. Current Status and Future Trends. Monograph edited by J.H. Ortiz, Rijeka, Croatia: InTech, 2012, - 446 s.
- [3] Dushkin R. V. Obzor tekushhego sostojaniya kvantovyh tehnologij. Komp'yuternye issledovaniya i modelirovanie. 2018. T. 10. - № 2. - S. 165–179, DOI: 10.20537/2076-7633-2018-10-2-165-179.
- [4] Gnatyuk S., Zhmurko T., Iavich M., Yubuzova Kh. Deterministic Quantum Cryptography Protocol Model for Depolarized Quantum Channel. //Proceedings of International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMico), 2018. - P. 23-32.
- [5] Nil'sen M., Chang M. Kvantovye vychisleniya i kvantovaya informacija. - M.: Mir, 2006. - 824 s. ISBN: 5-03-003524-9, 0-521-63503-9
- [6] Bleyhut R. per. angl. Grushko I.I., Blinovskogo V.M. Teoriya i praktika kodov, kontroliruyuschih oshibki. - M.: Mir, 1986. - 576 s.
- [7] Verner M. Osnovyi kodirovaniya: uchebnik dlya VUZov. – M.: Tehnosfera, 2004. – 288
- [8] Morelos-Saragosa R. Iskustvo pomehoustojchivogo kodirovaniya. Metody, algoritmy, primeneniye /A. Morelos-Saragosa. - M.: Tehnosfera, 2005. - 320 s. ISBN 5-94836-035-0, 0471-49581-6
- [9] Mak-Vilyams F.Dzh., Sloen N.Dzh.A. Teoriya kodov, ispravlyayuschih oshibki. - M.: Svyaz, 1979. - 744 s. ISBN 5-94836-019-9 s.
- [10] Akhmetov B., Gnatyuk S., Zhmurko T., Yubuzova Kh. Simulation model for deterministic protocol of quantum secure direct communication with error-correcting coding. //VESTNIK KazNRTU, 2018. - №5 (129). - P. 150-158. ISSN 1680-9211

[11] Korchenko O.G., Vasiliu E.V., Gnatjuk S.O., Kinzerjavij V.M., Gorchins'ka A.M. Ocinka koreguval'noi zdatnosti zavadostijkih trijkovih RS-kodiv pri peredachi informacii povnistju pereplutanimi stanami kutritiv u kvantovomu kanali z shumom. //Zahist informacii. 2010. - № 4. - S. 44-53. ISSN 2410-7840

[12] Gnatyuk S. A., Zhmurko T., Kinzeryavy V., Sejlova N. A. Metod generirovaniya tritovyh psevdosluchajnyh posledovatel'nostej dlja sistem kvantovoj kriptografii. Bezohasnost' informacii. 2015. - № 2 (22). -S. 140-147.

[13] Gnatyuk S. A., Zhmurko T., Kinzeryavy V., Yubuzova Kh. Jeksperimental'noe issledovanie metoda obespechenija stojkosti kutritovyh protokolov kvantovoj kriptografii. Zashhita informacii. 2016. Vol. 18 №3. S. 218-228. doi={[10.18372/2410-7840.18.10851](https://doi.org/10.18372/2410-7840.18.10851)}

[14] Akhmetov B., Gnatyuk S., Zhmurko T., Kinzeryavy V., Yubuzova Kh. Experimental study of the simulation model for deterministic secure communication protocol in quantum channel with noise. //Reports of the National Academy of sciences of the republic of Kazakhstan, 2018. - V 5. Number 321. - P. 5-11. ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print), doi.org/10.32014/2018.2518-1483.1

[15] Gnatyuk S.O., Okhrimenko T.O (Zhmurko), Akhmetov B.S., Seilova N.A., Yubuzova Kh.I. Approach to Increase Speed for Deterministic Protocols of Quantum Cryptography. «The Eighth World Congress «AVIATION IN THE XXI-st CENTURY – Safety in Aviation and Space Technologies». Kyiv, 2018. - P. 302-310.

Ахметов Б.С., Гнатюк С.А., Охрименко Т.А., Кинзерявый В., Юбузова Х.И.

Детерминистік кванттық және криптографиялық хаттама бойынша ақпарат алмасу кезінде бөгеуілге тұрақты Рида-Соломон кодының Галуа $GF(3^2)$ өрісінде түзетушілік қабілеттерін эксперименттік зерттеу

Түйіндеме. Хабарламаларды жіберудің құпиялығын қамтамасыз ету ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз етудегі маңызды міндеттердің бірі болып табылады. Кванттық қауіпсіз байланыс алдын-ала шифрлауды пайдаланбай құпиялылықты қамтамасыз етуге және ашық арнада жіберуге мүмкіндік береді. Осыған сәйкес, берілген мақалада хабарламаларды тыңдауды және жіберуді басқару режиміндегі жұп кутриттерге арналған шулы кванттық арнадағы қауіпсіз байланыстың детерминистік хаттамасының еліктеме үлгісінде қолданылатын үш өлшемді РС кодтарын кодтау/декодтау жүйесі зерттеу келтірілген, 4 жұп тритит кодтау және декодтау мысалдары қарастырылған, деполаризация ықтималдығына қарай үш өлшемді РС кодтарының түзету қабілетін зерттеу жүргізілді.

Алынған нәтижелер жүйенің асимптоталық тұрақтылығын және оның жұмыс жылдамдығын ұлғайту тұрғысынан кванттық криптографиялық жүйелерді құру және оңтайландыру үшін пайдаланылуы мүмкін.

Кілттік сөздер: ақпаратты қорғау, беріктілік, түзетуші кодтар, қателер, кванттық криптография, детерминистикалық хаттама, кванттық түзу қауіпсіз байланыс, кутрит.

Ахметов Б.С., Гнатюк С.А., Охрименко Т.А., Кинзерявый В., Юбузова Х.И.

Экспериментальное исследование корректирующей способности помехоустойчивых кодов Рида Соломона над полем Галуа $GF(3^2)$ при передаче информации по детерминистическому квантово-криптографическому протоколу

Резюме. Обеспечение секретности передачи сообщений одна из важнейших задач в обеспечении информационной безопасности. Квантовая безопасная связь позволяет без применения предварительного шифрования обеспечить секретность и передачу по открытому каналу. В этой связи, в данной работе проведены исследования системы кодирования/декодирования троичных РС-кодов, применяемой в имитационной модели детерминистического протокола безопасной связи в квантовом канале с шумом для пары кутритов в режиме контроля подслушивания и передачи сообщений, рассмотрены примеры кодирования и декодирования 4 пар тритов, проведены исследования корректирующей способности троичных РС-кодов в зависимости от вероятности деполаризации.

Полученные результаты могут быть использованы для построения и оптимизации систем квантовой криптографии с точки зрения повышения асимптотической стойкости системы и скорости ее работы.

Ключевые слова: защита информации, стойкость, корректирующие коды, ошибки, квантовая криптография, детерминистический протокол, квантовая прямая безопасная связь, кутрит.

УДК 669. 017.3:539.12

К.А. Bedelbekova^{1,2}, A.N. Ozernoy¹, M.F. Vereshchak¹, I.A. Manakova¹, A.S. Degtyareva²

(¹Institute of Nuclear Physics, Almaty

²K.I. Satpayev Kazakh National Research Technical University, Almaty, Kazakhstan)

MODELING OF HIGH-DOSE RADIATION DAMAGES IN THE REACTOR STRUCTURAL MATERIALS WITH THE PROBE MOESSBAUER ATOMS

Abstract. This paper proposes the method for modeling of high-dose radiation damage in structural steels AISI 304, initiated on the charged particles accelerator using the probe iron-57 nuclei. The methods of Mössbauer spectroscopy on electron channel (KEMS), Mössbauer spectroscopy in the absorption mode (MS), raster electron microscopy (SEM) and x-ray structural analysis of structural phase transformations in the original steels subjected to irradiation and subsequent isochronous annealing. The conclusion was made about localization and electronic structure of the iron ions implanted in the crystal lattice of stainless steels. The X-ray diffraction method and Mössbauer spectroscopy showed the mono-phase of austenitic type in AISI 304 steel. The dominant phase in the irradiated samples is austenite, and the irradiation initiated martensite phase is present in small quantities.

Key words: irradiation with ⁵⁷Fe ions, structural phase transformations, Mössbauer spectroscopy, AISI 304 steel.

К.А. Бедельбекова^{1,2}, А.Н. Озерной¹, М.Ф. Верещак¹, И.А. Манакова¹, А.С. Дегтярева²

(¹Институт ядерной физики, Казахстан, Алматы

²Казахский национальный исследовательский технический университет
им. К. И. Сатпаева, Алматы, КазахстанҚ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОДОЗНЫХ РАДИАЦИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ В КОНСТРУКЦИОННЫХ РЕАКТОРНЫХ МАТЕРИАЛАХ ЗОНДОВЫМИ МЕССБАУЭРОВСКИМИ АТОМАМИ

Аннотация. Предложен метод моделирования высокодозных радиационных повреждений в конструкционных сталях AISI 304, инициированных на ускорителе заряженных частиц с использованием зондовых ядер железа-57. Методами мессбауэровской спектроскопии по электронному каналу (КЭМС), мессбауэровской спектроскопией в режиме на поглощение (МС), растровой электронной микроскопией (РЭМ) и рентгеноструктурного анализа проведены исследования структурно-фазовых превращений в исходных сталях, подвергнутых облучению и дальнейшему изохронному отжигу. Сделан вывод о локализации и электронной структуре имплантированных ионов железа в кристаллической решетке нержавеющей стали. Рентгенодифрактометрический метод и мессбауэровская спектроскопия показали монофазу аустенитного типа в стали AISI 304. Доминирующей фазой в облученных образцах является аустенит, и в небольших количествах присутствует инициируемая облучением мартенситная фаза.

Ключевые слова: облучение ионами ⁵⁷Fe, структурно-фазовые превращения, мессбауэровская спектроскопия, сталь AISI 304.

Введение

Актуальность выбранного направления исследований соответствует современным тенденциям развития науки и техники. Развитие атомной и термоядерной энергетики ставит перед материаловедами ряд проблем, связанных с созданием конструкционных материалов. Следует отметить, что на сегодняшний день материала чехлов твэлов, который позволил бы в полной мере реализовать экономичную, длительную и безопасную работу РБН, разработать не удалось. Изучение свойств конструкционных материалов для эксплуатируемых и перспективных ядерных установок по-прежнему остается одной из важнейших научно-технических задач. Под действием частиц и излучений в кристаллических телах происходят сложные структурно-фазовые превращения, приводящие к существенному изменению и деградации их исходной микроструктуры и свойств. Радиационные повреждения инициируются на атомном уровне, но макроскопические эффекты деградации в действительности возникают из-за микроструктурных изменений.

Исследования влияния легирующих добавок на ресурсные свойства конструкционных материалов требуют значительных временных и материальных затрат и методически ограничены

преимущественно финишными исследованиями их свойств. Эксперименты, в которых радиационные воздействия на материалы производятся тяжелыми металлическими ионами в контролируемых условиях на ускорителях – наиболее продуктивный путь получения модельных результатов.

Полученные результаты исследования могли бы применяться для решения проблем безопасной эксплуатации ядерных установок и повышения эффективности их функционирования, позволив правильно оценивать ресурсные характеристики материалов активной зоны и предсказывать их поведение при высоких повреждающих дозах облучения.

В работе [1] авторы исследовали сверхтонкие взаимодействия и фазовые превращения в аустенитных коррозионноустойчивых сталях, подвергнутых комплексной термомеханической обработке, облучению, сварке и коррозии. Обнаружили концентрационную неоднородность распределения аустенита по глубине в сварных швах и зонах термического влияния сталей 06X16H15M3B и 12X18H10T. Выявлено совместное воздействие холодной пластической деформации и облучения на развитие прямого и обратного $\gamma \leftrightarrow \alpha$ превращения. Этот вывод подтвержден в работе [2] при имплантации ионов гелия в нержавеющие стали 12X18H10T. Было обнаружено сходство структуры облученной стали и подвергнутой пластической деформации, что указывает на единый механизм $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения, вызванного высокими неоднородными полями напряжений от имплантированного гелия. Известно, что аустенитные стали под действием нейтронного и ионного облучения подвержены изменениям структурно-фазового состояния с выделением в них мартенситной α' -фазы и блистерингу при облучении ионами инертных газов [3]. Одной из важных проблем при ионной имплантации является образование радиационных дефектов и их поведение после термического воздействия. Авторами [4] было исследовано структурно-фазовое состояние трехслойной системы Be-Fe-Be после облучения ионами гелия и криптона и последующих изохронных отжигов. Было отмечено, что при облучении трехслойной системы Be-Fe-Be ионами гелия и криптона, из-за локального обогащения материала атомами бериллия, наблюдался переход существенной части атомов железа в приповерхностном слое из магнитно упорядоченного в парамагнитное состояние. Причем степень перехода зависела от дозы облучения. Последующие изохронные отжиги практически полностью восстановили доимплантационную локальную концентрацию компонентов и структуру облученного приповерхностного слоя. Авторами [5, стр.156] облучались образцы нержавеющей стали 12X18H10T ионами ^{57}Fe энергией 1 МэВ, что приводило к образованию в поверхностном слое дополнительной мартенситной фазы, имеющей ОЦК кристаллическую решетку.

Имитационные эксперименты, использующие облучение тяжелыми ионами, достаточно эффективны при предварительном отборе перспективных материалов и прогнозировании результатов реакторных испытаний. Поэтому эксперименты на ускорителях тяжелых ионов заряженных частиц с целью имитации реакторных повреждений проводятся во многих научных центрах [6].

Целью работы является моделирование высокодозных радиационных повреждений в металлах и сплавах бомбардировкой на ускорителе заряженных частиц зондовыми мессбауэровскими атомами, для получения ядерно-физических данных из зоны об их влиянии на структурно-фазовое состояние конструкционной стали AISI 304, на основании которых станет возможным определять ресурсные характеристики конструкционных реакторных материалов.

Выполнены расчеты дозы облучения с помощью программы SRIM-2008 [7], которые позволили оценить степень воздействия ионного пучка на кристаллическую решетку облучаемого материала, обычно выражаемую количеством смещений на атом.

На рис. 1 и рис.2 приведены профили распределения концентрации ионов ^{57}Fe и вакансий, соответственно в зависимости от глубины проникновения. После облучения нержавеющей стали ионами железа с энергией 1 МэВ и флюенсом 5×10^{16} ион/см² доза облучения составила 200 сна (смещений на атом), а проективный пробег – около 354 нм и создается 6560 вакансий/ион.

Для облучения ионами железа-57 были подготовлены образцы стали AISI 304 из пластин толщиной 300 мкм путем прокатки до 30 мкм с промежуточными отжигами. Готовые образцы

размером $(10 \times 10 \times 0.05)$ мм³ были подвергнуты шлифовке, полировке и последующему отжигу при температуре 800°C в течение двух часов в вакууме 1×10^{-6} мм рт. ст.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

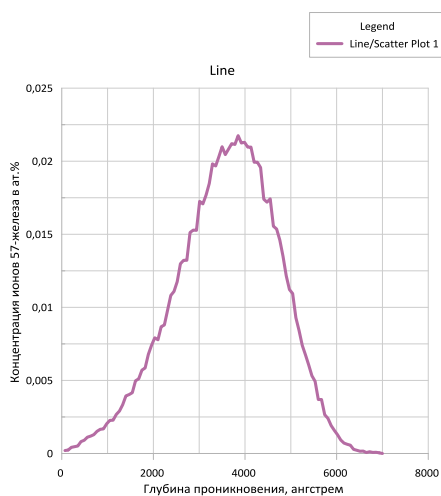


Рис. 1. Профиль распределения концентраций ионов ⁵⁷Fe в зависимости от глубины проникновения

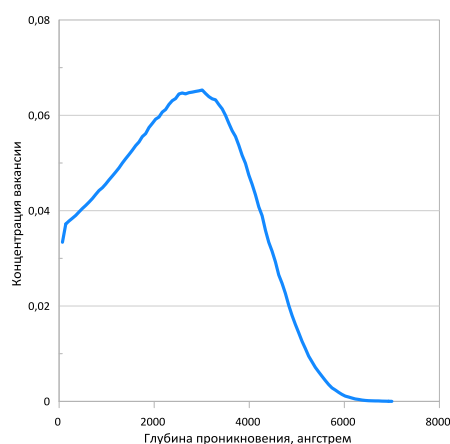


Рис. 2. Профиль распределения концентрации вакансий в зависимости от глубины проникновения



Рис. 3. Внешний вид высоковакуумной печи для отжига



Рис. 4. Прецизионный программируемый терморегулятор ТП-403

На рисунке 3 представлен внешний вид высоковакуумной печи для проведения изохронных отжигов стали AISI 304. Безмасляный вакуум (1×10^{-6} мм.рт.ст.) в рабочем объеме камеры из нержавеющей стали достигался с помощью магнитоэлектрического диодного охлаждаемого насоса НОРД-100. Скорость выхода на температуру и её стабилизацию с точностью $\pm 1^\circ\text{C}$ осуществляли с помощью программируемого регулятора ТП-403 (Рисунок 4). Предварительная откачка рабочего объема осуществляется с помощью адсорбционного цеолитового агрегата ЦВА-1-2. Диапазон рабочих температур вакуумной печи: $(20 \div 1100)$ °C. Охлаждение образцов производилось с печью.

Проведено облучение образца стали AISI 304 ионами железа-57. Имплантацию ионов осуществляли на электростатическом перезарядном ускорителе тяжелых ионов УКП-2-1 в РГП ИЯФ

РК. Плотность ионного тока составляла 50 нА, энергия непрерывного потока ионов – 1 МэВ, флюенс – 5×10^{16} ион/см².

Исследование структурно-фазового состава стали до и после облучения проводили методами мессбауэровской спектроскопии и рентгеноструктурного анализа. Поскольку глубина проникновения ионов в материал была выбрана соизмеримой с толщиной доступной для зондирования методом конверсионной мессбауэровской спектроскопии (КЭМС), то регистрация электронов внутренней конверсии позволяла детально просмотреть зону, подвергнутую радиационному воздействию.

Измерения КЭМС-спектров проводили на спектрометре MS-110Em при комнатной температуре. Источником γ -квантов служил ⁵⁷Со в матрице хрома. Анализ и обработку мессбауэровских спектров проводили методами модельной расшифровки и восстановления функций распределения сверхтонких параметров парциальных спектров с помощью программного комплекса MStoolS и SpectrRelax [8].

Рентгеноструктурный анализ выполняли на дифрактометре D8 ADVANCE фирмы BRUKER. Дифрактограммы измерялись на облученной части образца, а также на обратной стороне в диапазоне углов $2\theta = (10 \div 95)^\circ$, шаг сканирования по углу составил 0.02° , время стояния в точке – 1.0 с.

Элементный состав приповерхностного слоя определяли с помощью электронного растрового микроскопа JEOL JSM-6610.

Далее, после исследований электронной, магнитной и кристаллической структуры, а также определения элементного состава облученный ионами образец стали AISI 304 отжигался в вакууме при температурах (200 ÷ 800)°С с шагом 100°С в течение двух часов при каждой температуре. После отжигов проводились исследования структуры методами мессбауэровской спектроскопии в геометрии обратного рассеяния с регистрацией электронов внутренней конверсии и рентгеноструктурного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Основной фазой в исходном отожженном состоянии при комнатной температуре является парамагнитный аустенит. Спектр облученной стали AISI 304 ионами ⁵⁷Fe с энергией 1 МэВ дозой 5×10^{16} част/см² представляет собой суперпозицию парамагнитной линии аустенита и секстета – мартенсита.

На рисунке 5 и 6 приведены результаты исследований стали методами мессбауэровской спектроскопии и рентгеноструктурного анализа до и после облучения.

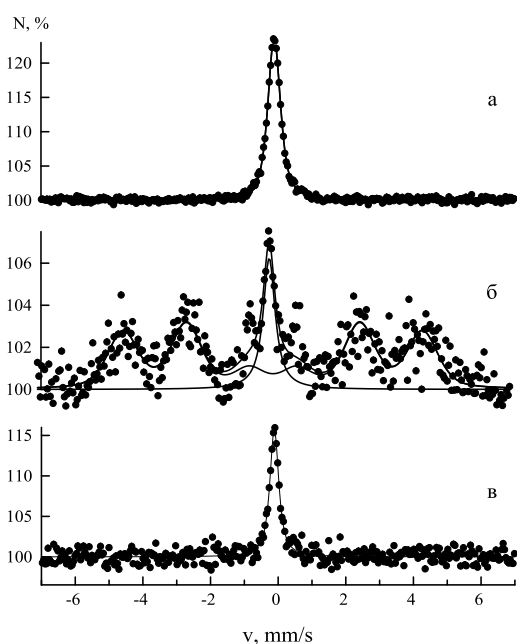


Рис. 5. КЭМС-спектры ядер ⁵⁷Fe стали AISI 304 а - до облучения; б - после облучения; в - после отжига при температуре 800°С в течении 2 ч.

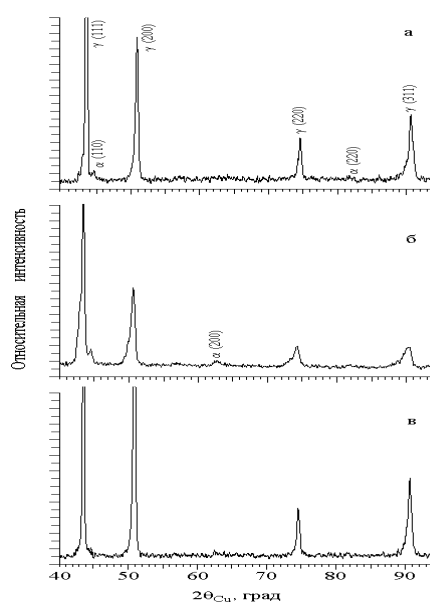


Рис. 6. Рентгеновские дифрактограммы стали AISI 304: а - до облучения; б – после облучения; в – после отжига при температуре 800°С в течении 2 ч.

Рентгенодифрактометрический анализ стали AISI 304 показал, что на дифрактограмме исходных сталей присутствуют рефлексы аустенита: $\gamma(111)$, $\gamma(200)$, $\gamma(220)$ и $\gamma(311)$ (см. Рисунок 5а и 6а). Облучение привело к появлению рефлексов $\alpha(110)$, $\alpha(200)$ и $\alpha(220)$ (см. Рисунок 5б и 6б) мартенсита «напряжения», обусловленного радиационными дефектами.

Отжиг образцов при температуре 800°C в течение 2 ч приводит к возврату облученной стали AISI 304 в исходное состояние, т.е. к структуре исходного аустенита (см. Рисунок 5в и 6 в).

В работе [9] аустенитная нержавеющая сталь 17/73 имплантировалась ионами инертных газов Kr⁺ и Ar⁺, а также ионами собственных элементов Fe⁺, Cr⁺, Ni⁺. Данные мессбауэровской спектроскопии и просвечивающей электронной микроскопии свидетельствуют о том, что облучение стали ионами Ni, Fe или Cr вызывает образование в поверхностном слое α' -мартенсита, несмотря на то, что химические действия этих элементов различны: никель стабилизирует γ -фазу, железо стимулирует образование α' -мартенсита, а легирование хромом должно приводить к выделению α -феррита. Сделан вывод о том, что образование мартенсита связано, главным образом, с полями напряжений от вторичных радиационных повреждений.

Замечено, что при изотермическом отжиге кинетика обратного $\alpha \rightarrow \gamma$ перехода не монотонная. При температуре отжига облученной стали 400-450°C содержание мартенситной фазы возрастает, затем уменьшается с ростом температуры и при 600°C α -фаза практически полностью отжигается.

Анализ мессбауэровских спектров на пропускание демонстрирует небольшое уширение спектра после облучения по сравнению с исходным состоянием, что указывает на некоторое разупорядочение в приповерхностном слое. Данный факт подтверждает предположение о том, что все радиационные повреждения в результате облучения на ускорителе, создаются в приповерхностном слое и не затрагивают объема стали.

Данные полученные электронной микроскопией показывают, что облучение стали AISI 304 ионами ⁵⁷Fe ведет к увеличению содержания углерода в приповерхностном слое (

Таблица 1).

Таблица 1. Элементный состав стали AISI 304 до и после облучения ионами железа-57

Образец	C, вес. %	O, вес. %	Ti, вес. %	Cr, вес. %	Fe, вес. %	Ni, вес. %	Mo, вес. %
AISI 304 необл.	14.43	5.78	1.23	18.54	75.34	10.8	-
AISI 304 обл.	25.47	4.7	0.04	19	77.01	10.97	-

Из таблицы видно, что наблюдается увеличение содержания углерода в облученных образцах, предположительно, за счет его захвата из остаточной атмосферы ионного канала ускорителя. Кроме того, в облученных образцах заметно снижается содержание кислорода и особенно титана. В то же время концентрации железа, никеля и хрома немного возрастают. Такая разница в поведении легирующих элементов, возможно, обусловлена различием их структурно-фазового состояния, а именно: хром и никель растворены в железе, а титан образует карбидную фазу.

Заключение

1. Методами ЯГРС, РСА, РЭМ исследовано влияние облучения ионами ⁵⁷Fe на состояние конструкционной нержавеющей стали AISI 304. Показано, что параметры сверхтонкого взаимодействия остаточного аустенита после облучения не претерпевают изменений. Это указывает на постоянство электронной структуры в ближайшем окружении атома ⁵⁷Fe ГЦК-аустенита.

2. Доминирующей фазой в облученных образцах по-прежнему остается аустенит, и в небольших количествах присутствует инициируемая облучением мартенситная фаза. Отжиг облученных образцов при 800°C в течение 2 ч приводит к восстановлению аустенитной структуры сталей.

3. При облучении нержавеющей стали AISI 304 в части поверхностного слоя происходит фазовый переход из ГЦК аустенита в ОЦК мартенсит, что приведет к изменению микроструктуры облученной стали и, соответственно, ее свойств (радиационно-фазовый наклеп) при котором заметно изменяется микроструктура сплава и его механические свойства. Сделан вывод о том, что образование мартенсита связано, главным образом, с полями напряжений от вторичных радиационных повреждений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кириченко В.Г., Кирдин А.И. Ядерно-физическое металловедение сталей // Вестник Харьковского университета. Сер. Физическая, 2009. № 845.-С.39-61.
- [2] Игрушин В.В., Кириченко В.Г., Коллеров Э.П. и др. Мессбауэровское исследование фазовых превращений в аустенитных сталях при термомеханической обработке // Применение мессбауэровской спектроскопии в материаловедении, 11-13 мая 1989.- Ижевск.1989.-С.14.
- [3] Кислицин С.Б., Верещак М.Ф., Манакова И.А., Озерной А.Н., Сатпаев Д.А., Тулеушев Ю.Ж. Блистеринг и $\alpha \rightleftharpoons \gamma$ превращения при отжиге стали 12X18H10T, облученной низкоэнергетическими альфа-частицами// Вопросы атомной науки и техники. Сер. Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение.-2013.-№2-С.17-22.
- [4] Озерной А.Н., Верещак М.Ф., Манакова И.А., Кадыржанов К.К., Русаков В.С. Исследование радиационно-индуцированных процессов в слоистой системе Ве-Fe-Ве, подвергнутой ионному облучению и последующим изохронным отжигам // ФММ. 2014. т.115. № 8.-С. 816-826.
- [5] Андрианов В.А., Озерной А.Н., Верещак М.Ф., Бедельбекова К.А., Манакова И.А., Дегтярева А.С. Ионно-индуцированные структурно-фазовые превращения в нержавеющей стали 12X18H10T // Тезисы докладов XLIX международной Тулиновской конференции по физике взаимодействия заряженными частицами с кристаллами, 29-31 мая 2019.-Москва.-С.156.
- [6] Неклюдов И.М., Матвиенко Б.В. Об использовании источников нейтронов и ускорителей заряженных частиц в исследованиях по физике радиационных повреждений и радиационному материаловедению в научных центрах США //Вопросы атомной науки и техники. Сер. Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение. 1980. № 2.-С.92-105.
- [7] <http://www.srim.org>
- [8] Русаков В.С. Мессбауэровская спектроскопия локально неоднородных систем. Алматы: ОПНИ ИЯФ НЯЦ РК, 2000. С.431.
- [9] E.Johnson, A.Johansen, L.Sarholt-Kristensen et.al. Mossbauer and Tem study of martensitic transformations in ion implanted 17/73 stainless steel // Nucl. Instrum. And Meth, Phys.Res.- 1987.- V.19-20, №1-P.171.

Бедельбекова К.А., Озерной А.Н., Верещак М.Ф., Манакова И.А., Дегтярева А.С.

Зондтық мессбауэрлік атомдар арқылы конструкциялық реакторлық материалдардағы жоғары дозалы радиациялық зақымдануларды моделдеу

Түйіндеме. Осы жұмыста темір-57 зондтық ядроларын пайдалана отырып зарядталған бөлшектер үдеткішінде қоздырылған AISI 304 конструкциялық болаттарда жоғары дозалы радиациялық зақымдануларды моделдеу әдісі ұсынылған. Электрондық арна бойынша мессбауэрлік спектроскопия (ЭАМС), жұтылу режимінде мессбауэрлік спектроскопия (МС), растрлық электронды микроскопия (РЭМ) және рентгенқұрылымдық талдау әдістері көмегімен сәулелендірілуге түскен және одан әрі изохронды күйдірілген бастапқы болаттарда құрылымдық-фазалық түрленулерге зерттеулер жүргізілді. Тоттанбайтын болаттардың кристалдық торында ендірілген темір иондарының локализациясы мен электрондық құрылымы туралы қорытынды жасалды. Рентгендифрактометрлік әдіс және мессбауэрлік спектроскопия AISI 304 болатта аустениттік түрдегі монофазаны көрсетті. Сәулелендірілген үлгілерде басымдылықты фаза аустенит болып табылады, және де аз мөлшерде сәулелендірумен қоздырылған мартенситтік фаза болады.

Түйінді сөздер: ^{57}Fe иондарымен сәулелендіру, құрылымдық-фазалық түрленулер, мессбауэрлік спектроскопия, AISI 304 болат.

УДК 539

A.N. Tyurekhodjayev, G.U. Mamatova, Zh.M.Bekaulova

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan, mamatovag@mail.ru

**HANDLING THE GYROSCOPE DRIVING PROBLEM
IN A RESISTING MEDIUM**

Abstract. The motion of a solid body with one fixed point is one of the urgent problems of classical mechanics. The peculiarity of this problem is that, despite the important results obtained by the largest mathematicians over the past two centuries, there is still no complete solution. In this paper, an analytical solution of the problem of axisymmetric motion of a solid body with variable moments of inertia in a resisting medium. Described by a system of nonlinear

differential equations of L. Euler, using the method of partial discretization of nonlinear differential equations, constructed by A. N. Tyurekhodzhayev based on the theory of generalized functions. Gyroscopic devices, in particular, and especially gyroscopes are refer to this kind of problems.

Key words. Motion of gyroscope, variable moments of inertia, nonlinear differential equations, partial discretization method.

А.Н. Тюреходжаев, Г.У. Маматова, Ж.М.Бекаулова

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan, mamatovag@mail.ru)

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О ДВИЖЕНИИ ГИРОСКОПА В СОПРОТИВЛЯЮЩЕЙСЯ СРЕДЕ

Аннотация. Движение твердого тела с одной закрепленной точкой является одной из актуальных задач классической механики. Особенностью этой задачи является то, что, несмотря на важные результаты, полученные крупнейшими математиками в течение последних более двух столетий, все еще нет полного разрешения. В данной работе получено аналитическое решение задачи о движении осесимметричного с переменными моментами инерции твердого тела в сопротивляющейся среде, описываемого системой нелинейных дифференциальных уравнений Л.Эйлера, с привлечением метода частичной дискретизации нелинейных дифференциальных уравнений, построенного А.Н. Тюреходжаевым на основе теории обобщенных функций К такого рода задачам относятся гироскопические приборы, в частности, и в особенности гироскопы.

Ключевые слова. Движение гироскопа, переменные моменты инерции, нелинейные дифференциальные уравнения, метод частичной дискретизации.

Задача о движении твердого тела с закрепленной точкой сводится к исследованию системы нелинейных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами, получение аналитических решений которых представляет огромные математические трудности и оказывается возможным в сравнительно небольшом числе случаев [1]. Поэтому построение аналитических решений для широкого класса подобного рода задач является весьма актуальным. Актуальность рассмотрения данной задачи так же обусловлена тем, что в движении твердого тела с закрепленной точкой наблюдаются гироскопические эффекты, получившие широкое распространение в современной технике, в навигации, космической технике и во многих других областях [2].

Уравнения движения твердого тела с закрепленной точкой с переменными моментами инерции описывается системой нелинейных динамических уравнений Л. Эйлера

$$\begin{cases} \frac{d[A(t)p]}{dt} + [C(t) - B(t)]qr = M_x, \\ \frac{d[B(t)q]}{dt} + [A(t) - C(t)]rp = M_y, \\ \frac{d[C(t)r]}{dt} + [B(t) - A(t)]pq = M_z, \end{cases} \quad (1)$$

где $A(t), B(t), C(t)$ – моменты инерции тела относительно осей x, y, z связанных с телом; p, q, r – проекции вектора угловой скорости тела на эти оси; M_x, M_y, M_z – моменты внешних сил сопротивления относительно осей x, y, z .

Систему дифференциальных уравнений (1) рассмотрим совместно с начальными условиями

$$\begin{aligned} t = 0: \quad p(0) = p_0, \quad q(0) = q_0, \quad r(0) = r_0, \\ \dot{p}(0) = 0, \quad \dot{q}(0) = 0, \quad \dot{r}(0) = 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Пусть, в состав моментов внешних сил M_x и M_y , помимо величин, пропорциональных p и q входят возмущающие составляющие, являющиеся функциями времени

$$M_x = f_1(t) - \lambda_1 p, \quad M_y = f_2(t) - \lambda_2 q, \quad M_z = -\lambda_3 r, \quad (3)$$

где $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ – произвольные параметры, зависящие от свойств среды, $f_1(t), f_2(t)$ – заданные активные силы.

Обратимся к случаю симметричного гироскопа, тогда система нелинейных дифференциальных уравнений (1) получит вид

$$\begin{cases} \dot{p} + \mu r q + k_1 p = \frac{f_1(t)}{A}, \\ \dot{q} - \mu r p + k_2 q = \frac{f_2(t)}{A}, \\ r = r_0 e^{-k_3 t}. \end{cases} \quad (4)$$

где

$$\frac{\lambda_1}{A(t)} = k_1(t), \quad \frac{\lambda_2}{A(t)} = k_2(t), \quad \frac{\lambda_3}{C(t)} = k_3(t).$$

Из системы (4) для определения проекции $p(t)$ угловой скорости тела имеем следующее дифференциальное уравнение с переменными коэффициентами

$$\begin{aligned} \ddot{p} + (k_1 + k_2 + k_3)\dot{p} + [\mu^2 r_0^2 e^{-2k_3 t} + k_1(k_2 + k_3)]p = \\ = \frac{1}{A} [f_1(t) + (k_1 + k_2)f_1(t) - \mu r_0 e^{-k_3 t} f_2(t)] \end{aligned} \quad (5)$$

Для решения уравнения (5), применяя метод частичной дискретизации нелинейных дифференциальных уравнений [3], получим

$$\begin{aligned} \ddot{p} + (k_1 + k_2 + k_3)\dot{p} = F(t) - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (t_i + t_{i+1}) \left\{ [\mu^2 r_0^2 e^{-2k_3 t_i} + k_1(k_2 + k_3)] \times \right. \\ \left. \times p(t_i) \delta(t - t_i) - [\mu^2 r_0^2 e^{-2k_3 t_{i+1}} + k_1(k_2 + k_3)] p(t_{i+1}) \delta(t - t_{i+1}) \right\}. \end{aligned} \quad (6)$$

где $\delta(t)$ – дельта-функция Дирака.

Общее решение уравнения (6) имеет выражение

$$\begin{aligned} p(t) = C_2 - \frac{C_1}{k_1 + k_2 + k_3} e^{-(k_1 + k_2 + k_3)t} + \frac{\int_0^t F(t) dt}{k_1 + k_2 + k_3} - \frac{\int_0^t F(t) e^{(k_1 + k_2 + k_3)t} dt}{(k_1 + k_2 + k_3) e^{(k_1 + k_2 + k_3)t}} + \\ + \frac{1}{2(k_1 + k_2 + k_3)} \sum_{i=1}^n (t_i + t_{i+1}) \left\{ (e^{(k_1 + k_2 + k_3)(t_i - t)} - 1) [\mu^2 r_0^2 e^{-2k_3 t_i} + k_1(k_2 + k_3)] p(t_i) \times \right. \\ \left. \times H(t - t_i) - (e^{(k_1 + k_2 + k_3)(t_{i+1} - t)} - 1) [\mu^2 r_0^2 e^{-2k_3 t_{i+1}} + k_1(k_2 + k_3)] p(t_{i+1}) H(t - t_{i+1}) \right\}. \end{aligned} \quad (7)$$

где $H(t)$ – функция Хевисайда, C_1 и C_2 – произвольные постоянные интегрирования.

Воспользовавшись начальными условиями (2), получим

$$\begin{aligned}
 p(t) = & p_0 + \frac{\int_0^t F(t)dt}{k_1 + k_2 + k_3} - \frac{\int_0^t F(t)e^{(k_1+k_2+k_3)t} dt}{(k_1 + k_2 + k_3)e^{(k_1+k_2+k_3)t}} + \frac{1}{2(k_1 + k_2 + k_3)} \times \\
 & \times \sum_{i=1}^n (t_i + t_{i+1}) \left[\mu^2 r_0^2 e^{-2k_3 t_i} + k_1(k_2 + k_3) \right] e^{(k_1+k_2+k_3)(t_i-t)} p(t_i) H(t - t_i) - \\
 & - \left[\mu^2 r_0^2 e^{-2k_3 t_{i+1}} + k_1(k_2 + k_3) \right] e^{(k_1+k_2+k_3)(t_{i+1}-t)} p(t_{i+1}) H(t - t_{i+1}) \}.
 \end{aligned} \tag{8}$$

Из последнего уравнения для первых нескольких точек интегральной кривой получим следующие аналитические выражения

$$\begin{aligned}
 p(t_1) = & p_0 + \frac{\int_0^{t_1} F(t)dt}{k_1 + k_2 + k_3} - \frac{\int_0^{t_1} F(t)e^{(k_1+k_2+k_3)t} dt}{(k_1 + k_2 + k_3)e^{(k_1+k_2+k_3)t_1}}, \\
 p(t_2) = & p_0 + \frac{\int_0^{t_2} F(t)dt}{k_1 + k_2 + k_3} - \frac{\int_0^{t_2} F(t)e^{(k_1+k_2+k_3)t} dt}{(k_1 + k_2 + k_3)e^{(k_1+k_2+k_3)t_2}} + \frac{1}{2(k_1 + k_2 + k_3)} \times \\
 & \times (t_1 + t_2) \left[\mu^2 r_0^2 e^{-2k_3 t_1} + k_1(k_2 + k_3) \right] \left[e^{(k_1+k_2+k_3)(t_1-t_2)} - 1 \right] p(t_1),
 \end{aligned}$$

Пользуясь методом математической индукции построим аналитическое выражение искомой функции в произвольной точке $t_i (i=1, n)$

$$\begin{aligned}
 p(t_i) = & p_0 + \frac{\int_0^{t_i} F(t)dt}{k_1 + k_2 + k_3} - \frac{\int_0^{t_i} F(t)e^{(k_1+k_2+k_3)t} dt}{(k_1 + k_2 + k_3)e^{(k_1+k_2+k_3)t_i}} + \frac{1}{2(k_1 + k_2 + k_3)} (t_1 + t_2) \times \\
 & \times \left[\mu^2 r_0^2 e^{-2k_3 t_1} + k_1(k_2 + k_3) \right] \left[e^{(k_1+k_2+k_3)(t_1-t_i)} - 1 \right] p(t_1) + \frac{1}{2(k_1 + k_2 + k_3)} \times \\
 & \times \sum_{j=2}^{i-1} (t_{j+1} - t_{j-1}) \left[\mu^2 r_0^2 e^{-2k_3 t_j} + k_1(k_2 + k_3) \right] \left[e^{(k_1+k_2+k_3)(t_j-t_i)} - 1 \right] p(t_j).
 \end{aligned} \tag{9}$$

Подставляя полученное выражение (9) в (8), получим окончательное выражение рассматриваемой задачи (5)-(2).

С помощью метода частичной дискретизации можно определить решение уравнения движения симметричного твердого тела с закрепленной точкой с переменными моментами инерции для любых законов изменения $A(t)$, $B(t)$, $C(t)$, а так же для любых законов изменения функции $f_1(t)$ и $f_2(t)$.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Булгаков Б.В.* Прикладная теория гироскопов // Издательство Московского университета. – М., 1976. 258 с.
[2] *Кошляков В.Н.* Задачи динамики твердого тела и прикладной теории гироскопов// Издательство «Наука». – М., 1985. 286 с.
[3] *A.N. Tyurekhodjaev, G.U. Mamatova.* Analytic solution of differential equation for gyroscope's motion // International Conference on Analysis and Applied Mathematics (ICAAM 2016) AIP Conf. Proc.1759, 020142-1; doi: 10.1063/1.4959756.

Төрекожаев Ә.Н., Маматова Г.Ө., Бекаулова Ж.М.

Гироскоптың кедергілі отрадағы қозғалысы туралы есептің шешімі

Түйіндеме. Бір нүктесі бекітілген дененің қозғалысы классикалық механиканың маңызды мәселелерінің бірі. Бұл есептің ерекшелігі – соңғы екі жүз жылдан аса уақытта білікті математика мамандарының алған маңызды нәтижелеріне қарамастан, әлі күнге дейін толық шешімі жоқ. Бұл мақалада осыған қатысты симметриялы, инерция моменті айнымалықатты дененің кедергілі ортадағы қозғалысы туралы есептің аналитикалық шешімі Ә.Н. Төрекожаев жалпыланған функциялар негізінде құрған сызықты емес дифференциалдық теңдеулерді ішінара дискреттеу әдісі бойынша алынған. Мұндай мәселелерге гироскоптық құрылғылар, дербес, әрі ерекше жағдайда гироскоптар жатады.

Түйін сөздер. Гироскоп қозғалысы, айнымалы инерция моменттері, сызықты емес дифференциалдық теңдеулер, ішінара дискреттеу әдісі.

УДК 517.956

B.Uaisov

(Kazakh Academy of Transport and Communications after M. Tynyshtayev,
Almaty, Kazakhstan E-mail: b.uaisov@kazatk.kz)

THE HOMOGENEOUS DARBOUX – PROTTER PROBLEM FOR MULTIDIMENSIONAL HYPERBOLIC EQUATIONS WITH DEGENERATION OF TYPE AND ORDER.

Abstract. In the paper, the non-uniqueness of the homogeneous Darboux-Protter problem for multidimensional hyperbolic equations with degenerate type and order is proved.

Key words: problem, multidimensional equation, type and order degeneration, spherical functions, non-uniqueness.

Б.Уайсов

(Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М.Тынышпаева,
Алматы, Республика Казахстан E-mail: b.uaisov@kazatk.kz)

ОДНОРОДНАЯ ЗАДАЧА ДАРБУ-ПРОТТЕРА ДЛЯ МНОГОМЕРНЫХ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ С ВЫРОЖДЕНИЕМ ТИПА И ПОРЯДКА.

Аннотация. The non-uniqueness of the homogeneous Darboux – Protter problem for multidimensional hyperbolic equations with degeneration of type and order is proved in the work, and explicit types of these solutions are given.

Ключевые слова: задача, многомерное уравнение, вырождение типа и порядка, сферических функций, неединственность.

Введение. Задача Дарбу являются основными задачами для двумерных выражающихся гиперболических уравнений. А нам известно, что эти уравнения лежат в основе математических

моделей многих природных явлений, например в теории распространения электромагнитного поля, в газовой динамике и в ряде других областей физики.

Теория этих задач, в силу их прикладной и теоретической важности и благодаря исследованиям известных ученых С.Геллерстетта, Ф.И. Франкеля, И.Н.Векуа, А.В. Бицадзе, К.И. Бабенко стала одной из центральных разделов современной теории с частными производными.

На важность исследования гиперболических уравнений с вырождением типа и порядка обратил внимание А.В. Бицадзе, [1,2].

Впервые многомерные аналоги задач Дарбу для волнового уравнения была предложена М.Х Проттером [3].

Из за отсутствия эффективных методов исследования задач Дарбу-Проттера для выражающихся многомерных гиперболических уравнений требует специальных исследований и привлечение новых методов.

В монографиях С.А. Алдашева [4,5,6] предложены некоторые методы исследования краевых задач для многомерных гиперболических уравнений.

§ 1 Постановка задачи и основной результат

Рассмотрим на полупространстве $t > 0$ уравнение

$$Lu = t^p \Delta_x u - t^q u_{tt} + \sum_{i=1}^m a_i(x,t) u_{x_i} + b(x,t) u_t + c(x,t) u = 0 \quad (1)$$

где $p, q = const$, $q \geq p \geq 0$, Δ_x – оператор Лапласа по переменным

x_1, x_2, \dots, x_m , $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)$, $m \geq 2$, на важность исследования которого обратил внимание еще А.В. Бицадзе [1]. Уравнение (1) гиперболично при $t > 0$, а вдоль плоскости $t = 0$ имеет место вырождение его типа и порядка.

Теория этих уравнений на плоскости интенсивно изучаются [2], а их многомерные аналоги исследованы мало [2,3].

Обозначим через D конечную область евклидова пространства E_{m+1} точек (x_1, x_2, \dots, x_m) , ограниченную поверхностями.

$$|x| = \frac{2}{p-q+2} t^{\frac{(p-q+2)}{2}}, |x| = 1 - \frac{2}{p-q+2} t^{\frac{p-q+2}{2}}, p-q+2 > 0$$

и плоскостью $t = 0$, где $|\bar{x}|$ – длина вектора \bar{x} , $0 \leq t \leq \left(\frac{p-q+2}{4}\right)^{\frac{2}{p-q+2}}$ части этих поверхностей,

образующих границу \mathcal{D} , области D , обозначим через S_0, S_1 и S соответственно.

Рассмотрим следующий многомерный аналог задачи Дарбу для уравнения (1) ([3])

Задача 1. Найти в области D решение уравнения (1) из класса $C(D) \cap C^1(D \cap S) \cap C^2(D)$, удовлетворяющее краевым условиям

$$u|_S = 0, \quad u|_{S_0} = 0 \quad (2)$$

или

$$u_t|_S = 0, \quad u|_{S_0} = 0 \quad (3)$$

В дальнейшем нам удобно перейти от декартовых координат x_1, x_2, \dots, x_m, t к сферическим $r, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_{m-1}, t$ сохранив обозначения, использованные в [3,4].

Пусть Ω -проекция области D на плоскость (r, t) с границами $\Gamma_0 : r = \frac{2}{p-q+2} t^{\frac{p-q+2}{2}}$,

$$\Gamma_1 : r = 1 - \frac{2}{p-q+2} t^{\frac{p-q+2}{2}}, \Gamma_1 : t = 0, 0 < r < 1$$

Пусть, далее $\{Y_{n,m}^k(\theta)\}$ – система линейно независимых сферических функций порядка n , $1 \leq k \leq k_n$, $(m-2)!n!$, $k_n = (n+m-3)(2n+m-2)$, $\theta = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_{m-1})$, W_2^l , $l = 0, 1, \dots$ – пространства Соболева.

Через $\tilde{a}_{in}^k(r, t)$, $\hat{a}_{in}^k(r, t)$, $\tilde{b}_n^k(r, t)$, $\tilde{c}_n^k(r, t)$, ρ_n^k обозначим коэффициенты разложения ряда по сферическим функциям $Y_{n,m}^k(\theta)$, соответственно функций $a_i(r, \theta, t)\rho(\theta)$, $a_i \frac{x_i}{r} \rho$, $b(r, \theta, t)\rho$, $c(r, t, \theta)\rho$, $\rho(\theta)$, $i = 1, 2, \dots, m$, причем $\rho(\theta) \in C^\infty(H)$, где H – единичная сфера в E_m .

Если $a_i(x, t)$, $b(x, t)$, $c(x, t) \in W_2^l(D) \subset C(D)$, $i = 1, 2, \dots, m$, $l \geq m+1$, то справедлива Теорема. Задача 1 имеет бесчисленное множество нетривиальных решений.

Отметим, что при $q \geq p \geq 0$ эта теорема доказана в [5].

§ 2 Сведения задачи 1 к двумерным задачам Дарбу

Так как искомое решение $u \in C(\bar{D}) \cap C^2(D)$, то его можно искать в сферических координатах в виде ряда

$$u(r, \theta, t) = \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{k=1}^{k_n} \bar{u}_n^k(r, t) Y_{n,m}^k(\theta), \quad (4)$$

где $\bar{u}_n^k(r, t)$ – функции, которые будут определены ниже.

Тогда, аналогично как в [3,4], для \bar{u}_n^k получим ряд

$$t^p S_0^1 \bar{u}_{0rr}^1 - t^p \rho_0^1 \bar{u}_{0tt}^1 + \left(\frac{m-1}{r} t^p \rho_0^1 + \sum_{i=1}^m \hat{a}_{i0}^1 \right) \bar{u}_{0r}^1 + \tilde{b}_0^1 u_{0t}^1 + \tilde{c}_0^1 \bar{u}_0^1 + \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{k=1}^{k_n} \left\{ t^p \rho_n^k \bar{u}_{nrr}^1 - t^q \rho_n^k \bar{u}_{nnt}^k + \right. \\ \left. + \left(\frac{m-1}{r} t^p \rho_n^k + \sum_{i=1}^m \hat{a}_{in}^k \right) \bar{u}_{nr}^k + \tilde{b}_n^k \bar{u}_{nt}^k + \left[\tilde{c}_n^k - \frac{\lambda_n \rho_n^k t^p}{r^2} + \sum_{i=1}^m (\tilde{a}_{in-1}^k - n \hat{a}_{in}^k) \right] u_n^k \right\} = 0, \quad (5)$$

$$\lambda_n = n(n+m+2).$$

Теперь рассмотрим бесконечную систему дифференциальных уравнений

$$t^p \rho_0^1 \bar{u}_{0rr}^1 - t^q \rho_0^1 \bar{u}_{0tt}^1 + \frac{m-1}{r} \rho_0^1 \bar{u}_{0r}^1 = 0, \quad (6)$$

$$t^p \rho_1^k \bar{u}_{1rr}^k - t^q \rho_1^k \bar{u}_{1tt}^k + \frac{m-1}{r} t^p \rho_1^k \bar{u}_{1r}^k - \frac{\lambda_1}{r^2} t^p \rho_1^k \bar{u}_1^k = -\frac{1}{k} \left(\sum_{i=1}^m \hat{a}_{i0}^k \bar{u}_{0r}^1 + \tilde{b}_0^1 \bar{u}_{0t}^1 + \tilde{c}_0^1 \bar{u}_0^1 \right), \quad (7)$$

$$n = 1, k = \overline{1, k_1}.$$

$$\begin{aligned}
 & t^p \rho_n^k \bar{u}_{nrr}^k - t^q \rho_n^k \bar{u}_{ntt}^k + \frac{m-1}{r} t^p \rho_n^k \bar{u}_{nr}^k - \frac{\lambda_n}{r^2} t^p \rho_n^k \bar{u}_n^k = \\
 & = -\frac{1}{k_n} \sum_{k=1}^{k_n-1} \left(\sum_{i=1}^m \hat{a}_{i(n-1)}^k \bar{u}_{n-1r}^k + \tilde{b}_{n-1}^k \bar{u}_{n-1t}^k + \left[\tilde{c}_{n-1}^k + \sum_{i=1}^m (\tilde{a}_{in-2}^k - (n-1)\hat{a}_{in-1}^k) \right] \right), \quad (8) \\
 & k = \overline{1, k_n} \quad n = 2, 3, \dots
 \end{aligned}$$

Нетрудно показать, что если $\{\bar{u}_n^k\}$, $k = \overline{1, k_n}$, $n = 0, 1, \dots$ решение системы (6)-(8), то оно является и решением уравнением (5).

Далее, учитывая ортогональность сферических функций $\{Y_{n,m}(\theta)\}$ ([6]) из краевых условий (2), (3) в силу (4) будем иметь

$$u_n^k(r, t) \Big|_{\Gamma} = 0, \quad u_n^k(r, t) \Big|_{\Gamma_0} = 0, \quad k = \overline{1, k_n} \quad n = 0, 1, \dots \quad (9)$$

или

$$\bar{u}_{nr}^k \Big|_{\Gamma} = 0, \quad \bar{u}_n^k \Big|_{\Gamma_0} = 0, \quad k = \overline{1, k_n}, \quad n = 0, 1, \dots \quad (10)$$

Таким образом, задача 1 сведена к системе задач Дарбу в области Ω для уравнений (6)-(8). Решения этих задач будем изучать в § 4.

Нетрудно заметить, что каждое уравнение системы (6)-(8), можно представить в виде

$$t^p \bar{u}_{nrr}^k - t^q \bar{u}_{ntt}^k + \frac{m-1}{r} t^p \bar{u}_{nr}^k - \frac{\lambda_n}{r^2} t^p \bar{u}_n^k = f_n^k(r, t), \quad (11)$$

где $f_n^k(r, t)$ определяются из предыдущих уравнений этой системы, при этом $f_0^k(r, t) \equiv 0$. В

(11) произведя замену переменных $\bar{u}_n^k(r, t) = r^{\frac{1-m}{2}} u_n^k(r, t)$ и положив, затем $r = r$, $x_0 = \frac{2}{p-q+2} t^{\frac{p-q+2}{2}}$,

получим уравнение

$$\begin{aligned}
 & L_{\alpha} u_{\alpha, nrr}^k - u_{\alpha, nx_0 x_0}^k - \frac{\alpha}{x_0} u_{\alpha, nx_0}^k + \frac{\alpha}{x_0} u_{\alpha, nx_0}^k + \frac{[(m-1)(3-m) - 4\lambda n]}{4r^2} u_{\alpha, n}^k = f_{\alpha, n}^k(r, x_0), \\
 & \alpha = \frac{p-q}{p-q+2} \leq 0, \quad f_{\alpha, n}^k(r, x_0) = r^{\frac{m-1}{2}} \left(\frac{x_0}{1-\alpha} \right)^{(\alpha-1)p} f_n^k \left[r, \left(\left(\frac{x_0}{1-\alpha} \right)^{1-\alpha} \right) \right]
 \end{aligned} \quad (12)$$

При этом краевые условия (9), (10) соответственно запишутся в виде

$$u_{\alpha, n}^k(r, 0) = 0, \quad u_{\alpha, n}^k(r, r) = 0, \quad k = \overline{1, k_n} \quad n = 0, 1, \dots \quad (13)$$

или

$$\frac{\partial}{\partial x_0} u_{\alpha, n}^k(r, 0) = 0, \quad u_{\alpha, n}^k(r, r) = 0 \quad k = \overline{1, k_n} \quad n = 0, 1, \dots \quad (14)$$

Наряду с уравнением (12) рассмотрим уравнение

$$L_{\alpha} u_{0, n}^k \equiv u_{0, nrr}^k - u_{0, nx_0 x_0}^k + \frac{\alpha}{x_0} u_{\alpha, nx_0}^k + \frac{[(m-1)(3-m) - 4\lambda n]}{4r^2} u_{0, n}^k = f_{0, n}^k(r, x_0) \quad (15)$$

§3 Функциональная связь между решениями задачи Коши для уравнений (12) и (15)

Сначала приведем некоторые свойства оператора L_α , которые необходимы для дальнейших исследований

1. Если V_α – решение уравнения $L_\alpha V = 0$, то функция

$$V_{2-\alpha} = x_0^{\alpha-1} V_\alpha \quad (16)$$

является решением уравнения $L_\alpha V = 0$.

2. Если V_α – решение уравнения $L_\alpha V = 0$, то функция

$$\frac{1}{x_0} \frac{\partial V_\alpha}{\partial x_0} = V_{\alpha+2} \quad (17)$$

будет решением уравнения $L_{2+\alpha} V = 0$.

Указанные свойства устанавливаются аналогично тому, как они были доказаны для уравнения Эйлера-Дарбу-Пуассона (Э-Д-П) ([2]).

Из равенства (16) имеем

$$V_{2-\alpha-2p} = x_0^{\alpha+2p-1} V_{\alpha+2p} \quad (18)$$

к (18) применив p раз формулу (17), а затем (16), заключаем

$$V_{2-\alpha} = \left(\frac{1}{x_0} \frac{\partial}{\partial x_0} \right)^p (x_0^{\alpha+2p-1} V_{\alpha+2p}). \quad (19)$$

Пусть $p \geq 0, q \geq 0$ – наименьшие целые числа, удовлетворяющие неравенствам $\alpha + 2p \geq t - 1, 2 - \alpha + 2q \geq t - 1$.

Утверждение 1. Если

$$u_{0,n}^{2,k}(r,0) = \tau_n^k(r), \quad \frac{\partial}{\partial x_0} u_{0,n}^{1,k}(r,0) = 0, \quad (20)$$

то функция

$$u_{\alpha,n}^{2,k}(r, x_0) = \gamma_{-\alpha} x_0^{-\alpha} \int_0^1 u_{0,n}^{2,k}(r, \xi x_0) \xi (1 - \xi^2)^{\frac{\alpha}{2}-1} d\xi \equiv \gamma_{-\alpha} \Gamma\left(-\frac{\alpha}{2}\right) D_{0,x_0}^{\frac{\alpha}{2}} u_{0,n}^{2,k}(r, x_0) \quad (21)$$

при $\alpha < 0$ будет решением уравнения (12), удовлетворяющим условию

$$u_{0,n}^{2,k}(r,0) = 0, \quad \lim_{x_0 \rightarrow 0} x_0^\alpha \frac{\partial}{\partial x_0} u_{0,n}^{2,k} = v_n^k(r), \quad (22)$$

где $\sqrt{\pi} \Gamma\left(\frac{\alpha}{2}\right) \gamma_\alpha = 2\Gamma\left(\frac{1+\alpha}{2}\right)$, где $\Gamma(z)$ – гамма функция, D_{0r}^α – оператор Римана-Лиувилля ([6]).

Утверждение 2. Если $u_{0,n}^{1,k}(r, x_0)$ – решение задачи Коши для уравнения (15), удовлетворяющее условию

$$u_{0,n}^{1,k}(r,0) = \tau_n^k(r), \quad \frac{\partial}{\partial x_0} u_{0,n}^{1,k}(r,0) = 0, \quad (23)$$

то функция

$$u_{\alpha,n}^{1,k}(r, x_0) = \gamma_\alpha \int_0^1 u_{0,n}^{1,k}(r, \xi x_0) (1 - \xi^2)^{\frac{\alpha-1}{2}} d\xi \equiv 2^{-1} \gamma_\alpha \Gamma\left(\frac{\alpha}{2}\right) x_0^{1-\alpha} D_{0x_0^2}^{\frac{\alpha}{2}} \left[\frac{u_{0,n}^{1,k}(r, x_0)}{x_0} \right] \quad (24)$$

при $\alpha > 0$ есть решение уравнения (12), удовлетворяющее условию (24).

Утверждение 3. Если $u_{0,n}^{1,k}(r, x_0)$ – решение задачи Коши для уравнения (15), удовлетворяющее условию (23), то функция

$$u_{\alpha,n}^{1,k}(r, x_0) = \int_0^1 u_{0,n}^{1,k}(r, \xi x_0) (1 - \xi^2)^{-\frac{1}{2}} \ln[x_0(1 - \xi^2)] d\xi \quad (25)$$

является решением уравнения $L_1 u_{1,n}^k = f_{1,n}^k(r, x_0)$ с начальными данными

$$\left. \frac{u_{1,n}^{1,k}}{\ln x_0} \right|_{x_0=0} = \tau_n^k(r).$$

Справедливость приведенных утверждений устанавливается аналогичным образом, как они доказаны для уравнения Э-Д-П и многомерного волнового уравнения ([8-10]). При этом функции $f_{\alpha,n}^k(r, x_0)$ и $f_{0,n}^k(r, x_0)$ связаны формулами (21) в случае утверждения 1 и (24) в случае утверждения 2, а также (25) в случае утверждения 3.

Приведем некоторые следствия из утверждений 2,3. Сначала рассмотрим случай $\alpha < 0$, $\alpha \neq -(2r+1)$, $r = 0, 1, \dots$

Если $u_{0,n}^{1,k}(r, x_0)$ – решение задачи Коши для уравнения (15) с данными

$$u_{\alpha,n}^{1,k}(r, 0) = \frac{\tau_n^k(r)}{(1-\alpha)\dots(\alpha+2p-1)}, \quad \frac{\partial}{\partial x_0} u_{0,n}^{1,k}(r, 0) = 0 \quad (26)$$

то из утверждения 2 следует, что функция $u_{\alpha+2p,n}^{1,k}(r, x_0) = \gamma_{\alpha+2p} \int_0^1 u_{0,n}^{1,k}(r, \xi x_0) (1 - \xi^2)^{\frac{\alpha+p-1}{2}} d\xi$

является решением уравнения (12), удовлетворяющим начальному условию (26).

Тогда из соотношений (19) и (16) вытекает, что функция

$$u_{\alpha,n}^{1,k}(r, x_0) = x_0^{1-\alpha} \left(\frac{1}{x_0} \frac{\partial}{\partial x_0} \right)^p (x_0^{\alpha+2p-1} u_{\alpha+2p,n}^{1,k}) \equiv \gamma_{k+2p} 2^{p-1} \Gamma\left(\frac{\alpha}{2} + p\right) x_0^{1-\alpha} D_{0x_0^2}^{1-\alpha} \left[\frac{u_{0,n}^{1,k}(r, x_0)}{x_0} \right] \quad (26a)$$

есть решение уравнения (12) и удовлетворяет условию (22).

Теперь пусть $\alpha = -(2r+1)$, $r = 0, 1, \dots$. Если $u_{0,n}^{1,k}(r, x_0)$ – решение задачи Коши для (15) с данными (22), то из (16), (19) и из (24) нетрудно получить, что функция

$$u_{-(2r+1),n}^{1,k}(r, x_0) = x_0^{2(r+1)} \left(\frac{1}{x_0} \frac{\partial}{\partial x_0} \right)^{r+1} \left[\int_0^1 u_{0,n}^{1,k}(r, \xi x_0) (1 - \xi^2)^{-\frac{1}{2}} \ln(x_0(1 - \xi^2)) d\xi \right] \quad (27)$$

является решением задачи Коши для (12), удовлетворяющее условию (22).

Используя [11, лемма 1.14.2] соотношение (27) можно записать в виде

$$u_{-(2r+1),n}^{1,k}(r, x_0) = \frac{a}{2} x_0^{2(r+1)} D_{0x_0^2}^{r+\frac{1}{2}} \left[\frac{u_{0,k}^{1,k}(r, x_0)}{x_0} \right] \quad (28)$$

где $a = \frac{1}{2} \Gamma'(1) - \frac{\Gamma'(\frac{1}{2})}{\sqrt{\pi}} - \ln x_0$.

§4 Доказательство теоремы

Сначала рассмотрим задачу (1),(2). Учитывая формулу (21), а также обратимость оператора D_{0t}^α ([7,11]), задача (12), (13) сводится к задаче Дарбу для уравнения (15) с данными $u_{0,n}^k(r,0) = 0$, $u_{0,n}^k(r,r) = 0$, которая имеет бесчисленное множество неотрицательных решений вида ([3,4])

$$u_{0,n}^k(\xi, \eta) + \int_0^{\frac{1}{2}} \int_0^\eta f_{0,n}^k(\xi_1, \eta_1) p_\mu(z) d\xi_1 d\eta_1 \quad (29)$$

где $g_n^k(\xi, \eta) = \frac{1}{\sqrt{2}} \int_\eta^\xi \xi_1^\beta p_\mu \left[\frac{\xi_1^2 + \xi\eta}{\xi_1(\xi + \eta)} \right] d\xi_1 d\eta_1$, $\xi = \frac{(\eta + x_0)}{2}$, $\eta = \frac{r - x_0}{2}$, $\mu = \frac{\eta + (m - 3)}{2}$,

$$\beta = \mu - 2(s + 1) \geq 0, \quad s = 0, 1, \dots, z = \frac{(\xi_1 - \eta_1)(\xi - \eta) + 2(\xi\eta + \xi_1\eta_1)}{(\xi_1 + \eta_1)(\xi + \eta)}$$

$p_\mu(z)$ -функция Лежандра, которая является функцией Римана для уравнения $L_0 u_{0,n}^k = 0$.

Таким образом, сначала решив задачу (6), (9) (n=10), а затем (7), (9) (n=1) и т.д. найдем последовательно все $\bar{v}_n^k(r, t)$; $k = \overline{1, k_n}$, $n = 0, 1, \dots$

Итак, аналогично как в [3,4] показано, что

$$\int_H \rho(\theta) LudH = 0 \quad (30)$$

Пусть $f(r, \theta, t) = R(r)\rho(\theta)T(t)$, причем $R(r) \in V_0$ - плотна в

$$L_2 \left(\frac{2}{p+q+2} t^{\frac{(p-q+2)}{2}}, 1 - \frac{2}{p-q+2} t^{\frac{(p-q+1)}{2}} \right), \quad \rho(\theta) \in C^\infty(H) - \text{плотна в } L_2(H), \text{ а}$$

$$T(t) \in V_1 - \text{плотна в } L_2 \left[0, \left(\frac{p-q+2}{4} \right)^{\frac{2}{p-q+2}} \right]. \text{ Тогда } f(r, \theta, t) \in V, \quad V = V_0 \otimes H \otimes V_1 - \text{плотна в}$$

$L_2(D_0)$ ([11]).

Отсюда, и из (30) следует, что

$$\int_D f(r, \theta, t) LudD = 0 \quad \text{и} \quad Lu = 0, \quad \forall (r, \theta, t) \in D$$

Следовательно, задача (1), (2) имеет нетривиальные решения вида

$$u(r, \theta, t) = \sum_{n=3}^\infty \sum_{k=1}^{k_n} n^{-e} r^{\frac{1-m}{2}} u_n^k(r, t) Y_{n,m}^k(\theta) \quad (31)$$

где $u_n^k(r, t)$ определяются из (4), при этом функция $u_{0,n}^k(r, x_0)$ находится из (29), причем

$$\beta = \mu - 2(s + \alpha) \geq \frac{m-1}{2}, \quad s = 0, 1, \dots$$

Аналогично [3,4], можно показать, что полученное решение (31) принадлежит искомому классу, если $l > \frac{3m}{2}$.

Теперь, рассмотрим задачу (1), (3) которая приводится к задаче (12), (14). Учитывая формулы (21), (23) задачу (12), (14) сводим к задаче Дарбу для уравнения (15) с данными $\frac{\partial}{\partial x_0} u_{0,n}^k(r,0) = 0$, $u_{0,n}^k(r,r) = 0$, имеющий ненулевые решения вида (29), в котором функции

$$g_n^k(\xi, \eta) = \frac{\xi^\beta - \eta^\beta}{2} - \frac{(\xi - \eta)}{2(\xi + \eta)} \int_\eta^\xi \xi_1^\beta \rho_\mu \left[\frac{\xi_1^2 + \xi\eta}{\xi(\xi + \eta)} \right] d\xi_1, \quad \beta = \mu - 2s \geq \frac{m+3}{2}, \quad s = 0, 1, \dots$$

Далее, как в случае задачи (1), (2) доказывається, что задача (1), (3) также имеет нетривиальные решения вид (31), где $u_n^k(r,t)$ определяются из двумерных задач Дарбу. Теорема доказана.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бицадзе А.В. К теории одного класса уравнений смешанного типа // Некоторые проблемы математики и механики, Л: Наука, 1970 – 112 – 119 с.
- [2] Бицадзе А.В. Некоторые классы уравнений в частных производных, М.: Наука, 1981 – 448 с.
- [3] Проттер М. Х. Новые краевые задачи для волнового уравнения и уравнении смешанного типа, Журнал рациональной механики и анализа, № 3(1954), с. 435-446.
- [4] Алдашев С.А. Краевые задачи для многомерных гиперболических и смешанных уравнений, Алматы: Ғылым, 1994, 170 с.
- [5] Алдашев С.А. О задачах Дарбу для одного класса многомерных гиперболических уравнений // Дифференциальные уравнения, 1998. т 34, № 1 с. 1-5.
- [6] Алдашев С.А., Ермекабаев Е.Ж., О критерии единственности решения задачи Дарбу-Проттера для многомерных гиперболических уравнений с вырождением типа и порядка // Материалы международного российско- казахского симпозиума. «Уравнения смешанного типа и родственные проблемы анализа и информатики», Нальчик: НИИ ПМА РАН, 2004, с. 18-20.
- [7] Михлин С.Г. Многомерные сингулярные интегралы и интегральные уравнения, М.: Физматгиз, 1962, 143 с.
- [8] Weinstein A. On the wave equation and the equation of Euler-Poisson // The Fifth Symposion in applied Math. McGraw-Hill, NewYork, 1954, p. 137-147.
- [9] Терсенов С.А. Введение в теорию уравнений, вырождающихся на границе – Новосибирск: НГУ, 1973, 143 с.
- [10] Алдашев С.А. О некоторых краевых задачах для одного класса сингулярных уравнений в частных производных // Дифференциальные уравнения, 1976 – 12, №6, с. 3-14.
- [11] Терсенов С.А. Введение в теорию уравнений параболического типа с меняющимся направлением времени – Новосибирск: ИМ СОАН СССР, 1982, 167 с.
- [12] Нахушев А.М. Элементы дробного исчисления и их применение – Нальчик: КБНЦ РАН, 2000-298 с.
- [13] Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа, М: Наука, 1976-543 с.
- [14] Алдашев С.А. Вырождающиеся многомерные гиперболические уравнения, Орал: ЗКАТУ, 2017-448 с.
- [15] Алдашев С.А. Корректность задачи Дирихле для вырождающихся многомерных гиперболических уравнений // Владикавказский математический журнал, 2014, т. 16, выпуск 4. с. 3-5.
- [16] Алдашев С.А. Многомерная задача Дирихле для одного класса сингулярных гиперболических уравнений, // Научные ведомости, БелГУ, математика, физика, 2016, № 13 (234), выпуск 43, с. 18-23.

Уайсов Б.

Реті мен түрі нұқсандалған көпөлшемді гиперболалық тендеулер үшін дарбу-проттер есебінің біртұтастылығы

Түйіндеме: Осы мақалада біз осы шешімдердің айқын түрлері берілген көп түрдегі гиперболалық тендеулер үшін біртекті Darboux-Protter есебінің бірегейсіздігін дәлелдейміз.

Түйінді сөздер: Дарбу-Проттер есебі, көп өлшемді тендеу, реті мен түрі нұқсандалған, сфералық функциялар, бірегейлік.

УДК 665.63: 51.001.57

**V.V. Baizhanova, B.B. Orazbayev, Zh.Y. Shangitova, L.G. Kassenova,
K.N. Orazbayeva, Sh.K. Kodanova**

(L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan, Nur-Sultan,

² Kazakh University of Economics, Finance and International Trade, Nur-Sultan, Kazakhstan,
Atyrau Oil and Gas University, Kazakhstan, Atyrau)

batyr_o@mail.ru

Multi-criteria optimization in the management of operating modes of chemical-technological systems with fuzzy information

Abstract: New mathematical formulations of multi-criteria optimization problems are formulated for controlling the operation modes of complex chemical-technological systems in a fuzzy environment. New statements of problems of controlling the modes of chemical-technological systems in the conditions of fuzziness of the initial information are obtained by modifying various compromise schemes for working in a fuzzy environment. The tasks of multi-criteria optimization in managing a chemical-technological system are reduced to multi-criteria tasks of fuzzy mathematical programming and, based on the modification of the maximin and Pareto principles of optimality, a heuristic method is developed for solving the formulated optimal control problem and the choice of ChTS operating modes. These results are implemented in practice in solving the problem of controlling the operating modes of a chemical process system for producing benzene at the Atyrau refinery in a fuzzy environment. Analysis and comparison of the obtained results of solving the problem allow us to conclude about the effectiveness of the proposed approach to solving control problems based on models in the context of vagueness of the initial information.

Keywords: fuzziness, fuzzy limitation, multicriteria optimization, chemical-technological system, optimality principle, control of the operating modes of the object.

**Б.Б. Оразбаев,¹ Ж.Е. Шангитова,¹ Л.Г. Касенова,²
К.Н. Оразбаева² Ш.К. Коданова³**

(¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Нур-Сұлтан қ.,

²Қазақ Экономика, қаржы және халықаралық сауда университеті, Қазақстан Республикасы,
Нур-Сұлтан қ., ³Атырау мұнай және газ университеті, Қазақстан Республикасы, Атырау қ.)

batyr_o@mail.ru

АЙҚЫНСЫЗДЫҚТА ХИМИЯЛЫҚ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕР ЖҰМЫС РЕЖИМДЕРІН БАСҚАРУДА КӨПКРИТЕРИЙЛІК ОПТИМИЗАЦИЯЛАУ

Аннотация. Айқын емес ортада күрделі химиялық-технологиялар жүйелер жұмыс режимдерін басқару үшін режимдік параметрлерді көпкритерийлік оптимизациялау есептерінің жаңа математикалық қойылымдары тұжырымдалған. Бастапқы ақпараттың айқынсыздығы жағдайында химиялық-технологиялық жүйелердің жұмыс режимдерін басқару есептерінің жаңа қойылымдары айқын емес ортада жұмыс жасау үшін түрлі компромисстік схемаларды модификациялау арқылы алынған. Химиялық-технологиялық жүйелердің оптималды жұмыс режимдерін анықтау үшін көпкритерийлік оптимизациялау есептері айқын емес математикалық программалау есептеріне келтірілген және максимин мен Парето оптималдық принциптерін модификациялау негізінде қойылған есепті шешудің эвристикалық тәсілі жасақталған. Аталған нәтижелер айқын емес ортада Атырау мұнай өңдеу зауытындағы безол өндіру химиялық-технологиялық жүйесі жұмыс режимдерін басқару есебін шешуде практикада жүзеге асырылған. Есепті шешуде алынған нәтижелерді талдау мен салыстыру бастапқы ақпараттың айқынсыздығы жағдайында модельдер негізінде басқару есебін шешуге ұсынғылған тәсілдеменің тиімдігі екені жайында қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

Кілттік сөздер: айқынсыздық, айқын емес шектеу, көпкритерийлік оптимизациялау, химиялық-технологиялық жүйе, оптималдық принципі, нысан жұмыс режимдерін басқару.

1. Кіріспе. Бастапқы ақпараттың айқын еместігіне байланысты туындайтын анықсыздық жағдайларында күрделі химиялық-технологиялық жүйелердің (ХТЖ) жұмыс режимдерін басқару мен оптимизациялаудың перспективті және тиімді тәсілдемелерінің бірі — эксперттік тәсілдер [1,2] мен айқын емес жиындар тәсілдерін [3–6] қолданатын тәсілдеме жатады. Шикізатты өңдеу технологиялық процесстері жүретін және критерийлер векторы мен айқын емес ақпаратпен жиі сипатталатын мұнай өңдеу технологиялық нысандары күрделі ХТЖ-ге жатады. Сондықтан, мұндай жүйелердің жұмыс режимдерін оптимизациялау үшін басқару кезінде критерийлер векторы мен

бастапқы ақпараттың айқын еместігін ескеру қажет. Мұндай есептер әдетте маман-эксперттер, шешім қабылдаушы тұлға (ШҚТ) тәжірибелері мен білімдері және бастапқы ақпараттың айқынсыздығын ескере отырып құрылған нысандар мен онда өтетін процесстердің математикалық модельдері негізінде шешілетін көпкритерийлік есептер түрінде қойылады [7]. Бұл жүйелік талдау методологиясын, ШҚТ тәжірибесі мен білімін, шешім қабылдағанда оның басымқысын ескеретін айқын емес ортада жүйені басқару үшін көпкритерийлік оптимизациялау есептерін шешу тәсілдерінің құрылуына алып келді [8, 9].

ХТЖ математикалық модельдерін құру және оларды басқару мақсатында бастапқы айқын емес ақпаратты формализациялау мен қолдану үшін эксперттік бағалау тәсілдері мен айқын емес жиындар теориясы тәсілдерін табысты қолдануға болады. Айқынсыздық жағдайларда ХТЖ параметрлерін векторлық оптимизациялау, жұмыс режимдерін тиімді басқару үшін түрлі сипаттағы қол жетімді ақпарат негізінде нысан модельдерін құру тәсілін, айқын емес ортада ХТЖ жұмыс режимдерін көпкритерийлік оптимизациялау есептерін шешу тәсілдерін жетілдіру қажет. Бұл бағыт қазіргі таңда ғылымда және мұнай өңдеу, мұнай химиясы, химиялық технология және басқа да салалардың өзекті мәселесі болып табылады.

Бұл жұмыста зерттеу нысаны ретінде Атырау мұнай өңдеу зауытының (МӨЗ) бензол өндіру ХТЖ қарастырылады. Бұл ХТЖ-нің жұмыс режимдерін критерийлер векторы бойынша және айқынсыздықпен сипатталатын шектеулерін ескере отырып, тиімді басқаруды қамтамасыз ететін режимдік параметрлерінің оптималды мәндерін анықтау қажет. Сәйкесінше, *жұмыстың мақсаты* зерттеу нысаны модельдері негізінде айқынсыздық жағдайда бензол өндіру ХТЖ жұмыс режимдерін басқару үшін режимдік параметрлерді көпкритерийлік оптимизациялау есептерін математикалық қою және оларды шешудің эвристикалық алгоритмін жасақтау жатады [10].

2. Есеп қойылымы. Анықталған мақсатқа сәйкес келесі негізгі есеп қойылады: айқын емес орталда ХТЖ жұмыс режимдерін басқару үшін оның параметрлерін көпкритерийлі оптимизациялау есебін формализациялау және математикалық жазбасын тұжырымдау.

$f_1(x) = f_1(x), \dots, f_m(x)$ – ХТЖ жұмыс режимін бағалайтын жеке, яғни, локалды критерийлер болсын, бұл критерийлер мәндері режимдік параметрлерге $x = (x_1, \dots, x_n)$ байланысты болады [8,9,11,12]. Бұл байланысты сипаттайтын ХТЖ математикалық модельдері тұрғызылған деп санайық. Нысанның, оның өндіретін өнім сапа көрсеткіштері келесі айқын емес $\varphi_q(x) \gtrsim b_q, q = \overline{1, L}$ сипатталсын. Сонда, берілген айқын емес шектеулер талаптарын орындай отырып, режимдік параметрлердің келтірілген оптимизациялау критерийлерінің $f_1(x), \dots, f_m(x)$ экстремалды мәндерін қамтамасыз ететін мәндерін $\mathbf{x}^* = (x_1^*, \dots, x_n^*)$ анықтау қажет. Бұл есепті шешу кезінде ШҚТ басымқыларын ескеру қажет екенін атап өтеміз.

Есептің жалпы математикалық қойылымы. Бензол өндіру ХТЖ жұмыс режимдерін оптимизациялау мысадында айқынсыздықта формализацияланған көпкритерийлі оптимизациялау есебінің қойылымын келесідей жазуға борлады:

$$\max_{x \in X} f_i(x), i = \overline{1, m} \quad (1)$$

$$X = \{x \in \Omega, \varphi_q(x) \gtrsim b_q, q = \overline{1, L}\} \quad (2)$$

мұндағы $f_i(x), i = \overline{1, m}$ – мәндері модельдер көмегімен есептелетін оптималды басқару локалды критерийлері [11, 29, 30]; $\varphi_q(x) \gtrsim b_q, q = \overline{1, L}$ – алынған (1)–(2) көпкритерийлі оптимизациялау есебінің рұқсат етілген облысын Ω анықтайтын шектеулік функциялар, біздің жағдайда олар айқынсыздықпен сипатталады; $b_q, q = \overline{1, L}$ – берілген сандар, олар да айқын емес болуы мүмкін.

Сонымен қойылған ХТЖ жұмыс режимдерін көпкритерийлі оптимизациялау есептерінің шешімін табу үшін, $f_i(x), i = \overline{1, m}$ критерийлерінің экстремалды мәндерін қамтамасыз ететін және ШҚТ-ны қанағаттандыратын режимдік параметрлер векторының мәнін $\mathbf{x}^* = (x_1^*, \dots, x_n^*)$ табу керек.

3. Зерттеу нәтижелері: Айқынсыздықта ХТЖ жұмыс режимдерін басқару үшін көпкритерийлі оптимизациялау есебі мен оны шешу эвристикалық тәсілі.

Бензол өндіру ХТЖ жұмыс режимдерін басқару мысалында тұжырымдалған көпкритерийлі оптимизациялау есебінде $\varphi_1(x)$ және $\varphi_2(x)$ шектеулері айқын емес болғандықтан, бұл шектеулерді математикалық тұдырымдау үшін айқын емес тәсілдеме қолданылған және бұл есепті шешу үшін айқын емес ортаға түрлендіріліп, бейімделген альтернативаларды көпкритерийлі оптимизациялау идеясы, компромисстік схемалар тиімді пайдаланылады.

Айқын емес ортада мұндай есептерді қою мен шешудің белгілі тәсілдерінде негізінен біркритерийлік жағдайлар қарастырылады, ШҚТ басымқысын ескеруде бейімделушілік жоқ. Сонымен қатар белгілі тәсілдерде, әдетте бастапқы айқын емес есеп оны қою кезінде α деңгейлі жиын көмегімен эквивалентті детерминді есептер жүйесімен ауыстырылады, ал бұл жинақталған айқын емес ақпараттың айтарлықтай бөлігінің жоғалуға алып келеді [8, 13, 14], яғни есеп шешуінің адекваттығы төмендейді. Бастапқы айқын емес есептің орнына «идеалдандырылған» шынайлықтан алшақтау есеп шығарылады.

Көптеген шынайы жағдайларда ХТЖ басқаруда көпкритерийлі оптимизациялау кезінде ШҚТ үшін негізгі және үйреншікті бастапқы ақпаратқа айқын емес пайымдау және мамандардың тұжырымдауы түріндегі айқын емес ақпарат болады. Сонымен қатар бастапқы айқын емес ақпаратты айқын ақпаратқа айналдыру тиімсіз, немесе мүмкін емес болуы да жиі орын алады. Мұндай жағдайларда қарастырылған айқын емес есептерді тиімді шешу үшін адамның оптимималды шешімді қабылдау процедурасына бейімделген, есепті шешу барысында ШҚТ-ны, оның басымдығын, білімі мен тәжірибесін қолдануға негізделген эвристикалық тәсілдерді жасақтап, қолдану қажет.

Сонымен айқын емес көпкритерийлі оптимизациялау есебін, оны детерминді есептер жүйесіне түрлендірмей, айқын емес ортада қою және шешу керек. Осы мақсатта бұл жұмыста ХТЖ жұмыс режимдерін басқару кезінде көпкритерийлі оптимизациялау есептерін айқын емес ортада шешу үшін, айқын емес ақпаратты максималды пайдалану бейімделген компромисстік схемалар мен олардың түрлі комбинацияларын қолданатын эвристикалық тәсілдеме ұсынылады.

Айқын емес жиындар метолологиясы негізінде ХТЖ жұмыс режимдерін басқару үшін жоғарыда келтірілген (1)–(2) көпкритерийлі оптимизациялау есебін келесідей тұжырымдаймыз. Ол үшін келесідей белгілемелер ендірейік:

$\mu_0(x) = (\mu_0^1(x), \dots, \mu_0^m(x))$ – ХТЖ жұмыс сапасын анықтайтын нормалданған $f_i(x), i = \overline{1, m}$ критерийлер, олардың мәндері $[0, 1]$ интервалында анықталады; $\mu_q(x), q = \overline{1, L}$ – айқын емес $\varphi_q(x) \gtrsim b_q, q = \overline{1, L}$ шектеулерінің орындалуының тиістілік функциялары; $\gamma = (\gamma_1, \dots, \gamma_m), \beta = (\beta_1, \dots, \beta_L)$ – сәйкесінше, ШҚТ ендіретін және критерийлер мен шектеулердің өз-ара маңыздылықтарын анықтайтын салмақтық векторлар.

Түрлі компромисстік схемаларды айқын емес ортада жұмыс жасауын қамтамасыз ету үшін бейімдеу арқылы ХТЖ жұмыс режимдерін басқаруда көпкритерийлі оптимизациялау есептерінің түрлі қойылымдарын көпкритерийлі айқын емес оптимизациялау, яғни айқын емес математикалық программалау есебі ретінде қоюға және оларды шешу тәсілдерін құруға болады [9, 30, 15].

Оптималдық принциптерінің басқа комбинациясын, атап айтқанда, *максимин* (критерийлер үшін) және *Парето оптималдық* (шектеулер үшін) принциптерін ХТЖ жұмыс режимдерін басқаруда көпкритерийлік оптимизациялау есебін қою мен шешуде қолданайық:

$$\max_{x \in X} \mu_0^1(x), \tag{3}$$

$$X = \{ \arg \max_{x \in \Omega} \min_{i \in I_0} (\gamma_i \mu_0^i(x)) \wedge \arg \max_{x \in \Omega} \sum_{q=1}^L \beta_q \mu_q(x) \wedge \wedge \sum_{q=1}^L \beta_q = 1 \wedge \beta_q \geq 0, I_0 = \{2, \dots, m\}, q = \overline{1, L} \} \tag{4}$$

(3)–(4) есебінде басымқысы 1 болатын басты критерий максимизацияланады, қалған локалды критерийлер максимин принципі (ММ) бойынша шектеулер құрамына ендіріледі, ао айқын емес

шектеулер Парето оптималдық (ПО) принципі негізінде ескеріледі. Алынған (3)–(4) есебін шешу үшін келесі эвристикалық тәсіл ұсынылады:

ММ+ПО тәсілі:

1. ШҚТ көмегімен локалды критерийлерге салмақ коэффициенттері анықталады:

$$\mu_0^i(x), i = \overline{1, m}, \gamma = (\gamma_1, \dots, \gamma_m), \sum_{i=1}^m \gamma_j = 1, \gamma_i \geq 0.$$

2. ШҚТ қатысуымен шектеулерге салмақ коэффициенттері анықталады: $\mu_q(x), q = \overline{1, L}$:

$$\beta = (\beta_1, \dots, \beta_L), \sum_{q=1}^L \beta_q = 1, \beta_q \geq 0, q = \overline{1, L}.$$

3. Әр q -ші координатаға кадам сандары беріледі: $p_q, q = \overline{1, L}$.

5. β_q векторы координаталыр өзгеру үшін $h_q = \frac{1}{p_q}, q = \overline{1, L}$ өрнегі бойынша кадамдар шамасы

есептеледі.

6. $[0, 1]$ интервалында координаттарды h_q кадамымен өзгерте отырып $\beta^1, \beta^2, \dots, \beta^N$, $N = (p_1 + 1) \times (p_2 + 1) \times \dots \times (p_L + 1)$ салмақ векторлары жиынтығы анықталады.

7. ШҚТ, эксперттер қатысуымен терм-жиын мен айқын емес шектеулердің $\mu_q(x), q = \overline{1, L}$ орындалуының тиістілік функциялары анықталады.

8. ХТЖ моделі негізінде басты (бірінші) критерийді $\max_{x \in X} \mu_0^1(x)$ (3) X жиынында (4) максимизациялау есебі шешіледі. Ағымдағы шешімдер: режимдік параметрлер мәндері $x(\gamma, \beta)$; критерийлер мәндері $\mu_0^1(x(\gamma, \beta)), \dots, \mu_0^m(x(\gamma, \beta))$ және айқын емес шектеулердің орындалу деңгейлері $\mu_1(x(\gamma, \beta)), \dots, \mu_L(x(\gamma, \beta))$ анықталады.

9. ШҚТ алынға ағымдағы шешімдерді талдайды. Егер ағымдағы шешімдер ШҚТ-ны қанағатандырмаса, ол шешімді жақсарту мақсатында $\gamma_1, \dots, \gamma_m$ және/немесе β_1, \dots, β_L салмақ коэффициенттерін өзгертеді және кері 3-ші пункте оралу орындалады. Басқаша жағдайда келесі 10-шы пунктке өту.

10. Шешімді іздеу тоқтатылып, оптималды, яғни ШҚТ таңдаған, оны қанағаттандырған, ХТЖ жұмыс режимін оптималды басқаруды қамтамасыз ететін шешімдер: локалды критерийлердің ең тиімді мәндерін $\mu_0^1(x^*(\gamma, \beta)), \dots, \mu_0^m(x^*(\gamma, \beta))$ және айқын емес шектеулердің максималды орындалу деңгейлерін $\mu_1(x^*(\gamma, \beta)), \dots, \mu_L(x^*(\gamma, \beta))$ қамтамасыз ететін режимдік (басқару) параметрлерінің оптималды мәндері $x^*(\gamma, \beta)$ шығарылады.

Сонымен, айқын емес ортада ХТЖ жұмыс режимдерін басқару үшін режимдік параметрлерді көпкритерийлі оптимизациялау есептерінің түрлі қойылымдары алынған. Түрлі оптималдық принциптер (максимин және Парето оптималдық) және айқын емес жиындар тәсілдері негізінде жаңа ММ+ПО эвристикалық тәсілі құрылған.

4. Нәтижелерді қолдану және талқылау. ХТЖ жұмыс режимдерін басқаруда көпкритерийлік оптимизациялау есебін шешудің ұсынылған тәсілдемені практикада жүзеге асыру мысалы ретінде Атырау МӨЗ бензол өндіру ХТЖ жұмыс режимдерін басқару есебінің қойылымы мен шешімін қарастырайық. Жоғарыда келтірілген зерттеу нәтижелерін қолдана отырып және максимин мен Парето оптималдық тәсілдерін айқынсыздыққа модификациялау негізінде бензол өндіру ХТЖ жұмыс режимдерін көпкритерийлік оптимизациялау есебін келесідей формализациялап, қоюға болады. Келесі белгілемелер ендірейік: $\mu_0(x) = (\mu_0^1(x), \mu_0^2(x), \mu_0^3(x))$ – бензол өндіру ХТЖ-нің өнімдерінің шығысын бағалайтын нормалданған, мәні $[0, 1]$ интервалиында болатын критерийлер, атап атқанда: $\mu_0^1(x)$ – бензол шығысы; $\mu_0^2(x)$ – рафинат шығысы; $\mu_0^3(x)$ – ауыр ароматика шығысы; $\mu_1(x), \mu_2(x)$

– айқын емес $\varphi_q(x) \gtrsim b_q, q=1,2$ орындалуын сипаттайтын тиістілік функциялары; $\gamma = (\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3)$ және $\beta = (\beta_1, \beta_2)$ – критерийлер мен шектеулердің өз-ара маңыздылықтарын бейнелейтін салмақ векторлары.

Сонда бензол өндіру ХТЖ басқаруда режимдік параметрлердің оптималдық мәндерін анықтау есебінің математикалық қойылымын оптимизациялау (3)–(4) есебі негізінде келесідей жазуға болады:

$$\max_{x \in X} \mu_0^1(x), \quad (5)$$

$$X = \{ \arg \max_{x \in \Omega} \min_{i \in I_0} (\gamma_i \mu_{0R}^i(x)) \wedge \arg \max_{x \in \Omega} \sum_{q=1}^2 \beta_q \mu_q(x) \wedge \sum_{q=1}^2 \beta_q = 1 \wedge \beta_q \geq 0, I_0 = \{2,3\}, q = \overline{1,2} \} \quad (6)$$

(5)–(6) есебінің қойылымында: \wedge – логикалық «және» белгісі, ол байланысқан барлық тқжырымдамалар ақиқат болу керектігін білдіреді; μ_{0R}^i – ШҚТ көмегімен $\mu_0^i(x), i = 2,3$ критерийлеріне ендірілген шектемелер. Локалды критерийлердің $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ және шектеулердің β_1, β_2 салмақ коэффициенттерінің мәндерін өзгерте отырып, (5)–(6) есебі шешімдер жинағын аламыз, олардың арасынан ШҚТ шектеулер талаптарын орындай отырып, критерийлердің максималды мәндерін қамтамасыз ететін режимлік параметрлердің оптималды мәндерін $x^*(\gamma, \beta)$ таңдайды.

Бензол ХТЖ жұмыс режимдерін векторлар критерийі бойынша оптимизациялаудың қойылған есебін (5)–(6) шешу үшін модификацияланған *максимин (ММ)* және *Парето оптималдық (ПО)* тәсілдері комбинациясын қолданамыз.

(5)–(6) есебін шешу үшін жоғарыла келтірілген ММ+ПО эвристикалық тәсілін нақтылап қолданамыз.

1. ШҚТ қатысуымен $\mu_0^i(x), i = \overline{1,3}$ локалды критерийлер салмақ коэффициенттерінің мәндері анықталып, ендірілді – $\sum_{i=1}^3 \gamma_i = 1, \gamma_i \geq 0, i=1,2,3: \gamma = (0.7, 0.2, 0.1),$

2. ШҚТ, эксперттер көмегімен шектеулер $\mu_q(x), q = \overline{1,3}$ үшін салмақ коэффициенттері мәндері анықталды – $\sum_{q=1}^2 \beta_q = 1, \beta_q \geq 0, q=1,2: \beta = (0.7, 0.3),$

3. $p_q, q = 1,2$ координаттары бойынша ШҚТ қадамдар санын ендірді: $p_1=5; p_2=2.$

4. β_q салмақ векторы координаттарын өзгерту үшін Вычислены $h_q = \frac{1}{p_q}, q = \overline{1,2}$ формуласы

бойынша қадамдар шамасы есептелді: $h_1 = \frac{1}{p_1} = \frac{1}{5} = 0,2; h_2 = \frac{1}{p_2} = \frac{1}{2} = 0,5.$

5. $h_q, q=1,2$ қадамымен $[0,1]$ кесіндісінде координаттарды өзгерте отырып $\beta^1, \beta^2, \dots, \beta^N, N=(5+1) \times (2+1)=18$ салмақ векторлары анықталды.

7. $\mu_q(x), q=1,2$ айқын емес шектеулерді сипаттайтын терм-жиын анықталып, тиістілік функциялары тұрғызылды. Есеп екі айқын мес шектелермен сипатталады: «бензолдың орташа октандық саны $\gtrsim 102$ » және «бензол құрамындағы күкірттің үлесі $\lesssim 0,00005\%$ ». Бұл айқын емес шектелерді сипаттау үшін келесі терм-жиын анықталған: $T(X,Y) = \{ \text{төмен, орташадан төмен, орташа, орташадан жоғары, жоғары} \}.$ Келтірілген С применением приведенного терм-множества

$T(X, Y)$ терм-жиын негізінде, айқын емес шектеулердің орындалу деңгейлерін сипаттайтын келесі тиістілік функциялары тұрғызылған:

$$\begin{aligned} \mu_1^1(x) &= \exp((0.5 | y_4 - 97) 0.60 |); \\ \mu_1^2(x) &= \exp((0.5 | y_4 - 100) 0.55 |); \\ \mu_1^3(x) &= \exp((0.5 | y_4 - 102) 0.50 |); \\ \mu_1^4(x) &= \exp((0.5 | y_4 - 104) 0.55 |); \\ \mu_1^5(x) &= \exp((0.5 | y_4 - 107) 0.60 |); \\ \mu_2^1(x) &= \exp((0.3 | y_5 - 0.000005) 0.15 |); \\ \mu_2^2(x) &= \exp((0.3 | y_5 - 0.000020) 0.12 |); \\ \mu_2^3(x) &= \exp((0.3 | y_5 - 0.000050) 0.10 |); \\ \mu_2^4(x) &= \exp((0.3 | y_5 - 0.000080) 0.12 |); \\ \mu_2^5(x) &= \exp((0.3 | y_5 - 0.000100) 0.15 |); \end{aligned}$$

мұндағы $\mu_1^p(x)$, $\mu_2^p(x)$, $p = \overline{1, 5}$ – әр p кванты үшін айқын емес шектеулердің орындалуын сипаттайтын тиістілік функциялары: бензолдың орташа октандық саны $\mu_1^p(x)$; бензол құрамындағы күкірт үлесі $\mu_2^p(x)$; y_4 және y_5 – α деңгейлі жиын негізінде алынған бензол сапасының сандық мәндері; қалған коэффициенттер, сәйкесінше, айқынсыздық деңгейін (0,5; 0,3), таңдалған термге ең сәйкес келетін айнмалыны 97; 100; 102 т.б.), және тиістілік функциясын аппроксимациялау үшін қолданатын параметрді (0,60; 0,55; 0,50 т.б.) сипаттайды.

8. Локалды критерийлердің режимдік параметрлерге x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 байланысын сипаттайтын ХТЖ модельдері мен айқын емес шектеулер негізінде $\max_{x \in X} \mu_0^1(x)$ (5) есебі X (6) жиынында шешілген. Критерий X жиынында 1-ші пункте анықталған маңыздылық коэффициенттерін ескере отырып максимизацияланған. Ағымдағы шешімдер анықталған: $x(\gamma, \beta)$ – режимдік параметрлер мәндері және оларға сәйкес келетін локалды критерийлер мәндері $\mu_0^1(x(\gamma, \beta))$, $\mu_0^2(x(\gamma, \beta))$, $\mu_0^3(x(\gamma, \beta))$ және айқын емес шектеулердің орындалу деңгейлері $\mu_1(x(\gamma, \beta))$, $\mu_2(x(\gamma, \beta))$. Бұл жерде қойылған есепті шешуге ең тиімді тәсілді қолданған дұрыс, біздің жағдайда айқынсыздыққа бейімделген айып-пул функциясы тәсілі қолданылған.

9. Алынған шешімдер ШҚТ-ға ұсынылған. Егер ағымдағы шешімдер ШҚТ-ны қанағатандырмаса, ол шешімді жақсарту мақсатында $\gamma_1, \dots, \gamma_m$ және/немесе β_1, \dots, β_L салмақ коэффициенттерін өзгертеді және 3-ші пунктке оралады. Егер ШҚТ алынған шешімдерге қанағаттанса, келесі пунктке өту орындалады. Біздің жағдайда ШҚТ оны қанағаттандыратын шешімді 5-ші циклден кейін тандап алды, бұл оптималды шешімдер кесте 1-ге енгізілген.

10. Шешім іздеуді тоқтату, ШҚТ қанағаттанған және бензол өндіру ХТЖ оптималды жұмыс режимін қамтамасыз ететін шешімдер шығарылады: $x_1^*(\gamma, \beta)$, $x_2^*(\gamma, \beta)$, $x_3^*(\gamma, \beta)$, $x_4^*(\gamma, \beta)$, $x_5^*(\gamma, \beta)$ – режимдік параметрлердің оптималды мәндері; $\mu_0^1(x^*(\gamma, \beta))$, $\mu_0^2(x^*(\gamma, \beta))$, $\mu_0^3(x^*(\gamma, \beta))$ – локалды критерийлердің максималды мәндері және $\mu_1(x^*(\gamma, \beta))$, $\mu_2(x^*(\gamma, \beta))$ – айқын емес шектеулердің орындалуының максималды деңгейлері (кесте 1 қараңыз).

Кесте 1. Детерминді тәсіл және ұсынылған эвристикалық тәсіл бойынша ХТЖ жұмыс режимін оптимизациялау нәтижелерін салыстыру

№	Критерийлер және шектеулер және режимдік параметрлер	Детерминді тәсіл [16]	Ұсынылған тәсіл
1.	Бензолдық колонна шығысындағы бензол, мың.тн – критерий y_1 ;	133	134,1
2.	Бензолдық колонна шығысындағы рафинат, мың.тн – критерий y_2 ;	82	82,4
3.	Ректификациондық колонна шығысындағы ауыр ароматика шығысы, мың.тн – критерий y_3 ;	450	450
4.	Айқын емес шектеу орындалуы тиістілік функциясы «Бензолдың орташа октандық саны кем болмау керек ≥ 102 » – $\mu_1(x^*(\beta))$;	–	1.0
5.	Айқын емес шектеу орындалуы тиістілік функциясы «Бензол құрамындағы күкірт құрамы артық болмау керек $\leq 0,00005\%$ » – $\mu_2(x^*(\beta))$;	–	1.0
6.	Режимдік параметрлердің оптималды мәндері X_1^* - шикізат, реформата кірісі, мың.тн; X_2^* - бензолдық колоннадағы температура, °С; X_3^* - бензолдық колоннадағы қысым, кг/см ² ; X_4^* - шикізат құрамындағы күкірт үлесі, %; X_5^* - шикізат құрамындағы ароматикалық көмірсутектер, %	746 150 37 0,00005 50	746 145 36 0,00005 50

Ескертпе: В детерминированном подходе и на практике степени выполнения нечетких ограничений не определяются, поэтому в соответствующие графы занесены (–).

Нәтижелерді талқылау. Кесте 1 келтірілген деректерді талдау нәтижесінде келесі қорытындалар алынған:

1) Ұсынылған ММ+ПО эвристикалық тәсіл айқын емес шектеулері бар бастапқы есепті оларды алдын-ала детерминді есептерге айналдырмай айқын емес ортада шешеді, детерминді тәсілмен салыстырғанда ұсынылған тәсіл кейбір көрсеткіштер бойынша жақсы нәтижелерді қамтамасыз етеді.

2) Айқын емес қойылымда көпкритерийлі оптимизациялау есебін шешкенде шешімнің адекваттығы артады, себебі, бұл кезде, шынайы жағдайды идеалдандырылмай адекватты сипааттауға мүмкіндік беретін қосымша айқын емес ақпарат (ШҚТ, эксперттер білімі, тәжірибесі) пайдаланылады.

3) ММ+ПО тәсілі айқын емес шектеулердің тиістілік функцияларын, яғни олардың орындалу деңгейлерін анықтауға мүмкіндік береді, өндірістік жағдайларда жиі орын алатын айқын емес шектеулі есептерді тиімді шешуді қамтамасыз етеді.

4) ШҚТ көмегімен өпкритерийлі есепті шешу процесінде өнім сапасы мен көлемі арасындағы компромисстік шешімді анықтауға болады.

Сонымен, өнім сапасын арттыру үшін өнім көлемін азайтуға тура келеді. Сондықтан, бензол шығысының көлемін оның сапасын біруақытта арттыра отырып, максимизациялау есебінің қойылымы дұрыс болмайды. Бұл жағдайда оптимизациялау есебін дұрыс қоюдың екі варианты болады:

1. Өнім сапа көрсеткіштерін берілген мәндерінен кем болмайтындай (яғни шектеуге ендіріп) шаманы қамтамасыз ете отырып, өнім көлемін максимизациялау;

2. Өнім шығысын берілген көлемнен кем болмайтындай шаманы қамтамасыз ете отырып, яғни өнім көлемі шектеуін ескере отырып, өнім сапа көрсеткіштерін максимизациялау.

Кесте 1-де келтірілген нәтижелер айқын емес ортада ХТЖ жұмыс режимдерін бірнеше критерийлер бойынша оптимизациялау есебін шешуге ұсынылған эвристикалық тәсіл нәтижелері белгілі тәсілдер [16] нәтижелерімен салыстырғанда барлық көрсеткіштер бойынша төмен емес нәтижелер береді, ал бензол мен рафинат шығысы бойынша нәтижелер арттады.

Сонымен қатар ММ+ПО тәсілі айқын емес шектеулерді ескеруге мүмкіндік береді, айқын емес шектеулердің орындалу деңгейін анықтайды, нәтижелерден айқын емес шектеулердің толықтай орындалғаны көрінеді, яғни олардың тиістілік функциялары 1-ге тең: $\mu_1(x^*(\gamma.\beta))=1$; $\mu_2(x^*(\gamma.\beta))=1$.

5. Қорытынды. Алғаш рет айқын емес ортада ХТЖ жұмыс режимдерін басқару үшін режимдік параметрлерді көпкритерийлі оптимизациялау есебінің қойылымы айқын емес математикалық программалау есебі түрінде алынған. Максимум және Парето оптималдық тәсілдерін айқын емес ортада жұмыс жасауы үшін модификациялау негізінде ММ+ПО эвристикалық тәсілі құрылған. Нәтижелердің жаңашылдығы мен түпнұсқалығы (оригиналдығы) мынада: ХТЖ жұмыс режимдерін көпкритерийлі оптимизациялау есебі, оны эквивалентті детерминді есептерге айналдырмай, айқын емес ортада қойылып, айқынсыздықта шешіледі. Бұл айқын емес ортада өндірістік есептердің алынған нәтижелерінің адекваттығы мен тиімділігін аттырады.

Ұсынылған көпкритерийлі оптимизациялау есебінің айқын емес ортада шешу тәсілдемесі бензол өндіру кешені жұмыс режимдерін оптимизациялау есебін шешуде табысты жүзеге асырылған. Зерттеу нәтижелері шешілетін практикалық есептер аясын кеңейтеді, айқын емес ортада күрделі ХТЖ жұмыс режимдерін басқаруда тиімді шешім қабылдауға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Джарратино Д. Экспертные системы: принципы разработки и программирование. – 4-е изд. –М: ООО «И.Д. Вильямс». –2007. –1152 с.
- [2] Sabzi H.Z. Developing an intelligent expert system for streamflow prediction, integrated in a dynamic decision support system for managing multiple reservoirs: A case study //Expert systems with applications. –2017. – V. 82. – № 3. –P. 145–163.
- [3] Dubois D. The role of fuzzy sets indecision sciences: Old techniques and new directions // Fuzzy Sets and Systems. –2011. –V. 184. –P. 3–17.
- [4] Сулейменов Б.А. Интеллектуальные и гибридные системы управления технологическими процессами. –Алматы: Изд-во Пикунда и К. –2009. –304 с.
- [5] Оразбаев Б.Б. Теория и практика методов нечетких множеств. Учебник для студентов ВУЗов. – Алматы: Изд-во Бастау. – 2014. –455 с.
- [6] Рыжов А.П. Теория нечетких множеств и ее приложений. –М.: Изд-во МГУ. 2017. –115 с.
- [7] Orazbayev B.B., Orazbayeva K.N., Utenova B.E. Development of Mathematical Models and Modeling of Chemical Engineering Systems under Uncertainty // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. –2014. –V. 48. – № 4. –P. 138–149.
- [8] Зайченко Ю.П. Исследование операций: нечеткая оптимизация. –Киев: Изд-во Выща школа. –1991. –357 с.
- [9] Orazbayev B.B., Orazbayeva K.N., Kurmangazyeva L.T., Makhatova V.E. Multicriteria optimisation problems for chemical engineering systems and algorithms for their solution based on fuzzy mathematical methods // EXCLI Journal. –2015. –V.14. –P. 984–998.
- [10] Валиахметов Р.И. и др. Применение эвристических алгоритмов в анализе данных для решения задачи диагностирования электроцентробежных насосных установок // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. –2018. –Т. 329. – № 2. –С.159–167.
- [11] Chen Y., He L., Li J., Zhang S. Multi-criteria design of shale-gas-water supply chains and production systems towards optimal life cycle economics and greenhouse gas emissions under uncertainty // Computers & chemical engineering. –2018. –V. 109. –P. 216–235.
- [12] Harinath E., Biegler L.T., Dumont G.A. Predictive optimal control for thermo-mechanical pulping processes with multi-stage low consistency refining // Journal of Process Control. –2013. –V.47. –№ 23. –P.1001–1015.
- [13] Fayaz M., Ahmad, S., Ullah I., Kim D. A Blended Risk Index Modeling and Visualization Based on Hierarchical Fuzzy Logic for Water Supply Pipelines Assessment and Management // Processes. –2018. –V. 6. –№ 5. – P. 102–2112.
- [14] Méndez C.A, Cerdá J., Grossmann I.E., Harjunkoski I., Fahl M. State-of-the-art review of optimization methods for short-term scheduling of batch processes // Computers and Chemical Engineering. –2006. –№ 30. –P. 913–928.
- [15] Grossmann I.E. Challenges in the Application of Mathematical Programming in the Enterprise-wide Optimization of Process Industries // Теоретические основы химической технологии. –2014. –Т. 48. –№ 5. –С. 500–517.
- [16] Шумский В.М., Зырянова Л.А. Инженерные задачи в нефтепереработке и нефтехимии. –М.: Изд-во Химия. –1981. –457 с.

Оразбаев Б.Б., Шангитова Ж.Е., Касенова Л.Г., Оразбаева К.Н., Коданова Ш.К.

Многокритериальная оптимизация при управлении режимами работы химико-технологических систем при нечеткой информации

Резюме: Сформулированы новые математические постановки задач многокритериальной оптимизации при управлении режимами работы сложных химико-технологических систем в нечеткой среде. Новые постановки задач управления режимами химико-технологических систем в условиях нечеткости исходной информации получены путем модификации различных схем компромиссов для работы в нечеткой среде. Задачи многокритериальной оптимизации при управлении химико-технологической системой сведены к

многокритериальным задачам нечеткого математического программирования и на основе модификации принципов максимина и Парето оптимальности разработан эвристический метод решения сформулированной задачи оптимального управления и выбора режимов работы ХТС. Эти результаты реализованы на практике при решении задачи управления режимами работы химико-технологической системой производства бензола Атырауского нефтеперерабатывающего завода в нечеткой среде. Анализ и сравнение полученных результатов решения задачи позволяют сделать вывод об эффективности предложенного подхода к решению задач управления на основе моделей в условиях нечеткости исходной информации.

Ключевые слова: нечеткость, нечеткое ограничение, многокритериальная оптимизация, химико-технологическая система, принцип оптимальности, управление режимами работы объекта.

УДК 662.998

M. K. Tussipbek, M. A. Zhumanov
(Al-Farabi Kazakh National University,
Almaty, Kazakhstan. E-mail: tusipbek96@mail.ru)

ANALYSIS OF THE SPECIFIC FEATURES OF THERMAL INSULATION MATERIALS

Abstract. Thermal insulation plays an important role in modern industry. With its help the problems of life support is solved, technological processes arrangement, energy saving. Thermal insulation structures are an integral part of the protective elements of industrial equipment, pipelines, parts of industrial buildings.

Key words: thermal insulation, heat dissipation, thermal conductivity, heat capacity, mineral wool, thermal insulation materials, heat transfer coefficient

М.Қ. Түсіпбек, М.А. Жұманов
(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы.
E-mail: Tusipbek96@mail.ru)

ЖЫЛУ ОҚШАУЛАҒЫШ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІНЕ ТАЛДАУ ЖАСАУ

Түйін. Қазіргі заманғы өнеркәсіпте жылу оқшаулау маңызды рөл атқарады. Оның көмегімен тіршілікті қамтамасыз ету, технологиялық процестерді ұйымдастыру, энергия ресурстарын үнемдеу мәселелерін шешеді. Жылу оқшаулағыш конструкциялар өнеркәсіптік жабдықтардың, құбырлардың, өнеркәсіптік ғимараттардың бөліктерінің қорғаныс элементтерінің ажырамас бөлігі болып табылады.

Кілтті сөздер: жылу оқшаулау, жылу шығару, жылу өткізгіштігі, жылу сыйымдылығы, минералды мақта, жылу оқшаулағыш материалдар, жылу беру коэффициенті

Жылу оқшаулаудың арқасында ғимараттарды, құрылыстар мен жабдықтарды пайдаланудың сенімділігі, ұзақ мерзімділігі мен тиімділігі едәуір артады.

Жылу оқшаулау келесі функцияларды орындайды:

• объектілерден (ғимараттар, құрылыстар, жабдықтар, құбырлар және т. б.) қоршаған ортаға жылу шығындарын төмендетеді ;

• аппараттарда қалыпты технологиялық процесті қамтамасыз етеді;

• технологиялық процестерде компоненттердің берілген температурасын сақтап отырады;

• қызмет көрсетуші персонал үшін қалыпты температуралық жағдай жасайды;

• металл конструкциялардағы, отқа төзімді футеровкадағы және т. б. температуралық кернеуді азайтады.

Егер оқшаулау қоршаған ортаға оқшауланған беттен жылу шығынын болдырмау үшін орындалса, ол жылулық қызметін атқарады.

Өнеркәсіпте жоғары температура мен қысым жағдайында өтетін технологиялық процестердің кең дамуына байланысты жылу оқшаулаудың рөлі мен мәні үздіксіз ұлғаяды.

Жылу оқшаулау жұмыстары объектілерді салу процесінде соңғысы болып табылады, сондықтан оларды тез және сапалы орындауға осы объектілерді пайдалануға беру мерзімдері ғана емес, шығарылатын өнімнің сапасы, объектілердің экономикалық және техникалық сипаттамалары, жұмыс орындарындағы жайлылықтары да маңызды.

Шетелдердегідей, біздің елімізде де жылу оқшаулау жұмыстары өндірісін дамыту қазіргі заманғы жылу оқшаулағыш материалдары мен конструкцияларды, жоғары механикаландырылған аспаптар мен құрылғыларды, сондай-ақ ағаш құрама құралдарын (ормандар, төсеніштер) қолдана отырып, индустрияландыру жолымен жүріп жатыр. Жылу оқшаулағыш жұмыс тәжірибесінде кәсіпорындардан дайын кешенді элементтер түрінде жеткізілетін, жылу оқшаулағыш және жабынды қабаттардан тұратын, бекіту бөлшектерінің жиынтығымен жабдықталған, толығымен зауытта дайындалған конструкциялар жиі пайдаланылады. Жылу оқшаулау жұмыстарын жүргізу бұл ретте дайын элементтерді оқшаулағышқа орнатуға әкеледі.

Жылу оқшаулау мәселенің өзектілігі болып құбыржолдар мен жабдықтардың жылу оқшаулауы көптеген технологиялық процестерді іске асырудың техникалық мүмкіндігі мен экономикалық тиімділігін анықтау болып саналады. Ол энергетикада, ТКШ, химиялық, мұнай өңдеу, металлургия, тамақ және басқа да өнеркәсіптерде кеңінен қолданылады.

Энергия үнемдеу мәселесі, әсіресе тұрақты және суық климаты бар елдерде өзекті болып табылады, өйткені энергияның едәуір бөлігі жылуды өндіруге, беруге және сақтауға жұмсалады. Бұл ретте жылу шығындары негізінен жылу оқшаулау және жылу шығару үшін пайдаланылған материалдардың жылу өткізгіштігіне байланысты. Сәйкес материалдарды пайдалану жылуды өндіруге, беруге және сақтауға жұмсалатын энергия шығындарын едәуір қысқартуға, сондай-ақ қоршаған ортаның ластануын азайтуға мүмкіндік береді, бұл жылу энергиясын өндіру кезінде әрқашан орын алады.

Жылу оқшаулау үшін қолданылатын материалдар ең алдымен жылу өткізгіштік қасиеттерімен сипатталады. Материалдың жылу өткізгіштігі аз (көп) болса, ол жылуды жақсы сақтайды (өткізеді). Сондықтан жылу өткізгіштік олардың құжаттық сипаттамасы болып табылады, ал оны өлшеу қажеттілігі өзекті болып табылады.

Материалдардың жылуфизикалық қасиеттері туралы ақпарат алудың негізгі тәсілі эксперименттер болып қала береді.

Жылу оқшаулағыш материалдардың өте кең номенклатурасының арасында Қазақстан мен шетелдерде өндірілетін өнім көлемі бойынша бірінші орынды минералды талшықтар негізіндегі бұйымдар алады. Олар кеміргіштер мен микроорганизмдердің әсеріне ұшырамаған, аязға төзімді, оларды өндіру үшін қазіргі күні тапшы шикізат қажет емес. Минералды талшықтар негізіндегі жылу оқшаулағыш материалдар жеңіл конструкциялардың әр түрлі нұсқаларын жасауға мүмкіндік береді.

Минералды мақта жылу оқшаулағыш бұйымдарды дайындау үшін, сондай-ақ құрылыс пен өнеркәсіпте оқшаулағыш беттердің температурасы + 600 °С дейін жылу оқшаулағыш материал ретінде қолданылады.

Минерал мақталы бұйымдарды өндіру үшін бастапқы шикізат материалдарының салыстырмалы аз мөлшері қолданылады. Алайда, қолда бар елеулі технологиялық әзірлемелер жылу оқшаулағыш бұйымдарды өте кең номенклатурада алуға мүмкіндік береді. Өнімнің қасиеттерін өңдеу технологиясын, материалдың құрамын және кеуектілік сипатын өзгертіп реттеуге болады. Бұл әр түрлі пайдалану шарттарына сәйкес алдын ала берілген қасиеттері бар әр түрлі өнімдерді шығаруға мүмкіндік береді.

Шыны талшығы (шыны талшық) — минералды талшықтың бір түрі. Ол жылу оқшаулағыш және акустикалық бұйымдарды өндіру кезінде жартылай фабрикат болып табылады. Шыны талшығын дайындауға арналған шикізат белгілі бір пропорцияда араласқан, кварц құмынан, әктас (доломит) және содадан (натрий сульфаты) тұратын, шихта болып табылады. Шихта шыны қайнатылатын ванна пешінде балқытылады және содан кейін шыны талшықта өңделеді.

Орташа диаметрге байланысты шыны талшығы былай ажыратылады: диаметрі 1 мкм-ден кем ультражіңішке (УЖТ), супержіңішке (СЖТ) — 1-3 мкм, жұқа — 4-12 мкм, қалың — 12-25 мкм және қалың — 25 мкм-ден артық. Талшық ұзындығы бойынша үздіксіз (ұзындығы 3 м және одан да көп) және штапель (ұзындығы 30-50 мм) болып бөлінеді.

Үздіксіз шыны талшық фильерлер арқылы тарту әдісімен алынады. Бұл үшін шихтаны ванна пешінде балқытады. Балқытылған шыны массасы түбінің диаметрі 1-2 мм тесіктері бар платинородийден жасалған пластинка (фильерлік қоректендіргіш) орнатылған қоректендіргішке түседі. Шыны массасы бұл тесіктері арқылы үлкен жиілікпен айналатын барабанға оралатын ағындармен ағады. Бұл ретте ағындар талшыққа созылып, салқындайды. Мұндай тәсілмен диаметрі 4-тен 25 мкм-ге дейін шыны талшық дайындалады.

Созылғаннан кейін шыны талшықтарды майдалағыш құрылғы арқылы өткізеді, онда олар парафин негізінде дайындалған жылдам төсейтін эмульсиялармен немесе пластификаторлары бар

желімдеуші заттардың (крахмал, декстрин, желатин) су ерітіндісімен суланады. Майлағышты шыныталшықты шаңнан қорғау және одан әрі өңдеу кезінде оған икемділік беру үшін қолданады.

Үздіксіз шыны талшықтан жылу оқшаулағыш маттар, жолақтар жасалады.

Жылу оқшаулағыш конструкцияларды құру және тұрғызу кезінде қойылған міндеттерді табысты шешу үшін таңдалған жылу оқшаулағыш материалдар белгілі бір талаптарға сай болуы қажет. Ең маңызды талаптардың ішінде - пайдаланудың барлық уақыты ішінде төмен және тұрақты жылу өткізгіштігі, атмосфералық құбылыстардың және оқшауланған объектінің температурасы әсерінен бұзылмау қабілеті, оқшауланған объектінің коррозиясы мен бұзылуын тудырмау, оқшауланған объектінің температуралық өзгеруіне кедергі жасамау қабілеті. Оқшаулаудың қызмет ету мерзімі, әдетте, оқшауланған объектінің қызмет ету мерзімінен төмен болмауы тиіс.

Жалпы қорытындылай келе жылу оқшаулағыш материалдар келесідей қасиеттер жиынтығымен сипатталуы керек:

- Тығыздығы;
- Кеуектілік;
- Жылу өткізгіштігі және жылу сыйымдылығы;
- Ыстыққа төзімділігі;
- Ылғалдылық және су сіңіру;
- Бу өткізбейтін, су өткізбейтін, суға төзімді;
- Химиялық және биологиялық төзімділігі;
- Беріктілік, сығылу, серпімділік, икемділік және тығыздау;
- Сзықтық температуралық шөгү, талшықтың орташа диаметрі және органикалық заттардың құрамы;
- Отқа төзімділік;
- Дыбысты жұту және дыбысты оқшаулау;

Жылу оқшаулағыш материалдар мен конструкциялардың экологиялық және технологиялық қауіпсіздігі.

ӘДЕБИЕТТЕР:

- [1] Самойлов М. В., Паневчик В. В., Ковалёв А. Н. Основы энергосбережения. Учебное пособие. Минск, БГЭУ, 2002.
- [2] Стронг А. С. Опыт энергетического мониторинга жилых домов с централизованным теплоснабжением. / А. С. Стронг, М. В. Никулин. - Энергосбережение, 2001 № 4. - С.68-69
- [3] Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоэлектроснабжению. МГСН 2.01-99. М.: 1999.
- [4] Зарубина Л.П. Теплоизоляция зданий и сооружений. Материалы и технологии. БХВ-Петербург. С.-Петербург. 2012 г.
- [5] Горяйнов К.Э. Технология теплоизоляционных материалов и изделий. —М.: Стройиздат, 1982.
- [6] Горяйнов К.Э., Коровникова В.В. Технология производства полимерных и теплоизоляционных изделий: Учебник. —М.: Высшая школа, 1985.
- [7] Китайцев В.А. Технология теплоизоляционных материалов. — М.: Издательство литературы по строительству, 1970.
- [8] Майзель И.Л., Сандлер В.Г. Технология теплоизоляционных материалов. —М.: Высшая школа, 1988.
- [9] Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. —М.: Энергия, 1977.
- [10] Правдин Б.Н. Индустриальные способы изоляции теплопроводов. —Л.: Энергия, 1979.

Тусипбек М. К., Жуманов М. А.

Анализ особенностей теплоизоляционных материалов.

Резюме. Тепловая изоляция в современной промышленности играет важную роль. С ее помощью решают вопросы жизнеобеспечения, организации технологических процессов, экономии энергоресурсов. Теплоизоляционные конструкции являются неотъемлемой частью защитных элементов промышленного оборудования, трубопроводов, частей промышленных зданий.

Ключевые слова: теплоизоляция, тепловыделение, теплопроводность, теплоемкость, минеральная вата, теплоизоляционные материалы, коэффициент теплопередачи.

N. M. Temirbekov, ²D. R. Baigereyev, ²D. A. Omariyeva

(¹Kazakhstan Engineering Technological University, Almaty, Kazakhstan

²East Kazakhstan State Technical University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan
dinara_2205@mail.ru)

APPLICATION OF THE STABILIZED METHOD OF BI-CONJUGATE GRADIENTS TO SOLVE EQUATION FOR THE PRESSURE IN TWO-PHASE NONEQUILIBRIUM FILTRATION TASK

Abstract. In this paper, the isothermal model of a two-phase nonequilibrium filtration of immiscible liquids is studied. The original model is reduced to three partial differential equations for pressure, true and effective saturations. This problem is solved in a square domain using the finite element method. The equation for pressure is solved by an iterative stabilized method of bi-conjugate gradients. A comparative analysis based on computational experiments using two precursors was carried out.

Key words: two-phase nonequilibrium flow, finite element method, BiCGStab, iterative method, computational experiment.

¹Н. М. Темирбеков, ²Д. Р. Байгереев, ²Д. А. Омариева

(¹Казахстанский инженерно-технологический университет,

²Восточно-Казахстанский государственный технический университет, dinara_2205@mail.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ СТАБИЛИЗИРОВАННОГО МЕТОДА БИСОПРЯЖЕННЫХ ГРАДИЕНТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ДАВЛЕНИЯ В ЗАДАЧЕ ДВУХФАЗНОЙ НЕРАВНОВЕСНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

Аннотация. В данной работе исследуется изотермическая модель двухфазной неравновесной фильтрации несмешивающихся жидкостей. Исходная модель сведена к трем уравнениям в частных производных относительно давления, истинной и эффективной насыщенностей. Данная задача решается в квадратной области с использованием метода конечных элементов. Уравнение для давления решено итерационным стабилизированным методом бисопряженных градиентов. Проведен сравнительный анализ на основе вычислительных экспериментов с использованием двух преобуславителей.

Ключевые слова: двухфазная неравновесная фильтрация, метод конечных элементов, BiCGStab, итерационный метод, вычислительный эксперимент.

Введение. В настоящей работе предлагаются результаты численного анализа задачи двухфазной неравновесной фильтрации в квадрате на основе метода конечных элементов.

Исследованию моделей неравновесной фильтрации и построению численных методов решения задач многофазной фильтрации посвящены многочисленные работы. В работе [1] построена макромасштабная математическая модель многофазного многокомпонентного потока в пористых средах в случае ослабления предположений о локальной термической и химической равновесности. Показано влияние скорости тепломассопереноса на скорости испарения и продемонстрирована сходимость модели.

В работе [2] рассматривается макроскопическая математическая модель без предположений о локальной неравновесности. В работе найдены пределы применимости локальных равновесных предположений в двухфазном потоке в пористых средах.

В работе [3] разработана обобщенная модель трехфазной неравновесной фильтрации с учетом гравитации и капиллярных сил. Данная модель используется для анализа задачи Римана в нескольких трехфазных системах. В работе сравниваются решения задачи Римана без учета неравновесных эффектов.

В работе [4] рассматривается двухфазное течение в неоднородной пористой среде с высокопроницаемыми трещинами и малопроницаемыми периодическими блоками. Получена новая макроскопическая модель на основе усреднения уравнений Баренблатта для относительной проницаемости и капиллярного давления. Получено общее соотношение для двойного неравновесного капиллярного давления.

В работе [5] получено численное решение для двух моделей неравновесной фильтрации многофазной жидкости. Проведено сравнение результатов расчетов с экспериментальными данными.

В работе [6] применяется метод выбора байесовской модели для изучения относительной эффективности моделей представления экспериментальных наблюдений для трех моделей неравновесной фильтрации.

В работе [7] построены экономичные разностные схемы для задачи многофазной неизотермической фильтрации, исследованы свойства разностных схем.

В работах [8, 9] применены методы оптимального управления для задачи многофазной неизотермической фильтрации.

На основе подхода, рассмотренного в работе [10] данная модель приведена к системе из трех уравнений в частных производных относительно давления, эффективной и истинной насыщенностей. Уравнение для давления является уравнением эллиптического типа и решается итерационными методами.

В работе [11] проведено сравнение четырех классов итерационных методов для решения систем линейных алгебраических уравнений, возникающих при решении дифференциальных уравнений эллиптического типа: простые итерационные методы (методы релаксации, метод Якоби), схемы неполной факторизации (неполное разложение Холецкого, неполное LU разложение), методы Крыловского типа (метод сопряженных градиентов, CGS, GMRES, QMR, метод бисопряженных градиентов, стабилизированный метод бисопряженных градиентов) и многосеточные методы. Анализ показал, что при числе уравнений менее 500 наилучшую скорость сходимости имеют методы неполной факторизации, при числе уравнений порядка 10000 – методы Крыловского типа, а при числе уравнений более 20000 – многосеточные методы.

Из методов Крыловского типа наиболее часто применяется стабилизированный метод бисопряженных градиентов, так как он имеет более быструю сходимость.

В работе [12] исследуются ортогональные и вариационные свойства методов Крыловского типа. Предложены методы бисопряженных невязок, вдвоенных бисопряженных невязок и стабилизированных сопряженных невязок.

В работе [13] проведен анализ эффективности стабилизированного метода бисопряженных градиентов с ILU и многосеточных преобуславливанием при решении уравнений Пуассона и Гельмгольца.

В работе [14] предложен параллельный метод для решения уравнения Пуассона на основе стабилизированного метода бисопряженных градиентов.

В настоящей работе предлагается метод решения задачи неравновесной фильтрации на основе метода конечных элементов и стабилизированного метода бисопряженных градиентов. Проведено сравнение числа итераций с различными преобуславливателями.

Постановка задачи. Рассматривается вертикальное сечение пласта, перпендикулярное оси скважины. Для простоты будем предполагать, что данное сечение имеет квадратную форму $\Omega = [0,1] \times [0,1]$ с границей Γ . Предполагается, что вытесняющий агент нагнетается через вертикальную скважину, расположенную на левой границе области; на правой границе расположена вертикальная добывающая скважина. Верхняя и нижняя границы считаются непроницаемыми. Данный процесс описывается в области Ω следующей системой уравнений относительно давления нефти p , насыщенности воды s и эффективной насыщенности η [10]:

$$\nabla \cdot (k \nabla p) = -f, \tag{1}$$

$$m(x) \frac{\partial s}{\partial t} - \nabla \cdot (\gamma \nabla p) + \nabla \cdot (\gamma \nabla p_c) = q_w, \tag{2}$$

$$\bar{\tau}(x) \nu(x) \frac{\partial \eta}{\partial t} + \eta = \bar{\tau}(x) \nu(x) \frac{\partial s}{\partial t} + s \tag{3}$$

с начальными и граничными условиями

$$s|_{t=0} = S_0, \eta|_{t=0} = S_0, \tag{4}$$

$$p = P, x \in \Gamma_i; p = 0, x \in \Gamma_p, \tag{5}$$

$$\nabla p_o \cdot \vec{n} = 0, x \in \Gamma_n,$$

где индексы w, o обозначают фазы воды и нефти; s_α и η_α – истинная и эффективная насыщенность фазы α ; \vec{u}_α – скорость фильтрации фазы α ; $m(x)$ – пористость; K – абсолютная проницаемость; $k_\alpha(\eta)$ – относительная фазовая проницаемость фазы α ; μ_α и ν_α – динамическая и кинематическая вязкость фазы α ; p_α – давление фазы α ; $k = K \sum_{\alpha=w,o} \frac{k_\alpha(\eta)}{\mu_\alpha}$, $\gamma = \frac{Kk_w(\eta)}{\mu_w}$; через Γ_i , Γ_p , Γ_n обозначены соответственно входная, выходная границы и непроницаемая границы; $x = (x_1, x_2) \in \Omega$.

Обобщенным решением задачи (1)-(5) назовем тройку (p, s, η) , удовлетворяющую интегральным тождествам

$$\int_{\Omega} k(x) \nabla p \cdot \nabla v dx = \int_{\Omega} f v dx, \quad (6)$$

$$\int_{\Omega} \bar{m}(x) \frac{\partial s}{\partial t} v dx + \int_{\Omega} \gamma(x) \nabla p \cdot \nabla v dx - \int_{\Omega} \gamma(x) \nabla p_c \cdot \nabla v dx = \int_{\Omega} q v dx, \quad (7)$$

$$\int_{\Omega} \bar{\tau}(x) \nu(x) \frac{\partial \eta}{\partial t} v dx + \int_{\Omega} \eta v dx = \int_{\Omega} \bar{\tau}(x) \nu(x) \frac{\partial s}{\partial t} v dx + \int_{\Omega} s v dx. \quad (8)$$

Введем в области Ω квадратную сетку ω с шагом $h = \frac{1}{n}$ и каждую ячейку сетки разделим на два треугольника диагональю, параллельной биссектрисе первого координатного угла. Получим разбиение области Ω на треугольные элементы e_i , $i = 1, 2(n+1)^2$.

Каждому узлу x_{ij} сетки ω сопоставим базисную функцию φ_{ij} , непрерывную на Ω , равную нулю на Γ_i и Γ_p , линейную на каждом элементе и удовлетворяющую условию

$$\varphi_{ij}(x_{i'j'}) = \begin{cases} 0, & x_{ij} \neq x_{i'j'} \text{ и } x_{ij} \notin \Omega, \\ 1, & x_{ij} = x_{i'j'}, \end{cases} \quad i' = 1, 2, \dots, n-1, j' = 0, 1, \dots, n. \quad (9)$$

Таким образом, функция φ_{ij} тождественно равна нулю вне области Ω_{ij} , представляющей собой объединение элементов, имеющих вершиной точку x_{ij} . Приближенное решение задачи будем искать как функции p^h , s^h , η^h , непрерывные в области Ω и линейные на каждом элементе e_i , причем

$$p^h = P, x \in \Gamma_i; p^h = 0, x \in \Gamma_p,$$

$$\nabla p^h \cdot \vec{n} = 0, x \in \Gamma_n.$$

Данные функции p^h , s^h , η^h можно однозначно представить в виде

$$p^h(x) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n p_{ij}^h \varphi_{ij}(x), \quad (10)$$

$$s^h(x, t) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n s_{ij}^h \varphi_{ij}(x), \quad (11)$$

$$\eta^h(x, t) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n \eta_{ij}^h \varphi_{ij}(x), \quad (12)$$

где $p_{ij}^h = p^h(x_{ij}, t)$, $s_{ij}^h = s^h(x_{ij}, t)$, $\eta_{ij}^h = \eta^h(x_{ij}, t)$. Записывая уравнения (6)–(8) для каждого узла x_{ij} и заменяя в данных уравнениях искомые функции p , s , η функциями (10)–(12), а функцию $v(x)$ – соответствующей базисной функцией φ_{ij} , получим три системы линейных алгебраических уравнений:

$$\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n a_{ij} p_{ij}^h = b_{ij}, \quad (13)$$

$$\bar{m}(x_{ij}) \frac{s^{h,n+1}(x_{ij}, t) - s^{h,n}(x_{ij}, t)}{\Delta t} - \frac{-\tilde{\gamma}_{i,j-1} p_{i,j-1}^h - \tilde{\gamma}_{i-1,j} p_{i-1,j}^h + \tilde{\gamma}_{i,j} p_{i,j}^h - \tilde{\gamma}_{i+1,j} p_{i+1,j}^h - \tilde{\gamma}_{i,j+1} p_{i,j+1}^h}{h^2} - \frac{-\tilde{\gamma}_{i,j-1} p_{c,i,j-1}^h - \tilde{\gamma}_{i-1,j} p_{c,i-1,j}^h + \tilde{\gamma}_{i,j} p_{c,i,j}^h - \tilde{\gamma}_{i+1,j} p_{c,i+1,j}^h - \tilde{\gamma}_{i,j+1} p_{c,i,j+1}^h}{h^2} = q(x_{ij}), \quad (14)$$

$$\bar{\tau}(x_{ij}) v(x_{ij}) \frac{\eta^{h,n+1}(x_{ij}, t) - \eta^{h,n}(x_{ij}, t)}{\Delta t} + \eta(x_{ij}) = \bar{\tau}(x_{ij}) v(x_{ij}) \frac{s^{h,n+1}(x_{ij}, t) - s^{h,n}(x_{ij}, t)}{\Delta t} + s(x_{ij}), \quad (15)$$

где

$$a_{ij} = \int_{\Omega} k(x) \nabla \varphi_{ij} \cdot \nabla \varphi_{ij} dx, \quad (16)$$

$$b_{ij} = \int_{\Omega} f \varphi_{ij} dx. \quad (17)$$

Вычисляя коэффициенты a_{ij} , используя производные базисных функций $\frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x_1}$ и $\frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x_2}$ [15],

получим систему линейных алгебраических уравнений

$$A \bar{x} = \bar{b}, \quad (18)$$

где

$$A = \begin{pmatrix} E & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ R_1^{(1)} & B_1 & R_1^{(2)} & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & R_2^{(1)} & B_2 & R_2^{(2)} & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & R_{n-1}^{(1)} & B_{n-1} & R_{n-1}^{(2)} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & E \end{pmatrix},$$

$$\bar{x} = (p_{0,0} \quad p_{0,1} \quad \dots \quad p_{0,n} \quad p_{1,0} \quad p_{1,1} \quad \dots \quad p_{1,n} \quad \dots \quad p_{n,0} \quad p_{n,1} \quad \dots \quad p_{n,n})^T,$$

$$\bar{b} = \left(\underbrace{1 \quad 1 \quad \dots \quad 10 \quad 0 \quad \dots \quad 0}_{n+1} \right)^T,$$

а матрицы B_i , $R_i^{(1)}$ и $R_i^{(2)}$ определены следующим образом:

$$B_i = \begin{pmatrix} \frac{\tilde{k}_{i,0}}{h^2} & -\frac{\tilde{k}_{i,1}}{h^2} & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{\tilde{k}_{i,0}}{h^2} & \frac{\tilde{k}_{i,1}}{h^2} & -\frac{\tilde{k}_{i,2}}{h^2} & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ & -\frac{\tilde{k}_{i,1}}{h^2} & \frac{\tilde{k}_{i,2}}{h^2} & -\frac{\tilde{k}_{i,3}}{h^2} & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & -\frac{\tilde{k}_{i,n-2}}{h^2} & \frac{\tilde{k}_{i,n-1}}{h^2} & -\frac{\tilde{k}_{i,n}}{h^2} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & -\frac{\tilde{k}_{i,n-1}}{h^2} & \frac{\tilde{k}_{i,n}}{h^2} \end{pmatrix},$$

$$R_i^{(1)} = \begin{pmatrix} -\frac{\tilde{k}_{i-1,0}}{h^2} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & -\frac{\tilde{k}_{i-1,1}}{h^2} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & -\frac{\tilde{k}_{i-1,n}}{h^2} \end{pmatrix} \quad R_i^{(2)} = \begin{pmatrix} -\frac{\tilde{k}_{i+1,0}}{h^2} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & -\frac{\tilde{k}_{i+1,1}}{h^2} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & -\frac{\tilde{k}_{i+1,n}}{h^2} \end{pmatrix}$$

где

$$\tilde{k}_{i,j} = \begin{cases} \frac{1}{2}(k_{L,i,j-1} + 2k_{R,i,j-1} + k_{L,i+1,j} + k_{R,i,j} + 2k_{L,i,j} + k_{R,i-1,j-1}), & 1 \leq j \leq n-1, \\ \frac{1}{2}(k_{L,i+1,j} + k_{R,i,j} + 2k_{L,i,j}), & j = 0, \\ \frac{1}{2}(k_{L,i,j-1} + 2k_{R,i,j-1} + k_{R,i-1,j-1}), & j = n, \end{cases}$$

$$\tilde{k}_{i,j-1} = \begin{cases} \frac{1}{2}(k_{L,i,j-1} + k_{R,i,j-1}), & 1 \leq j \leq n, \\ 0, & j = 0, \end{cases} \quad \tilde{k}_{i,j+1} = \begin{cases} \frac{1}{2}k_{R,i,j} + k_{L,i,j}, & 0 \leq j \leq n-1, \\ 0, & j = n, \end{cases} \quad 1 \leq i \leq n-1,$$

$$\tilde{k}_{i-1,j} = \begin{cases} \frac{1}{2}(k_{L,i,j} + k_{R,i-1,j-1}), & 1 \leq j \leq n-1, \\ \frac{1}{2}k_{L,i,j}, & j = 0, \\ \frac{1}{2}k_{R,i-1,j-1} & j = n, \end{cases} \quad \tilde{k}_{i+1,j} = \begin{cases} \frac{1}{2}(k_{L,i+1,j} + k_{R,i,j-1}), & 1 \leq j \leq n-1, \\ \frac{1}{2}k_{L,i+1,j}, & j = 0, \\ \frac{1}{2}k_{R,i,j-1} & j = n, \end{cases}$$

$$1 \leq i \leq n-1 \text{ и } k_{L,i,j} = \frac{k_{i-1,j} + k_{i,j+1} + k_{i,j}}{3}, k_{R,i,j} = \frac{k_{i,j} + k_{i,j+1} + k_{i+1,j+1}}{3}.$$

Итерационный алгоритм стабилизированного метода бисопряженных градиентов решения системы уравнений (18) приведен в работе [11].

Результаты вычислительных экспериментов. Для тестирования предложенного алгоритма использованы следующие исходные данные задачи [16, 17]:

$$k_w(\eta) = \begin{cases} \frac{1}{\mu_w} \left(\frac{\eta - S}{1 - S} \right)^\alpha, & \eta \geq S, \\ 0, & \eta < S, \end{cases} \quad k_o(\eta) = \begin{cases} \frac{1}{\mu_o} \left(\frac{1 - \eta - S}{1 - S} \right)^\beta, & \eta \geq S, \\ 1, & \eta < S, \end{cases}$$

$$S = 0.01, \alpha = 3, \beta = 2, m(x) = 0.2,$$

$$K(x) = 1, \bar{\tau}(x) = \frac{\tau}{\chi(x)} = 0.001, \nu(x) = 0.1.$$

В таблице 1 представлены результаты вычислительных экспериментов с различными предобуславливателями.

Таблица 1. Сравнительный анализ

Предобуславливатель	50 элементов		100 элементов		200 элементов	
	Кол-во итераций	Ошибка	Кол-во итераций	Ошибка	Кол-во итераций	Ошибка
Диагональный предобуславливатель	105	$2.027 \cdot 10^{-16}$	200	$1.912 \cdot 10^{-16}$	245	$8.463 \cdot 10^{-17}$
Неполная LU-факторизация	4	$1.091 \cdot 10^{-16}$	8	$3.113 \cdot 10^{-17}$	16	$2.697 \cdot 10^{-17}$

Из результатов вычислительных экспериментов следует, что неполная LU-факторизация, выбранная в качестве предобуславливателя, является наиболее эффективной. При разбиении области на 200 элементов требуется 16 итераций на вычисление одного временного слоя, это 15 раз меньше при использовании диагонального предобуславливателя. Следует отметить, что при уменьшении количества элементов количество требуемых итераций для достижения точности 10^{-17} уменьшается в порядке геометрической прогрессии.

Таким образом, в работе исследованы итерационные методы решения уравнения для давления в задаче двухфазной неравновесной фильтрации. Результаты исследований могут быть обобщены для решения данной задачи в произвольных областях.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Nuske P., Joekar-Niasar V., Helmig R. Non-equilibrium in multiphase multicomponent flow in porous media: An evaporation example // *International Journal of Heat and Mass Transfer*. - 2014. - Vol. 74. - P. 128-142.
- [2] Nuske P., Ronneberger O., Karadimitriou N., Helmig R., Hassanizadeh S. Modeling two-phase flow in a micro-model with local thermal non-equilibrium on the Darcy scale // *International Journal of Heat and Mass Transfer*. - 2015. - Vol. 88. - P. 822-835.
- [3] Jahanbakhshi S., Ghazanfari M. H., Masihi M. Non-equilibrium model of three-phase flow in porous media in presence of capillary and gravity forces // *Journal of Hydrology*. - 2013. - Vol. 478. - P. 119-131.
- [4] Amaziane B., Panfilov M., Pankratov L. Homogenized model of two-phase flow with local nonequilibrium in double porosity media // *Advances in Mathematical Physics*. - 2016. - Article ID 3058710. - 13 p.
- [5] Wang Y., Aryana S. A., Furtado F., Ginting V. Analysis of nonequilibrium effects and flow instability in immiscible two-phase flow in porous media // *Advances in Water Resources*. - 2018. - Vol. 122. - P. 291-303.
- [6] Ren G., Rafiee J., Aryana S., Yonis R. A bayesian model selection analysis of equilibrium and nonequilibrium models for multiphase flow in porous media // *International Journal of Multiphase Flow*. - 2016. - Vol. 89. - P. 313-320.
- [7] Zhumagulov B., Temirbekov N., Baigereyev D. Efficient difference schemes for the three-phase non-isothermal flow problem // *AIP Conference Proceedings*. - 2017. - Vol. 1880. - P. 060001:1-060001:10.
- [8] Temirbekov N.M., Baigereyev D.R. Numerical solution of an optimal control problem governed by three-phase non-isothermal flow equations // *AIP Conference Proceedings*. - 2016. - Vol. 1759. - P. 020140:1 - 020140:6.
- [9] Temirbekov N.M., Baigereyev D.R. Numerical solution of the problem of optimizing the process of oil displacement by steam // *AIP Conference Proceedings*. - 2016. - Vol. 1739. - P. 020055:1-020055:7.
- [10] Ермагамбетов Т. К. Разрешимость и численное исследование модели неравновесной фильтрации двухфазной несжимаемой жидкости с обобщенным законом неравновесности. - дис... канд. физ.-мат. - Алматы, 2010. - 104 с.
- [11] Norris S. E. A parallel Navier-Stokes solver for natural convection and free-surface flow. - PhD thesis. - 2000.
- [12] Ильин В. П. Методы бисопряженных направлений в подпространствах Крылова // *Сибирский журнал индустриальной математики*. - 2008. - Т. 11, №4. - С. 47-60.
- [13] Марчевский И. К., Пузикова В. В. Анализ эффективности итерационных методов решения систем линейных алгебраических уравнений // *Математическое моделирование и численные методы*. - 2014. - №4. - С. 37-52.
- [14] Игнатъев А. А., Затевахин М. А. Параллельный метод для решения уравнения Пуассона // *Параллельные вычислительные технологии: Труды международной научной конференции ПаВТ-2009, Нижний Новгород, 30 марта-3 апреля 2009*. - Нижний Новгород, 2009. - С. 419-495.
- [15] Даутов Р. З., Карчевский М. М. Введение в теорию метода конечных элементов. - Казань, 2004. - 239 с.

[16] Temirbekov N. M., Baigereyev D. R. Modeling of three-phase non-isothermal flow in porous media using the approach of reduced pressure // Communications in Computer and Information Science. – 2015. – Vol. 549. – P. 166-176.

[17] Wójcik W., Temirbekov N., Baigereyev D. Fractional flow formulation for three-phase non-isothermal flow in porous media // Przegląd Elektrotechniczny. – 2016. – Vol. 92, No. 7, – P. 24-31.

Темирбеков Н. М., Байгереев Д. Р., Омариева Д. А.

Екі фазалы тепе-тең емес фильтрация есебінде қысым үшін теңдеуді шешуде тұрақтандырылған битүйіндес градиенттер әдісін пайдалану

Түйіндеме. Бұл жұмыста араласпайтын сұйықтықтардың екі фазалы тепе-тең емес изотермалық фильтрация моделі зерттеледі. Бастапқы модель қысым, ақиқаттық және тиімді қанықтыққа қатысты үш дербес туындылы дифференциалдық теңдеулер жүйесіне келтірілді. Бұл есеп квадратты облыста ақырлы элементтер әдісімен шығарылады. Қысым үшін теңдеу тұрақтандырылған битүйіндес градиенттер әдісімен шешілді. Екі алғышартты пайдаланумен есептеу тәжірибелерінің негізінде салыстырмалы талдау жасалынды.

Кілттік сөздер: екі фазалы тепе-тең емес фильтрация, ақырлы элементтер әдісі, BiCGStab, итерациялық әдіс, есептеу тәжірибесі.

УДК 530.1

А.Т. Ibrayev

(Kazakhstan Academy of Information and Business, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: pok_rk@mail.ru)

VECTORS AND ORTHOGONAL-CONJUNCTION COORDINATES SYSTEMS

Abstract. The article deals with issues related to the new method of theoretical understanding of the properties of vectors and the use of orthogonal-conjugate coordinate systems for the study of complex physical processes. The possibilities of the effective solution of fundamental problems in the space of the theory of electromagnetic fields are shown.

Keywords: vector, space, algebra, electromagnetic field, particle, method, process, experiment.

А.Т. Ибраев

(Казакстанская академия информации и бизнеса, Алматы, Казахстан,

E-mail: pok_rk@mail.ru)

ВЕКТОРЫ И ОРТОГОНАЛЬНО-СОПРЯЖЕННЫЕ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ

Аннотация. Рассмотрены вопросы, связанные с новым методом теоретического осмысления свойств векторов и использованием ортогонально-сопряженных систем координат для исследования сложных физических процессов. Показаны возможности эффективного решения фундаментальных задач в области теории электромагнитных полей.

Ключевые слова: вектор, пространство, алгебра, электромагнитное поле, частица, метод, процесс, эксперимент.

В различных направлениях фундаментальных наук продолжается критический анализ традиционных в настоящее время теорий и поиск новых теоретических методов для преодоления принципиальных трудностей, имеющихся при исследовании сложных физических процессов. Продолжаются поиски новых подходов и в области теоретической физики, к числу важнейших направлений которой, как известно, относятся теории полей, электромагнетизма [1-3] и т.д. В работах [4-6] указывается недостаточность существующих теорий для объяснения результатов, полученных по итогам проведения целенаправленных научных экспериментов.

В настоящей работе рассмотрены вопросы, связанные с новым методом теоретического осмысления свойств векторов и использованием ортогонально-сопряженных систем координат для исследования сложных физических процессов.

Позицию любой точки пространства, как известно, можно задать или определить путем использования системы координат, размерность которой равна размерности рассматриваемого пространства. Например, для трехмерного пространства в декартовой системе координат x , y , z ,

позиция произвольной точки может быть задана функцией $R = R(x, y, z)$, которая в линейной форме может быть разложена в следующий ряд

$$R = R(x, y, z) = R(x_0, y_0, z_0) + \frac{\partial R}{\partial x} x + \frac{\partial R}{\partial y} y + \frac{\partial R}{\partial z} z, \quad (1)$$

где x_0, y_0, z_0 обозначают начальные значения соответствующих координат.

Ввиду линейности уравнения (1) и наличия частных производных, связанных с направлениями координат, вектор $\vec{R} = \vec{R}(x, y, z)$ может быть представлен в виде

$$\vec{R} = R(x, y, z) - R(x_0, y_0, z_0) = \frac{\partial R}{\partial x} x + \frac{\partial R}{\partial y} y + \frac{\partial R}{\partial z} z. \quad (2)$$

При $x_0 = y_0 = z_0 = 0$ и $R(0, 0, 0) = 0$, то есть при отсчете начальной точки вектора от начала системы координат, из (2) имеем

$$\vec{R} = \left(\frac{\partial R}{\partial x} \right)_0 x + \left(\frac{\partial R}{\partial y} \right)_0 y + \left(\frac{\partial R}{\partial z} \right)_0 z. \quad (4)$$

Обозначив здесь

$$\left(\frac{\partial R}{\partial x} \right)_0 = \vec{e}_x, \quad \left(\frac{\partial R}{\partial y} \right)_0 = \vec{e}_y, \quad \left(\frac{\partial R}{\partial z} \right)_0 = \vec{e}_z, \quad (5)$$

и наложив для каждой пары единичных векторов \vec{e}_x, \vec{e}_y и \vec{e}_z условия ортогональности

$$\vec{e}_x \vec{e}_y = \vec{e}_y \vec{e}_z = \vec{e}_z \vec{e}_x = 0, \quad (6)$$

из уравнения (4) получим формулу разложения вектора на ортогональные составляющие в традиционной форме

$$\vec{R} = x \vec{e}_x + y \vec{e}_y + z \vec{e}_z, \quad (7)$$

где единичные векторы \vec{e}_x, \vec{e}_y и \vec{e}_z , наряду с (6), удовлетворяют условиям

$$\vec{e}_x^2 = \vec{e}_y^2 = \vec{e}_z^2 = 1.$$

В векторной алгебре, как известно, кроме условия (6), которое описывает свойство скалярного произведения, накладываются также условия, характеризующие векторное произведение единичных векторов.

В настоящее время практически все основные, ставшие фундаментальными, теории в самых разных направлениях науки построены на основе векторной алгебры. Вместе с тем, в отдельных случаях признается, что для построения некоторых теорий векторная алгебра перестает быть наиболее эффективной математической базой. Например, разработанная на основе векторной алгебры специальная теория относительности оказалась недостаточно универсальной. Поэтому, общая теория относительности была разработана на основе тензорного анализа.

В области теоретической физики основными факторами, ограничивающими возможности векторной алгебры, являются недостатки используемых правил определения векторного произведения сомножителей, которые не в полной мере подходят для описания вращений и комплекса линейно-вращательных движений.

Для более детального описания суммарных линейных и вращательных движений вместе с линейными координатами должны учитываться и связанные с ними угловые координаты. Задача детализации учета параметров движения и обеспечения комплексности системы координат может

быть решена путем разложения вектора на двумерные составляющие, которые представляют собой проекции вектора на взаимно ортогональные плоскости и учитывают планарные угловые параметры вращений.

Планарное отображение \vec{R}_p вектора (7) может быть представлено в виде

$$\vec{R}_p = \frac{\partial \vec{R}_p}{\partial \vec{\rho}_{xy}} \vec{\rho}_{xy} + \frac{\partial \vec{R}_p}{\partial \vec{\rho}_{yz}} \vec{\rho}_{yz} + \frac{\partial \vec{R}_p}{\partial \vec{\rho}_{zx}} \vec{\rho}_{zx}. \quad (8)$$

Здесь $\vec{\rho}_{xy}$, $\vec{\rho}_{yz}$, $\vec{\rho}_{zx}$ - проекции вектора \vec{R}_p на указанные в индексах плоскости.

Введем обозначения

$$\delta_{xy} = \frac{\partial \vec{R}_p}{\partial \vec{\rho}_{xy}}, \quad \delta_{yz} = \frac{\partial \vec{R}_p}{\partial \vec{\rho}_{yz}}, \quad \delta_{zx} = \frac{\partial \vec{R}_p}{\partial \vec{\rho}_{zx}}, \quad (9)$$

где δ_{xy} , δ_{yz} , δ_{zx} являются единичными псевдоскалярами, которые удовлетворяют условиям

$$\delta_{xy}^2 = \delta_{yz}^2 = \delta_{zx}^2 = 1, \quad \delta_{xy} \delta_{yz} = \delta_{yz} \delta_{zx} = \delta_{zx} \delta_{xy} = 0. \quad (10)$$

С учетом (9) и (10) уравнение (8) принимает вид

$$\vec{R}_p = \delta_{xy} \vec{\rho}_{xy} + \delta_{yz} \vec{\rho}_{yz} + \delta_{zx} \vec{\rho}_{zx}. \quad (11)$$

Входящие в (11) $\vec{\rho}_{xy}$, $\vec{\rho}_{yz}$, $\vec{\rho}_{zx}$ могут быть представлены в виде произведений

$$\vec{\rho}_{xy} = \rho_{xy} \vec{e}_{xy}, \quad \vec{\rho}_{yz} = \rho_{yz} \vec{e}_{yz}, \quad \vec{\rho}_{zx} = \rho_{zx} \vec{e}_{zx}, \quad (12)$$

в которых ρ_{xy} , ρ_{yz} , ρ_{zx} характеризуют модульные значения проекций вектора \vec{R}_p , единичные векторы \vec{e}_{xy} , \vec{e}_{yz} , \vec{e}_{zx} определяют их направления в соответствующих плоскостях через линейные единичные векторы \vec{e}_x , \vec{e}_y , \vec{e}_z и удовлетворяют следующим уравнениям

$$\vec{e}_{xy} = \vec{e}_x \cos \varphi_{xy} + \vec{e}_y \sin \varphi_{xy}, \quad (13)$$

$$\vec{e}_{yz} = \vec{e}_y \cos \varphi_{yz} + \vec{e}_z \sin \varphi_{yz}, \quad (14)$$

$$\vec{e}_{zx} = \vec{e}_z \cos \varphi_{zx} + \vec{e}_x \sin \varphi_{zx}. \quad (15)$$

В уравнениях (13) – (15) угловые координаты φ_{xy} , φ_{yz} , φ_{zx} характеризуют вращения двумерных проекций вектора \vec{R}_p вокруг начала координат в указанных в их индексах плоскостях.

Из уравнений (4), (5) и (11) – (15) можно видеть, что в общем случае единичные векторы \vec{e}_x , \vec{e}_y и \vec{e}_z удовлетворяют уравнениям

$$\left(\frac{\partial R}{\partial x} \right)_0 = \left(\frac{\partial \rho_{xy}}{\partial x} \right)_0 = \left(\frac{\partial \rho_{zx}}{\partial x} \right)_0 = \vec{e}_x, \quad (16)$$

$$\left(\frac{\partial R}{\partial y} \right)_0 = \left(\frac{\partial \rho_{yz}}{\partial y} \right)_0 = \left(\frac{\partial \rho_{xy}}{\partial y} \right)_0 = \vec{e}_y, \quad (17)$$

$$\left(\frac{\partial R}{\partial z} \right)_0 = \left(\frac{\partial \rho_{zx}}{\partial z} \right)_0 = \left(\frac{\partial \rho_{yz}}{\partial z} \right)_0 = \vec{e}_z. \quad (18)$$

Кроме того, из этих же уравнений следует

$$\vec{R} = x\vec{e}_x + y\vec{e}_y + z\vec{e}_z = \frac{1}{\sqrt{2}}\vec{R}_p. \quad (19)$$

Вектор, заданный в канонической форме (7), в полной мере обеспечивает описание положения произвольной точки в пространстве, то есть достаточен для решения любой задачи по статике. При решении задач кинематики и динамики, то есть при исследованиях движений, как известно, кроме линейных перемещений необходимо детально учитывать и вращения. В векторной алгебре для учета вращательных перемещений используется операция векторного умножения. При этом смысл векторного произведения трактуется аксиоматично и раскрыт недостаточно полно.

В данной работе для учета угловых координат φ_{xy} , φ_{yz} и φ_{zx} предлагается ввести дополнительно систему координат, которая является ортогонально-сопряженной к основной (базовой) системе координат. В дополнительной системе координат вектор (7) будет иметь отображение \vec{R}_p^\perp , который раскладывается на двумерные составляющие в следующем виде

$$\vec{R}_p^\perp = \vec{\rho}_{xy}^\perp \delta_{xy} + \vec{\rho}_{yz}^\perp \delta_{yz} + \vec{\rho}_{zx}^\perp \delta_{zx}, \quad (20)$$

где

$$\vec{\rho}_{xy}^\perp = \rho_{xy} \vec{e}_{xy}^\perp, \quad \vec{\rho}_{yz}^\perp = \rho_{yz} \vec{e}_{yz}^\perp, \quad \vec{\rho}_{zx}^\perp = \rho_{zx} \vec{e}_{zx}^\perp, \quad (21)$$

$$\vec{e}_{xy}^\perp = \frac{\partial \vec{e}_{xy}}{\partial |\varphi_{xy}|}, \quad \vec{e}_{yz}^\perp = \frac{\partial \vec{e}_{yz}}{\partial |\varphi_{yz}|}, \quad \vec{e}_{zx}^\perp = \frac{\partial \vec{e}_{zx}}{\partial |\varphi_{zx}|}. \quad (22)$$

Уравнения (22) определяют условия ортогональности исходной и дополнительной систем координат. В этих уравнениях частные производные определяются по модулям угловых координат, которые с самими угловыми координатами связаны формулами

$$\varphi_{xy} = \sigma_{xy}^{mn} |\varphi_{xy}|, \quad \varphi_{yz} = \sigma_{yz}^{mn} |\varphi_{yz}|, \quad \varphi_{zx} = \sigma_{zx}^{mn} |\varphi_{zx}|, \quad (23)$$

где σ_{xy}^{mn} , σ_{yz}^{mn} и σ_{zx}^{mn} - знаковые коэффициенты направлений вращения, цифры m и n обозначают порядковые номера векторов, между которыми отсчитывается угловая координата. При нечетном числе изменений порядка следования символов в индексах знаковый коэффициент имеет противоположное значение.

Представление угловых координат в виде (23) необходимо потому, что направление вращения должно быть описано более определенно, чем направление движения в линейных координатах. Это связано с тем, что позиции и перемещения произвольной точки в пространстве в линейных координатах описываются однозначно без осложнений, а при использовании угловых координат одно и то же место расположения точки может быть описано, как минимум (даже в статике), двумя способами в зависимости от выбора направления отсчета угловой координаты.

С учетом (13) – (15), (22) и (23) получим

$$\vec{e}_{xy}^\perp = \sigma_{xy} \left(-\vec{e}_x \sin \varphi_{xy} + \vec{e}_y \cos \varphi_{xy} \right), \quad (24)$$

$$\vec{e}_{yz}^\perp = \sigma_{yz} \left(-\vec{e}_y \sin \varphi_{yz} + \vec{e}_z \cos \varphi_{yz} \right), \quad (25)$$

$$\vec{e}_{zx}^\perp = \sigma_{zx} \left(-\vec{e}_z \sin \varphi_{zx} + \vec{e}_x \cos \varphi_{zx} \right). \quad (26)$$

Из (13) – (15) и (24) – (26) несложно видеть, что при одинаковых значениях угловых координат, независимо от величин ρ_{xy} , ρ_{yz} , ρ_{zx} , произведение ортогональных отображений вектора будет равным нулю

$$\vec{R}_p \vec{R}_p^\perp = \vec{R}_p \left(\varphi_{xy}, \varphi_{yz}, \varphi_{zx} \right) \vec{R}_p^\perp \left(\varphi_{xy}, \varphi_{yz}, \varphi_{zx} \right) = 0. \quad (27)$$

В (27) сомножители \vec{R}_p и \vec{R}_p^\perp при развернутой записи, с учетом всех приведенных выше составляющих, имеют вид

$$\vec{R}_p = \delta_{xy} \rho_{xy} (\vec{e}_x \cos \varphi_{xy} + \vec{e}_y \sin \varphi_{xy}) + \delta_{yz} \rho_{yz} (\vec{e}_y \cos \varphi_{yz} + \vec{e}_z \sin \varphi_{yz}) + \delta_{zx} \rho_{zx} (\vec{e}_z \cos \varphi_{zx} + \vec{e}_x \sin \varphi_{zx}), \quad (28)$$

$$\vec{R}_p^\perp = \delta_{xy} \rho_{xy} \sigma_{xy}^{mn} (-\vec{e}_x \sin \varphi_{xy} + \vec{e}_y \cos \varphi_{xy}) + \delta_{yz} \rho_{yz} \sigma_{yz}^{mn} (-\vec{e}_y \sin \varphi_{yz} + \vec{e}_z \cos \varphi_{yz}) + \delta_{zx} \rho_{zx} \sigma_{zx}^{mn} (-\vec{e}_z \sin \varphi_{zx} + \vec{e}_x \cos \varphi_{zx}). \quad (29)$$

Уравнения (28) и (29) могут быть представлены в декартовой системе координат. Для этого используются следующие равенства

$$x = \rho_{xy} \cos \varphi_{xy} = \rho_{zx} \sin \varphi_{zx}, \quad (30)$$

$$y = \rho_{yz} \cos \varphi_{yz} = \rho_{xy} \sin \varphi_{xy}, \quad (31)$$

$$z = \rho_{zx} \cos \varphi_{zx} = \rho_{yz} \sin \varphi_{yz}. \quad (32)$$

С учетом (30) – (32) уравнения (28) и (29) могут быть переписаны в виде

$$\vec{R}_p = \delta_{xy} (x\vec{e}_x + y\vec{e}_y) + \delta_{yz} (y\vec{e}_y + z\vec{e}_z) + \delta_{zx} (z\vec{e}_z + x\vec{e}_x), \quad (33)$$

$$\vec{R}_p^\perp = \delta_{xy} \sigma_{xy}^{mn} (-y\vec{e}_x + x\vec{e}_y) + \delta_{yz} \sigma_{yz}^{mn} (-z\vec{e}_y + y\vec{e}_z) + \delta_{zx} \sigma_{zx}^{mn} (-x\vec{e}_z + z\vec{e}_x). \quad (34)$$

Рассмотрим теперь алгебраические свойства векторов (33) и (34). Несложно видеть, что эти векторы при выполнении операций сложения и вычитания полностью сохраняют все свойства векторной алгебры. Подробнее проанализируем выполнение для них операции умножения. Разберем ниже следующие примеры.

$$\vec{R}_{p1} \vec{R}_{p2} = \vec{R}_{p1}^\perp \vec{R}_{p2}^\perp = 2\vec{R}_1 \vec{R}_2 = 2(x_1 x_2 + y_1 y_2 + z_1 z_2), \quad (35)$$

$$\vec{R}_{p1}^\perp \vec{R}_{p2} = \sigma_{xy}^{12} (x_1 y_2 - y_1 x_2) + \sigma_{yz}^{12} (y_1 z_2 - z_1 y_2) + \sigma_{zx}^{12} (z_1 x_2 - x_1 z_2). \quad (36)$$

Цифры 1 и 2 в индексах величин в (35) и (36) обозначают порядковые номера следования сомножителей. В смешанных произведениях (36) знаковые коэффициенты определяются по формулам

$$\sigma_{xy}^{mn} = \text{sign}(x_m y_n - y_m x_n), \quad (37)$$

$$\sigma_{yz}^{mn} = \text{sign}(y_m z_n - z_m y_n), \quad (38)$$

$$\sigma_{zx}^{mn} = \text{sign}(z_m x_n - x_m z_n). \quad (39)$$

Уравнение (35) полностью согласуется с уравнением (19) и характеризует скалярное произведение векторов. Произведение (36) по содержанию аналогичен векторному произведению в векторной алгебре, но имеет и заметные отличия. Отметим два главных отличия. Первое – использование знаковых коэффициентов приводит к коммутативности смешанного (векторного) произведения (36). Второе – в правой части (36) сомножителями выражений в скобках являются не единичные векторы осевых направлений, ортогональных к плоскостям вращений, а знаковые коэффициенты направлений вращения. Для перехода от коэффициентов (37) – (39) к единичным осевым векторам, очевидно, должны быть приняты дополнительные условия. Ниже будет показано, что отмеченные отличия дают заметные преимущества при рассмотрении ряда задач, связанных со

сложными по составу движениями. Перед рассмотрением примеров применений векторов (33) и (34) предложим следующее.

Назовем представленный в канонической форме вектор (7) статическим и введем понятие кинематического вектора \vec{R}_{kin} , который представим в виде суммы ортогонально-сопряженных векторов (33) и (34)

$$\vec{R}_{kin} = \vec{R}_p + \vec{R}_p^\perp. \quad (40)$$

Из (33), (34) и (40) следует, что кинематический вектор и его составляющие однозначно определяются значениями координат x , y , z . Поэтому, все скалярные функции, связанные с кинематическими векторами, также являются функциями от координат x , y , z .

Рассмотрим формы дифференциальных операторов для случаев, когда используются векторы \vec{R}_p , \vec{R}_p^\perp и \vec{R}_{kin} . Начнем с оператора ∇ , который в декартовой системе координат имеет вид

$$\nabla = \frac{\partial}{\partial x} \vec{e}_x + \frac{\partial}{\partial y} \vec{e}_y + \frac{\partial}{\partial z} \vec{e}_z. \quad (41)$$

В канонической форме градиент скалярной функции $U = U(x, y, z)$ определяется формулой

$$\nabla U = \frac{\partial U}{\partial x} \vec{e}_x + \frac{\partial U}{\partial y} \vec{e}_y + \frac{\partial U}{\partial z} \vec{e}_z. \quad (42)$$

При использовании в исследованиях вектора \vec{R}_{kin} вместо оператора (41) применяется кинематический оператор вида

$$\nabla_{kin} = \nabla_p + \nabla_p^\perp, \quad (43)$$

где

$$\nabla_p = \left(\frac{\partial}{\partial x} \vec{e}_x + \frac{\partial}{\partial y} \vec{e}_y \right) \delta_{xy} + \left(\frac{\partial}{\partial y} \vec{e}_y + \frac{\partial}{\partial z} \vec{e}_z \right) \delta_{yz} + \left(\frac{\partial}{\partial z} \vec{e}_z + \frac{\partial}{\partial x} \vec{e}_x \right) \delta_{zx}, \quad (44)$$

$$\nabla_p^\perp = \left(\frac{\partial}{\partial x} \vec{e}_y - \frac{\partial}{\partial y} \vec{e}_x \right) \sigma_{xy}^{mn} \delta_{xy} + \left(\frac{\partial}{\partial y} \vec{e}_z - \frac{\partial}{\partial z} \vec{e}_y \right) \sigma_{yz}^{mn} \delta_{yz} + \left(\frac{\partial}{\partial z} \vec{e}_x - \frac{\partial}{\partial x} \vec{e}_z \right) \sigma_{zx}^{mn} \delta_{zx}. \quad (45)$$

Операторы (44) и (45) назовем, соответственно, планарным и ортогонально-планарным.

С учетом (44) и (45) планарный и ортогонально-планарный градиенты скалярной функции U будут удовлетворять уравнениям

$$\nabla_p U = grad_p U = \left(\frac{\partial U}{\partial x} \vec{e}_x + \frac{\partial U}{\partial y} \vec{e}_y \right) \delta_{xy} + \left(\frac{\partial U}{\partial y} \vec{e}_y + \frac{\partial U}{\partial z} \vec{e}_z \right) \delta_{yz} + \left(\frac{\partial U}{\partial z} \vec{e}_z + \frac{\partial U}{\partial x} \vec{e}_x \right) \delta_{zx}, \quad (46)$$

$$\nabla_p^\perp U = grad_p^\perp U = \left(\frac{\partial U}{\partial x} \vec{e}_y - \frac{\partial U}{\partial y} \vec{e}_x \right) \sigma_{xy}^{mn} \delta_{xy} + \left(\frac{\partial U}{\partial y} \vec{e}_z - \frac{\partial U}{\partial z} \vec{e}_y \right) \sigma_{yz}^{mn} \delta_{yz} + \left(\frac{\partial U}{\partial z} \vec{e}_x - \frac{\partial U}{\partial x} \vec{e}_z \right) \sigma_{zx}^{mn} \delta_{zx}. \quad (47)$$

Если в формулах для градиентов (46) и (47) вместо U подставить вектор

$$\vec{A} = A_x \vec{e}_x + A_y \vec{e}_y + A_z \vec{e}_z, \quad (48)$$

получим

$$\nabla_p \vec{A} = \text{div}_p \vec{A} = \left(\frac{\partial A_x}{\partial x} + \frac{\partial A_y}{\partial y} \right) \delta_{xy} + \left(\frac{\partial A_y}{\partial y} + \frac{\partial A_z}{\partial z} \right) \delta_{yz} + \left(\frac{\partial A_z}{\partial z} + \frac{\partial A_x}{\partial x} \right) \delta_{zx}, \quad (49)$$

$$\nabla_p^\perp \vec{A} = \text{rot}_p \vec{A} = \left(\frac{\partial A_y}{\partial x} - \frac{\partial A_x}{\partial y} \right) \sigma_{xy} \delta_{xy} + \left(\frac{\partial A_z}{\partial y} - \frac{\partial A_y}{\partial z} \right) \sigma_{yz} \delta_{yz} + \left(\frac{\partial A_x}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial x} \right) \sigma_{zx} \delta_{zx}. \quad (50)$$

Рассмотрим также один из наиболее часто используемых операторов второго порядка – оператор Лапласа, который в традиционной (канонической) форме имеет вид

$$\Delta = \text{divgrad} = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}. \quad (51)$$

Из (44), (45) и (49) получим

$$\Delta_p = \text{divgrad}_p = 2\Delta = 2 \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right), \quad \Delta_p^\perp = \text{divgrad}_p^\perp = 0. \quad (52)$$

Используем теперь полученные выше результаты для анализа движения заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Начнем анализ с закона сохранения энергии, который в общем виде описывается уравнением

$$\frac{d}{dt} (W_{kin} - W_{pot}) = 0, \quad (53)$$

где t - время, W_{kin} - кинетическая энергия, W_{pot} - потенциальная энергия.

Из (53) следует

$$W_{kin} = W_{pot} + W_0. \quad (54)$$

Здесь $W_0 = const$ - начальная энергия движущейся частицы.

Кинетическая энергия удовлетворяет уравнению

$$\frac{dW_{kin}}{dt} = \vec{V}_{kin} \frac{d(m\vec{V}_{kin})}{dt}, \quad (55)$$

где m - масса, $V_{kin} = \frac{d\vec{R}_{kin}}{dt}$ - полная скорость заряженной частицы.

С учетом (40) кинетическая (полная) скорость частицы может быть представлена в виде

$$\vec{V}_{kin} = \vec{V}_p + \vec{V}_p^\perp. \quad (56)$$

В уравнении (56)

$$V_p = \frac{d\vec{R}_p}{dt}, \quad V_p^\perp = \frac{d\vec{R}_p^\perp}{dt}. \quad (57)$$

Из (56) следует

$$V_{kin}^2 = V_p^2 + (V_p^\perp)^2. \quad (58)$$

Уравнение (58) означают, что полная кинетическая энергия определяется в виде суммы кинетических энергий движения заряженной частицы в радиальном и ортогональном направлениях, которое осуществляется под воздействием одновременно приложенных линейных и вращающих (электрических и магнитных) полей.

Уравнение движения заряженной частицы с зарядом q рассмотрим в зависимости только от скалярных потенциалов $U = U(x, y, z)$ и запишем в виде

$$m \frac{d\vec{V}_{kin}}{dt} = q \nabla_{kin} U. \quad (59)$$

С учетом (43) из уравнения (59) получим

$$m \frac{d\vec{V}_{kin}}{dt} = q (\nabla_p U + \nabla_p^\perp U). \quad (60)$$

Умножив обе части уравнения (60) на \vec{V}_{kin} получим (54). Это означает, что потенциал вращающего (магнитного) поля не только меняет направление движения заряженной частицы, но и вносит вклад в суммарную кинетическую энергию частицы.

Ввиду того, что параметры движения заряженной частицы определяются в базовой системе координат, умножим обе части уравнения (60) на \vec{V}_p . В этом случае левая часть (60) принимает вид

$$m \vec{V}_p \frac{d\vec{V}_{kin}}{dt} = m \vec{V}_p \left(\frac{d\vec{V}_p}{dt} + \frac{d\vec{V}_p^\perp}{dt} \right) = \frac{m}{2} \frac{dV_p^2}{dt} + m \vec{V}_p \frac{d\vec{V}_p^\perp}{dt}, \quad (61)$$

а правая часть определяется в виде

$$q \vec{V}_p (\nabla_p U + \nabla_p^\perp U) = q \frac{dU}{dt} + q \vec{V}_p \nabla_p^\perp U, \quad (62)$$

где

$$q \vec{V}_p \nabla_p^\perp U = q \left(\frac{\partial U}{\partial x} V_y - \frac{\partial U}{\partial y} V_x \right) \sigma_{xy}^{mn} + q \left(\frac{\partial U}{\partial y} V_z - \frac{\partial U}{\partial z} V_y \right) \sigma_{yz}^{mn} + q \left(\frac{\partial U}{\partial z} V_x - \frac{\partial U}{\partial x} V_z \right) \sigma_{zx}^{mn}. \quad (63)$$

Из (61) – (63) имеем

$$\frac{m V_p^2}{2} = q U, \quad (64)$$

$$m \vec{V}_p \frac{d\vec{V}_p^\perp}{dt} = q \left(\frac{\partial U}{\partial x} V_y - \frac{\partial U}{\partial y} V_x \right) \sigma_{xy}^{mn} + q \left(\frac{\partial U}{\partial y} V_z - \frac{\partial U}{\partial z} V_y \right) \sigma_{yz}^{mn} + q \left(\frac{\partial U}{\partial z} V_x - \frac{\partial U}{\partial x} V_z \right) \sigma_{zx}^{mn}. \quad (65)$$

Обозначив

$$\frac{\partial U}{\partial x} = H_x, \quad \frac{\partial U}{\partial y} = H_y, \quad \frac{\partial U}{\partial z} = H_z, \quad (66)$$

перепишем (65) в виде

$$m \vec{V}_p \frac{d\vec{V}_p^\perp}{dt} = q \left[(V_y H_x - V_x H_y) \sigma_{xy}^{mn} + (V_z H_y - V_y H_z) \sigma_{yz}^{mn} + (V_x H_z - V_z H_x) \sigma_{zx}^{mn} \right]. \quad (67)$$

В правой части уравнения (67) выражения в скобках полностью соответствуют проекциям векторной величины, которую в классической в настоящее время теории электромагнетизма называют силой Лоренца для магнитных полей. Выражение в левой части этого уравнения, характеризующая вращательную кинетическую энергию, в традиционной теории поля утеряно. Возникающие при этом нестыковки устраняются путем введения понятия калибровки векторного потенциала.

В общем случае, используя принцип суперпозиции, скалярную функцию U можно задать в виде

$$U(x, y, z) = U_E(x, y, z) + U_M(x, y, z), \quad (68)$$

где $U_E(x, y, z)$ и $U_M(x, y, z)$, соответственно, электрическая и магнитная составляющие суммарного потенциала.

При этом, значения напряженностей электрического и магнитного полей могут определяться как кинематические градиенты потенциалов, входящих в правую часть уравнения (68). Вместе с тем, напряженность магнитного поля может быть задана в виде

$$\vec{H} = \nabla_{kin} \vec{A} = \nabla_p \vec{A} + \nabla_p^\perp \vec{A}, \quad (69)$$

где \vec{A} - векторный потенциал.

С учетом (49), (50) и (69) можно подтвердить выводы, сделанные на основе результатов экспериментальных исследований [4], о необходимости учета в теории электромагнитных полей квазилинейной составляющей магнитного поля.

Из уравнений (58), (60), (64), (67) – (69) можно сделать вывод, что в традиционной в настоящее время теории поля в базовых уравнениях выпали очень важные компоненты, свидетельствующие: 1) о наличии базисной квазилинейной составляющей магнитного поля; 2) о наличии вклада магнитного поля в суммарную кинетическую энергию заряженной частицы, движущейся в комбинированном (электрическом и магнитном) поле. Отметим, эти выводы не являются совершенно неожиданными. На основе анализа теорий и результатов научных экспериментов, выполненных в специальных лабораториях, в работах ряда авторов (см., например, [4,5]) и раньше, высказывались сомнения о полноте существующей теории электромагнитных полей.

Обратим внимание, используя выше при выводе всех основных соотношений новый метод отображения векторов, нигде в работе не использовалось понятие «операция векторного произведения». Это является особенностью, предложенной автором настоящей статьи, алгебры векторов в планарной ортогонально-сопряженной системе координат. Более подробное изложение особенностей предложенной алгебры, в связи с ограниченностью данной статьи по объему, автор переносит на другие публикации.

В заключение отметим, как показали приведенные выше результаты данной работы, в традиционной в настоящее время теории электромагнитного поля имеются принципиальные недостатки, которые не позволяют достичь достаточной адекватности математических моделей при исследовании сложных физических процессов. Применение ортогонально-сопряженной системы координат и кинематического вектора позволит решить ряд важнейших научных задач в различных направлениях фундаментальных и прикладных наук.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Учебное пособие. Т.2. Теория поля. - М., Наука, 1988. – 512 с.
- [2] Джексон Дж. Классическая электродинамика. – М.: Мир, 1965. – 703 с.
- [3] Ампер А.М. Электродинамика. - М., АН СССР, 1954. – 492 с.
- [4] Николаев Г.В. Электродинамика физического вакуума. Новые концепции физического мира. Новосибирск, Изд-во НТЛ, 2004. – 700 с.
- [5] Петров А.М. Кватернионные тайны космоса. - М., 2007. - 62 с.
- [6] Ибраев А.Т. Составление и использование композитных векторов для исследования электромагнитных полей. – Вестник КазНУ, 2019, №2, С.542-547.

Ибраев А.Т.

Векторлар және ортогоналды косакталған координаттар жүйелері.

Түйіндеме. Мақалада векторлардың қасиеттерін теориялық түсінудің жаңа тәсілімен және күрделі физикалық үдерістерді зерттеу үшін ортогоналды косакталған координаттар жүйелерін қолдану мәселелерін қарастырылады. Электромагниттік өрістер теориясы саласындағы іргелі мәселелерді тиімді шешудің мүмкіндіктері көрсетілген.

Түйінді сөздер: вектор, кеңістік, алгебра, электромагниттік өріс, бөлшек, тәсіл, процесс, эксперимент.

УДК 53.096

S. Y. Kumekov, N. K. Saitova

(Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, 050013 Almaty,
Kazakhstan e-mail: skumekov@mail.ru)

DIFFUSIVE SPECTRA OF PHOTOLUMINESCENCE ANTISTOKES WING IN CARBON NANOSTRUCTURES.

Abstract: The dimer-excimer model of the photoluminescence of carbon nanostructures to explain the features of the spectra is proposed. The temperature dependence of the distribution function of thermally activated pre-excited states is calculated, explaining the spectral and temperature dependence of the anti-stokes photoluminescence wing in amorphous hydrogenated carbon α -C: H [1] and native biopolymer-collagen [2].

Keywords: carbon quantum dots, photoluminescence of carbon-containing objects, anti-Stokes radiation, photodissociation, dimeric-excimer model.

С.Е. Кумеков, Н.К. Саитова

(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, e-mail: skumekov@mail.ru)

ДИФфузные спектры антистоксова крыла фотолуминесценции в углеродных наноструктурах

Аннотация: Предложена димерно-эксимерная модель фотолуминесценции в углеродных наноструктурах для объяснения особенностей спектров. Рассчитана температурная зависимость функции распределения термически активированных довозбужденных состояний, объясняющая спектральную и температурную зависимость антистоксова крыла фотолуминесценции в аморфном гидрогенизированном углероде α -C:H [1] и нативном биополимере-коллагене [2].

Ключевые слова: углеродные квантовые точки, фотолуминесценция в углеродсодержащих объектах, антистоксова излучение, фотодиссоциация, димерно-эксимерная модель.

1. Введение

Сравнительно недавно [1-6] были обнаружены интересные особенности фотолуминесценции углеродных квантовых точек (УКТ): широкая бесструктурная полоса в видимой области спектра, полуширина, энергия фотона в максимуме полосы и коротковолновый край которой, зависят от энергии кванта возбуждения. Аналогичные особенности ФЛ наблюдались ранее в таких углеродсодержащих объектах, как аморфный гидрогенизированный углерод α -C:H [7] и нативный биополимер-коллаген [8].

Дополнительной особенностью спектров ФЛ α -C:H и коллагена явилось наблюдение антистоксова излучения (АСИ) при температурах выше температуры жидкого азота. С увеличением температуры образцов спектральный диапазон крыла АСИ расширялся в длинноволновую область. Измерения кинетики затухания показывали флуоресцентный характер АСИ.

В [7] наблюдаемое АСИ объясняется рекомбинацией носителей, термически возбуждаемых по локализованным состояниям выше уровня возбуждения (рис.1). В [8] сделано качественное предположение об эксимерной природе ФЛ в коллагене (рис. 2).

Общим структурным свойством этих объектов [1-8] является наличие углеродных гексагонов – ядер бензольного кольца.

Структурная особенность вышеперечисленных объектов может приводить к образованию сэндвичевых структур [9], представляющих физические димеры углеродных гексагонов-ароматических колец, или их совокупность, при этом под термином димер подразумевается физический димер, состоящий из двух мономеров [9]. Димеры могут быть разной геометрии. При параллельном расположении мономеров димер представляет сэндвичевую структуру. Именно о таких димерах речь идет в настоящей статье. В таких димерах мономеры рассматриваются как плоские графеноподобные кластеры разных размеров, зависящих от количества гексагонов, образующих кластер. Подобное представление структуры позволило развить димерно-эксимерную модель излучательных процессов и объяснить основные особенности экспериментальных спектров АСИ фотолуминесценции (ФЛ) в α -C:H и коллагене.

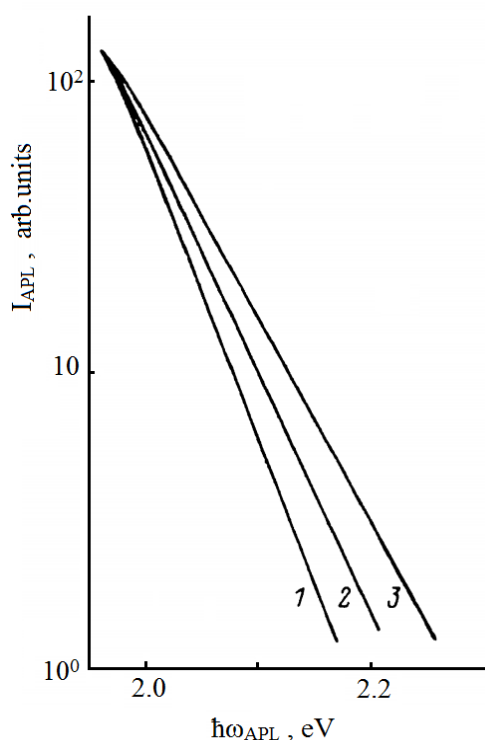


Рис. 1. Экспериментальные спектры АСИ в аморфном гидрогенизированном углероде α -С:Н [7]

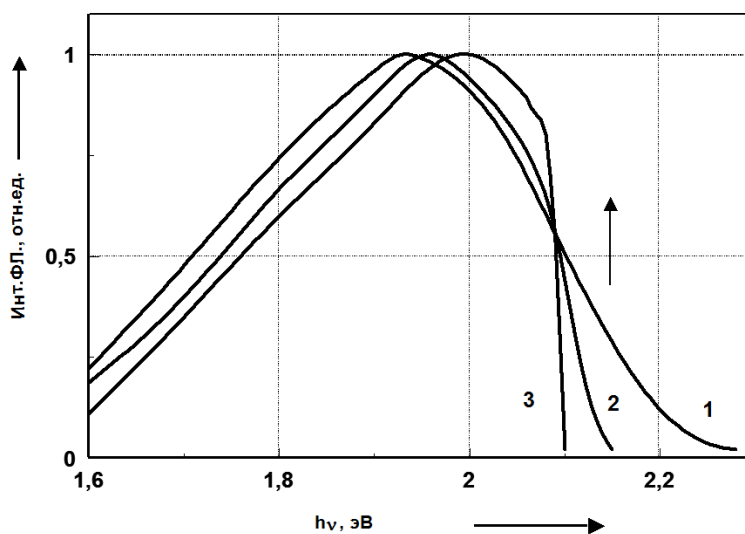


Рис. 2. Спектры ФЛ НК, измеренные при возбуждении $h\nu_{exc} = 2,14$ эВ. (показана стрелкой) и трех температурах: 1-300 К, 2-78К, 3-4,2К [8].

2. Модель.

На рисунке 3 иллюстрируется схема происхождения диффузного спектра излучения эксимера [10]. E_1 и E^* – электронные термы основного и возбужденного состояний эксимера; $\hbar\omega_e$ – энергия кванта возбуждения и резонансной флуоресценции на переходах $1-1'$, $\hbar\omega_{APL}$ – энергия кванта антистоксова излучения на переходах $2-2'$. Интервал энергий между состояниями 1 и $1'$ равен ε , состояниями 2 и $2'$ равен δ . Тогда $\varepsilon = \hbar\omega_{APL} - \hbar\omega_e - \delta$.

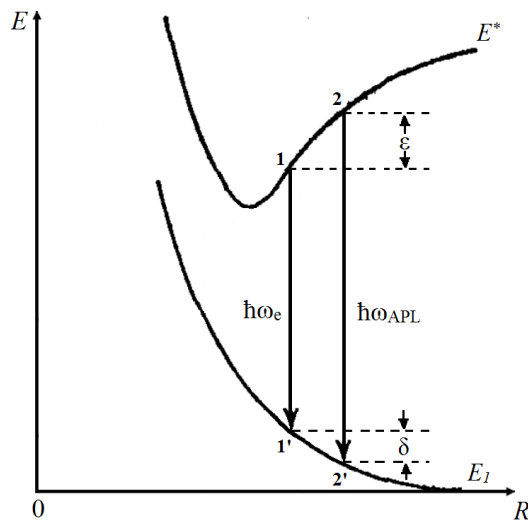


Рис. 3. Происхождение диффузного спектра излучения эксимера [10].
 E_1 и E^* – электронные термы основного и возбужденного состояний

Интенсивность АС крыла ФЛ пропорциональна сечению фотодиссоциации σ_{PD} , концентрации эксимерных состояний N_{exc} и энергетическому распределению термически активированных довозбужденных состояний $e^{-\varepsilon/kT}$, где $\varepsilon = \hbar\omega_{APL} - \hbar\omega_e - \delta$,

$$I_{APL} = \sigma_{PD} \cdot N_{exc} \cdot \exp[-(\hbar\omega_{APL} - \hbar\omega_e - \delta)/kT] \quad (1)$$

Сечение фотодиссоциации

$$\sigma_{PD} = \frac{\pi^2 c^2 \hbar^3}{(\hbar\omega)^2 \Delta \tau_{sp}} \quad (2)$$

здесь c – скорость света, $\hbar\omega$ – энергия кванта излучения, Δ – эффективная ширина полосы излучения, τ_{sp} – время жизни возбужденного состояния по отношению к спонтанным переходам.

В диффузной модели происхождения ФЛ [10] ширина полосы излучения пропорциональна амплитуде колебаний мономера.

В гармоническом приближении можно записать амплитуду колебаний мономера в виде

$$a_v = \sqrt{\frac{2\varepsilon_T}{\mu\omega_0^2}}$$

где ε_T – энергия осциллятора, в общем случае зависящая от температуры, μ – масса, ω_0 – собственная частота.

Как известно, средняя энергия осциллятора, зависящая от температуры, имеет вид.

$$\varepsilon_T = \frac{\hbar\omega_0}{2} + \frac{\hbar\omega_0}{\exp \frac{\hbar\omega_0}{kT} - 1}$$

При высоких температурах, когда $kT \gg \hbar\omega_0$ можно записать

$$\varepsilon_T \approx kT$$

Тогда для эффективной ширины спектра при высоких температурах имеет место выражение

$$\Delta \sim \sqrt{kT}$$

А для сечения фотодиссоциации эксимера справедливо

$$\sigma \sim \frac{1}{\sqrt{kT}}$$

Интенсивность ФЛ АСИ в относительных единицах будет равна

$$I = \frac{(\hbar\omega_s)^2 \sqrt{\varepsilon_0}}{(\hbar\omega_{APL})^2 \sqrt{\varepsilon_T}} \exp\left(-\frac{\hbar\omega_{APL} - \hbar\omega_s - \delta}{kT}\right)$$

Здесь $(\hbar\omega_{APL} - \hbar\omega_s - \delta)$ – энергия довозбужденного состояния, отсчитанная от состояния 1. Из последнего уравнения можно найти значения δ в зависимости от $\hbar\omega_{APL}$ и температуры T из сравнения с результатами [7] и соответственно значения ε .

Интенсивность излучательных переходов с участием довозбужденных состояний зависит не только от температуры, но и от плотности состояний в эксимерной яме. Можно предположить, что электронноколебательный спектр состояний в эксимерной яме будет близок к квазинепрерывному при энергиях выше дна этой ямы. Учетом этого предположения плотность состояний аппроксимируем выражением $\rho(\varepsilon) \sim \exp\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}\right)$. Тогда интенсивность излучательных переходов можно записать:

$$I_{APL} \sim \exp\left(-\frac{\varepsilon}{kT}\right) \cdot \exp\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}\right) \quad (3)$$

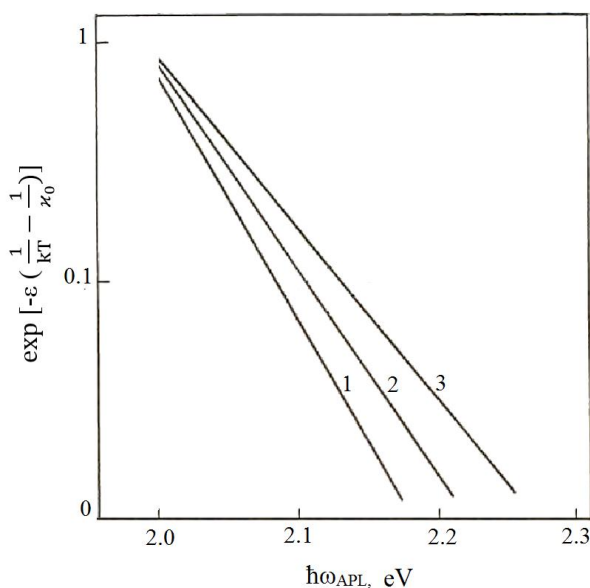


Рис. 4. Интенсивность излучательных переходов в относительных единицах с учетом плотности энергетических состояний.

На рисунке 4 представлены расчетные зависимости I_{APL} по формуле (3) при разных температурах измерений. По наклону этих зависимостей была определена характерная энергия плотности состояний ε_0 при разных температурах, равная 0,023 эВ (300 К), 0,026 эВ (340 К) и 0,0266 эВ (370 К).

Небольшой рост значений ε_0 с увеличением температуры T может быть обусловлен отклонением от параболичности терма E^* .

Выводы. Предложена димерно-эксимерная модель фотолюминесценции в углеродных наноструктурных объектах для объяснения антистоксова крыла фотолюминесценции. Рассчитана интенсивность излучательных переходов с учетом плотности энергетических состояний в эксимерной яме.

Работа выполнена в рамках проекта грантового финансирования №AP05132875.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Libin Tang, Rongbin Ji, Xiangke Cao, Jingyu Lin, Hongxing Jiang, Xueming Li, Kar Seng Teng, Chi Man Luk, Songjun Zeng, Jianhua Hao, and Shu Ping Lau. *ACS Nano*, 6 (6), 5102 – 5110 (2012).
 [2] Juan Peng, Wei Gao, Bipin Kumar Gupta, Zheng Liu, Rebeca Romero-Aburto, Liehui Ge, Li Song, Lawrence B. Alemany, Xiaobo Zhan, Guanhui Gao, Sajna Antony Vithayathil, Benny Abraham Kaiparettu, Angel A. Marti, Takuya Hayashi, Jun-Jie Zhu, and Pulickel M. Ajayan. *Nano Lett.*, 12 (2), 844–849 (2012)

- [3] Mahasin Alam Sk, Arundithi Ananthanarayanan, Lin Huang, Kok Hwa Lim and Peng Chen. J. Mater. Chem., 2, 6954 – 6960 (2014).
- [4] Yonghun Shin, Jintaek Park, Daesun Hyun, Junghee Yang, Jae-Hyeok Lee, Jae-Ho Kim and Hyoyoung Lee. Proc. of the Int. Conf. “Electronic Supplementary Material (ESI) for Nanoscale” (March, 2015), pp. 5633-5637.
- [5] Youfu Wang and Aiguo Hu. J.Mater.Chem., 2, 6921-6939 (2014).
- [6] Li F., Liu C., Wang , Liu W. And Tian F. RSC Adv., 4, 3201 (2014)
- [7] Vasil'yev V.A., Volkov A.S., Musabekov E., Terukov E.I., Chernyshov S.V. Antistoksovskoye izlucheniye amorfnykh plenok ugleroda a-C : H.//Fiz. Tverd. Tela. – 1990. - Vol. 32, No. 3. – P.784 – 788. [in Russian].
- [8] Volkov A.S., Kumekov S.E., Syrgaliev E.O., Chernyshov S.V. Polosa fotoluminesstentsii i antistoksovo izlucheniye nativnogo kollagena v vidimoy oblasti spektra.// Biofizika (Biophysics). -1991. - Vol. 36, No. 5 - P.770 – 773. [in Russian].
- [9] James Guillet. Polymer phonophysics and photochemistry (Cambridge University Press, 1987) - P. 414.
- [10] Шпольский Э.В. Диффузные спектры и химические проблемы. УФН, 8, С. 325-366 (1933).

Кумеков С.Е., Сайтова Н.К.

Көміртегі нанокұрылымдардың фотолюминесценциясында антистокс қанатының диффузды спектрлері

Түйіндеме. Спектрдің анти-Стокс сәулелену ерекшеліктерін түсіндіру үшін көміртекті нанокұрылымдардағы фотолюминесценцияның димер-эксимер моделі ұсынылған. Сәулелену интенсивтілігі эксимер шұңқырындағы күйлер тығыздығын ескеріп есептелінген.

Түйінді сөздер: көміртекті нанокұрылымдар фотолюминесценция, анти-Стокс сәулелену, фотодиссоциация, димер-эксимер моделі.

• ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 54.052+54.041

**B.T. Marenov, K.S. Nadirov, M.K. Zhantasov, R.K. Nadirov, G.Zh. Bimbetova
Y.T. Botashev, B.M. Zhandosov**

OBTAINING THE DEPRESSOR REAGENTS BASED ON FATTY ACIDS AND BUTANOL

Abstract. The article presents the results of experimental data of the depressor reagent on local raw materials - fatty acids of cotton soap stock, mainly C16-C18 fraction for their esterification with butyl alcohol and esters. This reagent is used to reduce the freezing temperature of high-viscosity oils with a high paraffin content.

The technological scheme of obtaining the reagent of depressive action of esterified fatty acids (EGCB) is developed. The IR spectra of the initial and final esterification products, which were carried out on the device of the Fourier IR spectrometer Shimadzu IR Prestige – 21 in the range of wave numbers 4000-500 cm⁻¹, were studied. The efficiency of inhibition of ASPO in the presence of different concentrations of the obtained reagent in oils and their mixtures was determined. The obtained experimental data show that the greatest effect of inhibition of asphalt-resin-paraffin deposits (AFS) is observed in the oil of Aschysay, i.e. oil with a relatively high content of paraffins. In all cases, the effectiveness of inhibition of ASPO in the presence of depressive reagents of the reagent ECD is observed in the range of reagent concentrations from 0.03 to 0.05%. It is shown that fatty acids extracted from by-products of the refining of cottonseed oil, are a promising raw material for the production of reagents depressant actions to paraffin and high-paraffin oils.

Key words: oil, paraffins, pipeline, fatty acids, soap stock, butanol, esters, esterification, depression, additives.

**Б.Т. Маренов¹, К.С. Надилов¹, М.К. Жантасов¹, Р.К. Надилов²,
Г.Ж. Бимбетова¹, Е.Т. Боташев¹**

(¹Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
г. Шымкент, Республика Казахстан ²Казахский национальный университет имени Аль-Фараби,
г. Алматы, Республика Казахстан)

ПОЛУЧЕНИЕ РЕАГЕНТОВ ДЕПРЕССОРНОГО ДЕЙСТВИЯ НА ОСНОВЕ ЖИРНЫХ КИСЛОТ И БУТАНОЛА

Аннотация. В статье приведены результаты экспериментальных данных получения реагента депрессорного действия на местное сырье - жирных кислот хлопкового мыла, главным образом, фракции C₁₆-C₁₈ для их этерификации с бутиловым спиртом и получения эфиров. Данный реагент использован для снижения температуры замерзания высоковязких нефтей с высоким содержанием парафинов.

Разработана технологическая схема получения реагента депрессорного действия этерифицированных жирных кислот (ЭЖКБ). Изучены ИК – спектры исходных и конечных продуктов этерификации, которые были осуществлены на приборе ИК-Фурье-спектрометре Shimadzu IR Prestige-21 в интервале волновых чисел 4000-500 см⁻¹.

Определена эффективность ингибирования АСПО в присутствии различных концентраций полученного реагента в нефтях и их смесей. Полученные экспериментальные данные показывают, что наибольший эффект ингибирования асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО) наблюдается у нефти Ащысай, т.е. нефти с относительно высоким содержанием парафинов. Во всех случаях эффективность ингибирования АСПО в присутствии реагентов депрессорного действия реагента ЭЖКБ наблюдается в интервале концентрации реагента от 0,03 до 0,05%. Показано, что жирные кислоты, выделенные из побочных продуктов переработки хлопкового масла, являются перспективным сырьем для получения реагентов депрессорного действия к парафинистым и высокопарафинистым нефтям.

Ключевые слова: нефть, парафины, трубопровод, жирные кислоты, мыло, бутанол, эфиры, этерификация, депрессия, присадки.

Введение. В настоящее время большинство нефтей Казахстанских месторождений, которые транспортируются АО «КазТрансОйл» - национальным оператором по магистральному нефтепроводу, являются высоковязкими, парафинистыми, в связи этим транспортировка их по трубопроводам, протяженность которых составляет более 5 000 километров сопряжена с рядом трудностей [1-3].

На большинстве месторождений Южно-Торгайской впадины Республики Казахстан, куда относятся Кумколь, Арысум, Акшабулак, Нуралы и другие, практически вся добываемая нефть относится к парафинистым. Содержание парафинов в этих нефтях составляет до 15 и более % [3,4]. При трубопроводном транспорте нефти возникают серьезные проблемы из-за кристаллизации парафинов и возрастания вязкости нефти: повышаются давление в трубопроводе, расход электроэнергии на оборудование прокачки и их износ, уменьшается пропускная способность трубопровода. В холодных климатических условиях транспорт нефти еще более осложняется из-за парафиновых отложений непосредственно на внутренних стенках трубопроводов, т.е. сужается поперечное сечение нефтепровода и как следствие снижается производительность [5,6].

На сегодня для борьбы с парафинистыми отложениями при транспортировке нефти наиболее эффективным признано введение химических реагентов, предотвращающих или ингибирующих отложение парафинов. К ним относятся депрессорные присадки. Преимущество депрессорных присадок заключается в том, что, помимо предотвращения парафиноотложений, они улучшают свойства нефти, снижают температуру потери текучести, что важно при дальнейшем ее транспортировании [6]. Для улучшения свойств высоковязких и высокозастывающих нефтей в них вводят синтетические компоненты, в качестве которых могут быть использованы низкомолекулярные олефины, длинноцепные альфа-олефины и их соолигомеры. При этом носителями депрессорных свойств выступают длинноцепные алкильные радикалы, ароматические углеводороды с длинными алкильными радикалами и гетероциклические соединения [7].

В настоящее время на рынке химических реагентов при нефтедобыче и транспортировке нефти ассортимент доступных и относительно недорогих депрессаторов и ингибиторов асфальтосмолопарафинистых отложений (АСПО) ограничен [3]. Поэтому разработка технологии получения новых химических реагентов депрессорного действия и ингибиторов парафиноотложений для транспортировки высокозастывающих и высоковязких нефтей с использованием местного сырья, является экономически целесообразным [5,8-11].

Следует отметить, что скорость движения нефти в системе трубопроводов зависит, главным образом, от температуры застывания [12].

Целью настоящей работы является получение реагента, обладающего депрессорными свойствами для снижения температуры застывания высокопарафинистых нефтей на основе бутанола и жирных кислот хлопкового соапстока, главным образом, фракции с числом атомов углерода C_{16} — C_{18} [13,14].

Объекты и методы. При получении реагента депрессорного действия для высокопарафинистой нефти в качестве исходных соединений были выбраны жирные кислоты хлопкового соапстока, которые были получены по методу [14], с содержанием 70...75 % (преимущественно C_{16} — C_{18}) со средней молекулярной массой 276. Смесь жирных кислот с кислотным числом 200...210 мг КОН включающая лауриновую, миристиновую, пальмитиновую, стеариновую, олеиновую и линолевою была использована для проведения процесса этерификации.

В лабораторных условиях этерификацию проводили в реакторе высокого давления РВД-2-150 при температуре 180-200°C и давлении 0,4-1 МПа.

Бутанол (C_4H_9OH) - бесцветная вязковатая жидкость с характерным запахом сивушного масла. Смешивается с органическими растворителями, умеренно растворяется в воде - 7,6 г на 100 г. Молярная масса - 74,12 г/моль, плотность - 0,81 г/см³, динамическая вязкость - 33,79 мПа*с [15].

Необходимо отметить, что жирные кислоты, содержащиеся в составе соапстоков, обладающие длинными цепями атомов углерода с карбоксильной группой и углеводородным радикалом, проявляют ярко выраженную хемосорбционную способность, благодаря этому они представляют практическую ценность для получения поверхностно-активных веществ различного назначения, в том числе и соединений, обладающих депрессорными свойствами [14].

Для определения содержания жирных кислот навеску пробы около 1 г, помещали в коническую колбу, добавляли 20, см³ толуола, перемешивали до полного растворения при нагревании до 60°C. Затем в колбу добавляли 20 см³ дистиллированной воды, закрывали и встряхивали на механических качелях в течение 1 часа. По окончании массу отстаивали, разделяли водный и органический слои.

После отделения водного слоя в толуольной фракции титрованием 0,1 нормальным спиртовым раствором гидроксида калия с индикатором фенолфталеином определяли содержание карбоксильных групп непрореагировавших жирных кислот [14].

Идентификация полученных продуктов реакции производилась с помощью ИК -спектроскопии на приборе ИК-Фурье-спектрометре Shimadzu IR Prestige-21 в интервале волновых чисел $4000-500\text{ см}^{-1}$, с приставкой нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) Miracle фирмы Pike Technologies. Синтезированный продукт помещали между стеклами кюветы в виде тонкого слоя ($\sim 0,035 \div 0,038\text{ мм}$) и снимали спектры в указанном диапазоне.

Определение температуры текучести и застывания нефти проводили с использованием аппарата ЛЗН- 75м в соответствии с ГОСТ- 20287-91[16].

По способности присадки снижать межфазное натяжение на границе раздела полярной (вода) и неполярной (толуол, керосин) фаз оценивается моющая депрессорная эффективность присадки. Определения проводились на приборе измерения межфазного натяжения – тензиометре SVT 20N по методу вращающейся капли [17].

Результаты и обсуждение. Использование присадок на основе сополимеров этилена с винилацетатом для улучшения низкотемпературных свойств нефтей и нефтепродуктов достаточно широко известно. Однако недостатком таких присадок является низкая растворимость их в нефтях и нефтепродуктах, а также избирательность действия к определенным типам нефтей и нефтепродуктов [18].

В данной работе для получения реагента депрессорного действия по отношению к высокопарафинистым нефтям, в качестве исходных соединений были использованы бутиловый спирт (бутанол) и высокомолекулярные жирные (карбоновые) кислоты, выделенные из соапстока. Используемые нами исходные жирные кислоты являются относительно дешевым и возобновляемым сырьем, т.к. являются побочным продуктом процесса рафинации масла хлопчатника.

На основании данных ИК – спектроскопии анализ полученных продуктов реакции производился по методике, описанной в работе [19].

На рисунке 1 представлены ИК – спектры, исходной смеси жирных кислот хлопкового соапстока в бутиловом спирте.

Валентные колебания гидроксильных групп, которые относятся как бутиловому спирту, так и госсиполу и другим полифенолам, содержащихся в смеси исходных жирных кислот проявляются в широком интервале частот ($3600-2500\text{ см}^{-1}$), что связано со способностью гидроксильной группы образовывать водородные связи.

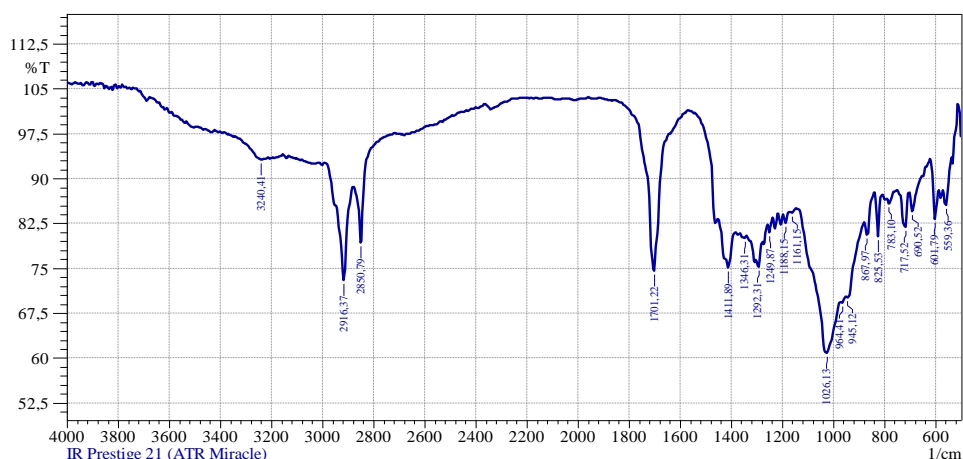


Рис. 1. Спектры исходной смеси жирных кислот хлопкового соапстока в хлороформе

Полосы поглощения с пиками $2800 - 3000\text{ см}^{-1}$, которые можно отнести к валентным (ν) колебаниям C–H связи в группах CH_3 - (2977 см^{-1}) и - CH_2 - (2927 и 2877 см^{-1}), как к исходным соединениям (рисунок 1), так и конечному продукту (рисунок 2). Валентные колебания карбонильной (C=O) группы в образовавшемся эфире проявляются в области полос $1642-1554\text{ см}^{-1}$ с пиками поглощения 85-90% принадлежать конечному продукту. Полосы поглощения $1242-1230\text{ см}^{-1}$ можно отнести связям C–O–C группы.

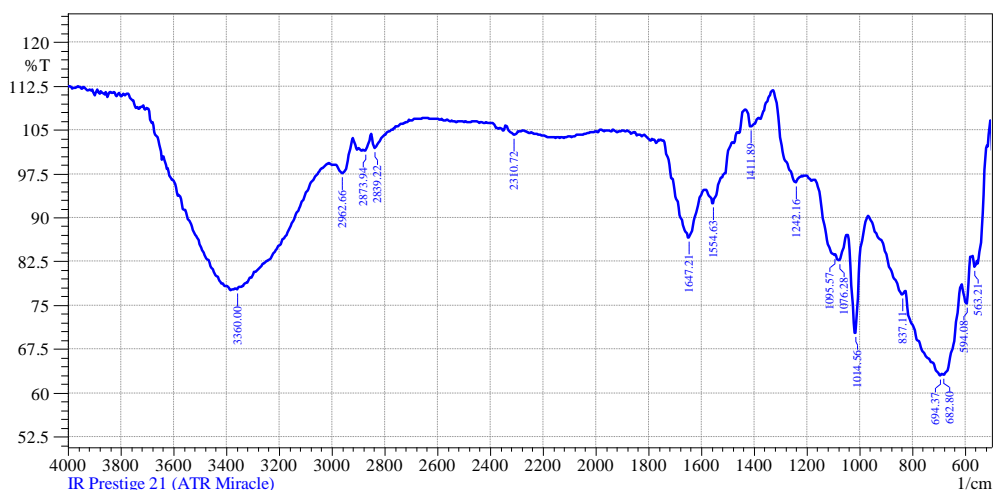
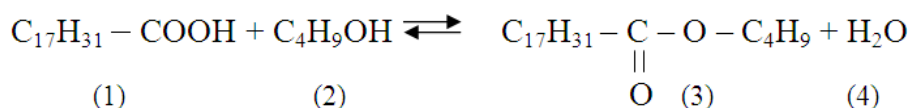


Рис. 2. ИК- спектры эфиров, полученных на основе жирных кислот и бутилового спирта

В ИК – спектре продукта синтеза (рис. 2) деформационным (δ) колебаниям С–Н связей этих групп соответствуют полосы с максимумами при 1415 см^{-1} ($\delta_{\text{ассим.}} \text{CH}_3$) и $1465 + 10 \text{ см}^{-1}$ ($\delta_{\text{ассим.}} \text{CH}_2$), а также 1377 см^{-1} ($\delta_{\text{симм.}} \text{CH}_3$ и CH_2). Сильный пик в области $1725 - 1705 \text{ см}^{-1}$, который относится к линолевой кислоте, у которой в молекуле имеются в наличии две изолированные двойные связи, которые находятся положениях C_9 и C_{12} , значительно уменьшается в образце продукта синтеза.

Необходимо отметить, что при этерификации из-за наличия в них двойных связей непредельные жирные кислоты менее устойчивы, чем предельные и вступают в реакцию с молекулой спирта с образованием соответствующих эфиров.

Реакцию этерификации проводили при температуре $180 - 200^\circ\text{C}$ и давлении $0,4 - 1 \text{ МПа}$. Установлено, что при этерификации, например, линолевой кислоты $-\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$, которая имеет две сопряженные двойные связи, гидроксильная группа отщепляется именно от молекулы жирной кислоты (1), водород – от молекулы бутилового спирта (2). То есть в данном случае процесс протекает как реакция нуклеофильного замещения [20]. Образовавшаяся вода (4) периодически выводится из реакционной зоны. Полученный сырой эфир (3) обрабатывается 25%-ным раствором гидроксида натрия с целью удаления молекул кислот, которые не вступили в реакцию.



Технология получения этерифицированных жирных кислот представлена на рисунке 3. Бутиловый спирт и жирные кислоты водятся в реактор для этерификации в массовом соотношении 1:1, т.е. с избытком бутанола. Смесь жирных кислот и бутанола нагревается в реакторе 5 острым паром до температуры $180-200^\circ\text{C}$. Образующаяся при этерификации вода в виде азеотропной смеси с бутанолом отгоняется в разделительной емкости 8 и выводится из реакционной зоны, через приемник 9, далее направляется на регенерацию. Из азеотропной смеси после отстаивания в емкости 8 (верхний слой) бутиловый спирт собирают в приемник 10, и далее после определения кислотного числа направляют для повторного использования в реактор 5.

Из реактора отбирают реакционную смесь для определения кислотного числа, после достижения в смеси кислотного числа $5-10 \text{ мг КОН/г}$, осуществляют отгонку не вступившего в реакцию бутанола. Процесс этерификации длится 20 часов. Необходимо отметить, что реакция этерификации является обратимой, то есть в целевом продукте остается некоторое количество жирных кислот, не вступивших в реакцию. Поэтому целевой продукт (эфир), для отделения от него оставшихся кислот нейтрализуют в нейтрализаторе 11 25%-ным раствором щелочи (гидроксида натрия) при температуре $50-60^\circ\text{C}$. Далее соли жирных кислот отбирают в специальную емкость 14 и обрабатывают 10%-ным раствором серной кислоты до $\text{pH} = 4-5$. Полученные свободные жирные кислоты обрабатываются водой для отделения образовавшегося сульфата натрия и могут быть вновь возвращены в производство. Полученные эфиры (ЭЖКБ) промывают водой в нейтрализаторе, сушат

в вакууме и направляют в емкость готовой продукции 12, далее используются для получения состава депрессорной присадки к нефти.

Была определена эффективность ингибирования АСПО в присутствии различных концентраций реагента ЭЖКБ в нефтях и их смесей (таблица 1). Приведенные в таблице 3 данные показывают, что эффект ингибирования асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО) наблюдается у нефти Ащысай, то есть, как было отмечено выше, с относительно высоким содержанием парафинов. Надо отметить, что во всех случаях эффективность ингибирования АСПО в присутствии реагента депрессорного действия ЭЖКБ наблюдается при интервале концентрации депрессатора от 0,03 до 0,05%. Дальнейшее увеличение концентрации реагента также дает эффективность ингибирования АСПО, но концентрации 0,05-0,07%, считаются оптимальными.

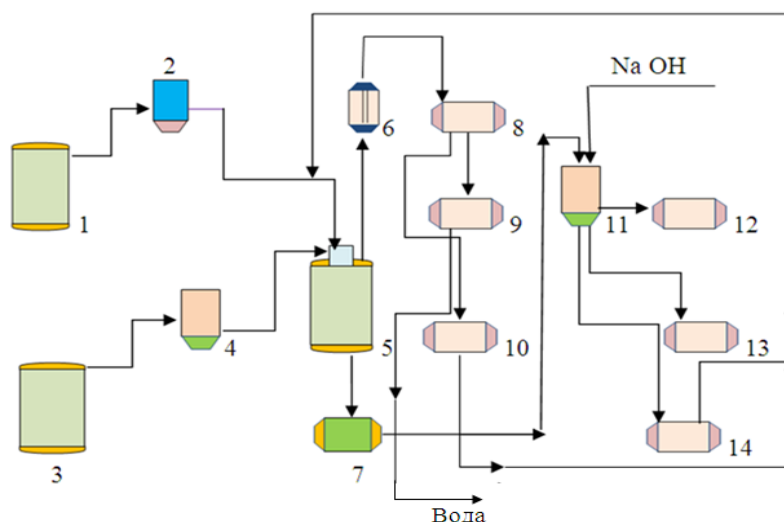


Рис. 3. Технологическая схема получения этерифицированных жирных кислот

1 - емкость для жирных кислот; 2 - мерник жирных кислот; 3 - емкость для бутилового спирта; 4 - мерник бутилового спирта; 5 - реактор; 6 - дефлегматор; 7 - приемник сырых эфиров; 8 - разделительная емкость; 9 - приемник воды; 10 - приемник для бутилового спирта; 11 - нейтрализатор; 12 – приемник для рафинированных эфиров; 13 - приемник для сульфата натрия; 14 - аппарат для выделения жирных кислот

Таблица 1. Эффективность ингибирования АСПО в присутствии реагента в нефтях месторождения Акшабулак, Ащысай и нефтесмеси Акшабулак-Ащысай

Образец нефти	Содержание реагента, масс %	Эффективность ингибирования АСПО, %
Акшабулак	0,03	33
	0,05	57
	0,10	61
	0,15	65
Ащысай	0,03	30
	0,05	46
	0,10	51
	0,15	72
Акшабулак - Ащысай (60:40)	0,03	22
	0,05	54
	0,10	57
	0,15	61

До настоящего времени существовало различные теории, объясняющие потерю подвижности нефти и нефтепродуктов при понижении температуры: мицеллярная, сольватационная, кристаллизационная [18]. В нашем случае при исследовании высокопарафинистых нефтей,

предполагается, что согласно кристаллизационной теории застывание испытуемых нефтей обусловлено образованием кристаллов. При снижении температуры происходит выделение твердых кристаллов нормальных алканов, которые, слипаясь между собой, образуют пространственную сетку, которая связывает жидкую фазу. Депрессорная присадка при добавлении ее в парафинистую нефть образует центры кристаллизации нормальных алканов и формирует их скопление в виде друз, кристаллы которых могут быть одно- или многокомпонентными.

Реагент депрессорного действия был получен в соответствии с требованиями Стандарта СТ РК 2494-2014. Депрессорные присадки для нефти и нефтепродуктов (Астана, 2014) согласно технологической документации Стандарта. Таким образом, предлагается реагент депрессорного действия, дозировка которого составляет 0,05 масс %, а показатели депрессии 20-22°C соответственно для исследованной нефти. Показатели полученного реагента позволяют рекомендовать их к применению не только во внутрискважинном оборудовании, но и в нефтепроводах. Техничко-экономическая эффективность использования предлагаемых реагентов депрессорного действия к парафинистым и высокопарафинистым нефтям обусловлена теми факторами, что в этом случае в трубопроводе значительно снижается вязкость их, что будет способствовать снижению энергетических затрат, связанных подогревом, следовательно с перекачкой нефти.

Выводы. Показана возможность применения возобновляемого сырья - жирных кислот хлопкового соапстока, главным образом, фракции с числом атомов углерода C_{16} — C_{18} для их этерификации с бутиловым спиртом и получения эфиров. Разработана технологическая схема получения реагента депрессорного действия на основе этерифицированных жирных кислот (ЭЖКБ). Полученный реагент может быть использован при получении композиционного состава, включающий эфиры жирных кислот, а также другие соединения, которые обеспечивают термодинамическую устойчивость и стабильность и проявления синергетического эффекта при добавлении их к парафинистой нефти.

На основе полученных экспериментальных данных, показано, что полученный реагент обладает депрессорной активностью при добавлении его в парафинистую нефть при концентрациях 0,01-0,05%. Определена эффективность ингибирования АСПО в присутствии различных концентраций присадок в нефтях и их смесей. Показано, что наибольший эффект ингибирования асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО) наблюдается у нефти, как было отмечено выше, с относительно высоким содержанием парафинов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Годовой отчет АО «КазТрансОйл» (2017) // kaztransoil.kz. - С. 64.
- [2] Карабалин У.С. результаты деятельности министерства нефти и газа РК за 2013г. и перспективы развития нефтегазовой отрасли // Нефть и газ, №3, 2013. – С.7-18.
- [3] Надиров Н.К. Высоковязкие нефти и природные битумы. В 5 т.Т.2. Добыча, Подготовка. Транспортировка.-Алматы: Гылым, 20001.-344 с.
- [4] Биккулов А.З., Шаммазов А.М. Механизм парафиноотложения в гидродинамических условиях // Известия вузов. Нефть и газ, 1998. - №5 -С.100-105.
- [5] Маркин А.Н., Низамов Р.Э., Суховерхов С.В. Нефтепромысловая химия: практическое руководство. Владивосток: Дальнаука, 2011. – 288 с.
- [6] Национальный стандарт РК СТ РК 2494-2014. Депрессорные присадки для нефти и нефтепродуктов. Астана, 2014.
- [7] Мастобаев Б.Н., Шаммазов А.М., Мовсумзаде Э.М. Химические средства и технологии в трубопроводном транспорте нефти. – М.: Химия, 2002. – 296 с.
- [8] Шарифуллин А.В. Композиционные составы для процессов удаления и ингибирования асфальтено-смоло-парафиновых отложений. Монография. – Изд-во: КГТУ. Казань, 2010. – 304 с.
- [9] Егоров А.В. Ингибиторы парафиноотложения совмещенного моюще-диспергирующего и депрессорного действия. Дисс. канд. техн. наук. – Казань - 2013.
- [10] Махмотов Е.М., Ауезов А. Депрессорные присадки для нефти. Lap Lambert Academic Publishing, 2014. – 380с.
- [11] Алдияров Т.К., Насибуллин М., Ахворостов А.В., Кудайбергенов С.Е., Дидух А.Г., Габсаттарова А.Г. Новые эффективные депрессорные присадки к парафинистым нефтям // Нефть и газ, 2015. - №5. – С.145-151.
- [12] Оленев Л.М. Новые отечественные ингибиторы парафиноотложений. - М.: ВНИИОЭНГ, 1990. - 51с.
- [13] Бондаренко В.П., Надиров К.С., Бимбетова Г.Ж. Использование модифицированного гудрона хлопкового масла для приготовления буровых растворов // Нефть и газ, Алматы, №5, 2016. – С.45-56.
- [14] Надиров К.С. Получение госсипола и его производных при переработке семян и масла хлопчатника. Шымкент: ЮКГУ им. М.Ауезова, 2012, Alem. - 115 с.
- [15] И.Л. Кунянц. Химический энциклопедический словарь. - М: Советская энциклопедия, 1983. - 792 с.

[16] ГОСТ 20287-91. Нефтепродукты. Методы определения температур текучести и застывания, 2016. - 9с.

[17] Силин М.А., Магадова Л.А., Гаевой Е.Г., Подзорова М.С., Мухин М.М. Исследование поверхностно-активных веществ различного типа, применяемых в составе технологических жидкостей // Территория нефтегаз, №8, 2011. - С. 50-55.

[18] Тертерян Р.А. Депрессорные присадки к нефтям, топливам и маслам. - М.: Химия, 1990. - 238 с.

[19] Тарасевич Б.Н. ИК-спектры основных классов органических соединений. МГУ им.М.Ломоносова, Москва, 2012. - 52 с.

[20] Шабаров Ю.С. Органическая химия: В 2-х кн. - М.: Химия, 1994. - 848 с.

Маренов Б.Т., Надиров К.С., Жантасов М.К., Надиров Р.К., Бимбетова Г.Ж., Боташев Е.Т., Жандосов Б.М.

Май қышқылдары мен бутанол негізінде депрессорлық әрекеттегі реагенттерін алу

Түйіндеме. Мақалада жергілікті шикізатқа депрессорлық әсер ету реагентін - мақта шөгіндісінің майлы қышқылдарын, негізінен, бутил спиртімен этерификациялау және эфир алу үшін С16-С18 фракциясын алудың тәжірибелік деректерінің нәтижелері келтірілген. Бұл реагент құрамында парафин бар жоғары тұтқыр мұнай кату температурасын төмендету үшін қолданылады.

Этерифицирленген май қышқылдарының депрессорлық әсер ету реагентін (ЭЖКБ) алудың технологиялық схемасы әзірленді. 4000-500 см⁻¹ толқындық сандардың интервалында Shimadzu IR Prestige-21 ИК-Фурье-спектрометрінде жүзеге асырылған этерификацияның бастапқы және соңғы өнімдерінің ИК-спектрлері зерттелді.

Алынған реагенттің мұнай мен олардың қоспаларында әртүрлі концентрацияларының қатысуымен АШПШ-ны тежеу тиімділігі анықталды. Алынған эксперименталды деректер асфальтошайырлыпарафинді шөгінділерді (АШПШ) тежеудің ең үлкен әсері Ащысай мұнайларында, яғни парафиндердің салыстырмалы жоғары мөлшері бар мұнайларда байқалатынын көрсетеді. Барлық жағдайларда АЖКБ реагентінің депрессорлық әсер ету реагенттерінің қатысуымен АЖЖ тежеу тиімділігі 0,03-тен 0,05% - ға дейін реагент концентрациясының интервалында байқалады. Мақта майын өңдеудің жанама өнімдерінен бөлінген май қышқылдары парафинді және жоғары парафинді мұнайдарға депрессорлық әсер ететін реагенттерді алу үшін перспективалы шикізат болып табылады.

Түйін сөздер: мұнай, парафиндер, құбыр, май қышқылдары, соапсток, бутанол, эфирлер, этерификация, депрессия, присадкалар.

УДК 669.712

В.К. Balbekova, A.R. Toleuova

(Karaganda State Technical University, Kazakhstan, Karaganda, e-mail: bahabal@mail.ru)

STUDY OF THE SULFURIC ACID LEACHING PROCESS OF THE RARE EARTH ELEMENTS (REE) FROM THE SCHEELITE CONCENTRATE

Abstract. The article presents the research results of the process sulfuric acid leaching of the rare-earth elements from Kayraktinsky sheelit concentrate. It was studied the influence on the extraction degree of the REE amount into solution due to such factors as the leaching process temperature, leaching duration, sulfuric acid concentration, sodium sulfate concentration, the ratio of liquid to solid. Private dependences of the REE sum extraction degree in solution are received from the mentioned factors. Using the mathematical planning method of the experiment and on the basis of significant partial dependences multifactorial generalized equation of the extraction degree of the REE amount into solution is obtained.

Key words: the rare earth elements, sulfuric acid leaching, mathematical experiment planning, wolframium - containing concentrate.

Б.К. Балбекова, А.Р. Толеуова

(Карагандинский государственный технический университет,
Республика Казахстан, г. Караганды, e-mail: bahabal@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СЕРНОКИСЛОТНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (РЗЭ) ИЗ ШЕЕЛИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА

Аннотация. В статье приведены результаты исследования процесса сернокислотного выщелачивания редкоземельных элементов из Кайрактинского шеелитового концентрата. Изучено влияние на степень извлечения суммы РЗЭ в раствор таких факторов, как температура процесса выщелачивания,

продолжительность выщелачивания, концентрация серной кислоты, концентрации сульфата натрия, отношения жидкого к твердому. Получены частные зависимости степени извлечения суммы РЗЭ в раствор от перечисленных факторов. С использованием метода математического планирования эксперимента и на основании значимых частных зависимостей получено многофакторное обобщенное уравнение степени извлечения суммы РЗЭ в раствор.

Ключевые слова: редкоземельные элементы, сернокислотное выщелачивание, математическое планирование эксперимента, вольфрамсодержащий концентрат.

Как известно, одним из промышленно важных минералов вольфрама является шеелит, или вольфрамат кальция (CaWO_4), который перерабатывают путем спекания с содой при температуре от 800 до 900 °С либо с применением автоклавно-содового способа.

Переработку шеелита можно также осуществлять путем его разложения кислотами. Так, в промышленной практике применяют непосредственное разложение шеелита соляной или азотной кислотами. Однако данный способ применяется лишь для переработки высокосортных шеелитовых концентратов, содержащих 70-75 % WO_3 [1].

Основными недостатками разложения шеелита соляной кислотой являются, во-первых, высокий расход кислоты (избыток составляет 250-300 %), вызванный торможением процесса разложения пленками вольфрамовой кислоты (H_2WO_4) на частицах шеелита, во-вторых, образование большого объема сбросных растворов хлористого кальция, которые сложно утилизировать. Азотнокислотное разложение выглядит наиболее привлекательно, особенно в свете создания задач безотходных технологий, поскольку в этом случае маточные растворы легко утилизировать, получая азотнокислые соли, а азотную кислоту с легкостью регенерируют [2].

Разработка эффективных технологических схем переработки руд и концентратов с полным улавливанием из них всех полезных компонентов играет решающую роль при использовании комплексного сырья.

Авторами [3] разработана принципиально новая технологическая схема переработки труднообогатимых сложных вольфрамовых руд и концентратов, предусматривающая при вскрытии перевод в жидкую сернокислотную фазу, как вольфрама, так и сопутствующих ценных компонентов – висмута, меди, фтора, редкоземельных элементов.

Верхнее Кайрактинское месторождение находится в Карагандинской области и является уникальным по запасам триоксида вольфрама и молибдена.

При сернокислотной переработке Кайрактинского шеелитового концентрата основной задачей является вскрытие сырья и извлечение вольфрама, а также, решая задачу рационального использования минерального сырья, уделяется внимание попутному извлечению редкоземельных элементов.

Исследования проводились с целью изучения возможности извлечения в раствор редкоземельных элементов из Кайрактинского шеелитового концентрата [4].

Черновые шеелитовые концентраты Верхне Кайрактинского месторождения относятся к бедным, сложным по составу, труднообогатимым источникам сырья. Химический состав шеелитовых концентратов представлен следующим содержанием компонентов, %: WO_3 - 2-2,5; Вi и Сu по 0,1; Fe - 13; $\text{S}_{\text{общ}}$ - 16; CaO - 14; MgO - 1,5; Na_2O - 0,3; K_2O - 1,8; SiO_2 - 18-21; Al_2O_3 - 9; P - 9; H_2O - 5; суммы РЗЭ - 0,013; Y - 0,015-0,02.

По данным полуколичественного спектрального анализа содержание остальных элементов колеблется в следующих пределах, %: 0,08 Mn, 0,0002 Ge, по 0,003 Au и Gr, по 0,02 Y и Zn, 0,0008 Yb и др.

По данным рентгенофазового и минералогического анализов шеелитовый концентрат представлен %: шеелитом ~ 3, флюоритом - 16, пиритом - 25, кварцем - 10, андрадитом - 10, мусковитом - 15, ярозитом - 3, полевыми шпатами - 3 и др.

Для выявления характера зависимости степени извлечения суммы РЗЭ в раствор от параметров процесса была использована методика математического планирования эксперимента. Область факторного пространства показана в таблице 1.

Таблица 1. Область факторного пространства для процесса выщелачивания Кайрактинского шеелитового концентрата

Фактор	Уровни				
	1	2	3	4	5
температура, °С	60	70	75	80	90
продолжительность выщелачивания, мин	30	60	90	120	180
концентрация H ₂ SO ₄ , г/л	150	175	200	225	300
концентрация Na ₂ SO ₄ , г/л	10	20	30	40	50
отношение Ж : Т	3	4	5	6	9

Изучение влияния на степень извлечения суммы РЗЭ такого фактора, как концентрация сульфата натрия связано с тем, что при сернокислотном вскрытии шеелитовых концентратов достаточно непросто в сульфатных средах перевести вольфрам в раствор. Для стабилизации вольфрама в растворе могут служить ионы натрия и аммония [5]. Этим и объясняется добавление сульфата натрия при кислотном выщелачивании.

Опыты проводили в конических колбах емкостью 250 мл в термостатированной ванне с механическим перемешиванием. Навеску руды без предварительной термообработки смешивали с раствором серной кислоты, выдерживали при перемешивании заданное время и отделяли фильтрацией раствор от кека. Степень извлечения суммы РЗЭ при выщелачивании шеелитового концентрата рассчитывали по результатам анализа водной фазы.

В таблице 2 приведены распределения уровней факторов в соответствии с планом матрицы и экспериментальные значения функций для каждого опыта (25 опытов).

Для определения характера закономерностей по результатам эксперимента получены частные зависимости, описывающие влияние отдельных факторов на степень извлечения суммы РЗЭ в раствор (рис. 1) при выщелачивании шеелитового концентрата.

В результат математической обработки экспериментальных данных получены количественные зависимости, связывающие извлечение суммы РЗЭ от указанных выше параметров.

На степень извлечения суммы РЗЭ в раствор оказывают влияние кислотность и продолжительность процесса, а также концентрация сульфата натрия. С увеличением концентрации серной кислоты степень извлечения увеличивается и достигает максимума (≈ 36) при концентрации 225 г/л. Дальнейшее изменение, в сторону увеличения, концентрации кислоты не приводит к переходу суммы РЗЭ в раствор.

При увеличении продолжительности процесса кривая степени извлечения растет и уже при 45 мин. выходит на насыщение, т. е. процесс активного перехода в раствор суммы РЗЭ приходится на первые 30-45 мин. и составляет ≈ 37 .

Отрицательно влияет на степень извлечения суммы РЗЭ концентрация сульфата натрия. С ее увеличением степень извлечения суммы РЗЭ уменьшается, т. е. Na₂SO₄ подавляет переход РЗЭ в раствор. Это объясняется, по-видимому, образованием двойных сульфатов с РЗЭ, плохо растворимых в воде.

Частная зависимость степени извлечения РЗЭ от отношения жидкого к твердому оказалась незначимой.

На основании значимых частных зависимостей получено обобщенное уравнение, описывающее влияние всех учитываемых факторов на степень извлечения суммы РЗЭ (%):

$$Y_{\Sigma PЗЭ} = \frac{[42,34 - 763,3/X_2] \cdot [7,03X_3^{0,28}] \cdot [35,50 - 0,15X_4]}{31,3^2}, \quad R=0,90; t_R = 21,8.$$

где: X₂ - время выщелачивания, мин;

X₃ - концентрация H₂SO₄, г/л;

X₄ - концентрация Na₂SO₄, г/л.

Таблица 2. Матрица планирования и результаты экспериментов по сернокислотному выщелачиванию шеелитового концентрата

№.№ ПП	t, °C	τ, мин.	C _{H2SO4} , г/л	C _{Na2SO4} , г/л	Ж:Т	Извл.Σ РЗЭ, %	
						Y _{эсп.}	Y _П
1	60	30	150	10	3	27,53	17,66
2	60	90	200	30	5	23,86	33,48
3	60	60	175	20	4	47,04	29,78
4	60	180	300	50	8	52,56	37,96
5	60	120	225	40	6	35,74	35,02
6	75	30	200	20	8	40,96	18,3
7	75	90	175	50	6	45,22	29,14
8	75	60	300	40	3	~0,23	31,44
9	75	180	225	10	5	55,89	42,52
10	75	120	150	30	4	53,23	32,75
11	70	30	175	40	5	6,01	16
12	70	90	300	10	4	39,65	41,16
13	70	60	225	30	8	34,15	30,48
14	70	180	150	20	6	29,52	36,28
15	70	120	200	50	3	34,38	32,06
16	90	30	300	30	6	9,01	19,56
17	90	90	225	20	3	33,56	36,3
18	90	60	150	50	5	23,62	24,57
19	90	180	200	40	4	28,61	35,69
20	90	120	175	10	8	25,14	37,5
21	80	30	225	50	4	11,56	16,29
22	80	90	150	40	8	28,02	29,41
23	80	60	200	10	6	39,69	32,34
24	80	180	175	30	3	37,1	36,13
25	80	120	300	20	5	35,11	41,69

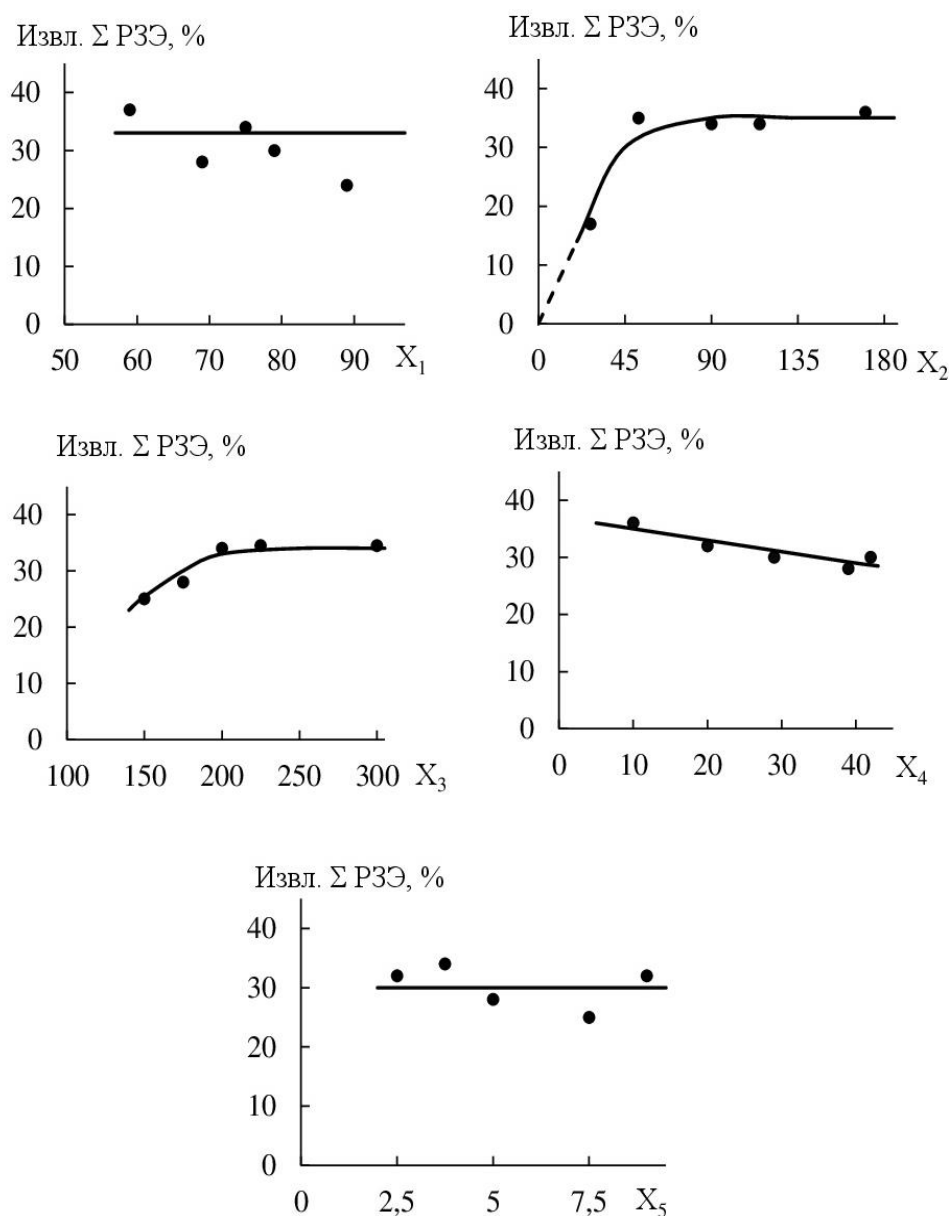


Рис. 1. Частные зависимости степени извлечения суммы РЗЭ от температуры (X_1), продолжительности (X_2), концентрации серной кислоты (X_3), концентрации сульфата натрия (X_4), отношения Ж: Т (X_5)

Таким образом, используя обобщенное многофакторное уравнение, можно рассчитать извлечение суммы РЗЭ в раствор с учетом поставленных задач по основному элементу – вольфраму.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Анфилогова Л.А., Бельский С.С. *Металлургия редких металлов: конспект лекций*. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2010. - 50 с.
- [2] Бельский С.С. Переработка шеелитового концентрата с получением триоксида вольфрама. *Вестник ИрГТУ №12 (107) 2015*, - С. 204-208
- [3] Дуйсембаев Б.О. Теоретическое обоснование, разработка и испытание новых технологий для производств редких элементов и их извлечения из труднообогатимых руд Казахстана: автореф. дис. ... доктора технических наук: 05.16.03 / Иркут. гос. техн. ун-т. - Иркутск, 1997. - 34 с.
- [4] Балбекова Б.К. Избирательное выщелачивание редкоземельных элементов из высококремнистого алюминийсодержащего сырья и последующее их концентрирование: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.16.03 / - Караганда, 1999. - 23 с.
- [5] Крестовников А.Н., Вигдорович В.Н. *Химическая термодинамика*. М., 1973. 256 с.

Балбекова Б.К., Төлеуова А.Р.

Шелит концентратынан сирек жер элементтерін күкірт қышқылды сілтілеу үдерісін зерттеу

Түйіндеме. Мақалада Қайрақты шелит концентратынан сирек кездесетін элементтердің күкірт қышқылын шаймалау үдерісін зерттеу нәтижелері келтірілген. Сілтілеу үдерісінің температурасы, сілтілеудің ұзақтығы, күкірт қышқылының концентрациясы, натрий сульфатының концентрациясы, сұйықтықтың қатты затқа қатынасы сияқты факторлардың ерітіндісіне СКЭ сомасын алу дәрежесінің әсер етуі зерттелді. Жоғарыда көрсетілген факторлардан шешімге СКЭ сомасын қалпына келтіру дәрежесі бойынша жеке алынды. Экспериментті математикалық жоспарлау әдісінің көмегімен және маңызды жеке тәуелділіктердің негізінде ерітіндідегі СКЭ санын алу дәрежесінің көп факторлы жалпылама теңдеуі алынды.

Кілттік сөздер: сирек жер элементтері, күкірт қышқылды сілтілеу, математикалық жоспарлау тәжірибесі, құрамында вольфрам бар концентрат.

ӘОЖ: 678.5: 502,171

Y.Aubakirov, F.Akhmetova, Zh.Tashmukhambetova, L.Sassykova

(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

E-mail: firuza.92@mail.ru)

THE STUDY OF CATALYSTS BASED ON NATURAL ZEOLITE OF TAYZHUZGEN DEPOSIT FOR THE PROCESSES OF HYDROGENATION CATALYTIC THERMAL CONVERSION OF POLYMER WASTES

Abstract. In this article the surface and structural properties of the initial new catalysts obtained on the basis of the natural zeolite of the Tayzhuzgen deposit, which is modified with molybdenum salt $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ and tungsten $(\text{NH}_4)_5\text{H}_5[\text{H}_2(\text{WO}_4)_6]\cdot \text{H}_2\text{O}$ using the method of electron microscopy were provided. They are perspective as active and selective catalysts for the processes of hydrogenation thermocatalytic processing of polymer wastes into motor fuels.

The study of hydrogenation thermocatalytic conversion process of waste plastics to new catalysts based on natural zeolite in Tayzhuzgen modified molybdenum (VI) and tungsten (VI), furthermore identified optimal process conditions is also provided.

Keywords: natural zeolite, composite catalyst, polymer wastes, hydrogenation thermocatalytic recycling, electron microscopy

Е. Аубакиров, Ф. Ахметова, Ж. Ташмухамбетова, Л. Сасыкова

(әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан)

E-mail: firuza.92@mail.ru)

ПОЛИМЕР ҚАЛДЫҚТАРЫН ГИДРОГЕНИЗАЦИЯЛЫҚ ТЕРМОКАТАЛИЗДІК ӨНДЕУ ПРОЦЕСТЕРІ ҮШІН ТАЙЖУЗГЕН ТАБИҒИ ЦЕОЛИТИ НЕГІЗІНДЕГІ КАТАЛИЗАТОРЛАРДЫ ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Мақалада полимер қалдықтарын мотор отындарына гидрогенизациялық термокаталитикалық өндеу процестері үшін активті және селективті катализаторлар болып табылатын $(\text{NH}_4)_5\text{H}_5[\text{H}_2(\text{WO}_4)_6]\cdot \text{H}_2\text{O}$ вольфрам және $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ молибден тұзымен модифицирленген Тайжүзген табиғи цеолиті негізіндегі жаңа композитті катализаторлардың электронды микроскопиялық әдіс арқылы беттік және құрылымдық қасиеттері көрсетілген.

(VI) молибден және (VI) вольфрам ионымен модифицирленген Тайжүзген табиғи цеолит негізіндегі жаңа катализаторлар қатысында пластмасса қалдықтарын гидрогенизациялық термокаталитикалық өндеу процесі жүргізіліп, процесі жүргізудің тиімді шарттары көрсетілді.

Түйін сөздер: табиғи цеолит, композитті катализаторлар, полимер қалдықтары, термокаталитикалық өндеу, электронды микроскоп

Кіріспе

Өнеркәсіптің барлық салаларында және күнделікті өмірде полимерлік материалдарды пайдалану жоғарылап келуде, сондай-ақ олардың қызмет ету мерзімін қысқарту әлемдік өркениеттің алдында тұрған маңызды мәселелердің бірі – қоршаған ортаның полимерлі қалдықтармен ластану мәселесіне әкелді. Мұндай қалдықтар табиғи жағдайлар әсерінен ыдырамайды және жану кезінде

зиянды улы заттарды бөледі. Бұл проблеманы шешу өнеркәсіптік қалдықтарды қайта өңдеудің жаңа технологияларын әзірлеу, сондай-ақ отын тапшылығы мәселесін шешетін катализаторларды іздестіру болып табылады [1-3].

Технологиялардың дамуы бүкіл әлемде әл-ауқат деңгейінің артуына, сондай-ақ халықтың жан басына шаққандағы тұтынудың ұлғаюына алып келді. Осы тұтыну нәтижесінде қалдықтардың саны біртіндеп артады. Пайда болған қалдықтарды тиімді жою, энергия көздерін тиімді пайдалану және жаңа энергия көздерін құру қоршаған ортаның ластануы мен денсаулыққа қарсы күрестің маңызды аспектілері болып табылады. Еуропалық Одақ (ЕО) әлемдегі қалдықтарды өндіру бойынша ең маңызды өңірлердің бірі болып табылады. ЕО қалдықтарындағы тұрмыстық қалдықтар саны 213,410 млн. тоннаны құрайды [4]. Бұдан басқа, тұрмыстық полимерлік қалдықтар экологиялық мәселе тудырады. Қолайлы экологиялық стандарттарға сәйкес пластикті пайдалану және қалдықтарды кәдеге жарату маңызды болып табылады [5].

Соңғы жылдары химиялық өңдеу жолымен тұрмыстық пластикалық қалдықтармен жұмыс істеуге қатысты зерттеулер жүргізілді [6]. Термиялық ыдырау (пиролиз және термиялық ыдырау), газдандыру, гидролиздік метанолиз және тұрмыстық полимерлік материалдың типі бойынша гликолиз – бұл химиялық өңдеуде қолданылатын әртүрлі әдістер. Термиялық ыдырау полимерлерді қайта өңдеу процесінің көп бөлігіне қолданылады. Термиялық ыдырау кезінде пластикалық қалдықта байланыс үзілуі немесе бұзылуы нәтижесінде реактивті радикалдар пайда болады және бұл радикалдар газ, сұйық және қатты өнімдерге өңделуі мүмкін [7].

Бүгінгі күні ең көп қолданылатын қайта өңдеу технологиясы, яғни пластиктің қайталама өңделуі, өндірістік қалдықтарды қайта өңдеуге ғана емес, қоршаған ортаны сақтауға да мүмкіндік береді. Мұндай тәсілдің бірі - сұйық мотор отындарын өндіру үшін полимерлік қалдықтардың термокаталитикалық гидрогенизациясын өңдеу. Мо (VI) тұзымен өзгертілген Тайжүзген кен орнының табиғи цеолитіне негізделген жаңа катализаторлар зерттелетін үдеріс үшін белсенді және селективті түрде қолданылатын болады [8].

Тәжірибелік бөлім

Бастапқы шикізат (пластмасса) бөлшектерінің өлшемдері 2-6 мм болатындай алдын ала ұсақталды.

Пластмасса қалдықтарын (ПЭ және ПП) гидрогенизациялық өңдеу процесі үшін катализаторлар алынды. Катализатор ретінде қышқылсыз активтеліп күйдірілген және вольфрам (VI) тұзымен модифицирленген Тайжүзген кен орны цеолиті негізіндегі 0,5, 1,0, 1,5 және 2,0 % концентрациялы – W(VI)/цеолит катализаторлары қолданылды.

Пластмасса қалдықтарын (ПЭ және ПП) термокаталитикалық гидрогенизациялық өңдеу процесі 0,5-0,6 МПа қысымда және 450 °С температурада үздіксіз араластыру арқылы периодты түрде жұмыс жасайтын қондырғыда жүзеге асырылды. Азотты қондырғыға жіберу арқылы қысым сақталынды. Құрамында мазут болғандықтан сутегі бөліну кезінде жүйеде қысым өзгерді.

Процесс пластмассаларды гидрогенизациялық катализаторлық өңдеу процесі мысалында қолданылған режимде жүзеге асты.

Полимер қалдықтарын термокаталитикалық гидрогенизациялық өңдеу процесінде синтетикалық мұнай, қатты қалдық және газ сияқты өнімдер түзілді.

Процестен алынған сұйық фракциялардың көмірсутектік құрамдары Agilent 7890A/5975C газды хромато-масс спектрометрі (АҚШ) көмегімен анықталып, масс-спектрлер Scan режимінде алынды. Ионизациялау режимі – электрондық соққы.

Тиімді катализатор үлгілерінің морфологиясы JEOLJSM 6460LV электронды микроскопиясында талданды. INCA (рентгенофлюоресцентті әдістің аналогы) микроскоп құрылғысында энергодисперсті спектроскопия көмегімен катализатор үлгілерінің химиялық құрамы және «Хемосорб» хемосорбциялық анализаторында температура-программалы десорбциялық талдау жасалып, нәтижесінде катализатордың активтілігі мен активтендіру энергиясы анықталды.

Тәжірибелік мәндер және оларды талдау

Тиімді катализаторды таңдау полимер қалдықтарын термокаталитикалық гидрогенизациялық өңдеу процесінің нәтижесінде алынған сұйық өнімдердің шығымы арқылы анықталды. 0,5 - 2,0 % W және 2,0 %-дық Мо отырғызылған «Тайжүзген» кен орны цеолиті қатысында жүргізілген полимерлі қалдықтарды термокаталитикалық гидрогенизациялық өңдеу процестері 1-кестеде көрсетілген.

Кесте 1. 0,5 -2,0 % W және 0,5 - 2,0 % Mo отырғызылған «Тайжүзген» кен орны цеолиті қатысында жүргізілген полимерлі қалдықтарды термокатализдік гидрогенизациялық өңдеу процестері

№	Бастапқы шикізат	Катализатор	m(0-180°C), г	m(180-250°C), г	m(250-320°C), г	Сұйық дистилляттардың шығымы, %
1	Полимер қалдықтары, мазут	0,5% W+цеолит	3,114	3,543	0,780	53,12
2	Полимер қалдықтары, мазут	1,0% W+цеолит	2,934	2,610	2,036	54,14
3	Полимер қалдықтары, мазут	1,5% W+цеолит	2,218	4,888	-	50,75
4	Полимер қалдықтары, мазут	2,0% W+цеолит	2,848	3,075	2,532	60,39
5	Полимер қалдықтары, мазут	0,5% Mo+цеолит	3,2946	2,844	1,084	51,59
6	Полимер қалдықтары, мазут	1,0% Mo+цеолит	2,719	2,230	1,9225	49,08
7	Полимер қалдықтары, мазут	1,5% Mo+цеолит	2,110	3,001	2,344	53,25
8	Полимер қалдықтары, мазут	2,0% Mo+цеолит	1,742	2,677	4,199	61,55

Жүргізілген процестерден тиімді катализатор ретінде 2,0 %-дық W(VI) және 2,0 %-дық Mo отырғызылған «Тайжүзген» кен орны цеолиті негізіндегі катализатор алынған сұйық фракциялардың шығымы бойынша таңдап алынылды. Полимер қалдықтарын термокатализдік гидрогенизациялық өңдеу әдісі арқылы алынған сұйық өнімдердің химиялық құрамы мен концентрациясын анықтау мақсатында газды хроматографиялық талдау әдісі жүргізілді. Масс-спектрометриялық әдісті қолдана отырып, қайнау температурасы 0-180 °C, 180-250 °C және 250-320 °C температурадағы фракциялардың құрамындағы көмірсутектердің топтық құрамы 2-кестеде көрсетілген.

Кесте 2. 2,0 % W және 0,5 - 2,0 % Mo отырғызылған «Тайжүзген» кен орны цеолиті қатысында жүргізілген полимерлі қалдықтарды термокатализдік гидрогенизациялық өңдеу процесінен алынған сұйық фракциялардың топтық көмірсутектік құрамы

Көмірсутектердің топтық құрамы	Катализаторлар					
	2,0 %-дық Mo отырғызылған «Тайжүзген» кен орны цеолиті негізіндегі катализатор қатысында көмірсутектердің шығымы, %			2,0 %-дық W(VI) отырғызылған «Тайжүзген» кен орны цеолиті негізіндегі катализатор қатысында көмірсутектердің шығымы, %		
	0-180°C	180-250°C	250-320°C	0-180°C	180-250°C	250-320°C
Алкан	33,18	37,45	54,91	29,37	37,06	64,37
Изоалкан	7,33	33,49	5,94	2,32	18,74	1,34
Алкен	6,07	4,45	3,28	8,8	11,07	15,16
Циклоалкан	22,01	12,73	6,63	7,6	20,73	6,08
Циклоалкен	5,35	1,43	0,42	1,6	0,84	8,5
Ароматты көмірсутектер	22,07	6,18	27,13	16,65	19,77	4,55

2,0% W және 2,0%-дық Mo отырғызылған «Тайжүзген» кен орны цеолиті қатысында полимерлі қалдықтарды термокатализдік гидрогенизациялық өңдеу реакциясынан алынған фракцияның топтық көмірсутектік құрамы 2-кестеде салыстырылған: 2,0% Mo отырғызылған катализатор қатысында жүргізілген реакция нәтижесінде алынған қайнау температурасы 180 °C дейінгі көмірсутекті фракцияда қаныққан көмірсутектер (33,18%) мен ароматты көмірсутектер құрамы салыстырмалы түрде жоғары (22,07%) болса, 2,0%-дық W катализаторының қатысындағы фракцияда қаныққан көмірсутектер (29,37%) мен ароматты көмірсутектер құрамы көп (16,65%) болды. Осыған сәйкес процесс ароматтану, циклдену және ыдырау реакциялары жағына қарай өткен.

Рентгенофлюоресцентті анализ арқылы композитті катализаторлардың сапалық және сандық құрамдары анықталды. Талдау нәтижелері энергодисперсті спектроскопия талдау нәтижелерімен сәйкес екендігі көрсетілді.

1000х, 5000х және 30000х үлкейтілген масштабтағы 2,0 % Мо(VI)/цеолит негізіндегі катализаторда үлкен өлшемді бөлшектердің 82,03; 3,51 және 7,74 мкм-ден сәйкесінше 256,4 және 775,6 нм дейінгі ірі өлшемді бөлшектердің беттік морфологиясының біркелкі еместігі анықталды. Жалпы айтқанда катализатор бөлшектері бойынша ірі өлшемді түйіршікті қасиет көрсететіндегі байқалады.

1000х, 5000х және 30000х үлкейтілген масштабтағы 2,0 % W(VI)/цеолит негізіндегі катализаторда үлкен өлшемді бөлшектердің 95,40 және 3,32 мкм дейінгі бөлшектер сәйкесінше 876,4 және 231,7 нм дейінгі бөлшектердің беттік морфологиясының біркелкі еместігі анықталды.

Сонымен қатар цеолитті Мо(VI) және W(VI) тұзымен модифицирлеу катализатордың морфологиясына және алынған катализаторлар көмірсутектерді гидрогенизациялық терموкаталитикалық өңдеу процесінің шығымы мен сұйық фракциялардың химиялық құрамына әр түрлі әсер ететіндігі көрсетілді.

Қорытынды

Сұйық мотор отындарына полимерлі қалдықтарды терموкаталитикалық гидрогенизациялық өңделуінің ресурснемдеу технологиясы үшін қышқылсыз активтелген «Тайжүзген» цеолитіне 0,5 - 2,0% молибден ионы және 0,5 - 2,0% вольфрам ионы отырғызылған катализатор жасалып, тиімді катализатор ретінде 2,0%-дық Мо және 2,0% W отырғызылған «Тайжүзген» кен орны цеолиті негізіндегі жаңа композитті катализатор активтілігін көрсетті. Алынған жаңа композитті катализатор үлгілерінің морфологиясы JEOLJSM 6460LV электронды микроскопиясында талданды. INCA (рентгенофлюоресцентті әдістің аналогы) микроскоп құрылғысында энергодисперсті спектроскопия көмегімен катализатор үлгілерінің химиялық құрамы анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Eurostat, European Statistical System, Waste Statistics [Internet]. 2016. http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics [accessed: 2016-07-15].
- [2] Brems A, Baeyens J, Dewil R. Recycling and recovery of post-consumer plastic thermal science. *Thermal Science*. 2012;16(3):669–685.
- [3] Brewer G. Plastics recycling action plan for Massachusetts – Part I. *Journal of Environmental Systems*. 1989;18(3):213-264.
- [4] Scheirs J, Kaminsky W, editors. Feedstock recycling and pyrolysis of waste plastics. Chichester: Wiley, 2006. 605–620 p.
- [5] Kaminsky W, Predel M, Sadiki A. Feedstock recycling of polymers by pyrolysis in a fluidised bed. *Polymer Degradation and Stability*. 2004;85(3):1045-1050.
- [6] Karaduman A. Pyrolysis of polystyrene plastic with some organic compounds for enhancing styrene yield. *Energy Sources* 2002;24:667–674.
- [7] Audisio G, Bertini F, Beltrame PL, Carniti P. Catalytic degradation of polymers: Part III – Degradation of polystyrene. *Polymer Degradation and Stability*. 990;29:191–200.
- [8] Аубакиров Е.А., Ташмухамбетова Ж.Х., Ахметова Ф.Ж., Бурханбеков Қ.Е., Сасыкова Л.Р., Тіллә Н.М. Табиғи цеолитке отырғызылған молибден катализаторы қатысында полимер қалдықтарын гидрогенизациялық терموкаталитикалық өңдеу // ҚБТУ Хабаршы – 2018 – 15 том.– 22-27 б.

Аубакиров Е., Ахметова Ф., Ташмухамбетова Ж., Сасыкова Л.Р.

Исследование катализаторов на основе природного цеолита месторождения «Тайжүзген» для процессов гидрогенизационной терموкаталитической переработки полимерных отходов

Резюме. В статье показаны поверхностные и структурные свойства исходных новых полученных катализаторов на основе природного цеолита месторождения Тайжүзген, модифицированного солью молибдена $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ и вольфрама $(\text{NH}_4)_5\text{H}_5[\text{H}_2(\text{WO}_4)_6]\cdot \text{H}_2\text{O}$ с применением метода электронной микроскопии, которые являются перспективными как активные и селективные катализаторы для процессов гидрогенизационной терموкаталитической переработки полимерных отходов в моторные топлива.

Также показано изучение процессов гидрогенизационной терموкаталитической переработки отходов пластмасс на новых катализаторах на основе природного цеолита месторождения Тайжүзген, модифицированного молибденом (VI) и вольфрамом (VI), а также выявлены оптимальные условия проведения процесса.

Ключевые слова: природный цеолит, композитный катализатор, отходы полимеров, гидрогенизационная терموкаталитическая переработка, электронная микроскопия

УДК 541.18

В.А. Аскапова, К. В. Musabekov
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
bahonya_askapova@mail.ru)

ULTRASOUND, ELECTROLYTE AND FLOCCULANT IMPACT ON THE STABILITY OF HYDROSUSPENSION OF MONTMORILLONITE

Abstract In this paper, we consider one of the urgent problems of our time - the purification of natural and waste waters. The analysis of the effect of ultrasound and electrolyte on the stability of hydrosuspension of montmorillonite was carried out, and the process of flocculation of this dispersed system with water-soluble polymers was studied. It has been established that montmorillonite flocs are sufficiently resistant to the action of ultrasound; in the presence of electrolyte, they are destroyed, and the stronger, the greater the valence of the coagulating ion and its concentration.

Key words: montmorillonite, suspension, particles of clay, the electrolyte, flocculation, coagulation, flocculants, coagulants, optical density.

Б.А. Аскапова, К.Б. Мусабеков
(Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы,
Республика Казахстан, bahonya_askapova@mail.ru)

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА, ЭЛЕКТРОЛИТА И ФЛОКУЛЯНТА НА УСТОЙЧИВОСТЬ ГИДРОСУСПЕНЗИИ МОНТМОРИЛЛОНИТА

Аннотация В данной работе рассматривается одна из актуальных проблем современности - очистка природных и сточных вод. Был проведен анализ влияния ультразвука и электролита на устойчивость гидросуспензии монтмориллонита, а также изучен процесс флокуляции данной дисперсной системы водорастворимыми полимерами. Установлено, что флокулы монтмориллонита достаточно устойчивы к действию ультразвука; в присутствии электролита они разрушаются, причем тем сильнее, чем больше валентность коагулирующего иона и его концентрация.

Ключевые слова: монтмориллонит, суспензия, частицы глины, электролит, флокуляция, коагуляция, флокулянт, коагулянт, оптическая плотность.

Введение

Одной из приоритетных задач стратегии «Казахстан-2030» является рациональное использование и охрана водных ресурсов республики. Большое теоретическое, практическое, а также экологическое и экономическое значение имеет проведение исследований процесса коагуляционного и флокуляционного осветления и очистки сточных вод на примере исследования устойчивости дисперсных систем (ДС). Устойчивость дисперсных систем является их наиболее важной физико-химической характеристикой. Это связано с наличием в таких системах большого запаса свободной энергии, являющейся источником их термодинамической неустойчивости. Для управления устойчивостью ДС широко используются электролиты, поверхностно-активные вещества (ПАВ), водорастворимые полимеры (ВРП).

Особый интерес для теории и практики представляют ВРП. Это связано с тем, что ВРП при малых концентрациях разрушают ДС в результате флокуляции частиц дисперсной фазы. При больших концентрациях ВРП, наоборот, стабилизируют ДС, создавая таким образом структурно-механический фактор (по П.А.Ребиндеру) устойчивости [1].

Возможность использования ВРП для управления устойчивости ДС значительно расширяются в присутствии электролита, других ВРП и ПАВ [2,3].

Методы исследования и материалы

В настоящей работе использованы: коллоидная фракция Na-монтмориллонита Таганского месторождения ВКО, полидиметилдиаллиламмонийхлорид (ПДМДААХ) Российского производства, хитозан (хтн) производства «Sigma» США, электролиты KCl, CaCl₂, AlCl₃ квалификации «хч».

Монтмориллонит диспергировали в воде при pH=7 и фракционировали методом седиментации. Использовали фракцию, устойчивую в течение 1 суток, со средним диаметром частиц $1,9 \pm 0,2$ мкм. Размер частиц определяли на приборе Zeta Sizer (Malvern) [4].

Устойчивость гидросуспензии изучали по кинетике изменения ее оптической плотности (D) [5]. Электрокинетический потенциал коллоидных частиц монтмориллонита определяли с помощью Malvern-Nano ZS-Zetasizer. Размеры агрегатов (R) определяли на приборе Lazerscattering (Patrica, Япония).

Результаты и обсуждение

Результаты седиментационного анализа гидросуспензии монтмориллонита показывают, что преимущественный размер частиц составляет 1-1,5 мкм.

Для получения более полной информации о дисперсном состоянии частиц монтмориллонита последние были изучены методом рассеяния лазерного луча (рисунок 1а). Как видно из рисунка, на самом деле выбранный образец монтмориллонита является полидисперсным – содержит частицы с размерами от 0,1 мкм до 1,0 мкм, с преимущественным расположением максимума в области 0,5 мкм.

В реальных условиях гидросуспензии чаще всего подвержены механическим воздействиям. В связи с этим изучено влияние ультразвука на агрегативную устойчивость 0,05%-ной гидросуспензии монтмориллонита, представляющей модель мутной природной воды. Сравнение дифференциальных кривых распределения частиц, полученных без обработки ультразвуком и с обработкой им показывает, что ультразвук не приводит к существенному изменению распределения частиц (рисунок 1б).

Из-за сложности состава природных и сточных вод на их очистку существенное влияние оказывают природа и концентрация загрязнений, технологические параметры процессов коагуляции и флокуляции, а также молекулярные характеристики органических флокулянтов [6].

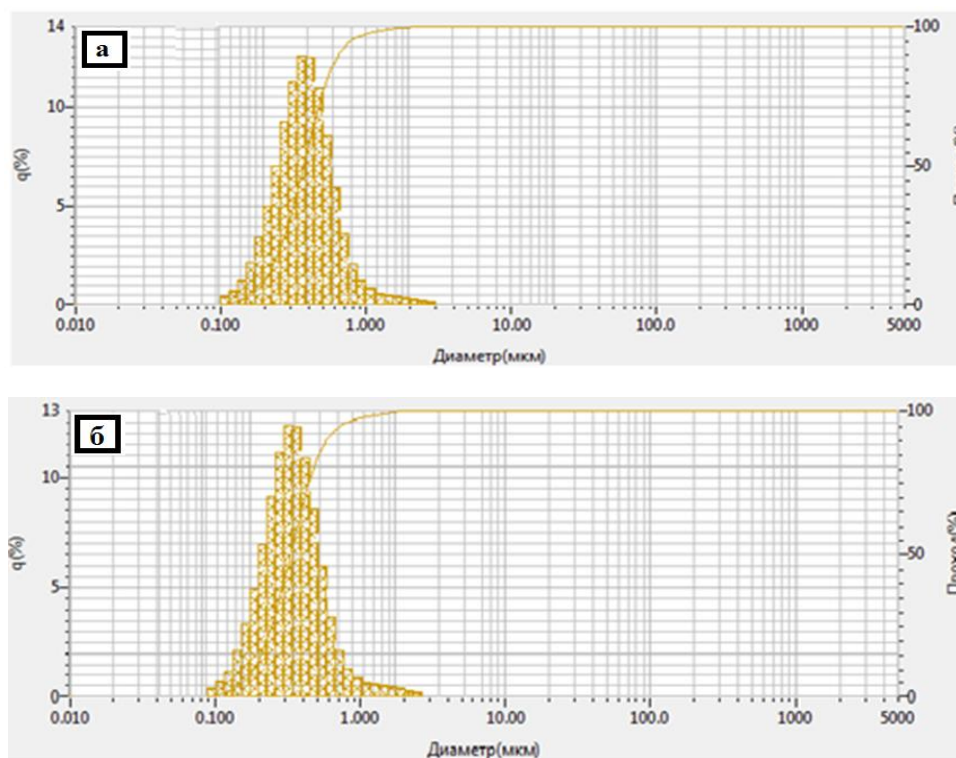


Рис. 1. Дифференциальные кривые распределения частиц монтмориллонита в его гидросуспензии без обработки ультразвуком (а) и с обработкой ультразвуком (б)

Как известно, водорастворимые полимеры (ВРП) – полиэлектролиты (ПЭ) и неионные полимеры (НП), - являются эффективными флокулянтами дисперсных систем. При введении незначительных добавок этих веществ существенно изменяются агрегативная и седиментационная устойчивость гидродисперсий [7]. Однако действие ВРП на гидродисперсий зависит от многих факторов. Количество введенного в гидродисперсии полимера, а также условий его внесения в систему: один и тот же полимер может вызвать как снижение (обычно при низких концентрациях), так и рост (при высоких концентрациях полимера) стабильности дисперсий. Это объясняется механизмом формирования его адсорбционного слоя между частицами дисперсной фазы [9]. Макромолекулы ВРП при малых концентрациях, имея развернутую конформацию, связываются

одновременно несколькими частицами. С ростом концентрации полимера на поверхности отдельных частиц формируется его насыщенный адсорбционный слой, служащий теперь уже стабилизатором дисперсной системы [10].

Три параметра – остаточная концентрация частиц дисперсной фазы (она свидетельствует о степени осветления дисперсии за данный промежуток времени), минимальная концентрация ВРП (C_{min}), вызывающая максимальную флокуляцию, и протяженность области (C_n) дестабилизации, – определяют эффективность процесса флокуляции [11].

Как известно, ПДМДААХ и хитозан являются катионными полимерами. Поэтому их эффективность как флокулянтов может проявляться на отрицательно заряженной частице, каковой и является монтмориллонит. Этот процесс протекает со значительной скоростью, что можно заметить даже визуально (рис. 2).

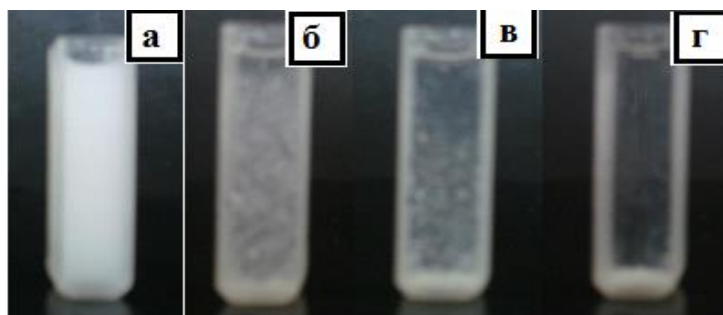


Рис. 2. Осаждение частиц монтмориллонита из его 0,05% суспензии при добавлении % хитозана: а- исходная суспензия; б, в, г – суспензия с добавкой $6 \cdot 10^{-2}$ хитозана. б-1 мин, в- 5мин, г – 10 мин

Более точную информацию о флокулирующем действии рассматриваемых полиэлектролитов получали, изучая кинетику изменения оптической плотности системы спектрофотометрически. В таблице 1 представлены зависимости скорости изменения оптической плотности dA/dt и остаточной оптической плотности (ΔA) от концентрации ПДМДААХ.

Таблица 1. Влияние концентрации ПДМДААХ на скорость снижения оптической плотности ($-dA/dt$) и остаточную оптическую плотность ΔA 0,05% гидросуспензии монтмориллонита

Концентрация ПДМДААХ, мг/г	(- dA/dt)	ΔA
0	0	1,32
$2 \cdot 10^{-2}$	0,15	0,55
$4 \cdot 10^{-2}$	0,18	0,40
$6 \cdot 10^{-2}$	0,20	0,070
$1,25 \cdot 10^{-1}$	0,24	0,10

Из таблицы можно заметить, что гидросуспензия монтмориллонита достаточно устойчива ее оптическая плотность остается постоянной ($A=1,329$). В присутствии ПДМДААХ происходит существенное снижение устойчивости гидросуспензии. Это проявляется в повышении скорости изменения оптической плотности суспензии ($- dA/dt$), очевидно, пропорциональной скорости осаждения флокул, и уменьшении величины остаточной оптической плотности (ΔA), зависящей от концентрации не осажденных мелкодисперсных фракции глины. Наибольшее снижение оптической плотности (до $A=0,070$) наблюдается при концентрации полимера, равной $6 \cdot 10^{-2}$ мг/г. Дальнейшее увеличение концентрации ПДМДААХ $1,25 \cdot 10^{-1}$ мг/г приводит к ослаблению его флокулирующей способности.

Это явление может быть объяснено нейтрализацией отрицательного заряда коллоидных частиц монтмориллонита адсорбирующимися поликатионами ПДМДААХ. Снижение устойчивости дисперсной системы по этому механизму соответствует «нейтрализационному механизму» [12].

Для выяснения роли данного механизма в снижении устойчивости гидросуспензии полимера (рисунок 3) методом макроэлектрофореза изучено влияние ПДМДААХ и хитозана на ζ -потенциал частиц монтмориллонита.

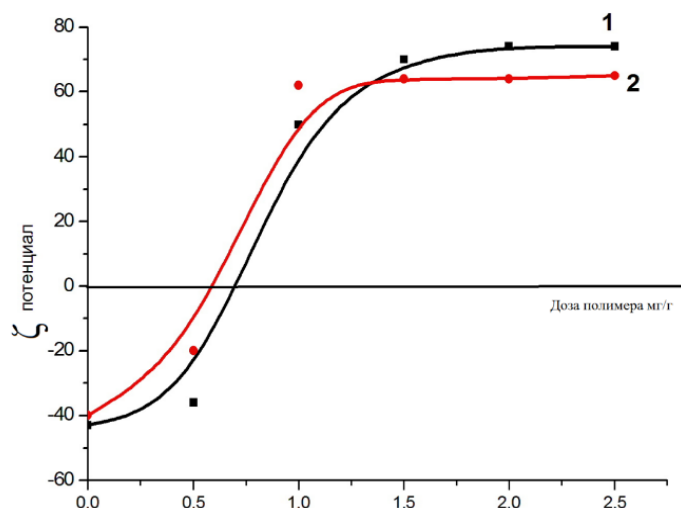


Рис.3. Изменение электрокинетического потенциала частиц монтмориллонита в зависимости от концентрации катионных флокулянтов ПДМДААХ (1) и хитозана (2)

С ростом концентрации указанных полиэлектролитов отрицательно заряженные частицы монтмориллонита перезаряжаются, проходя через точку нулевого заряда (ТНЗ) в области концентрации полимера 0,6-0,7 мг/г. ПДМДААХ оказался более эффективным модификатором поверхности частиц по сравнению с хитозаном – в области концентрации 1,5 ÷ 2,0 мг/г ПДМДААХ придает частицам больший, чем хитозан, положительный заряд. Это может быть связано с повышенной плотностью положительного заряда у ПДМДААХ по сравнению с хитозаном.

Флокулирующее действие катионного полиэлектролита, наряду с нейтрализацией заряда коллоидных частиц, может быть связано также с формированием полимерных мостиков между частицами монтмориллонита («мостичный» механизм) [13]. По всей вероятности, в данном случае имеет место смешанный механизм. Об этом свидетельствует, в частности, потеря устойчивости гидросуспензии в области концентрации ПДМДААХ 1,5 мг/г, где коллоидные частицы глины имеют сравнительно высокий положительный ζ-потенциал, которого, в соответствии теории ДЛФО [8], вполне достаточно для стабилизации системы.

Важным фактором устойчивости гидросуспензии монтмориллонита является ионно-сольватный фактор [14]. Поэтому ее стабильность может быть нарушена при введении флокулянта, электролита или их смесей [7], оказывающих непосредственное влияние на сольватную оболочку дисперсных частиц.

Ранее в работе Таубаевой Р.С. [6] было показано, что на стабильность флокул из частиц каолина существенное влияние оказывает механическое воздействие (режим перемешивания). В связи с этим в настоящей работе также изучено влияние механического воздействия (ультразвука) на агрегацию частиц монтмориллонита, теперь уже в условиях его электролитной коагуляции.

Оказалось, что устойчивая гидросуспензия монтмориллонита при введении электролитов в небольших концентрациях, теряя стабильность, коагулирует в течение нескольких минут (таблица 2). Коагулирующее действие иона усиливается, с ростом его валентности в соответствии с правилом Шульце-Гарди [8] Это проявляется в увеличении скорости снижения оптической плотности $-(dA/dt)$ и снижении величины остаточной оптической плотности суспензии с ростом валентности коагулирующего иона (таблица 2).

Таблица 2 Влияние концентрации электролита на скорость снижения оптической плотности $-(dA/dt)$ и остаточную оптическую плотность ΔA 0,05% гидросуспензии монтмориллонита

Концентрация электролита, мг/г	$-(dA/dt)$	ΔA
0	0	1,32
KCl $2 \cdot 10^{-2}$	0,14	0,5
CaCl ₂ $2 \cdot 10^{-2}$	0,36	0,25
AlCl ₃ $2 \cdot 10^{-2}$	0,59	0,15

Как показали измерения электрофоретической подвижности частиц, наблюдаемый эффект объясняется снижением электрокинетического потенциала частиц монтмориллонита от - 46,5 мВ до - 20 мВ (для KCl), -18мВ (для CaCl₂), - 2мВ (AlCl₃). Это, в соответствии с теорией ДЛФО, приводит к снижению устойчивости системы вследствие уменьшения электростатической составляющей расклинивающего давления [15].

Как уже было отмечено, значительный интерес представляет выяснение влияния механического воздействия на устойчивость флокул частиц дисперсной фазы, так как в технологических процессах, протекающих с участием флокулянта, этот фактор играет существенную роль.

В настоящей работе уделено также большое внимание изучению действия ультразвука на устойчивость гидросуспензии монтмориллонита. Флокулы оказались заметно чувствительными к ультразвуковой обработке.

Таблица 3. Величины средних размеров агрегатов частиц монтмориллонита в водных растворах KCl.

Параметры гидро-суспензии	Без ультразвука				С ультразвуком			
	Концентрация KCl, н	9·10 ⁻⁴	2,3·10 ⁻³	5·10 ⁻³	7,5·10 ⁻³	9·10 ⁻⁴	2,3·10 ⁻³	5·10 ⁻³
Концентрация гидросуспензий, %	5·10 ⁻²	3,8·10 ⁻²	2,5·10 ⁻²	1,25·10 ⁻²	5·10 ⁻²	3,8·10 ⁻²	2,5·10 ⁻²	1,25·10 ⁻²
г _{ср} , нм	4,16	5,46	6,9	14,2	4,07	4,39	4,8	5,7

Заключение

Таким образом, ультразвук разрушают агрегаты частиц. Разрушаются при этом, в основном, крупные агрегаты, что отражается в росте доли мелких агрегатов. Это сопровождается уменьшением среднего радиуса агрегатов частиц (таблица 3). Бимодальные кривые распределения становятся мономодальными. При введении в систему CaCl₂, AlCl₃ получены аналогичные результаты.

Таким образом, впервые получены количественные данные о влиянии катионных полиэлектролитов – синтетического полидиметилдиаллиламмонийхлорида (ПДМДААХ) и природного-полисахарида - хитозана (ХТ), -на устойчивость гидросуспензии монтмориллонита. Показано, что указанные полиэлектролиты эффективно флокулируют частицы монтмориллонита, что заметно по значениям скорости изменения оптической плотности (-dA/dt) и остаточной оптической плотности (ΔA) гидросуспензии. Наиболее вероятный механизм этого явления состоит в снижении электрокинетического (ζ) потенциала частиц дисперсной фазы при адсорбции на них катионных полиэлектролитов и формировании полимерных «мостиков» между агрегируемыми частицами монтмориллонита.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] А.А.Баран. Полимерсодержащие дисперсные системы. -1-е изд.-Киев, 1986. – 203 с.
- [2] R.Taubaeва, R.Meszaros, K.Musabekov and S.Barany. Electrokinetic Potential and Flocculation of Bentonite Suspension in Solutions of Surfactants, Polyelectrolytes, and Mixtures Thereof //Colloid Journal. -2015. -Vol.77. -N1. -P.91-98.
- [3] Zh.A.Lakhbaeva, R.S.Taubaeва, S.M.Tazhibayeva, A.A.Barany, K.B.Musabekov. Aggregation of Aqueous Kaolin Suspensions in the Presence Cationic Polyelectrolytes, Anionic Polyelectrolytes and their Mixtures //Eurasia Chemico-Technological Journal. -2016. -№18. -P.117-121.
- [4] Vincent B. Adv. Colloid Interface Sci. -1974. -V.4. -P.193
- [5] R.Meszaros, S.Barany, I.Solomentseva. Effect of Hydrodynamic Conditions on the Kinetics of Bentonite Suspension Flocculation by Cationic Polyelectrolytes and the Strength of Formed Floccs //Colloid Journal. -2010. - Vol.72. -N1. -P.409-416.
- [6] Таубаева Р.С. Флокуляция гидросуспензии каолина водорастворимыми полифункциональными полимерами. -дис. док. философии. – Алматы: КазНУ. --2015. – 119 с.
- [7] Reinholdt M.X., Hubert F., Faurel M., Tertre E., Razafitianamaharavo A., Francius G., Prêt D., Petit S., Béré E., Pelletier M. and Ferrage E. Morphological Properties of Vermiculite Particles in Size-Selected Fractions Obtained by Sonication // Applied Clay Science.- 2013. – P.77-78;18-32.
- [8] Дерягин Б.В. Теория устойчивости коллоидов и тонких пленок. - М: Наука.-1986. – 311 с.
- [9] Таубаева Р.С., Лакхаева Ж.А., Мусабеков К.Б., Кусаинова Ж.Ж. Влияние электролита на устойчивость гидросуспензии каолина в присутствии флокулянта //Вестник КазНУ. Серия химическая. – 2015. - №3(79). - 43-48 с.

- [10] Schonhoff M. Self-assembled polyelectrolyte multilayers //Current Opinion in Colloid and Interface Science. - 2003.- Vol.8, №1.- P. 85-96.
- [11] Lyklema J., Deschenes L. The first step in layer-by-layer deposition: Electrostatics and/or non-electrostatics?//Adv. Colloid Interface Sci. - 2011.- Vol.168, №1-2. - P.135-148.
- [12] Barany Sh., Mesarosh R., Taubaeva R., Musabekov K. Electrosurface properties of kaolin and bentonite particles in solutions of electrolytes and surfactants //Colloid J. -2015. – Vol.77. -P. 692-695.
- [13] Barany S., Mesaros R., Kozakova I., Skvarla J. Kinetics and mechanism of flocculation of bentonite and kaolin suspensions with polyelectrolytes and the strength of floccs //Colloid J. - 2009. - Vol. 71. - P. 285-292.
- [14] Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. - М.: Высшая школа, 2007. – 325 с.
- [15] Tombacz E. and Szekeres M. Colloidal behavior of aqueous montmorillonite suspensions: the specific role of pH in the presence of indifferent electrolytes //Appl. Clay Sci.- 2004. – Vol.27, №1. - P. 75-94.

Аскапова Б.А., Мусабеков К.Б., Таубаева Р.С., Барани Ш.

Ультрадыбыс, электролит және флокулянттың монтмориллонит гидросуспензиясының тұрақтылығына әсері

Түйіндеме. Монтмориллониттің гидросуспензиясының суда еритін полимерлермен флокуляциясы жүргізілді. Монтмориллонит флокулары ультрадыбыстық әсеріне төзімді екендігі анықталды; электролит болған жағдайда олар жойылып кетеді, әсіресе коагуляциялық ионның валенттілігі және концентрациясы соғұрлым жоғары болса. Мұндай жүйелер табиғи және ағынды суларды тазартуда сәтті қолданылуы мүмкін.

Түйінді сөздер: монтмориллонит, суспензия, сазды бөлшектер, электролит, флокуляция, коагуляция, флокулянт, коагулянт, оптикалық тығыздық.

УДК 544.427, 544.452.2

**A. Serik², N.B. Rakhimzhan^{1,2}, A.A. Bayandinova², A. K. Kazbek²,
A. Bakkara^{1,2}, B.T. Lesbayev^{1,2}**

¹Institute of Combustion Problems., Almaty, Kazakhstan.

²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: asi19921115@gmail.com)

FEATURES OF THE COMBINED COMBUSTION OF PROPANE AND BENZENE WITH ETHANOL

Abstract. The combustion process is a complex chain chemical reaction that goes through many parallel elementary acts: nucleation reactions (formation of active radicals), branching (increase in the number of radicals in the reaction), continuation and chain termination (recombination of radicals). The physicochemical parameters of the flame, the composition, structure and properties of the resulting final combustion products depend on the nature of the intermediate particles formed and the chemical kinetics of these processes. The article studies the process of coaxial combustion of ethanol with propane and benzene. The organization of coaxial combustion allows you to control the temperature of the flame, as well as the processes of formation of the final products due to the introduction of additional active intermediate particles into the zone of their formation.

Key words: flame, temperature, ethanol, benzene, propane, coaxial combustion, intermediate particles.

**A. Серік², Н. Рахымжан^{1,2}, А.А. Баяндинова², А. Қ Қазбек.²,
А. Бакқара^{1,2}, Б. Т. Лесбаев^{1,2}**

¹ Институт Проблем Горения, Алматы, Казахстан. ²Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан.

E-mail: asi19921115@gmail.com)

ОСОБЕННОСТИ КОМБИНИРОВАННОГО ГОРЕНИЯ ПРОПАНА И БЕНЗОЛА С ЭТАНОЛОМ

Аннотация. Процесс горения представляет собой сложную цепную химическую реакцию, проходящую через множество параллельных элементарных актов: реакции зарождения (образование активных радикалов), разветвления (увеличение числа радикалов в реакции), продолжения и обрыва цепи (рекомбинация радикалов). Физико-химические параметры пламени, состав, структура и свойства образовавшихся конечных продуктов горения зависят от природы образующихся промежуточных частиц и химической кинетики этих процессов. В статье исследован процесс коаксиального горения этанола с пропаном и бензолом. Организация коаксиального горения позволяет управлять температурой пламени, а также процессами образования конечных продуктов,

способом ввода в зону их формирования дополнительных активных промежуточных частиц.

Ключевые слова: пламя, температура, этанол, бензол, пропан, коаксиальное горение, промежуточные частицы.

Введение.

Получение целевых углеродных материалов в процессе сжигания углеводородов является одним из наиболее распространенных методов, используемых в крупносерийном производстве. Тем не менее, несмотря на многочисленные исследования, до сих пор остаются актуальными проблемы, связанные с управлением процессами формирования продуктов горения в пламени, что ограничивает диапазон целевого производства углеродных материалов с заданными свойствами путем сжигания углеводородов. Открытие радикалов типа OH , CH , C_2 , HCO и т.д. при исследовании спектров пламен, оказало существенное влияние на развитие теории цепных реакций и химической кинетики. Эти исследования продолжают по настоящее время, так как они предоставляют полноценные данные о процессах горения, а также о процессах формирования продуктов горения. Достаточно полно изучены вопросы, связанные с процессами образования в пламени сажи, фуллеренов и углеродных нанотрубок [1,2]. В последние годы появились работы по разработке методов синтеза наноразмерных частиц оксидов металлов в пламенах [3]. Ведутся интенсивные исследования по влиянию спиртов на процессы горения, в работе [4,5,6] обсуждены вопросы влияния добавок различных спиртов на горение дизельных топлив. Но, несмотря на многочисленные исследования процессов горения до сих пор остаются открытыми вопросы, связанные с механизмами образования конечных продуктов горения. В настоящее время исследования, связанные с зарождением и ростом твердого углеродного продукта в пламени указывают, что реакционные маршруты формирования прекурсоров ароматических молекул, C_3H_3 , C_4H_3 , C_4H_5 , C_2H_2 , C_3H_2 , C_4H_2 и C_4H_4 , не являются универсальными для различных видов топлив и сильно зависят от условий протекания процесса, который определяет кинетику наработки активных радикалов процесса горения OH , H , O , HO_2 , CH_3 , C_2H , HCO , C_2H_3 , ионов и молекул [7]. Состав, структура и свойства формирующихся первых ароматических молекул оказывает сильное влияние на температуру пламени, на химическую кинетику процесса горения а также на рост до поли-ароматических продуктов горения [8,9,10]. Состав, структура и свойства формирующихся конечных продуктов горения в пламени зависит от плотности, от концентрации и от природы образующихся промежуточных частиц. Эти параметры являются индивидуальными для каждого вида топлива в зависимости от его химического состава.

В данной работе, плотность концентрация и состав промежуточных частиц в конкретной локальной зоне пламени контролируется организацией комбинированного пламени при сжигании пропана и этанола. В работе предлагается организовать процесс горения, когда в пламени начальная стадия горения для различных видов топлив происходит в индивидуальном порядке, с дальнейшим объединением пламен на определенной высоте от матрицы горелки с образованием совмещенной реакционной зоны. Это условие позволяет регулировать процесс формирования стабилизирующихся продуктов горения, путем подбора топлив и изменения в совмещенной реакционной зоне пламен концентрационной плотности и состава промежуточных частиц. Исходя из вышеизложенного, в предложенной работе поставлена цель изучения процесса повышения температуры пламени и получения наноразмерных углеродных материалов, наночастиц оксидов металлов при организации совместного процесса горения пропана и бензола с этанолом.

Экспериментальная часть.

В целях создания метода горения, обеспечивающего совмещение зон горения газообразных топлив, была спроектирована и создана экспериментальная установка. Основным узлом установки является горелка с коаксиальным расположением сопел. Конструкция установки позволяет подавать индивидуально в каждое сопло отдельное топливо. В горелке предусмотрена возможность сдвига сопел относительно друг друга по вертикальной оси, что позволяет регулировать концентрационную плотность и состав промежуточных частиц в совмещенной зоне пламен. Также система подачи топлива в среднее сопло, оснащена устройством для аэрозольного введения растворов солей или жидких топлив. В горелке индукционный период процесса горения для каждого отдельного пламени происходит индивидуально, что дает им возможность формирования своих активных промежуточных частиц. В совмещенной зоне происходит реакции между промежуточными частицами пламен разных углеводородов, которые предопределяют формирование зародыша конечного продукта горения.

Схема горелочного устройства и его фото представлено на рисунке 1.

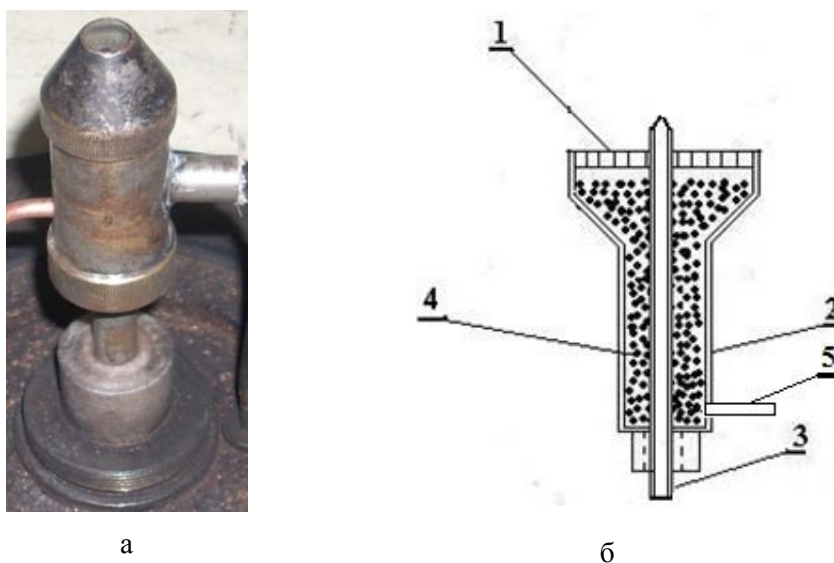


Рис.1. Фотография и схематическое изображение горелочного устройства
а – фотография горелки, б – горелка в разрезе: 1 – перфорированный стабилизатор, 2 – корпус горелки, 3 и 5 – патрубки подачи топлива, 4 – шарики из инертного материала

Исследования проводили при одновременном горении двух топлив при различном их расположении друг относительно друга. В качестве топлив использовали пропан, бензол и этанол. Топливо раздельно подавали по патрубкам 3 и 5. Горение топлива, подаваемого по патрубку 3, происходило в центре пламени топлива, подаваемого по патрубку 5.

При исследовании процесса синтеза оксидов металлов в пламени в качестве растворителя применялся этанол, в котором хорошо растворяются соли металлов. Для экспериментов применяли 5% спиртовой раствор соли $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$. При этом подача этанола, с растворенным в нем солью никеля, осуществлялась по патрубку 3, а по патрубку 5 подавался пропан или бензол. Расход пропана в процессе горения поддерживался в количестве $Q = 125 \text{ см}^3/\text{мин}$. Расход жидкого этанола и бензола обеспечивался пропуском воздуха через жидкость залитого в барбатер.

Результаты и обсуждение

Температура пламени зависит от природы горючего вещества и от условий горения. От температуры в объеме пламени существует прямая зависимость процессов образования продуктов горения. Исходя из вышеизложенного были исследованы температурные профили пламен при горении, как чистых топлив (пропан, спирт, бензол), так и при их совместном горении. При этом менялось расположение исходных топлив, например, пропан по краю, а спирт по центру, и наоборот. Температурный профиль диффузионного пламени пропана и этанола приведен на рисунке 2.

В пламени пропана идет планомерное повышение температуры, которая стабилизируется на высоте 30 мм на максимальном уровне $825 \text{ }^\circ\text{C}$ и сохраняется до высоты 40 мм. Затем идет плавное снижение температуры пламени до высоты 55 мм до значения $725 \text{ }^\circ\text{C}$. Выше 55 мм температура диффузионного пламени пропана колеблется от 725 до $825 \text{ }^\circ\text{C}$

Температурный профиль пламени чистого этанола отражает наличие различных зон. Резкое повышение температуры на высоте пламени от 21 мм до 26 мм характеризует наличие границы между внутренней и вторичной реакционными зонами, где, как правило, температура имеет наибольшее значение. Затем идет плавное снижение температуры пламени. При горении этанола максимальная температура пламени не превышала $860 \text{ }^\circ\text{C}$.

На рисунке 3 показан температурный профиль при организации коаксиального горения этанола и пропана, когда пропан подается посередине, а этанол по краю, а также когда этанол подается посередине, а пропан по краю пламени.

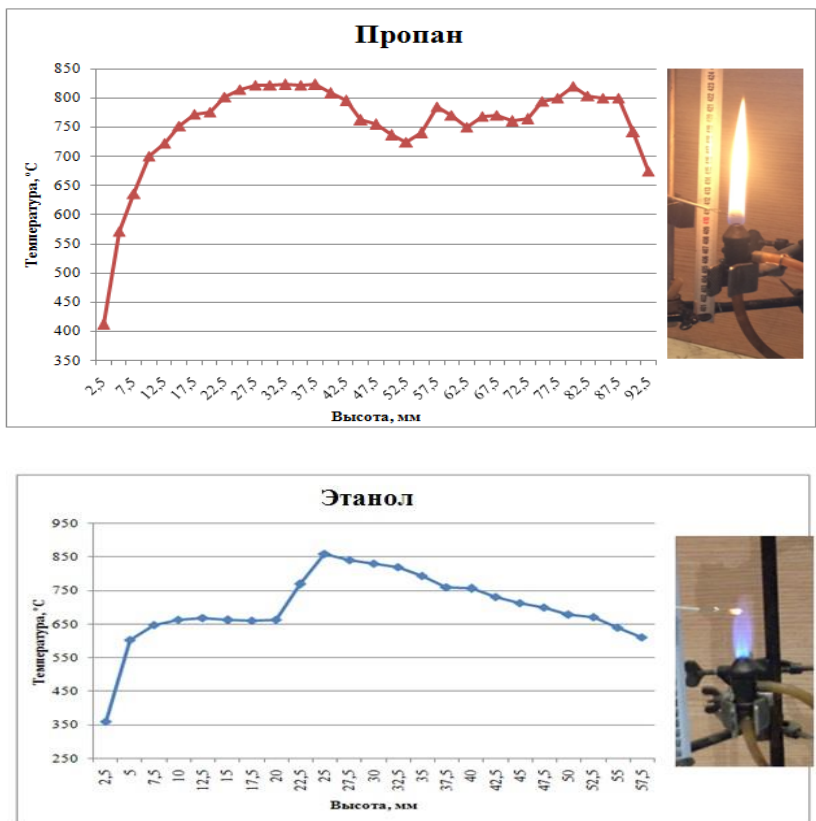


Рис. 2. Температурный профиль по высоте средней части диффузионного пламени пропана и этанола при расходе пропана 125 см³/мин и этанола 172,7 см³/мин

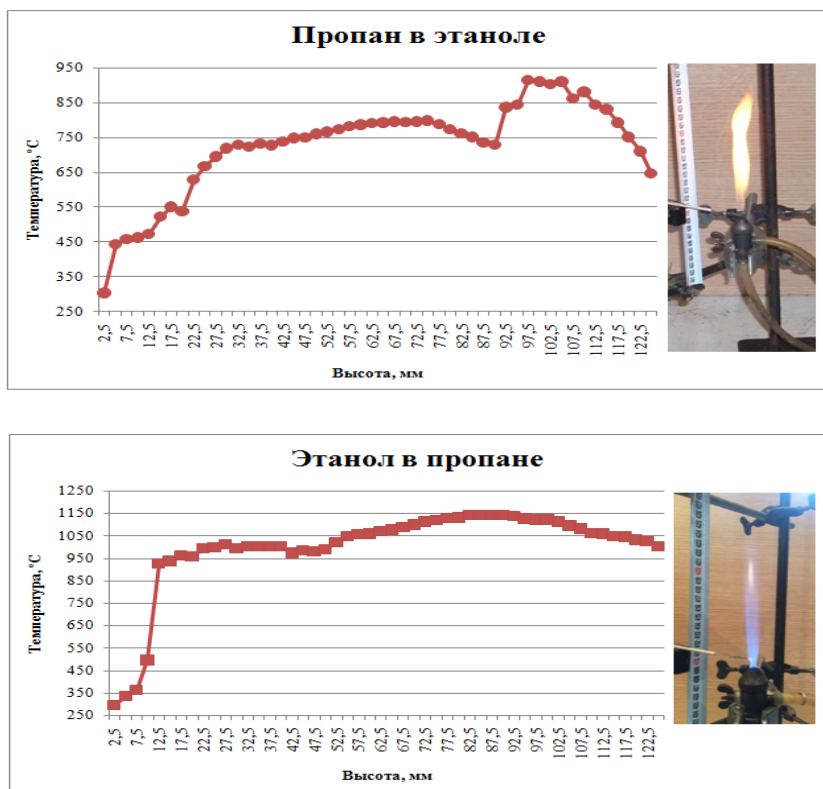


Рис. 3. Температурный профиль по высоте средней части совместного пламени пропана (расход 125 см³/мин) с этанолом (расход 129 см³/мин)

При процессе горения когда пропан подается посередине, а этанол по краю повышение температуры до 850 °С наблюдается на высоте пламени 92-93 мм и достигает значения 915 °С при расстоянии 100 мм от поверхности горелки. При расположении исходных топлив когда этанол подается посередине, а пропан по краю пламени, температура пламени значительно выше, чем при горении чистых топлив и достигает максимального значения 1150 °С.

На рисунке 4 приведен температурный профиль по высоте центральной части пламени бензола и совместном горении спирта и бензола.

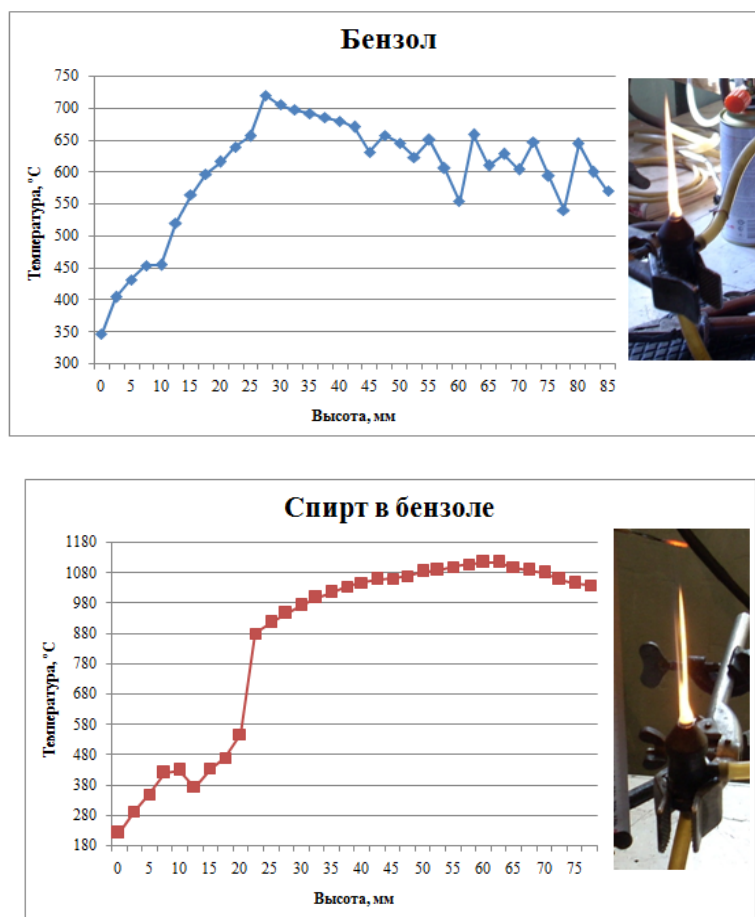


Рис. 4. Температурный профиль по высоте средней части диффузионного пламени бензола и совместного пламени бензола (расход 195 см³/мин) с этанолом (расход 246,7 см³/мин), когда этанол подавался по центру, а бензол по краю

Температура пламени чистого бензола плавно повышается по высоте, и принимает максимальное значение равное 720 °С на высоте 27,5 мм. Далее температура пламени плавно снижается. Скачки температуры в верхней части пламени бензола характеризуются условием его горения.

Анализ температурного профиля совместного пламени бензола с этанолом, когда этанол подавался по центру, а бензол по краю. В данном случае, как и в случае горения пропана с этанолом, температура пламени повышается до 1115°С.

Эти исследования показали, что при организации совместного горения разных топлив повышается общая температура пламени по всему объему. Особенно резкое повышение температуры наблюдалась в совместном пламени пропан-этанол и бензол-этанол в случае, когда спирт подавался в среднюю часть пламени. Максимальное повышение, составляет более 200°С. К повышению температуры приводят реакции между образующимися промежуточными соединениями этанола и углеводородного топлива. При высоких температурах происходит частичная диссоциация продуктов сгорания с образованием атомных и молекулярных частиц, а также свободных радикалов. Механизм

образования углерода претерпевает изменения при возрастании температуры и изменении скорости прогрева по высоте пламени. В пламенах при невысоких температурах до 1100°C углерод образуется в основном через полициклические и ароматические углеводороды. При высоких температурах углерод формируется в основном через ацетилен. Превращение бензола при этом происходит с разрывом кольца и образованием радикалов $\bullet\text{C}_2\text{H}$, C_2 и ацетилена. В ацетиленовых пламенах ненасыщенные углеводороды главным образом состоят из C_2H_2 и C_4H_2 . В бензольных пламенах основными непредельными продуктами горения являются углеводороды C_6H_6 (бензол) и полициклические ароматические углеводороды, также присутствуют полиацетилены, но они не принимают активного участия при образовании углерода как в ацетиленовых пламенах. Профили концентраций полициклических ароматических углеводородов имеют максимум в зоне окисления и понижаются в зоне образования углерода. Бензол в образовании полициклических ароматических углеводородов играет более важную роль, т.к. в пламени ацетилена концентрация бензола небольшая.

Как известно, в пламени углеводородного топлива наблюдается практически весь спектр видимого света – от фиолетового до красного, таблица 1.

Таблица 1. Соответствие между цветами спектра пламени и диапазоном длин волн

Длина волны, нм	380-430	430-470	470-500	500-560	560-590	590-620	620-760
Цвет	Фиолетовый	Синий	Голубой	Зеленый	Желтый	Оранжевый	красный
Радикалы	CN, CH	CH, C_2	C_2	C_2	C_2	C_2	C_2

В области спектров от 430 до 620 нм (от синего до красного) свечение обеспечивается полосами молекул C_2 (полосы Свана), соответствующие длинам волн – 438,3 нм, 473,7 нм, 516,5 нм, 563,6 нм и 619,1 нм. Наиболее интенсивные серии полос Свана лежат, соответственно, при 473,7 нм, 516,5 нм и 563,6 нм. Однако наиболее интенсивную систему полосы Свана представляют в зеленой части спектра (516,5 нм и 563,6 нм).

Для представления общей картины образования промежуточных частиц были исследованы спектры разных пламен. На рисунке 5 приведены спектры при коаксиальном горении этанола с 5 % содержанием солей металлов $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ и $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ в пропане.

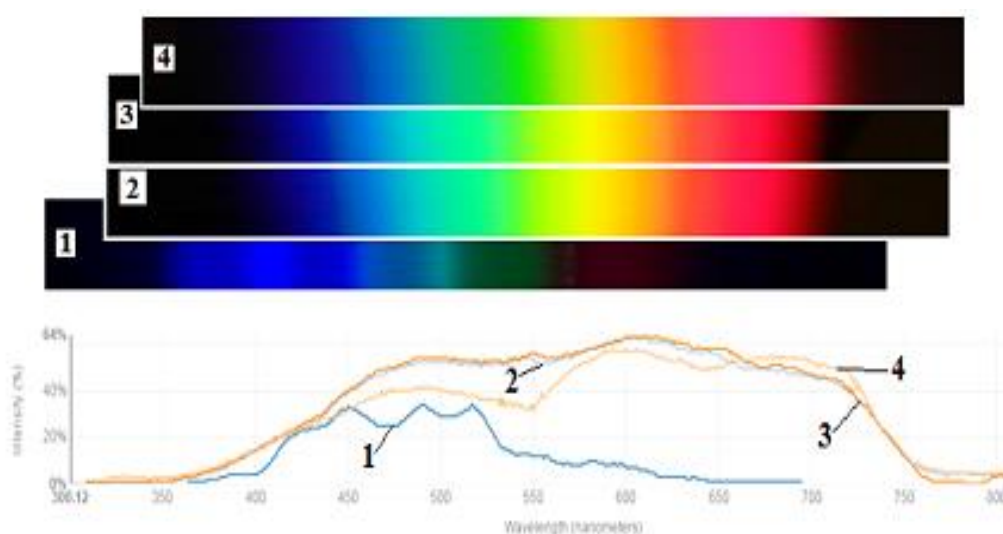


Рис. 5. Спектры коаксиальных пламен и интенсивности свечения по длинам волн

1 – спектр коаксиального пламени этанола в пропане, 2 – спектр коаксиального этанола с солью Co в пропане, 3 – спектр коаксиального пламени этанола с солью La в пропане, 4 – спектр коаксиального пламени этанола с солью Ni в пропане

Анализ спектров при альтернативном горении этанола с пропаном показал, что когда этанол подается по центру пламени пропана спектр излучения расширяется в область синего и фиолетового излучения, а при подаче пропана по центру пламени этанола спектр практически повторяет спектр пламени чистого пропана, интенсивное свечение которых обеспечивается горячими сажевыми частицами. При горении чистого этанола и при совместном горении, когда этанол подается по центру пламени пропана, спектр излучения лежит, в основном, в области зеленого цвета, что характеризует наличие возбужденных молекулярных радикалов C_2 (полосы Свана). Как известно, появление радикала C_2 наблюдается вблизи зоны максимальной температуры. Аналогичная картина наблюдается и при коаксиальном горении этанола с бензолом. При этом при горении чистого этанола и при коаксиальном пламени, когда этанол подается по центру пламени бензола, спектр излучения лежит, в основном, в области зеленого цвета, что также характеризует наличие возбужденных молекулярных радикалов C_2 (полосы Свана). При подаче бензола по центру пламени этанола спектр практически повторяет спектр пламени чистого бензола, интенсивное свечение которых обеспечивается горячими сажевыми частицами.

На рисунке 6 приведены спектры при коаксиальном горении этанола с 5 % содержанием солей металлов $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ и $La(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ в бензоле.

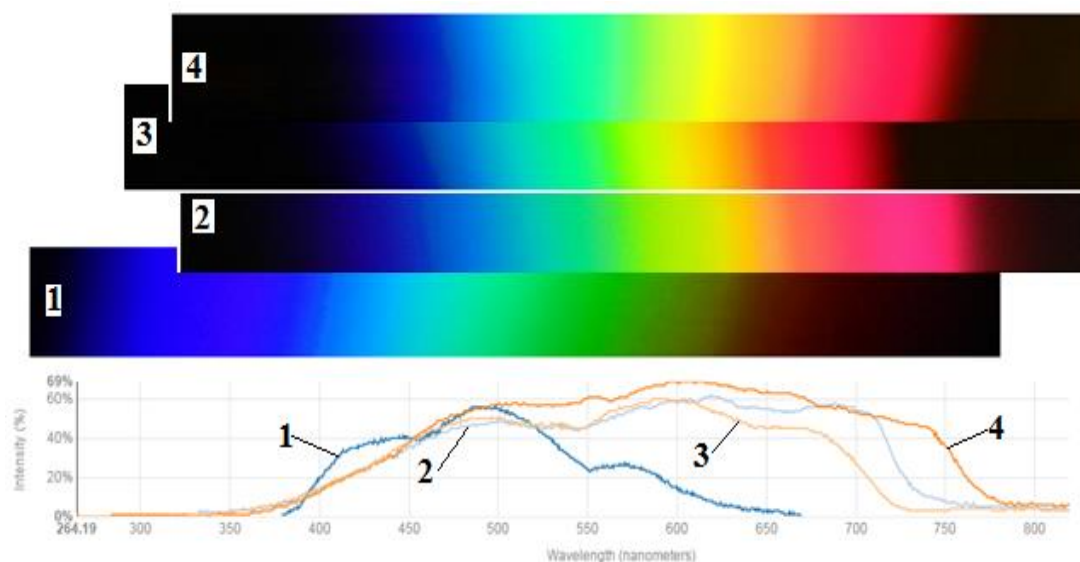


Рис. 6. Спектры альтернативных пламен и интенсивности свечения по длинам волн
 1 – спектр коаксиального пламени этанола в бензоле, 2 – спектр коаксиального пламени этанола с солью Co в бензоле, 3 – спектр коаксиального пламени этанола с солью La в бензоле, 4 – спектр коаксиального пламени этанола с солью Ni в бензоле

Анализ спектров альтернативных пламен при горении этанола, с растворенными в нем солями металлов, в пропане (рисунок 5) или в бензоле (рисунок 6), показал, что наличие солей металлов в альтернативном пламени приводит к переходу от зеленых пламен к ярко светящимся пламенам, свечение которых обеспечивается раскаленными сажевыми частицами и практически отсутствуют полосы C_2 . Этот процесс, по-видимому, характеризуется полимеризацией C_2 в сажу. Можно сделать предположение, что наличие солей в пламени, приводящее к усилению сажеобразования, связано с возникновением свободных радикалов, вызывающих появление полимеризационных цепей.

В работе с целью исследования процесса образования оксидов никеля в пламени. На рисунке 7 показан электронно-микроскопический снимок и спектр энергодисперсионного рентгеновского анализа (EDAX), образца полученного при совместном горении пропана и раствора этанола с солью никеля с концентрацией 1 грамм на 250 мл.

Электронно-микроскопические исследования показывают, что совместное горение пропана и раствора этанола с солью никеля приводит к образованию оксидов никеля округлой формы с разбросом по размерам 50-300 нанометров. Результаты химического анализа показывают содержание углерода 60%, содержание никеля 36% и содержания кислорода 6%. Магний и натрий присутствует в небольших количествах, их присутствие в образцах объясняется наличием в используемых топливах.

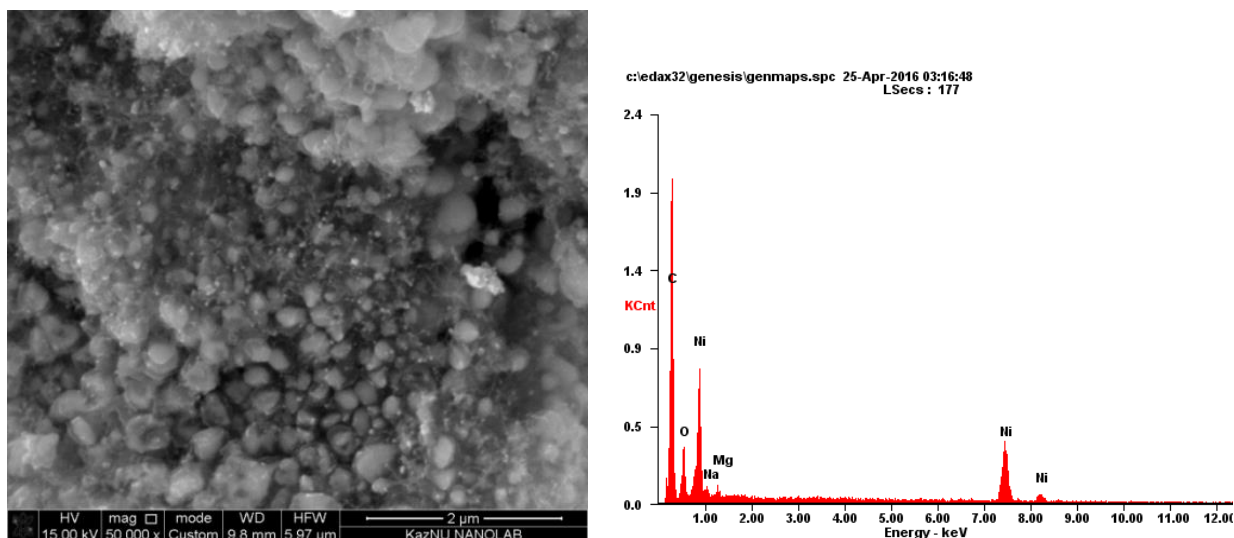


Рис. 7. Электронно-микроскопический снимок и спектр EDAX анализа, образца полученного при совместном горении пропана и раствора этанола с солью никеля

Заключение.

Таким образом, проведенные исследования показали возможность повышения температуры пламени методом организации коаксиального горения этанола с бензолом и пропаном и получения наноразмерных оксидов никеля методом организации коаксиального горения пропана и раствора этанола с солью никеля.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Мансуров З.А. Образование сажи полициклических ароматических углеводородов, фуллеренов и углеродных нанотрубок при горении углеводорода // Инженерно физический журнал. Том 84 – Минск, 2011. – С. 116-149.
- [2] I.A. Kuznetsov, M.J. Greenfield, Y.U. Mehta, W. Merchan-Merchan, G. Salkar, A.V. Saveliev, Increasing the solar cell power output by coating with transition metal-oxide nanorods// Applied Energy: Volume 88. – 2011. – P. 4218–4221.
- [3] T. Sahm, L. Mädler, A. Gurlo, N. Barsan, S. E. Pratsinis, U. Weimar. Flame spray synthesis of tin dioxide nanoparticles for gas sensing //Sensors and actuators B: Chemical. – 2004. – Т. 98. – №. 2. – P. 148-153.
- [4] Zunqing Zheng, Changle Li, Haifeng Liu, Yan Zhang, Xiaofan Zhong, Mingfa Yao. Experimental study on diesel conventional and low temperature combustion by fueling four isomers of butanol // Fuel: Volume 141.– 2015. – P. 109-119,
- [5] R. Sathiyamoorthi, G. Sankaranarayanan.The effects of using ethanol as additive on the combustion and emissions of a direct injection diesel engine fuelled with neat lemongrass oil-diesel fuel blend // Renewable Energy. –Volume 101. – 2017. – P. 747-756,
- [6] Tutak, W., Jamrozik, A., Bereczky, Ákos, & Lukacs, K. (2018). Effects of injection timing of diesel fuel on performance and emission of dual fuel diesel engine powered by diesel/E85 fuels. // Transport. – 33(3). – 2018. – P. 633-646.
- [7] Долматов Д. А. Генерация, развитие и затухание аномальных возбужденных реакций в стехиометрическом бутано–воздушном пламени //Авиационно-космическая техника и технология. – 2014. – №. 7. – С. 41–46.
- [8] Appel J., Bockhorn H., Frenklach M. Kinetic modeling of soot formation with detailed chemistry and physics: laminar premixed flames of C 2 hydrocarbons //Combustion and Flame. – 2000. – Т. 121. – №. 1. – P. 122-136.
- [9] Height M. J. J.B Howard, J.W Tester, J.B Vander Sande. Flame synthesis of single-walled carbon nanotubes //Carbon. – 2004. – Т. 42. – №. 11. – P. 2295-2307.
- [10] A. D’anna, A Violi, A. D’alessio, A.F Sarofim. A reaction pathway for nanoparticle formation in rich premixed flames //Combustion and Flame. – 2001. – Т. 127. – №. 1. – P. 1995-2003.

Серік А., Рахымжан Н., Баяндинова А.А., Қазбек А. Қ., Бакқара А., Лесбаев Б. Т.

Пропанның және бензолдың этанолмен комбинирленген жануының ерекшелігі

Түйіндеме. Жану үдеісі көптеген параллельді қарапайым актілер арқылы өтетін күрделі тізбекті химиялық реакция болып табылады: пайда болу реакциялары (белсенді радикалдардың түзілуі), тармақталу (реакциядағы радикалдар санының артуы), тізбектің жалғасуы мен үзілуі (радикалдардың рекомбинациясы).

Жалынның физикалық-химиялық параметрлері, пайда болған жану өнімдерінің құрамы, құрылымы мен қасиеттері түзілетін аралық бөлшектердің табиғатына және осы үдерістердің химиялық кинетикасына байланысты болады. Мақалада этанолдың пропанмен және бензолмен коксиалды жану үдерістері зерттелген. Коксиалды жануды ұйымдастыру жалын температурасын, сондай-ақ соңғы өнімдердің пайда болу үдерісін, оларды қалыптастыру аймағына қосымша белсенді аралық бөлшектерді енгізу тәсілімен басқаруға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: жалын, температура, этанол, бензол, пропан, коксиалды жану, аралық бөлшектер.

УДК [546.47+546.815]: 631.445.51(574.41)

M.Sh. Akhmetkaliyeva, L.R.Sassykova, A.A.Batyrbayeva, Y.A.Aubakirov, R.N.Azhigulova
(al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)
E-mail: batyrbaeva_aigul@mail.ru

ZINC AND LEAD COMPOUNDS IN LIGHT CHESTNUT SOILS OF THE “POLKOVNICHII” ISLAND (SEMPALATINSK, KAZAKHSTAN)

Abstract. The purpose of the work is to study and assess the basic patterns of the distribution of the forms of zinc and lead in the light clotted soils of the territory of of the “Polkovnichii” island (Semipalatinsk, Kazakhstan) as a basis for assessing the impact of man-made pollution and developing for successful environmental monitoring and soil protection. The article presents the results of studies on the content of forms of zinc and lead compounds in light chestnut soils. It was established that the maximum lead content is typical for the illuvial horizon B1, the minimum - for the humus horizon A. The maximum content of the total zinc form is characteristic for the humus horizon An and the humus accumulative horizon A1, the minimum - for the transition horizon of the Armed Forces. A reliable direct correlation dependence on humus and pH was obtained for the acid-soluble (extractant-2.5% CH₃COOH) form of lead. A reliable positive correlation dependence was found on the pH values of the Zn forms strongly associated with the organic matter of the soil. It is revealed that the migration of the forms of lead and zinc in the soil profile is uneven: zinc accumulation is noted in the upper soil horizons - humic An and humic accumulation horizon A1. It has been established that lead accumulation occurs in the B1 illuvial horizon of the studied soils. The data on the background content of zinc and lead in the studied soils are very valuable, since they provide a good opportunity to conduct and analyze systematic observations in a given natural region and improve the objectivity of the assessment of the current environmental situation.

Key words: zinc, lead, migration, light chestnut soils, “Polkovnichii” island

М.Ш. Ахметкалиева, Л.Р. Сасыкова, А.А. Батырбаева, Е.А. Аубакиров, Р.Н. Ажигулова
(Казахский Национальный университет им. Аль-Фараби, Казахстан, Алматы)
E-mail: batyrbaeva_aigul@mail.ru

СОЕДИНЕНИЯ ЦИНКА И СВИНЦА В СВЕТЛОКАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ ОСТРОВА «ПОЛКОВНИЧИЙ» (СЕМИПАЛАТИНСК, КАЗАХСТАН)

Аннотация. Целью настоящей работы является оценка влияния техногенного загрязнения в светлокаштановых почвах территории острова «Полковничий» (Семипалатинск, Казахстан) путем установление основных закономерностей распределения форм нахождения цинка, свинца для успешного мониторинга состояния окружающей среды и охраны почв. В статье представлены результаты исследований содержания форм соединений цинка и свинца в светлокаштановых почвах. Установлено, что максимальное содержание свинца характерно для иллювиального горизонта В1, минимальное – для гумусового горизонта А. Максимальное содержание валовой формы цинка характерно для гумусового горизонта An и гумусово-аккумулятивного горизонта A1, минимальное – для переходного горизонта BC. Получена достоверная прямая корреляционная зависимость от гумуса и pH для кислоторастворимой (экстрагент - 2,5% CH₃COOH) формы свинца. Найдена достоверная положительная корреляционная зависимость от значений pH форм Zn, сильно связанных с органическим веществом почвы. Выявлено, что миграция форм нахождения свинца и цинка по профилю почвы происходит неравномерно: накопление цинка отмечается в верхних горизонтах почвы - гуминовом An и гуминовом накопительном горизонте A1. Установлено, что накопление свинца происходит в иллювиальном горизонте В1 исследуемых почв. Данные по фоновому содержанию цинка и свинца в исследуемых почвах являются весьма ценными, поскольку дают хорошую возможность проведения и анализа систематических наблюдений в данном природном регионе и повышения объективности оценки складывающейся экологической обстановки.

Ключевые слова: цинк, свинец, миграция, светло-каштановые почвы, остров «Полковничий».

Введение

Почва производит микроэлементы из содержащихся в ней веществ, вносимых удобрений, опылителей. Содержащиеся в почве микроэлементы переходят в растения. Поэтому растения, употребляемые в пищу, отражают особенности микроэлементного состава данной почвы и ее геологической структуры. В выбросах промышленных производств также содержатся оседающие на почву вредные примеси. Так, в почве вокруг предприятий цветной металлургии встречаются окиси свинца, олова, молибдена, мышьяка и некоторых других элементов, а вокруг заводов черной металлургии содержатся цинк, свинец, фенол, мышьяк, сера [1-2]. Избыток таких микроэлементов, как ртуть, свинец, кадмий или селен, получаемых с растительной или животной пищей, могут явиться причинами отравления организма человека, тогда как недостаток меди, железа, марганца, цинка, йода, фтора, кобальта и молибдена вызывают целый ряд проблем, связанных с питанием [3, 4]. В природных, незагрязненных водоемах и в местах, где нет предприятий по добыче и переработке полезных ископаемых, и там, где неорганические вещества не вносятся в почву как удобрения или стимуляторы роста растений, микроэлементы содержатся, как правило, в тысячных или десятитысячных долях миллиграмма на литр воды [5-7].

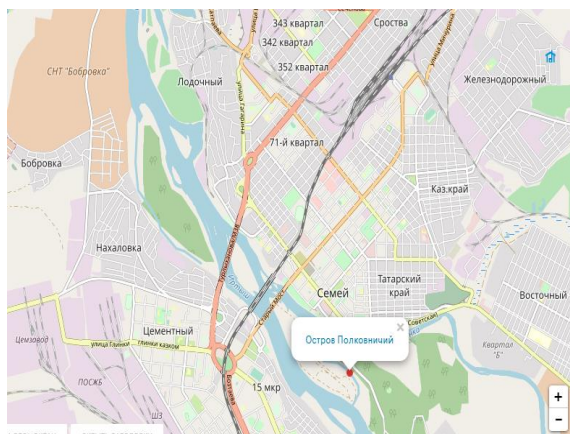
При решении практических вопросов охраны окружающей среды от антропогенного загрязнения важное место занимают сведения о содержании токсичных ингредиентов в почвах конкретного региона. При оценке уровня загрязнения в качестве референсных (кларк) обычно берут незагрязненные территории с аналогичным почвенным покровом, для которых известны концентрации тяжелых металлов. Принцип аналогии при этом соблюсти очень сложно, так как городским почвам – урбаноземам, строго говоря в естественных условиях аналогов нет. В связи с этим возникает актуальная задача нахождения местного урбанизированного фона, который можно было бы использовать для оценки уровня загрязнения почв.

Целью работы являлось изучение и оценка основных закономерностей распределения соединений цинка и свинца в светлокаштановых почвах. Исследование проводилось для оценки влияния техногенного загрязнения на окружающую среду и мониторинг загрязнения почв.

Методы

В качестве объектов исследования были выбраны естественные типичные светлокаштановые почвы острова Полковничий (рис.1), находящегося в черте города Семипалатинск (Казахстан). Исследуемая территория расположена в черте города Семей Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан. Город Семей разделен рекой Иртыш на левобережную и правобережную части. Посередине реки Иртыш находится остров Полковничий [7].

Первоначальное и нынешнее название острова связано с именем подполковника (ставшего позднее полковником) Матвея Ивановича Гейцига, который в 1787 году был назначен комендантом Семипалатинской крепости. Название острова «Полковничий» упоминается в планах с 19 века [7, 8]. Остров «Полковничий» - это одна из главных достопримечательностей этого края. За свою многолетнюю историю он пережил разные периоды. Чтобы вернуть острову былую славу, нужно, прежде всего, изменить свое потребительское отношение к природным богатствам. Сегодня судьбой острова Полковничий обеспокоены и экологи, и общественники, и правоохранительные органы.



а



б

Рис. 1. а-электронная карта города Семей, б-общий вид острова «Полковничий»

Для анализов были взяты образцы всех имеющихся генетических горизонтов почвенного разреза.

Определение макросостава всех проб почв (рН, гумус, CO₂ карбонатов, гранулометрический состав) проводили стандартными методами.

Среди тяжелых металлов в качестве объектов изучения были взяты свинец и цинк. Выбор этих элементов обусловлен двумя обстоятельствами: во-первых, физиологической важностью цинка для живых организмов и прежде всего для растений, во-вторых – недостатком сведений по биогеохимии этих элементов на территории острова «Полковничий», необходимых для решения ряда научных и практических вопросов [9].

Свинец (Pb) — это металл, издавна добываемый и используемый человеком в различных сферах хозяйственной деятельности. Так же давно известно и негативное воздействие свинца на здоровье человека: уже во II в. до н.э. описаны признаки «сатурнизма» — свинцового отравления организма.

В городских условиях наиболее изучено загрязнение свинцом: его больше там, где больше гумуса (почвы города - парки, сады, скверы, транспортные магистрали). Причем в почвах транспортных магистралей свинец обнаружен даже на больших глубинах. Во много раз больше ПДК содержится в почвах и нефтепродуктов [10-12].

Цинк – это один из главных микроэлементов: он входит в состав ферментов, обуславливающих и регулирующих многие жизненные процессы. Цинк повышает жаро- и морозоустойчивость растений. При его недостатке в почве замедляется превращение неорганических фосфатов в органические соединения растений. С другой стороны, существенное увеличение содержания цинка в компонентах окружающей среды и продуктах питания негативно отражается на живых организмах, сопровождается ухудшением здоровья человека связанное с его избытком.

В настоящей работе содержание тяжелых металлов в исследуемых почвах определяли на приборе КФК-3 фотоколориметрическим дитизиновым методом по прописи Г.Я.Ринькиса [9, 12, 13]. Воспроизводимость метода – ± 4,2%. Выделение фракций свинца и цинка проводили методом параллельной экстракции. Весь аналитический материал обработан методом математического анализа и математической статистики в почвоведении по Е.А. Дмитриеву [14].

Результаты

Как показали результаты исследований, среднее валовое содержание свинца в общей совокупности почвенных образцов исследуемой территории в 1,2 раза, цинка – в 2,4 раза ниже их кларкового содержания в почвах (рис.2).

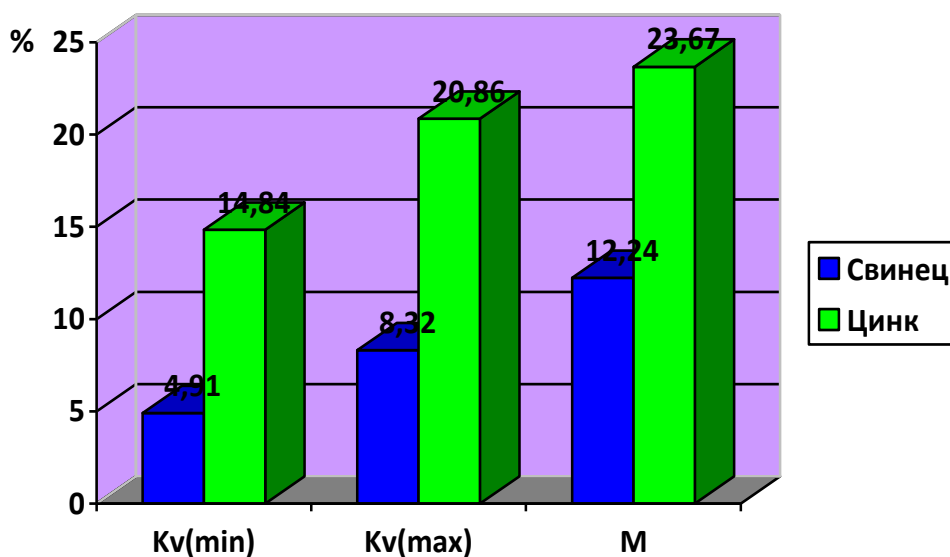


Рис. 2. Размах варьирования

• Химико-металлургические науки

Примечание: K_v - размах варьирования, $M \pm m$ – среднее арифметическое и его ошибка, V – коэффициент варьирования.

По величине среднего валового содержания исследуемые тяжелые металлы располагаются таким образом: $Zn > Pb$

По значению коэффициента варьирования (в %) тяжелые металлы в исследуемых почвах расположены (рис.3) в следующем убывающем порядке:

$Pb (34\%) > Zn (17\%)$

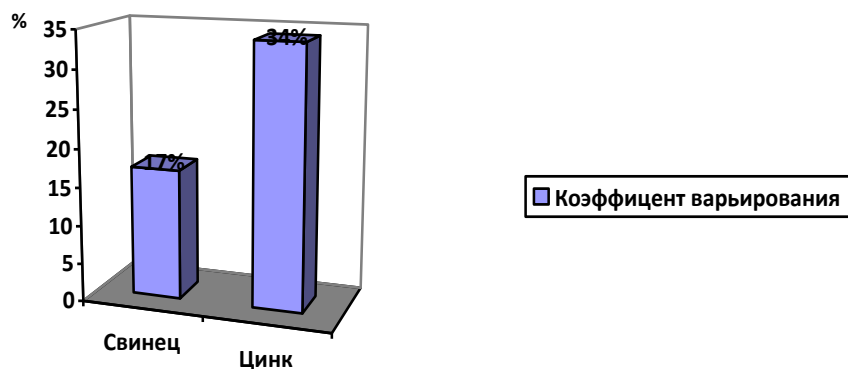


Рис. 3. Коэффициент варьирования

Содержание валовых форм ТМ по профилю почв распределяется неравномерно. Максимальное содержание свинца характерно для иллювиального горизонта B_1 , минимальное – для гумусового горизонта А.

Максимальное содержание валовой формы цинка характерно для гумусового горизонта A_n и гумусово-аккумулятивного горизонта A_1 , минимальное – для переходного горизонта ВС.

Повышенное содержание валовой формы цинка в гумусовом и гумусово-аккумулятивном горизонтах объясняется увеличенным содержанием в них максимального количества гумуса, а также более высоким значением рН. В свою очередь повышенное содержание в иллювиальном горизонте B_1 валовой формы свинца объясняется увеличенным содержанием в этом горизонте максимального количества физической глины (<0,01 мм), возможных карбонатных и щелочных геохимических барьеров.

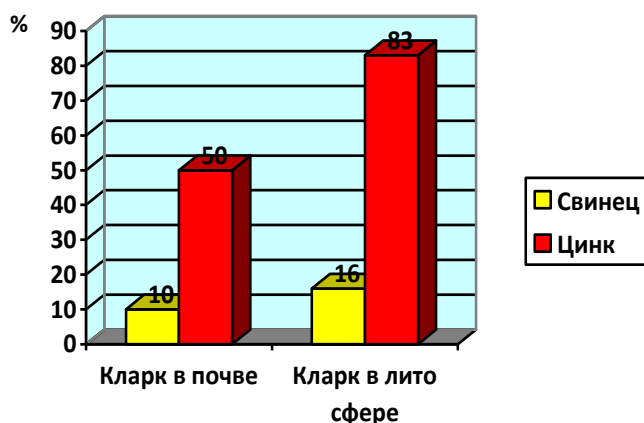


Рис. 4. Кларк в почве и кларк в литосфере

Согласно многочисленным исследованиям, органическое вещество и его компоненты образуют с ТМ различные комплексные соединения [5, 11], а тонкодисперсная минеральная фаза является сильным адсорбентом ТМ [6]. Результаты полученных исследований показывают, что с увеличением содержания физической глины в почве увеличивается содержание валовой формы свинца, а также с увеличением содержания гумуса в почве имеет место тенденция к увеличению содержания валовой формы цинка (рис.4).

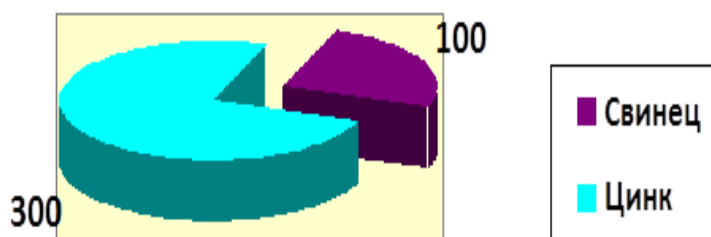


Рис. 5. ПДК в почве

Реакция водных почвенных суспензий в гумусовом и гумусово-аккумулятивном горизонтах нейтральная. Именно при значениях рН, близких к нейтральным, достигается максимум поглощения ТМ органическим веществом и глинистыми минералами [6, 16].

Амплитуда колебания содержания элементов в почве немного различна: для свинца накопление в верхнем горизонте почвы резко увеличивается с глубиной, напротив, для цинка характерно накопление в гумусово-аккумулятивном горизонте, которое постепенно уменьшается. Это свидетельствует о том, свинец в исследуемых почвах является менее подвижным металлом, способен образовывать устойчивые соединения с тонкодисперсной минеральной фазой почвы. Необходимо отметить, что цинк также в исследуемых почвах относится к менее подвижным металлам в почве; ключевая роль в этом принадлежит органическому веществу, способному образовывать устойчивые комплексы с цинком, что очень важно и имеет большое практическое значение для управления биологической доступностью и миграцией этого элемента в почве.

Проведенные нами исследования свидетельствуют о том, что прослеживается неодинаковая корреляционная зависимость между валовым содержанием ТМ и показателями гумуса, рН почвы и физической глины.

Выявлена положительная достоверная корреляционная зависимость содержания валовой формы свинца только от наличия физической глины.

В исследуемых светло-каштановых легкосуглинистых почвах установлена достоверная положительная корреляционная зависимость между валовым содержанием цинка и наличием гумуса, а также значением рН.

Установленный уровень валового содержания в почвах исследуемого урбанизированного фона намного ниже рекомендуемых ПДК.

В.В. Ковальский [17] установил пороговые концентрации некоторых элементов в почвах по возможным патологическим воздействиям их на сельскохозяйственных животных, при сравнении с которыми валовое содержание цинка находится в пределах нижней пороговой границы.

Исследуемые светло-каштановые почвы острова Полковничий характеризуются низким валовым содержанием цинка по сравнению с почвами различных регионов [12, 13, 16, 17].

Согласно градации Я.В. Пейве и Г.Я. Ринькиса [9, 12-14] по уровню среднего содержания подвижной формы цинка исследуемые почвы относятся к средним по обеспеченности этими элементами почвам.

Обсуждение

Данные о фоновом содержании цинка и свинца в изученных почвах очень ценны, дают возможность систематических наблюдений в этом природном регионе и повышают объективность оценки возникающих условий окружающей среды. В последние годы фермерами в почву вносятся цинкосодержащие удобрения. Необходимо провести исследования влияния физико-химических свойств почв региона на эффективность цинковых удобрений, продолжить, имеющие большое прикладное значение, исследования в этом направлении.

Установлено, что валовое содержание свинца колеблется от 4,91 до 12,24 мг/кг, среднее значение равно 8,32 мг/кг, коэффициент варьирования составляет 34%; валовое содержание цинка находится в пределах 14,84-23,67 мг/кг, среднее значение равно 20,86 мг/кг, коэффициент варьирования в два раза меньше, чем для свинца и составляет 17%. Среднее валовое содержание свинца в 1,2 раза, цинка – в 2,4 раза ниже их кларкового содержания в почвах. Валовое содержание цинка в почвах острова Полковничий находится в пределах нижней пороговой границы.

Исследуемые почвы по уровню среднего содержания подвижной формы цинка относятся к средним по обеспеченности этим элементом почвам. Содержание форм нахождения (водорастворимой, обменной, кислоторастворимой, органической) зависит от содержания гумуса, физической глины и значений pH почвы. Выявлена достоверная прямая корреляционная зависимость от гумуса и pH для кислоторастворимой (экстрагент - 2,5% CH_3COOH) формы свинца. Установлена достоверная положительная корреляционная зависимость от значений pH для прочно- связанной с органическим веществом почвы формы цинка.

Миграция форм нахождения свинца и цинка по профилю почвы происходит неравномерно: аккумуляция цинка отмечена в верхних горизонтах почвы – гумусовом A_n и гумусово-аккумулятивном горизонте A_1 , что свидетельствует о ведущей роли органического вещества почвы в накоплении этого элемента; накопление свинца происходит в иллювиальном горизонте B_1 исследуемых почв, что объясняется увеличенным содержанием в этом горизонте физической глины.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] <http://ru-ecology.info/term/41721/>
- [2] Zinkute R., Bauziene I., Dilys K., Mazeika J., Taminskas J., Taraskevicius R., Recent Lithuanian peri-urban ombrotrophic bog records: indices derived from the contents of lead, zinc, copper and nickel. // *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, 2015. - V.15. - №4. - P.293-318. doi:10.1144/geochem2013-245
- [3] Mann A., Reimann C., Caritat P., Turner N., Birke M., Mobile Metal Ion® analysis of European agricultural soils: bioavailability, weathering, geogenic patterns and anthropogenic anomalies // *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, 2015.- V.15.- P.99-112. doi:10.1144/geochem2014-279.
- [4] Kloke A., Richtwerke, *Mitteilungen VDLUFA*, 1980, 2, 9.
- [5] Зборишук Ю.Н., Зырин Н.Г. Медь и цинк в пахотном слое почв Европейской части СССР // Почвоведение. – 1978. - №1. –С.38-47.
- [6] Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. - М.: Мир, 1989. – с. 126-129, С.152-156.
- [7] <http://varandej.livejournal.com/429116.html>
- [8] Akhmetkaliyeva M.Sh., Sassykova L.R., Aubakirov Y.A., Sendilvelan S., Zhumakanova A.S., Abildin T. S., Zhussupova A.K., Amangeldi M. B., The accumulation of heavy metals by the vegetation of the east Kazakhstan, News of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan, series of geology and technical sciences.- 2018. - V.429.- № 3.- P.20-29.
- [9] Соколов (ред.) Агрохимические методы исследования почв.- М.: Наука, 1975. – С. 384-404.
- [10] <https://www.rutraveller.ru/place/131415>.
- [11] Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах.-М.: Изд-во АН СССР, 1957. - С.203-207.
- [12] Ринькис Г.Я., Рамане Х.К. и др. Методы анализа почв и растений.- Рига: Зинатне, 1987. -174 с. (In Russ.)
- [13] Инструкция по определению тяжелых металлов и фтора химическими методами в почвах, растениях и водах при изучении загрязненности окружающей среды/Под ред. Важенина И.Г. – М.,1977. – 48 с.
- [14] Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. – Изд. 3-е, испр. и доп. М.: Либроком, 2009. - 328 с.
- [15] Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры // Геохимия. – 1962. - №7. – С. 555-571.
- [16] Ладонин В.Ф. Особенности специфической сорбции меди и цинка некоторыми почвенными минералами // Почвоведение. – 1997. - №12. – С. 1478-1485.
- [17] Ковальский В.В. Пороговые концентрации химических элементов в почвах и возможные реакции организмов // Микроэлементы в биосфере и их применение в сельском хозяйстве и медицине Сибири и Дальнего Востока.-Улан-Удэ, 1973. – С. 30-39.

Ахметкалиева М.Ш., Сасыкова Л.Р., Батырбаева А.А., Аубакиров Е.А., Ажигулова Р.Н.

"Полковничий" аралының (Семей, Қазақстан) ашық-қоңыр топырағындағы мырыш пен қорғасынның қосылыстары

Түйіндеме. Мақалада мырыш және қорғасын қосылыстарының формаларының құрамын зерттеу нәтижелері берілген. Қорғасынның максималды құрамы B_1 иллювиальді көкжиекке тән, ең аз мөлшері A_n гумусты көкжиекке тән екені анықталды. Мырыштың жалпы нысанының ең жоғарғы құрамы A_n гумус көкжиегі мен A_1 гумус-аккумулятивті көкжиегі үшін тән, ең аз – B_1 ауыспалы көкжиегі үшін тән. Қорғасынның қышқыл еритін түрі үшін (экстрагент - 2,5% CH_3COOH) гумус пен pH арасында нақты тікелей корреляциялық тәуелділік алынды. Топырақтың органикалық затымен қатты байланысты Zn нысандарының pH мәндеріне байланысты оң корреляциялық тәуелділік табылды.

Түйін сөздер: мырыш, қорғасын, миграция, ашық-қоңыр топырақ, «Полковничий» аралы.

¹ Sh.T. Koshkarbayeva, ² P.A. Abdurazova, ¹ M.S. Satayev, ¹ Y.B. Raiymbekov
(¹M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan,
²“Sirdariya” University, Zhetysai, Kazakhstan, eplusr@bk.ru)

RECEIVING ZINC FROM OUT-OF-SERVICE BATTERIES

Abstract. The article presents the results of the study of the process of zinc extraction from out-of-service batteries. The process of isolation of pure zinc in laboratory conditions from the manganese-zinc active mass obtained by mechanical cleaning is also shown. According to the results of the study, the composition and structure of the final product was determined by a scanning electron microscope.

Key words: chemistry, chemical technology, zinc, battery, extraction.

¹ Ш.Т. Кошкарбаева, ² П.А. Абдуразова, ¹М.С. Сатаев, ¹ Е.Б. Райымбеков
(¹М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан,
²“Сырдария” Университеті, Жетісай, Қазақстан, eplusr@bk.ru)

ЖҰМЫСҚА ЖАРАМСЫЗ ҚАЛДЫҚ БАТАРЕЯЛАРДАН МЫРЫШТЫ БӨЛІП АЛУ

Түйіндемe. Мақалада жұмысқа жарамсыз қалдық батареялардан мырышты бөліп алу үрдісі зерттеу нәтижелері келтірілген. Сондай-ақ, механикалық тазарту арқылы алынған марганец-мырышты активті массадан зертханалық жағдайда таза мырышты бөліп алу үрдісі көрсетілген. Алынған нәтижелер бойынша растрлы электронды микроскоппен зерттеу барысында соңғы өнімнің құрамы мен құрылымы анықталды.

Түйін сөздер: химия, химиялық технология, мырыш, батарея, бөліп алу.

Кіріспе

Табиғи материалдарды, энергетикалық ресурстарды толық және тиімді пайдалану, өндіріс және тұрмыстық қалдықтарды қайта өңдеу арқылы пайдаға асыру мен залалсыздандыру және қоршаған ортаны қорғау – заманымыздың өзекті мәселелерінің бірі [1].

Микротыңайтқыштар – бұл тыңайтқыштардың ең ерекше тобына жатады, оның құрамына микроэлементтер бор, мыс, мырыш, кобальт және т.б. кіреді.

Микротыңайтқыштар аз мөлшерде өсімдіктерге олардың өнімділігін, қоршаған ортаға тұрақтылығын жоғарылату үшін, өсімдік ауруларынан қорғау мақсатында қолданылады [2].

Микротыңайтқыштардың ролі өсімдіктердің организмдеріндегі биохимиялық үрдістерді жылдамдататын ферменттердің активтілігін жоғарылатуға негізделген, олар қанттардың, крахмалдардың, белоктардың, нуклейн қышқылдарының, дәрумендердің синтездерін активтендіруге ықпал етеді. Микротыңайтқыштар фотосинтезге оң әсер етеді, дәндердің жетілуін және пісуін жылдамдатады [3].

Ауыл шаруашылығында микротыңайтқыштардың сұранысы олардың биологиялық ерекшеліктерімен анықталады және 0,5 тен 5 кг/га шамасында микроэлементке есептегенде [4].

Сусымалы, құмды, карбонатты жерлер мырыш құрамды микротыңайтқыштарды қажет етеді. Мырыштың жетіспеушілігі әсіресе жеміс беретін және цитрусты ағаштарда, жүгеріде, қант қызылшасында, байқалады.

Тұқымдарды сеппей тұрып топыраққа қолданылатын мырыш тыңайтқышын енгізудің дозасы 1 га жерге 3 - 5 кг мырыш. Егер топыраққа алдын-ала мырышты енгізудің тиімділігі төмен болса және мырыштың жетіспейтіндігі байқалса, онда мырыш сульфатының 0,05 - 0,1 %-ті ерітіндісімен бүрку әдісі қолданылады. Өсімдіктердің жапырақтары шықпай тұрған кездегі бүркудің концентрациясын 2 - 5 % -ға дейін жоғарылатуға болады [5].

Адам тұрмысын жеңілдететін батареялар қалдыққа айналғанда, **табиғатқа зиян** келтіретіндігі барлығымызға аян. Тұтыну мерзімі біткен немесе зиян көріп, қолданылмайтын жағдайға келген батареялардың табиғатқа тасталуы экологияны нашарлатады. Мысалы құрамында кадмий бар бір батарея 600 мың литр суды ластауға жетеді екен. Бұл шамамен 11 адамның бір жылдық суы. Қалдық батареяларды өртеп жою мүмкін емес. Өртелген батареялардан шығатын газ ауаны ластап, адам денсаулығына зиян келтіреді. Сондықтан тұтыну мерзімі біткен батареялардың құрамындағы бағалы ресурстарды қайтадан пайдаланып қалдықсыз технология құру қажет [6].

Тұтыну мерзімі біткен марганец – мырышты батарея ең алдымен сыртындағы темір қорабынан ажыратылып алынады. Ішіндегі графит, мырыш, марганец құрамды полиметалды қоспа дистилденген сумен бірнеше рет шайылып, содан соң концентратқа күкірт қышқылының ерітіндісін 50⁰ С температурада қосып, ерітеді. Ерітіндінің құрамындағы мырыш тұзын кристалдап, бөліп алады [7].

Жұмысқа жарамсыз батареялар құрамынан алынған мырыш қосылысын тыңайтқыш құрамына енгізу арқылы мырыш құрамдас карбоаммоска тыңайтқышы алынды. Алынған күрделі аралас тыңайтқыш өсімдіктердің толық, өсіп-жетілуіне ықпалын тигізеді.

Елімізде өсірілетін алуан түрлі ауыл шаруашылығы дақылдарынан мол, тұрақты, әрі сапалы өнім алу үшін мырыш құрамды карбоаммофоска тыңайтқышын пайдаланудың маңызы орасан зор.

Зерттеу бөлімі

Батареялар құрамына қарай әр түрлі болады марганец – мырышты, литий ионды, сынапты. Батареялар мен аккумуляторларды бір – бірінен бөліп сұрыптап алынады. Соның ішінде тұтыну мерзімі біткен марганец-мырышты батареяға зерттеу жүргізілді. Төмендегі 1-суретте марганец – мырышты, литий ионды батареялардың әр түрлі кескіні көрсетілген [8].



1-сурет. Тұтыну мерзімі біткен марганец-мырышты, литий-ионды батареялар

2-суретте марганец – мырышты батареяның құрамы көрсетілген. Негізінде марганец мырышты батарея құрамы мырыш ұнтағынан, мырыш оксидінен, марганец диоксидінен және графиттен тұрады. Сонымен қатар, оның құрамына сепаратор, ток өткізгіш, ерітінді ретінде калий гидроксидінің ерітіндісі қолданылады.



2-сурет. Марганец – мырышты батареяның құрамы

3-суретте батареяның темір қорапшасы - таза темірден тұратыны көрсетілген. Сондықтан оны кара металлургия өндірісінде пайдалануға болады.



3-сурет. Батареяның темір қорапшасынан бөлінген түрі

Темір және қағаз қорапшасынан ажыратылған батареядағы активті массаны ұнтақтап құрамында қалып қойған темір бөлшектерін магнитті қолданып бөліп аламыз. Бұл процесті бірнеше рет қайталап, құрамындағы Zn, Mn, C бір - бірінен ажыратуға дайындаймыз. Механикалық тазартылған активті массаның көрінісі 4-суретте көрсетілген.



4-сурет. Марганец-мырышты батареяның құрамындағы активті массаның көрінісі

Бұл зертханалық жұмыста тұтыну мерзімі біткен марганец – мырышты батареяны ішіндегі графит, мырыш, марганец құрамды полиметалды қоспа дистилденген сумен бірнеше рет шайылды, содан соң концентратқа 25,30,35,40%күкірт қышқылын 40,50,60,70⁰C температурада қосып, ерітеді. Құрамындағы ерімейтін қалдық ақ лентада сүзіліп, ақ лентаның бетіндегі графит кептіріліуге жіберіледі. Төменде графит мырыш, марганец тұзынан бөлініп жатқан көрінісі 5-суретте кескінделген.



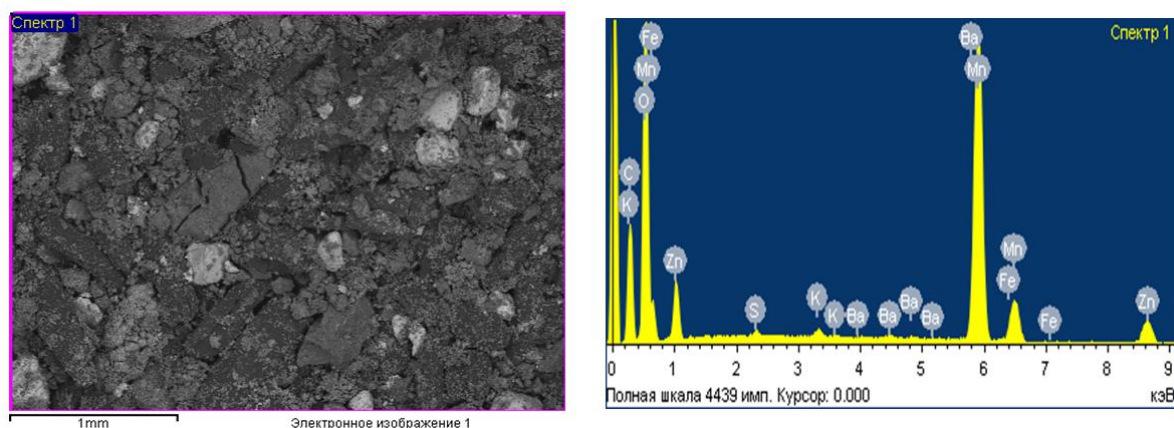
5-сурет. Ерітіндіден бөлініп алынған графит пен мырыш, марганец тұзының көрінісі

• Химико-металлургические науки

Ерітіндінің құрамында қалған мырыш және марганец тұзын 25% амин ерітіндісімен рН -6 дейін бейтарапталады. Ерітіндіге 30 минут ауа жібергенде марганец диоксиді бөлінеді. Марганец диоксидін сүзіп бөліп алады. Сүзіндіні кристаллдап сусыздандырғанда мырыш сульфаты алынады.

Алынған нәтижелерді өңдеу

Активті массаның құрамы JSM 64-90 растрлы микроскопта зерттелінді. Активті массаның құрамы 6 суретте келтірілген.



6-сурет. Жұмысқа жарамсыз батареяның құрамындағы активті масса

Алынған спектр нәтижелеріне сүйенсек (1-кесте) құрамында графит, күкірт, марганец, калий, мырыш, темір бар екендігі анықталды. Бұл элементтер өсімдіктерге қажетті микроэлементтердің қатарына жатады.

1-кесте. Активті массаның химиялық құрамы

C _(бос)	SO ₃	K ₂ O	MnO ₂	Fe ₂ O ₃	ZnO
29,37	0,37	0,38	45,61	0.25	19,34

Зерттеу нәтижелері бойынша активті масса құрамында мырыш оксиді 19,34 % -ды құрайды. Зерттеу нәтижесіне сүйенсек мырыш тұзын бөліп алуға болады. Бөліп алынған мырыш тұзы карбоаммофоска құрамына енгізіледі. Активті массаның құрамындағы калий, марганец, темір минералды тыңайтқыштың құрамына енген жағдайда өсімдіктерге кері әсерлерін тигізбейді.

Қорытындылай келе, зерттеу нәтижесінде алынған мырыш құрамды күрделі-аралас тыңайтқыш, еліміздің шарттарын жақсартудың әлеуметтік экономикалық проблемаларын шешуге мүмкіндік береді. Алынған күрделі-аралас тыңайтқыш өсімдіктердің толық, өсіп-жетілуіне ықпалын тигізеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Бахов Ж.К. Өнеркәсіптік өндіріс және экология. Оқу құралы. - Шымкент: М.Әуезов атындағы ОҚМУ, 2001. - 64 б.

[2] Бишимбаев У., Жантасов Қ., Молдабеков Ш., Петропавловский И., Дормешкин О., Жантасова Д., Джанмулдаева Ж. Күрделі және күрделі аралас минералды тыңайтқыштардың технологиясы мен даму тенденциясы. Оқулық. – Шымкент: Әлем баспасы, 2015. – 380 б.

[3] Бишимбаев У.К., Молдабеков Ш.М., Жантасов Қ.Т., Анарбаев А.А., Бестереков У. Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы. III том. Минералды тыңайтқыштардың химиялық технологиясы. – Алматы: Кітап баспасы, 2007. - 544 б.

[4] Федюшкин Б. Ф. [Минеральные удобрения с микроэлементами](#): технология и применение. - Л.: Мир, 1989. – 340 с.

[5] Гильманова Г.Б. Методические указания к выполнению лабораторных работ по химической технологии неорганических веществ, технологии неорганических солей и удобрений для студентов специальности 390240. – Шымкент: ЮКГУ, 2000. – 56 с.

- [6] Соколов М.Т., Новик Д.М. технология калийных удобрений: лабораторные работы по одноименному курсу. – Мн.: БГТУ, 2005. – 44 с.
[7] Позин М.Е. Технология минеральных удобрений и солей. - М.: Химия, 1997. – 277 с.
[8] Позин М.Е. Технология минеральных удобрений – Л.: Химия, 1984. – 376 с.

Кошкарбаева Ш.Т., Абдуразова П.А., Сатаев М.С., Райымбеков Е.Б.

Получение цинка из неисправных батарей

Резюме. В статье представлены результаты исследования процесса извлечения цинка из непригодных батарей. Также показан процесс выделения чистого цинка в лабораторных условиях из марганцево-цинковой активной массы, полученной механической очисткой. По результатам исследования растровым электронным микроскопом был определен состав и структура конечного продукта.

Ключевые слова: химия, химическая технология, цинк, батарея, извлечение.

ӘОЖ 631.82

¹Sh.T. Koshkarbayeva, ²P.A. Abdurazova, ¹M.S. Satayev, ¹Y.B. Raiymbekov

(¹M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan,

²“Sirdariya” University, Zhetysai, Kazakhstan, eplusr@bk.ru)

STUDY OF THE SULFURIC ACID TEMPERATURE EFFECT ON THE DEGREE OF THE PASTE DECAY

Abstract. The article presents the results of the study of the influence of sulfuric acid temperature on the degree of the paste decay obtained as a result of mechanical cleaning during the extraction of zinc from the tail batteries. It is established that graphite is extracted from the active mass and its composition and structure are studied in a scanning electron microscope.

Key words: chemistry, chemical technology, zinc, battery, paste, graphite.

¹ Ш.Т. Кошкарбаева, ² П.А. Абдуразова, ¹ М.С. Сатаев, ¹ Е.Б. Райымбеков

(¹М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан,

²“Сырдария” Университеті, Жетісай, Қазақстан, eplusr@bk.ru)

АКТИВТІ МАССАНЫҢ ЫДЫРАУ ДӘРЕЖЕСІНЕ КҮКІРТ ҚЫШҚЫЛЫ ТЕМПЕРАТУРАСЫНЫҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Түйіндемe. Мақалада қалдық батареялардан мырышты бөліп алу үрдісінде механикалық тазарту нәтижесінде алынатын активті массаның ыдырау дәрежесіне күкірт қышқылы температурасының әсерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Активті массада графит бөліп алынатындығы анықталды және оның құрамы мен құрылымы растрлы электронды микроскопта зерттелінді.

Түйін сөздер: химия, химиялық технология, мырыш, батарея, активті масса, графит.

Тұрмыстық техникада қолданылатын батареяларды қайта өңдеу тек табиғатты қорғап қалмайды, сонымен қатар тасталынатын металдардың мөлшерін азайтады және металдар тұздарын, графит, темір алуға мүмкіндік береді. Мырыш – өте көп қолданылатын түсті металдардың қатарына жатады. Жылсайын қолданылған миллиондаған батареялар қоқысқа тасталынады, соның салдарынан бірнеше тонна түсті металдар қоршаған ортаға зиянын келтіреді. Қысқа уақытта олар бұзылып жерді және жер астындағы судың құрамын ластайды [1].

Қазіргі уақытта заманауи өндіріс кешенді тыңайтқыштар алуға бағытталған (микроэлементтермен байытылған суперфосфаттар, нитрофоскалар және нитроаммофоскалар). Болашақта бұл тыңайтқыштар микротыңайтқыштар өндірісінің жалпы 70 - 80 % құрайды. Тиімділігі осындай тыңайтқыштар қолдану талассыз [2].

Жергілікті және сондай-ақ негізгі енгізу кезінде мырышқа мұқтаж барлық культураларға мырышқұрамды кешенді тыңайтқыштарды пайдалану ұсынады. Мырышқа мұқтаж ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін жоғарылату осы мырышты кешенді тыңайтқыштармен енгізу арқасында ғана қамтамасыз етеді: жүгері өсірілуге арналған әк қосылған сусымалы топырақта – 24 %; күкіртті топырақта 30...54 % өсірілген жоңышқа тұқымы [3].

Бұл тыңайтқыштың түрі өте маңызды. Аты айтып тұрғандай құрамында тыныс-тіршілік үшін бағалы мырышы бар микротыңайтқыштар ретінде түсінуге болады. Себебі, бұл микроэлемент өсімдіктердің құрамында үлкен шамада болады, 1 кг құрғақ заттарға шамамен 15-22 мг.

Ол тотығу - тотықсыздану процестерінің өтуін қамтамасыз ететін бірқатар ферменттерді артқа қалдырып, витаминдерді өңдеуге қатысады, дамуын жылдамдатады, өнімділікке оң әсер етеді [4].

Егер өсімдікте мырыштың жетіспеушілігі байқалса, онда ол крахмал және сахарозаның азаюына алып келеді, жапырақтар сарғаяды бастан, бұл құбылыс хлороз деп аталады. Нәтижесінде фотосинтез баяулайды және өсімдіктің өсу қарқыны төмендетейді.

Көбінесе мырышты тыңайтқыштар қатарына кіретін мырышты полимикротыңайтқыштарды кездестіруге болады, олар мырышты ағартқыш өндірісінің қалдықтары, апатитті концентрат, Қаратау немесе мырышты аммофос және фосфориттер, суперфосфаттар, қарапайым және екіншілей болуы мүмкін, сондай-ақ мырыш купоросы.

Олардың барлығында мырыштың құрамының деңгейі әр түрлі болады. Бірақ алу тәсілі шамамен бірдей – негізінде мырыш құрамды қосылысты ерітеді, немесе оларды макротыңайтқышпен араластырады, кейіннен оларды түйіршіктейді және кептіреді.

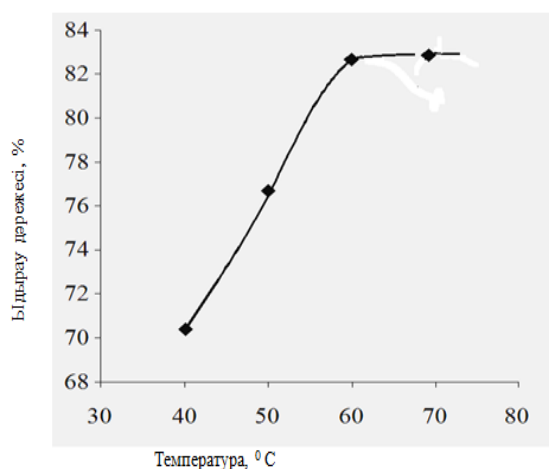
Бұл микроэлементпен тыңайтқыштарды әсіресе сұр топырақтарға, ағашты-карбонатты топырақтарға, карбонатты кара топырақтарға жиі қолдану қажет. Тыңайтқыштарға мұқтаж болып табылатындар, олар көкөністер, жидектер, жеміс-жидектер, мақта және басқа да өсімдіктер.

Мырыш элементінің көмегімен мақтаның, бидайдың, жүгерінің өнімділігі жоғарылайды және сонымен қатар жеміс-жидектердің қантының пайызын және бидайдағы протеиннің пайызын жоғарылатады [5].

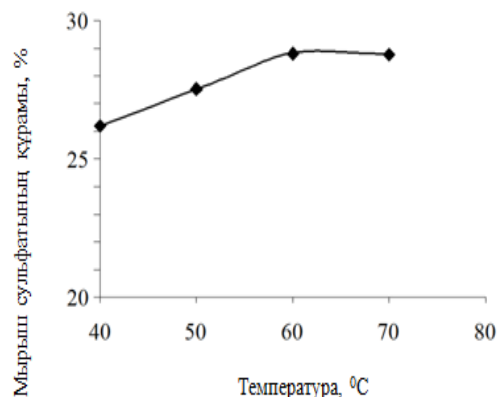
Активті массаның ыдырау дәрежесіне күкірт қышқылы температурасының әсерін анықтау мақсатымен оның температурасы 40-70°C аралығында өзгертілді. Зерттеу нәтижелері 1 - ші кестеде және 1,2-суреттерде көрсетілген.

1-кесте. Активті массаның ыдырау дәрежесіне күкірт қышқылы температурасының әсерін зерттеу нәтижелері

№	Күкірт қышқылының температурасы, °C	Күкірт қышқылының концентрациясы %	Графит, %	Мырыш сульфаты, %	Марганец диоксиді, %	Ыдырау дәрежесі, %
1	40	35	28,23	26,21	40,78	70,45
2	50	35	29,42	27,56	41,69	76,70
3	60	35	29,7	28,75	42,22	82,65
4	70	35	29,9	28,74	42,12	82,65



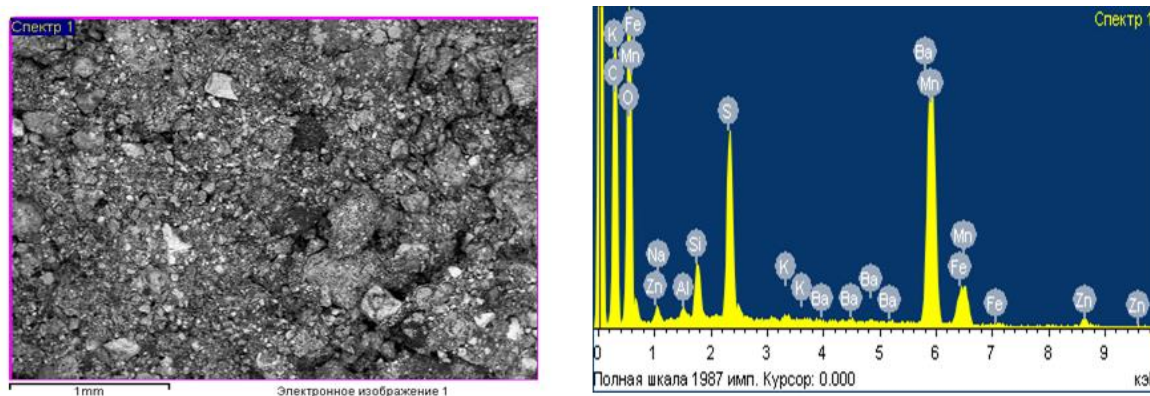
1-сурет. Активті массаның ыдырау дәрежесіне күкірт қышқылы температурасының әсері



2-сурет. Мырыш тұзының түзілуіне күкірт қышқылы температурасының әсері

1-кестеден көретініміз, бастапқы күкірт қышқылының температурасының артуымен активті массаның ыдырау дәрежесі төмендейді. Бұның себебі қышқылдың температурасының жоғарылауына байланысты жүйенің ыдырау өнімдері мен қанығу дәрежесі жоғарылайды, құрамындағы мырыш тұзының мөлшерінің төмендеуімен сипатталады.

Активті массадан бөлінген графиттің құрамына JSM 64-90 растрлы микроскопта зерттеу жүргізілді. Зерттеу нәтижесі 2-кестеде және 3-суретте көрсетілген.

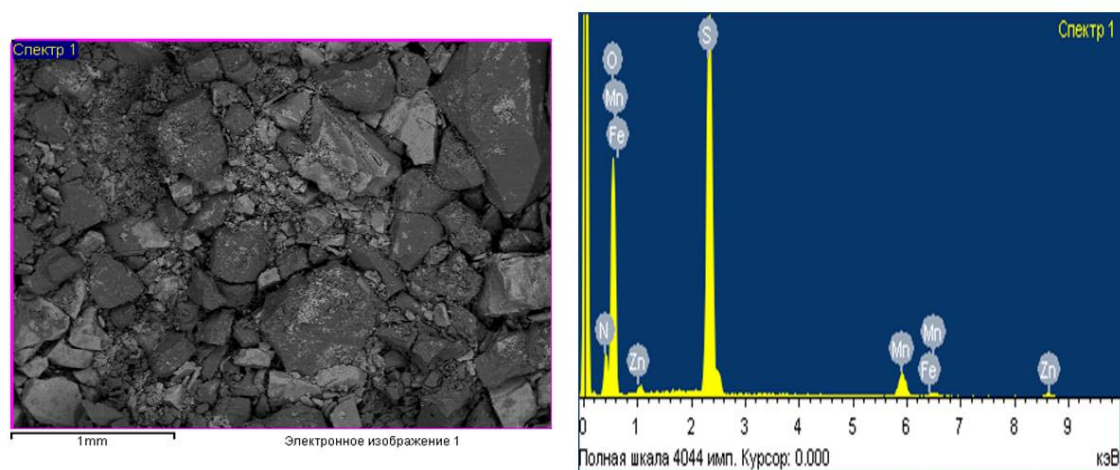


3-сурет. Активті массадан бөлінген графит

2-кесте. 60°C температурада бөлінген графиттің химиялық құрамы

Элемент	Салмақтық %	Оксид	Салмақтық %
C	60.42		60,42
O	26.29		-
Na	0.26	Na ₂ O	0,7
Al	0.21	Al ₂ O ₃	0,39
Si	1.05	SiO ₂	2,25
S	3.96	SO ₃	9,9
K	0.14	K ₂ O	0,33
Mn	5.33	MnO ₂	8,43
Fe	1.67	Fe ₂ O ₃	2,38
Zn	1.39	ZnO	1,73

Активті массадан бөлінген марганец диоксидінің құрамына JSM 64-90 растрлы микроскопта зерттеу жүргізілді. Зерттеу нәтижесі 3-кестеде және 4-суретте көрсетілген.

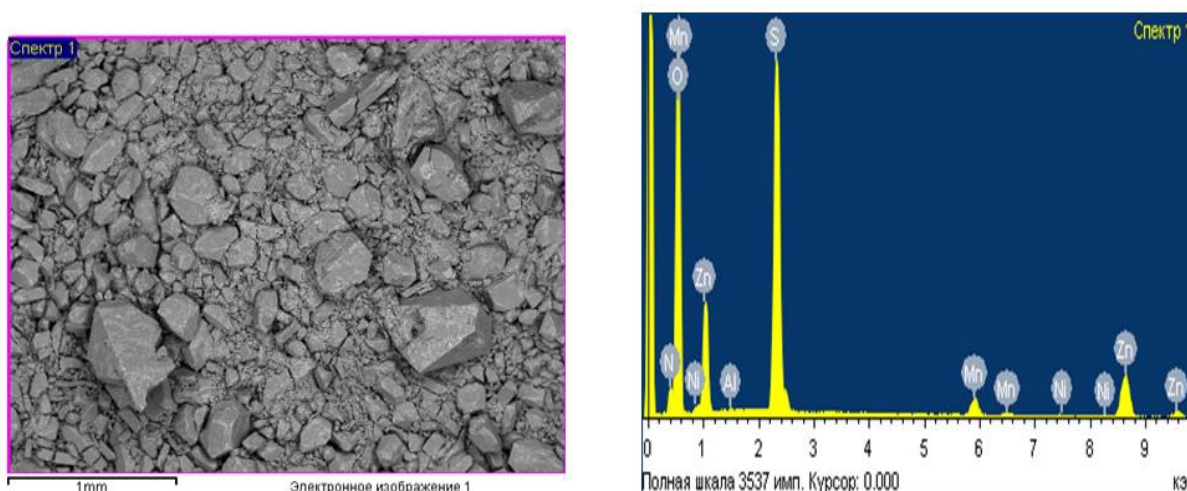


4-сурет. Активті массадан бөлінген марганец диоксиді

3-кесте. 60⁰С температурада бөлінген марганец диоксидінің химиялық құрамы

Элемент	Салмақтық %	Оксид	Салмақтық %
N	10.27	NO ₂	33,74
O	52.36		-
S	7.13	SO ₃	25,32
Mn	28.04	MnO ₂	44,35
Fe	0.19	Fe ₂ O ₃	0,54
Zn	2.01	ZnO	2,5

Активті массадан бөлінген мырыш тұзының құрамына JSM 64-90 растрлы микроскопта зерттеу жүргізілді. Зерттеу нәтижесі 4-кестеде және 5-суретте көрсетілген.



5-сурет. Активті массадан бөлінген мырыш тұзы

4-кесте. 60⁰С температурада бөлінген мырыш тұзының химиялық құрамы

Элемент	Салмақтық %	Оксид	Салмақтық %
N	8.29	N	8,29
O	51.40		-
Al	0.10	Al ₂ O ₃	1,08
S	17.29	SO ₃	43,225
Mn	2.72	MnO ₂	4,3
Ni	0.33	Ni ₂ O ₃	0,46
Zn	18.87	ZnO	23,51

Қорыта келгенде, активті массаның 60 % Zn, Mn, және графит құрайды. Бұл сатыда активті массаны ұнтақтап, електеп құрамындағы қағаздан және қалып кеткен темірден бөліп аламыз.

Механикалық тазалаудан өткен активті массаны бірнеше рет дистилденген сумен шаямыз. Шайынды суды қайтадан үшінші сатыға қайтарып қолдануға болады.

Жуылған активті массаны күкірт қышқылының 35 % -ды ерітіндісімен 60⁰ С температурада ерітеміз. Күкірт қышқылында активті массаның құрамындағы графит ерімейді.

Ерімей қалған графитті сүзіп аламыз. Алынған графитті электролиз жүргізгенде қолдануға болады.

Ерітіндіге 25% аммиак ерітіндісін қосып бейтараптаймыз. Марганецті диоксид түрінде бөліп алу үшін ерітіндіге ауа жіберу процесі жүргізіліп, тұнбаға түсіру әдісі қолданылды. Ерітінді арқылы ауа өткенде марганец диоксиді тұнба түрінде бөлініп сүзілді.

Ерітінді құрамында қалған мырыш тұзын буландыру арқылы кристалл түрінде бөлініп алынды.

Жалпы алғанда, бөлініп алынған мырыш сульфатын минералды тыңайтқыш құрамына енгізіп мырыш құрамды тыңайтқышы алуға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Бишимбаев У.К., Молдабеков Ш.М., Жантасов Қ.Т., Анарбаев А.А., Бестереков У. Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы. III том. Минералды тыңайтқыштардың химиялық технологиясы. – Алматы: Кітап баспасы, 2007. -544 б.
- [2] Соколовский А.А., Яшнее В. Технология минеральных удобрений и кислот. - М: Химия, 1971. – 258 с.
- [3] Какуркин Н.П., Конькова Т.В., Либерман Е.Ю., Почиталкина И.А. Технология минеральных удобрений и солей. Лабораторные работы. - М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2005.– 60 с.
- [4] Кадирбаева А.А., Якубова Р.Р., Бестереков У.Б., Ескендинова М.М. Методические указания по лабораторным занятиям по дисциплине «Технология производства фосфорных и сложно-смешанных удобрений». – Шымкент: ЮКГУ им. М.Ауэзова, 2016. – 75 с.
- [5] Соколов М.Т., Новик Д.М. технология калийных удобрений: лабораторные работы по одноименному курсу. – Мн.: БГТУ, 2005. – 44 с.

Кошкарбаева Ш.Т., Абдуразова П.А., Сатаев М.С., Райымбеков Е.Б.

Исследование влияния температуры серной кислоты на степень разложения активной массы

Резюме. В статье представлены результаты исследования влияния температуры серной кислоты на степень разложения активной массы, получаемой в результате механической очистки в процессе извлечения цинка из нерабочих батарей. Установлено, что из активной массы выделяется графит и его состав и структура изучены в растровом электронном микроскопе.

Ключевые слова: химия, Химическая технология, цинк, батарея, активная масса, графит.

UDC 631.82

¹ R.Omirova, ¹ A.A.Bolysbek, ² A.T.Dzhalilov, ² Sh.A. Shirinov

(¹M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Republic of Kazakhstan;

²Tashkent Research Institute of Chemistry and Technology, Tashkent, Republic of Uzbekistan, raikhan81@mail.ru)

STUDY OF THE EFFECT OF HYDROGELS WITH FERTILIZER PROPERTIES ON THE SOIL

Abstract. The article presents the results of studies of the sorption properties of hydrogels with different molecular weights; the direct dependence of the swelling capacity on their molecular weight was revealed, the nature of the hydrogel action on the change in the properties of various soil types was established. The effectiveness of the physicochemical properties of hydrogels with fertilizing properties for melons and gourds was determined.

Key words: hydrogel, fertilizer, soil, chemistry, cucumber.

Polymer hydrogels have already found wide application in many areas of human activity.

One of the names attached to highly swollen hydrogels is superabsorbents. This polymer three-dimensional, capable of absorbing a huge amount of water: up to 1000 g of solvent per 1 g of dry gel. This, in turn, is of great interest, due to the problems of water conservation in soils in extremely hot countries and dry regions.

A huge problem on a global scale is the consolidation of saline soils and Sands of the Aral region. For these purposes, it is proposed [1-3] to use liming of the soil with the addition of a composition consisting of highly dispersed ash treated with a solution of a surface-active substance (surfactant), which is capable of interacting with calcium cations and chlorine anions of sulphates with the formation of new highly dispersed products. These products are formed in a gel-like state and are able to be fixed on the surface and glue the ash and soil particles, forming a strong coagulation system. The use of the ash + Ca(OH)₂ + surfactant model composition leads to the formation of a water-line structure in the sand dispersion.

Thus, as the processes of formation of different types of polymer complexes – products of specific interactions of functional polymers with different classes of compounds (complementary polymers, metal ions, surfactants, drugs, etc.), and the polymer complexes themselves can be used in various fields of science and technology. Moreover, in some areas, such as the extraction of metal ions and organic molecules, various membrane processes, polymer catalysis achieved serious results [4-6].

The reason for choosing this direction of research was:

1. The most relevant and developed topic of today's domestic science.

2. The availability of hydrogels for the study.
3. A wide variety of possible applications of types of polymer complexes.

The object of the study is the soil of southern Kazakhstan, which is characterized by dark chestnut and brown soils. The main morphological characteristics of the studied soil objects are given below.

1-table. **Morphological characteristics of soils of southern Kazakhstan**

Horizon	Depth, cm	Horizon characteristics
Ad	0-3	Sod
A1	3-5	Light, loose, dry, heavily loamy, lumpy
B1	5-14	Light, dense, cloddy, heavy loamy
B2	14-18	Light, dense, loamy, less dense, carbonates in the form of mycelium
BC	18-36	Light, light loamy, fused, cloddy. Carbonates in the form of rare small spots
C	37-50	Light loam. Rare roots up to 44 cm.

Model experience with hydrogel on different soil types lasted 21 days. The experiment was carried out in variants with and without hydrogel (control) in double repetition. A total of 12 options. All experiments, including control, were watered with an equal amount of water. In pots with 50 grams of soil made 1 g of hydrogel. On the first day added 20 ml of water. As it was absorbed, 10– 20 ml of water was added to each variant. A total of 185 ml of water was vaccinated.

The method of determining the prolonged action: After complete absorption of moisture by the test hydrogels, the experiment continued. Every two days added 5 ml of water. The experience lasted five months.

The method of determining the secondary sorption capacity: After previous experiments, the gels dried for three days, their weight remained unchanged (1 g). We tested the experiment with repeated determination of their sorption capacity, adding a day later an aliquot of distilled water equal to 5 ml. Five days after the beginning of the experiment, all polymers, having absorbed 15 ml of water, could no longer sorb it.

Swelling capacity of hydrogels: our first task was to establish the water-absorbing capacity of the hydrogel. In the dry form, the beaded polymer is a granulated crystalline preparation of white color, with a particle size of 40-120 mk, a maximum molecular weight of 150000 g/mol. During the study, we recorded the swelling of the polymer, weighing one gram, each time adding 5 ml of water after complete absorption of the previous aliquot.

The absorption capacity of the soil - one of its most important properties' largely determine soil fertility. Exchange absorption capacity – the ability of the soil to absorb and exchange ions' located on the surface of colloidal particles' clay minerals and related functional groups of humus substances on the equivalent amount of ions of the solution' interacting with the solid phase of the soil. This property of the soil is due to the presence in it of soil absorbing complex – SAC. Exchange cations make up a small part of their total content in the soil. In the exchange state in soils are usually ions: calcium (Ca^{2+})' magnesium (Mg^{2+})' potassium (K^{+})' sodium (Na^{+}). The total number of all absorbed (exchangeable) cations' that can be pushed out of the soil' is called the absorption capacity (AC) or the cation exchange capacity (CEC). This is a relatively stable value for each soil, however' and it depends on the pH' of the soil type' granulometric composition, as well as the nature of the ions' involved in the exchange absorption, so you can only specify its predominant values for different soils [7]. Qualitative composition and number of exchange cations significantly affect the properties of the soil: the reaction of the soil environment' degree of salty' structure and others. Analysis of the content of absorbed cations in the studied soils revealed the following patterns.

The agrochemical effectiveness of the obtained hydrogel with fertilizing properties was studied on melon crops from March to May in the greenhouse of the laboratory “Plant Research” of the Department “Theory and Methods of Teaching Biology” of the M. Auezov South Kazakhstan State University.

Conducted sanitary-epidemiological and radiological analyzes of fertilizers, obtained without carrying out planned field work, studies of the content of soil nutrients of greenhouses. The content of heavy metals and radionuclides in hydrogel samples in the maximum allowable concentrations and activity limits. Analysis of water filters of greenhouse soil samples had the following values of indicators: pH-4.3-4.0, alkalinity-6.6-4.5 mEq / l, redox potential-292.5 mv, specific conductivity-905 , 0 ms, the specific salinity of the solution is 891.0 pps, the mineralization of NaCl is 898.0 pps, the electrical resistance is 561.4-542.0, the O_2 saturation of the aqueous extract is 0.21-0.25 mg / l.

From the above data it follows that the greenhouse soil has acidic properties. As is known [7], trace elements Pb, Cr, Ni, V, As, Co are in such soils with less movement, and Cu, Zn, Cd, Hg, S are mobile, and the latter is known to be concentrated in plant tissues. Table 2 shows the results of a composite analysis of greenhouse soil samples.

2-table. **Composition of Greenhouse Soil Samples**

Element	Weight, %	In terms of oxides, %
O	50.19	-
Na	0.81	1,09
Mg	1.43	2,37
Al	5.69	10,75
Si	19.81	42,37
P	0.16	0,36
S	0.09	0,22
K	2.29	2,76
Ca	4.86	6,80
Ti	0.36	0,60
Mn	0.07	0,09
Fe	4.40	6,29

According to the analysis of water extraction of the soil and the data in Table 2, in the greenhouse soil the proportion of the main nutrient - phosphorus is extremely small, and nitrogen is completely absent. In addition, few humus components are present. Therefore, the introduction of a hydrogel with fertilizer qualities into the greenhouse soil will have a positive effect on the growth of agricultural crops cultivated this year, fruit and vegetables.

Field trials of hydrogel, which has fertilizing properties, were carried out on a cucumber garden crop. The tests include the following main stages: pre-irrigation of cucumber seeds; soil preparation, preparation of an aqueous solution of a hydrogel, planting cucumber seeds, introducing an aqueous solution of a hydrogel into the soil, monitoring and recording the results shown in fig. 1.



Fig. 1. Field trials of hydrogel with fertilizing properties on cucumbers

Research results the use of hydrogel, which has fertilizing properties for cucumbers, can contribute to the development of their root system, form drought resistance, reduce the labor costs of caring for cucumber crops, and increase the value of fruits by 1.5 times.

Seed germination is directly dependent on the moisture content in the soil, from which they receive and nutrients. With a constant shortage of precipitation in arid zones, measures are needed to provide soil with moisture. We propose to test for these purposes polyacrylamide hydrogels with fertilizing properties. The goal of our research was to provide a scientific rationale for the use of a polymer hydrogel with fertilizing properties to improve seed germination conditions and plant nutrition in various soil types. When conducting the experiment with light chestnut soil identified the following features. In the experiments without hydrogel, on the sixth day, two seedlings appeared. By the end of the experiment, they stretched to a

height of 4.8 and 6.2 cm, respectively. In variant number 1, one sprout appeared on the twelfth day, it dried up on the twentieth.

3-table. **Effect of hydrogel on seed germination**

Variant	Variant 1		Variant 2	
	without gel	with gel	without gel	with gel
Presence of gel				
The number of sprouts on day 10, pcs	1	8	2	12
The number of shoots at the end of the experiment, pcs	4	16	3	18
Germination percentage, %	30	95	40	98
The beginning of germination, days	7	3	7	4
The average height of sprouts, cm	5,3	6,8	5,0	7,2

Analyzing the data presented in table 3, we can conclude that with the use of a hydrogel germination rate and seed germination rate increase.

Hydrogels are a highly effective means of artificially optimizing the properties of soils [8], which allows them to increase their water-holding capacity and improve their structural state. The duration of the hydrogel in the experiment is less compared to standard irrigation. This indicates the well-known fact of a serious defect in the standard irrigation paradigm, in which water distribution in the soil is performed frontally, therefore, after irrigation, the amount of water is excessive. Both from the point of view of plant nutrition with soil solution, and in terms of the stability of the water-physical properties of the soil, the hydrogel, on the background of irrigation over moistening, loses its properties more quickly than the variant of rain crops.

Thus, the sorption properties of hydrogels with different molecular masses were studied; the direct dependence of the swelling capacity on their molecular weight was found, the nature of the hydrogel action on the change in the properties of various soil types (light chestnut, salt marsh, salt) was established. Its application is most effective in unproductive saline soils. Hydrogels are highly effective means of artificially optimizing the properties of soils, which allows them to increase their water-holding capacity and improve their structural state. They have a positive effect on the quality and yield of crops.

REFERENCES

- [1] Azeem B., Kushaari K., Man Z.B., Basit A., Thanh T.H. Review on materials & methods to produce controlled release coated urea fertilizer // *Journal of Controlled Release*. – 2014. – Vol. 181. – Iss. 1. – P. 11-21.
- [2] Zhan F., Liu M., Guo M., Wu L. Preparation of superabsorbent polymer with slow-release phosphate fertilizer // *Journal of Applied Polymer Science*. – 2004. – Vol. 92. – Iss. 5. – P. 3417-3421.
- [3] Zhou T., Wang Y., Huang S., Zhao Y. Synthesis composite hydrogels from inorganic-organic hybrids based on leftover rice for environment-friendly controlled-release urea fertilizers // *Science of the Total Environment*. – 2018. – Vol. 615. – P. 422-430.
- [4] Yi J.-Z., Liang Z.-Q., Zhang L.-M. Studies on sodium humate/polyacrylamide hydrogels (I) synthesis and water-absorption properties // *Zhongshan Daxue Xuebao/Acta Scientiarum Natralium Universitatis Sunyatseni*. – 2007. – Vol. 46. – Iss. 2. – P. 36-40.
- [5] Rashidzadeh A., Olad A., Reyhanitabar A. Hydrogel/clinoptilolite nanocomposite-coated fertilizer: swelling, water-retention and slow-release fertilizer properties // *Polymer Bulletin*. – 2015. – Vol. 72. – Iss. 10. – P. 2667-2684.
- [6] Teodorescu M., Lungu A., Stanescu P.O., Neamtu C. Preparation and properties of novel slow-release NPK agrochemical formulations based on poly(acrylic acid) hydrogels and liquid fertilizers // *Industrial and Engineering Chemistry Research*. – 2009. – Vol. 48. – Iss. 14. – P. 6527-6534.
- [7] Pulat M., Yoltay N. Smart fertilizers: Preparation and characterization of gelatin-based hydrogels for controlled release of MAP and an fertilizers // *Agrochimica*. – 2016. – Vol. 60. – Iss. 4. – P. 249-261.
- [8] Pushpamalar J., Langford S.J., Ahmad M.B., Lim Y.Y., Hashim K. Eco-friendly smart hydrogels for soil conditioning and sustain release fertilizer // *International Journal of Environmental Science and Technology*. – 2018. – Vol. 15. – Iss. 10. – P. 2059-2074.

Омирова Р., Болысбек А.А., Джалилов А.Т., Ширинов Ш.А.

Тыңайтқыш қасиеттері бар гидрогельдердің топыраққа әсерін зерттеу

Түйіндеме. Мақалада әртүрлі молекулалық массасы бар гидрогельдердің сорбциялық қасиеттерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Олардың ісінудегі молекулалық массасына тікелей тәуелділігі анықталды,

топырақтың әр түрлі түрлерінің қасиеттерінің өзгеруіне гидрогельдің әсер ету сипаты белгіленген. Бақша және қияр дақылдары үшін тыңайтқыш қасиеттері бар гидрогельдердің физика-химиялық қасиеттерінің тиімділігі анықталды.

Түйін сөздер: гидрогель, тыңайтқыш, топырақ, химия, қияр.

Омирова Р., Болысбек А.А., Джалилов А.Т., Ширинов Ш.А.

Изучение влияния гидрогелей на почву с удобрительными свойствами

Резюме. В статье представлены результаты исследований сорбционных свойств гидрогелей с различной молекулярной массой, выявлена прямая зависимость набухаемости от их молекулярной массы, установлен характер действия гидрогеля на изменение свойств различных типов почв. Определена эффективность физико-химических свойств гидрогелей с удобрительными свойствами для бахчевых и тыквенных культур.

Ключевые слова: гидрогель, удобрение, почва, химия, огурец.

УДК 631.82

¹Sh.A. Shirinov, ¹A.T. Dzhalilov, ²A.A. Bolysbek, ²R. Omirova

(¹Tashkent Research Institute of Chemistry and Technology, Tashkent, Republic of Uzbekistan;

²M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Republic of Kazakhstan, raikhan81@mail.ru)

**THE PRODUCTION OF NEW HYDROGELS GENERATION BASED
ON LOCAL RAW MATERIALS**

Abstract. The article shows data on the synthesis of new macromolecular hydrogels on the basis of HYPAN and CMC with the new crosslinking agents. Synthesized products are studied and their structure is established of various physical and chemical and physical and mechanical methods, shows the creation and development of the industrial production of import-substituting products from local raw materials and industrial wastes for the saturation of the domestic market. The resulting hydrogels are used where there is not enough water, in places where the earth is rich in salts, to save fertilizer, perfumes and other industries for full or partial solutions.

Key words: hydrogel, fertilizer, soil, chemistry, HYPAN.

¹ Ш.А. Ширинов, ¹ А.Т. Джалилов, ² А.А. Болысбек, ² Р. Омирова

(¹Ташкентский научно-исследовательский институт химии и технологии, Ташкент, Узбекистан;

²Южно-Казахстанский государственный университет имени М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан,
raikhan81@mail.ru)

**ПРОИЗВОДСТВО ГИДРОГЕЛЕЙ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ
НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ**

Аннотация. В статье показаны сведения по синтезу новых макромолекулярных гидрогелей на основе ГИПАН и КМЦ с новыми сшивающими агентами, изучены синтезированные продукты и установлена их структура различными физико-химическими и физико-механическими методами, показано создание и освоение промышленного производства импортозамещающей продукции из местного сырья и отходов промышленности для насыщения внутреннего рынка. Полученные гидрогели применяются там, где не хватает воды, в местах, где земля богата солями, для экономии минерального удобрения, в парфюмерии и других отраслях для полного или частичного решения проблем.

Ключевые слова: гидрогель, удобрение, почва, химия, ГИПАН.

К созданию гидрогеля учёных подтолкнула необходимость получения гарантированных урожаев при любых погодных условиях и в любых районах Земли, так как население земного шара после Второй мировой войны начало резко увеличиваться, а размеры обрабатываемой земли оставались прежними. Единственным способом накормить людей было увеличение урожайности и освоение ранее непригодной земли, а именно степей, полупустынь, пустынь и даже песчаников. Резкое развитие органической химии и синтезирование новых соединений оказало в этом решающую роль. Наибольших успехов в этом достигли химики Германии, Франции, Англии, Америки. Имея современные химические производства и мощную науку, в этих странах были созданы первые товарные образцы гидрогеля, которые были запущены в производство и начали выпускаться тысячами тонн. При этом в лучших образцах гидрогеля была решена двойная задача. Это с одной стороны гидрогель участвовал в структурировании почвы, а с другой стороны удобрял почву за счёт

входящих в состав гидрогеля легкоусвояемых соединений калия. Так в составе немецкого гидрогеля находится 21% соединений калия. Такое совместное сочетание полезных свойств гидрогеля позволяет получать гарантированную прибавку урожая на 30-60% ежегодно на больших площадях и в разных климатических зонах.

В настоящее время всё больше внимания уделяется экологии и тут немецкие учёные тоже идут на несколько шагов впереди остальных. Ими создан первый в мире калий полиакрилатный сшитый гидрогель. Это безакриламидный гидрогель серии Штокосорб 660, который вообще не имеет никаких ограничений по дозировке внесения в почву. Остальные страны, в том числе и Франция, выпускают гидрогель, состоящий из акриламида и акрилата калия, которые соответствуют по качеству и экология серии Штокосорб 500, выпускаемого до 2011 года. В их составе не более 0,02% акриламида и 0,06% акриловой кислоты. Что укладывается в экологические нормы в соответствии с директивой ЕС 93/112/ЕС. На сегодняшний день Германия и Франция самые большие в мире производители гидрогеля для сельского хозяйства.

В 2010 году по призыву руководства Республики Татарстан начались работы по разработке технологии получения полимерных суперабсорбентов (гидрогелей) нового поколения специальной модификации для сельского и лесного хозяйства, овощеводства, растениеводства и других смежных областей.

Летом 2011 года была получена первая опытно-промышленная партия суперабсорбента (гидрогеля) «Аквасин» и эту дату можно считать днем рождения нового продукта.

Суперабсорбент «Аквасин» представляет собой гранулы сшитого сополимера калиевой и аммонийной солей акриловой кислоты, специально разработанной модификации (Агро) для безопасного и эффективного введения в почву. Отличительные свойства модификации (Агро) – это быстрая и объемная впитываемость влаги (за несколько минут до 400 раз больше своего веса), полноценная отдача влаги растениям (до 95%), сокращенный расход продукта, возможность впитывать минерализованную воду, универсальная комбинация различных размеров гранул для широкого пользования.

В Государственном унитарном предприятии Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии (ГУП ТНИИХТ) впервые синтезированы более 15 видов гидрогелей на основе ГИПАН (гидролизированный полиакрилонитрил), К-4 (гидролизированный полиакриламид) ПАА (полиакриламид), КМЦ (карбоксиметилцеллюлоза), крахмала, целлюлозы, полифосфата, которые приводят к образованию сетчатой пространственной структуры, обладающей высокими водосорбирующими свойствами [1-2,6]. Полученные гидрогели способны поглощать более 300-350 г воды на 1 г гидрогеля.

На рисунке 1 показана сравнительная кинетика набухания в дистиллированной воде некоторых видов местных гидрогелей и французского гидрогеля (АКВАСОРБ 3005).

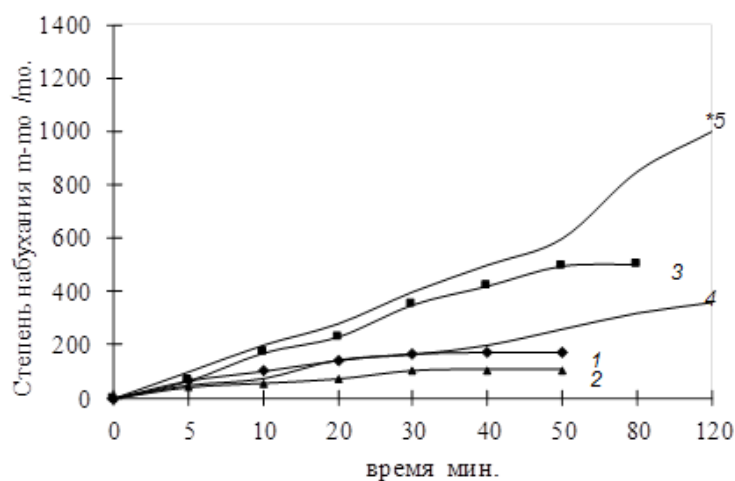


Рис. 1. Кинетика набухания различных гидрогелей:
1-Французский гидрогель (АКВАСОРБ 3005); 2-ГИПАН1; 3-ГИПАН+Ф;
4-ГИПАН+Ф; 5*-К-4+ЭХГА.

При измельчении гидрогеля до 0,2 мм степень набухания его достигает 350 за 30 мин, гидрогель со средней фракцией измельчения от 0,2 до 1,0 мм набухает до 350 за 50 мин, а частицы гидрогеля более 1,0 мм достигают степень набухания 320 только лишь после 60 мин. Можно сделать вывод, что у мелких фракций гидрогеля время набухания достигает максимума в два раза быстрее, чем частицы с гранулами более 1,0 мм.

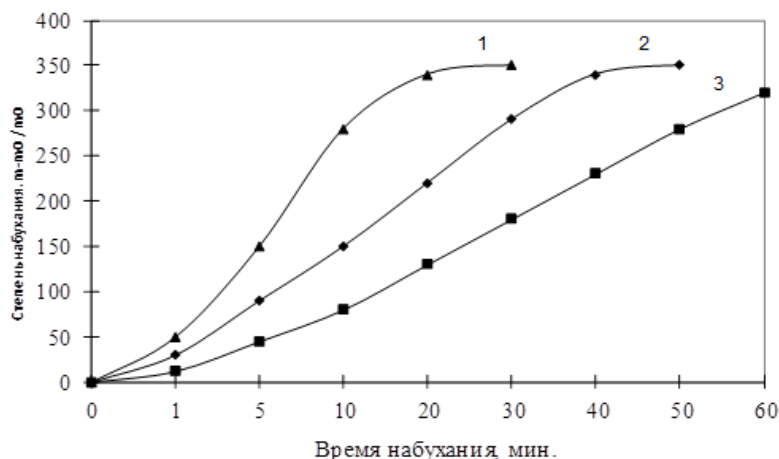


Рис. 2. Зависимость степени набухания гидрогеля от времени:
1 - мелкая фракция до 0,2 мм; 2 - средняя фракция, от 0,2 мм. до 1,0; 3 - крупная фракция, гранулированный вид – более 1,0 мм.

При сушке гидрогеля при температуре 45-50⁰С массой 50 г. в первые трое суток сушки потеря влажности соответственно была 30; 35; 20г. Это показывает, что в жарких климатических условиях можно сохранить влагу в земле с помощью гидрогелей [4-5].

В настоящее время Государственным унитарным предприятием Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии и Наманганским инженерно-технологическим институтом выполняется совместный инновационный проект по теме «Технология внедрения высоко набухаемых гидрогелей по экономному использованию воды».

В 2016 году 15 июля в фермерском хозяйстве «Ахрор Аброр Анварбек» прошли испытания по внедрению высоконабухаемых гидрогелей, которые были разработаны научными сотрудниками ТНИИХТ совместно с сотрудниками Наманганского инженерно-технологического института и ООО «Интер-полимер». Высоконабухаемые гидрогели используются для экономного использования воды и минеральных удобрений в почве. Они намного уменьшают расход воды при орошении, а также сокращают расход минеральных удобрений в почве.

В результате испытаний получены следующие результаты.

Таблица 1. Показатели использования высоконабухаемых гидрогелей в почве

Показатели	Площади, где не использован гидрогель	Площади, где использован гидрогель	Разница показателей	Сэкономленные ресурсы (сум)
Земельные площади г.	1	1	нет	нет
Природные условия Дождь Жара Влажность Ветер	Природные ресурсы на обеих площадях одинаковы	Природные ресурсы на обеих площадях одинаковы	нет	нет
Сорт и вид посева	Хлопок сорта «6524»	Хлопок сорта «6524»	нет	нет
Время посева	В одно и тоже время	В одно и тоже время	нет	нет
Количество использованного гидрогеля (кг)	нет	60	60	1800000

Время использования гидрогеля и метод использования	нет	В 2016 году 15 июля перед цветением и вместе с минеральными удобрениями	нет	Использование не требует дополнительных капитальных затрат
Число агротехнических циклов	9 раз	7 раз	2 раза	
Количество использованных минеральных удобрений (кг)	1000	800	200	
Число орошения почвы	4 раза 10000 куб.м.	3 раза 7500 куб.м.	1 раз 2500 куб.м.	
Нет орошения во втором цикле посева весенней пшеницы	1 раз 2500 куб.м.	нет	1 раз 2500 куб.м.	
Пометки в стеблях хлопчатника и их средний рост (см)	69-91	97-120	28-29	
Корневая система хлопчатника (см)	24-32	37-46	13-14	
Стебли хлопчатника, получаемых с 1 гектара	2	4	2	800000
Стойкость цветков хлопчатника (%)	40-50	Больше 80	40	
Число коробочек	14-21	37-59	23-38	
Состояние хлопчатника в стрессе во время жары и засухи (%)	100	Не заметно	100	
Среднее плодородие (ц/г)	30	50-54	26	
Экономия гидрогеля в последующие годы (кг) во 2-й год-10 кг, в 3-й год -20 кг меньше использовано	нет	10	10	300000
Капитальные затраты на каждую площадь посева (сум)	2207500	1652500	555000	
Прибыль с каждой площади посева (сум)	1692500	5237500- 180000=3437500	1745000	
Производительность			1745000	

Разработанные научными сотрудниками ГУП ТНИИХТ совместно с сотрудниками Наманганского инженерно-технологического института и ООО «Интер-полимер», высоконабухаемые гидрогели используются в качестве экономного использования воды и минеральных удобрений в почве. Результаты показали, что использование высоконабухаемых гидрогелей на площади 2500 куб.м., если во второй раз площади используются под посев, то экономия составит 5000 куб.м. воды, 200 кг минеральных удобрений, влага почвы сохраняется в должном уровне и агротехническая обработка почвы сокращается в два раза (горючее, заработная плата, амортизация, транспорт). Эти статьи расходов тоже сокращаются, и за один сезон можно сэкономить 10 кг гидрогеля. Прибыль от использования гидрогеля в обычном режиме составит 1745000 тыс. тенге.

В результате исследований данные показали, что разработанный ГУП ТНИИХТ и Наманганским инженерно-технологическим институтом высоконабухающий гидрогель сберегает водные и минеральные удобрения, сберегает почву от засоления, сокращает агротехнические мероприятия, а также сберегает почву от засухи, увеличивает её плодородие, разумное и бережливое использование.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Эшбўриев Т. Н., Джалилов А.Т., Қодиров Т.Ж. “Тўрланган полимерларнинг сорбцион хоссалари ва морфологик тузилишини тадқиқ қилиш натижалари” – Кимё ва кимё технологияси илм. – тех. журнал 3 – сон 2007 йил. 34 – 36 бетлар.

[2] Эшбуриев Т.Н., Рузиев Р.Р., Кодиров Т.Ж. Таркибида гидроксил ва азот гурухлари тутувчи полимерларни синтези ва уларда стандарт эритмалардан металл ионларини сорбцияланишини ўрганиш //Кимёвий технология назорат ва бошқарув, Тошкент, 2006, №4. – Б. 16-20.

[3] Фаёзова Д.Э. “Полиакрилонитрил асосида гидрогеллар синтез қилиш ва уларни тадқиқ этиш”. – Кимё ва кимё технологияси илм. – тех. журнал 3 – сон 2007 йил. 37 – 40 бетлар.

[4] Самигов Н.А., Арсланов И.К., Джалилов А.Т. Гидрогель в качестве водосвязующей добавки в корбамидной композиции// Высокие технология и перспективы интеграции образования, науки и производства. Ташкент – 2006, Том 1, С. 228 – 230.

[5] Пат. РУз. № 377, 1993, Способ получения полимерных гидрогелей // Набиев Г.Г., Каприелова Г.В., Эркинов А.С., Джалилов А.Т.

[6] Шеркузиев Д.Ш., Мирболтиева Н. Ишлаб чиқариш чиқиндилари асосида гидрогелларнинг синтез қилиш // “Пахта тозалаш, тўқимачилик ва енгил саноат техника ва технологияларини такомиллаштиришда инновацияларнинг роли” мавзусидаги илмий-амалий анжумани.

Ширинов Ш.А., Джалилов А.Т., Болысбек А.А., Оморова Р.

Жергілікті шикізат негізінде жаңа гидрогельдерді өндіру

Түйіндеме. Мақалада жаңа тігуші агенттері бар ГИПАН және КМЦ негізіндегі жаңа макромолекулярлы гидрогельдердің синтезі бойынша мәліметтер көрсетілген, синтезделген өнімдер зерттелген және олардың құрылымы әртүрлі физика-химиялық және физика-механикалық әдістермен белгіленген, ішкі нарықты қанықтыру үшін жергілікті шикізаттан және өнеркәсіп қалдықтарынан импорт алмастыратын өнімдердің өнеркәсіптік өндірісін құру және игеру көрсетілген. Алынған гидрогельдер су жетіспейтін жерлерде, жер тұзға бай жерлерде, минералды тыңайтқыштарды үнемдеу үшін, парфюмерияда және басқа да салаларда проблемаларды толық немесе ішінара шешу үшін қолданылады.

Түйін сөздер: гидрогель, тыңайтқыш, топырақ, химия, ГИПАН.

UDC 631.82

¹ A.A. Bolysbek, ¹ R. Omirova, ² A.T. Dzhaliylov, ² Sh.A. Shirinov

(¹M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Republic of Kazakhstan;

²Tashkent Research Institute of Chemistry and Technology, Tashkent, Republic of Uzbekistan, raikhan81@mail.ru)

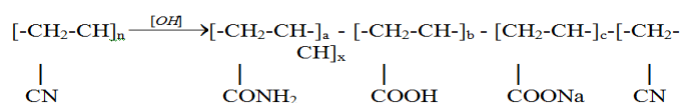
RESEARCH AND DETERMINATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF HYDROGEL SYNTHESIS

Abstract. The article presents recent studies of widely used hydrogels in the agricultural sector. They also describe the mechanism of their supramolecular structure in the formation of hydrogels. Synthesis of hydrogels involves the study of the main raw material, acrylic reagent of hydrolyzed polyacrylonitrile (HYPAN) due to the nature and temperature of the interaction, the effect of the reaction temperature and the nature of the chain. First, the process of obtaining HYPAN was investigated. Because its composition is directly related to the process of obtaining. According to the purpose of our study, hydrogels were obtained from production costs.

Key words: chemistry, hydrogel, mechanism, reaction, polymers.

A hydrogel is a polymer that absorbs water well. This absorbing power of the polymer allows long to retain moisture in the soil. Precipitation in the soil can absorb a certain amount of moisture that has been absorbed by the hydrogel, and can drain through the soil during drought or lack of water sources. The aim of the proposed study is to develop methods for improving the water and physical composition of various soil types by building a polymeric hydrogel based on a modified HYPAN.

Since the composition of HYPAN is related to the process of its preparation, the process of obtaining HYPAN was first studied. In the production of PAN and its use in various industries, PAN residues are replaced in an alkaline medium and thus a semi-hydrolysis HYPAN is obtained. Therefore, the composition of HYPAN in production is unstable. In general, HYPAN contains pre-hydrolyzed PAN with ammonia, carboxyl, nitrile groups in each chain sequence. The reaction of HYPAN formation is as follows:



n- 100, a - 60-70, b - 10-15, c -20-25, x – 0-5.

Fig.1. General view of the formation reaction of HYPAN

To synthesize the gel, the functional groups assigned to the IR spectrum were taken as a reaction medium and the appropriate binders were selected. According to this composition, the experiments were carried out at different ratios and different temperatures. Another reason for the diversity of binders is that the soil and water content in different regions of the Republic of Kazakhstan is different, since a certain hydrogel does not have the same effect on water and soil in different compositions.

Laboratory work has been tested in the laboratory of the Department Chemical technology of inorganic substances, M. Auezov SKSU, and physico-chemical analyses were performed in the Regional Laboratory Test Engineering Profile (RLTEP) on the basis of the M. Auezov SKSU.

Interaction of HYPAN with glutaraldehyde. First, hydrogels were obtained from the reaction between glutaraldehydes and HYPAN. In accordance with HYPAN, three volumes of glutaraldehyde were taken - 4, 5, 6%. The results are shown in the following table and indicate how many chains correspond to one interaction (Table 1).

Table 1. The hydrogel values from the reaction between HYPAN and glutaraldehyde

№	HYPAN %	Glutaraldehyde, %	Degree of swelling, 100 ⁰ C	Interaction and chain ratio
1	94	6	20	1:23
2	95	5	58	1:28
3	96	4	dissolves	1:32

In the first case, one interaction corresponds to each of the 22 HYPAN chains. In the latter case, we see that the ratio to the chain is 27/1, and in the third case this ratio is equal to 34/1. For a certain concentration, the ratios and chains are stable. The degree of swelling in accordance with these concentrations is shown in Fig.2.

As can be seen in the figure, the hydrogel dissolves when the concentration of glutaraldehyde is 4%. Since the amount of binder reagent is very small, it is not sufficient to keep the molecule unified. Likewise, the binding rate reduces the swelling level from 58 to 20 when the amount of the compound increases from 5% to 6%. This can be explained by the fact that the amount of binder reagent increases, the number of water pumps decreases and can not absorb more water. Thus, the best option in the reaction between HYPAN and glutaraldehyde is 95% HYPAN, 5% glutaraldehyde, that is, the swelling rate at 58 per contact line on 27 chains.

Formaldehyde reaction HYPAN. The new experience with the use of HYPAN and formaldehyde was changed by 0.1-6%. The resulting hydrogels were dried and studied at 100 ° C. The results are shown in the table 2 below.

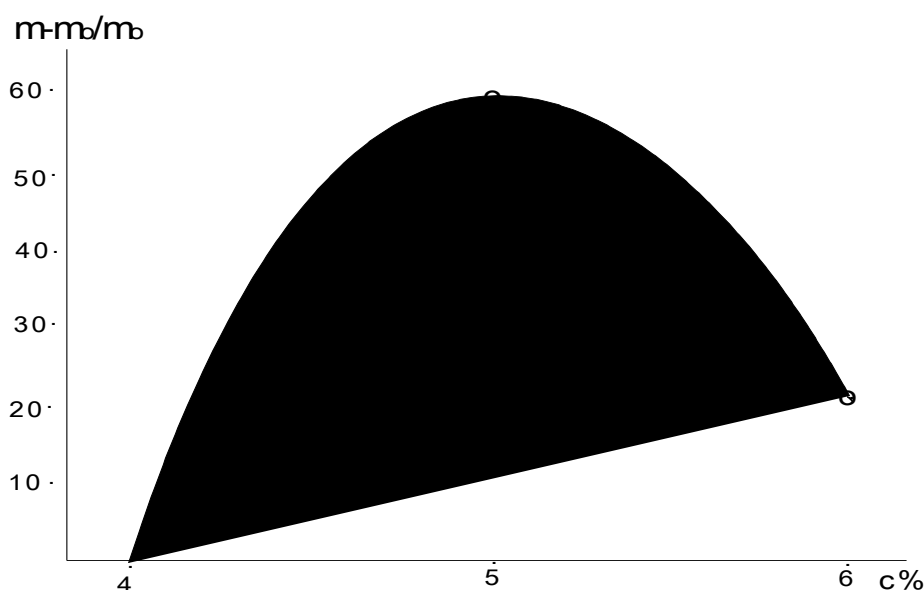


Fig.2 . The degree of swelling of hydrogels synthesized on the basis of HYPAN and glutaraldehyde, obtained in different proportions

Table 2. The interaction between the content and swelling of hydrogels based on HYPAN and formaldehyde

№	HYPAN, compared with the mass, %	Formaldehyde, compared with the mass, %	Degree of swelling	Interaction and chain ratio
1	99.9	0.1	280	1:333
2	99.7	0.3	330	1:111
3	99.5	0.5	320	1:66
4	99.3	0.7	260	1:47
5	99.1	0.9	200	1:37
6	99	1	185	1:33
7	98	2	158	1:17
8	97	3	140	1:11
9	96	4	130	1:8
10	95	5	120	1:6
11	94	6	114	1:5

The reaction is as follows:

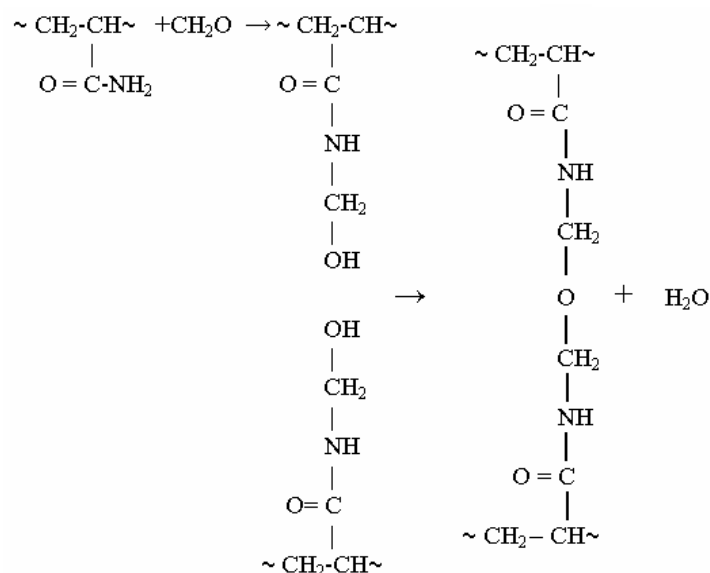


Fig.3. Formaldehyde reaction HYPAN

Fig. 4 shows pores emitted by intermolecular compounds that absorb water.

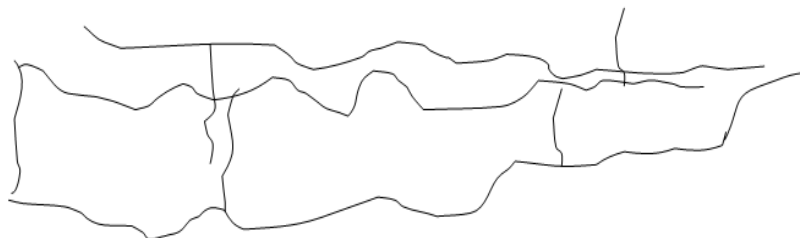


Fig. 4. Pores caused by intermolecular compounds

This depends on the pore size and the size of the binding reagent to which they are attached. The figure below shows the relationship between the degree of swelling and the volume of the reagent (Fig. 5).

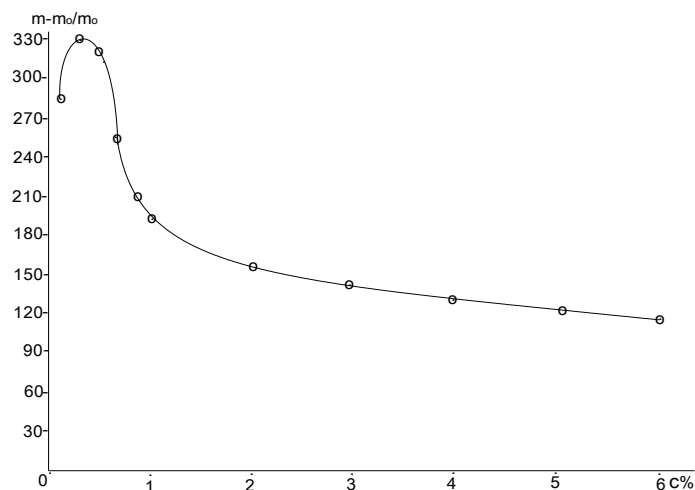


Fig.5. Effect of formaldehyde on the degree of swelling

As can be seen from the figure, the swelling rate of formaldehyde increases from 0.1% to 0.3%. Similarly, the rate of desiccation of formaldehyde ranges from 0.3% to 1%. When the reagent size increases from 1% to 6%, the swelling degree decreases from 185 to 114. The swelling growth rate observed in the range of 0.1% and 0.9% is the highest of 330.

HYPAN and paraformaldehyde. The paraformaldehyde is formed from the polymerization of formaldehyde. Therefore, it does not matter as a new binder. A molecule with the formula $[-CH_2O-]_n$ has long structures and poles.

Paraformaldehyde does not dissolve in water, so its aqueous solution is used. The results are shown in Table 3.

Table 3. The degree of swelling of the hydrogels is HYPAN and paraformaldehyde

№	HYPAN, %	Paraformaldehyde, %	Degree of swelling
1	99.5	0.5	344
2	97	3	360
3	95	5	250

As can be seen from the table, the degree of swelling of hydrogels when measured at 0.5%, 3%, 5% is shown at 344, 360, 250. The optimal concentration of binder is 3%. This can be explained by the fact that the binder is larger than the polymer chains, and excess water does not swallow and, if not less, the melting of a certain amount of hydrogel. The kinetics of the swelling of these gels obtained in three different components is studied. The following graph shows the swelling kinetics (Fig. 6).

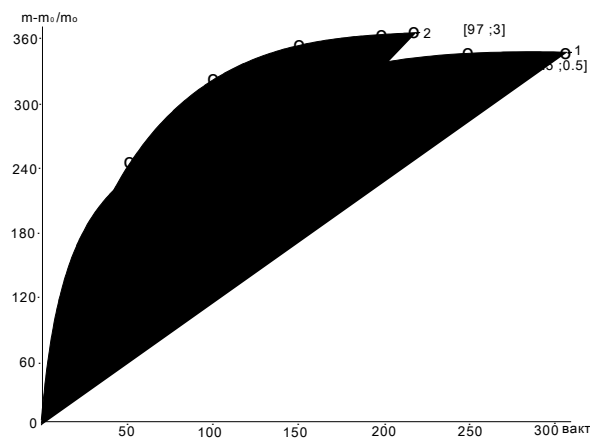


Fig.6. Three-component hydrogel swelling kinetics derived from HYPAN and paraformaldehyde

As can be seen in the figure, the end of the kinetics line does not correspond to the composition. This situation shows the intersection of lines. But it also has its own law. That is, as the binding concentration decreases, the pores of the water absorber increase and absorb more water. But the swelling speed is somewhat moderate. If the connector is reduced, the degree of swelling is infinite, and the swelling speed is slow. Conversely, if you increase the binding concentration, water absorbs the pores down, the swelling rates are very fast, but the degree of swelling decreases.

Consequently, when the binder is increased, the swelling rate decreases and the swelling degree decreases. Conversely, if the binding decreases, the swelling rate decreases and the swelling degree becomes too high. The most optimal situation is 3% paraformaldehyde and 97% HYPAN, also found in the hydrogel, with a swelling degree of 360 and an average swelling rate.

Thus, several methods of hydrogel synthesis are given: HYPAN and glutaraldehyde, HYPAN and formaldehyde, as well as HYPAN and paraformaldehyde. Mechanisms of reaction of reacting substances were given, the degree of swelling and the kinetics of their interaction were determined. At a temperature of 100 °C, the most optimal degree of swelling of hydrogels obtained from HYPAN and paraformaldehyde was chosen. It is important to note that the degree of swelling in the synthesis of hydrogels is very important. This is due to the fact that hydrogels can demonstrate their efficiency in the agricultural sector with this quality.

REFERENCES

- [1] Kurenkov V. Workshop on polymer chemistry and physics. - Moscow, 1990. – 304 p.
- [2] Kurenkov V. Chemistry and physics of macromolecular compounds. -Kazan, 2006. – 146 p.
- [3] Mark J.E. Physical Properties of Polymers Handbook. 2nd ed. - Springer: Springer Laboratory, 2007. – 761 p.
- [4] Verevkin E.L. Biological effectiveness of microfertilizers in chelate form // Fertility (Plodorodiye). – 2006. - 1(28). – P. 21-27.
- [5] Kapranov V.N. The use of natural fertilizers and mineral nutrition of field crops. Author's abstract of Doctoral thesis. - Moscow, 2009. – 378 p.
- [6] Ulianova O.A. Ecological and agrochemical assessment of fertilizer compositions to increase the productivity of the system soil-plant. Author's abstract of Doctoral thesis.- Ulan-Ude, 2011. – 186 p.
- [7] Nakhmanson M.S., Feklichova V.G., Diagnosis of the composition of materials x-ray diffraction and spectral methods. - Leningrad, 1990. – 150 p.

Болысбек А.А., Омирова Р., Джалилов А.Т., Ширинов Ш.А.

Гидрогельдер синтезінің физика-химиялық сипаттамаларын зерттеу және анықтау

Түйіндеме. Мақалада ауыл шаруашылығында кеңінен қолданылатын гидрогельдердің соңғы зерттеулері берілген. Олар сондай-ақ гидрогельдердің пайда болуы кезінде олардың молекулалық құрылымының механизмін сипаттайды. Гидрогельдердің синтезі негізгі шикізатты, гидролизденген полиакрилонитрилдің (ГИПАН) акрил реагентін өзара әрекеттесудің сипаты мен температурасы, реакция температурасының әсері мен тізбектің сипаты есебінен зерттеуді көздейді. Алдымен ГИПАН алу процесі зерттелді. Өйткені оның құрамы алу процесімен тікелей байланысты. Біздің зерттеу мақсатымызға сәйкес гидрогельдер өндіріс шығындарынан алынды.

Түйін сөздер: химия, гидрогель, механизм, реакция, полимерлер.

Болысбек А.А., Омирова Р., Джалилов А.Т., Ширинов Ш.А.

Исследование и определение физико-химических характеристик синтеза гидрогелей

Резюме. В статье представлены последние исследования широко используемых гидрогелей в сельском хозяйстве. Описан механизм их надмолекулярной структуры при образовании гидрогелей. Синтез гидрогелей предполагает изучение основного сырья, акрилового реагента гидролизованного полиакрилонитрила (ГИПАН) за счет характера и температуры взаимодействия, влияния температуры реакции и характера цепи. Сначала был исследован процесс получения ГИПАН. Потому что его состав напрямую связан с процессом получения. Согласно цели нашего исследования, гидрогели были получены из производственных затрат.

Ключевые слова: химия, гидрогель, механизм, реакция, полимеры.

УДК 631.4:551.4+631.42

Y.G. Gilazhov, A.A. Aronova, A.T. Saginayev, S.A. Izgaliyev, G.Y. Khasanova

(Atyrau University of Oil and Gas, Atyrau, Kazakhstan)

E-mail: gilazhov@mail.ru, aronova.akbota@mail.ru, asaginaev@mail.ru, izgalievsansyzbai@mail.ru)

PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF STABILIZED LANDS ON THE BASIS OF OIL CONTAMINATED SOIL FROM OGPD-1 INDUSTRIAL AREA OF JSC «OZENMUNAYGAS»

Abstract. Lands stabilized with organic binders form the coagulation structure and are characterized by elastic-viscoplastic properties and sufficiently high water and frost resistance. The purpose of this work is to develop new compositions of fortified soils and to study the binder (organic) properties of oil-contaminated soil from OGPD-1 industrial zone of JSC «Ozenmunaygas». We have developed 9 formulations for strengthening ground based on oil-contaminated soil from OGPD-1 industrial zone of JSC «Ozenmunaygas» for laboratory testing. The test results showed that fortified ground on the basis of polluted soils from OGPD-1 industrial zone of JSC «Ozenmunaygas» have the strengths of M20 and M10. Such soils are recommended to be used in the construction of the dirt road on the lower layer of foundations or as an additional layer of foundation for the III, IV, V categories of roads in accordance with the construction norms BC 24-75 and the standard STRK 973-2015.

Keywords: ground, strengthening, organic binders, oily soil, utilization, oil and gas production, construction, road.

Е.Г. Гиладжов, А.А. Аронова, А.Т. Сагинаев, С.А. Изгалиев, Г.Е.Хасанова

(НАО «Атырауский университет нефти и газа», г.Атырау, Казахстан)

gilazhov@mail.ru, aronova.akbota@mail.ru, asaginaev@mail.ru, izgalievsansyzbai@mail.ru)

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УКРЕПЛЕННОГО ГРУНТА НА ОСНОВЕ ЗАМАЗУЧЕННЫХ ПОЧВ ИЗ ПРОМЗОНЫ АО «ОЗЕНМУНАЙГАЗ» НГДУ-1

Аннотация. Грунты, укрепленные органическими вяжущими, формируют коагуляционную структуру и характеризуются упруго вязкими пластичными свойствами и достаточно высокой водо- и морозостойкостью. Целью настоящей работы является разработка новых составов укрепленных грунтов и исследования вяжущего (органического) свойства замазученной почвы из промзоны НГДУ-1 АО «Озенмунайгаз». Разработаны 9 рецептуры состава для укрепления грунтов на основе замазученной почвы из промзоны НГДУ-1 АО «Озенмунайгаз» для лабораторного испытания. Результаты испытания показала, что укрепленный грунт на основе замазученных почв имеет прочность M20 и M10. Такие грунты в соответствии строительной нормы СН 24-75 и стандарта СТ РК 973-2015 рекомендуются использовать в строительстве грунтовой дороги на нижнем слое оснований или в качестве дополнительного слоя основания для III, IV, V категорий автомобильной дороги.

Ключевые слова: Грунт, укрепление, органические вяжущие, замазученная почва, утилизация, нефтегазодобыча, строительство, дорога.

Наиболее распространенным в мире загрязняющим веществом считаются нефтепродукты, что связано с широким использованием их в качестве энергоносителей и в качестве универсального химического сырья.

Нефтепродукты высокотоксичны для живых организмов и по существующей классификации относятся к 1-му классу опасности. Загрязнение почв и атмосферного воздуха углеводородами вызывает у населения тяжелые формы гепатита, болезни органов дыхания, туберкулез и злокачественные опухоли.

К чему приводит такое интенсивное загрязнение почвы нефтью? Во-первых, оказавшись на грунте, нефтепродукты могут взаимодействовать с водоносными горизонтами и попадать в питьевую воду. Во-вторых, ухудшается структура самой почвы, повышается ее кислотность, в почве накапливаются патогенные микроорганизмы (особенно возбудители корневой гнили), происходит деградация и депрессия почвенной микрофлоры, нарушается почвенный микробиоценоз и биоценоз в целом. Все это влечет за собой катастрофическое падение плодородия почв и, соответственно, сокращение посевных площадей и урожая, снижение его качества. Общий экономический ущерб в результате этих процессов оценивается в сотни миллиардов ежегодно.

Республика Казахстан является нефтедобывающей страной, в 2017 году добыта 86 млн. тонн нефти и 13 млн. тонн газового конденсата. На эксплуатируемых нефтепромыслах пробурено более

100 000 разведочных и эксплуатационных скважин, каждая из которых в той или иной степени является источником загрязнения окружающей среды [1-3].

На нефтеперерабатывающих заводах республики перерабатывается около 15 млн. тонн нефти [4], где также наблюдается масштабное загрязнение окружающей среды нефтепродуктами в результате технологических утечек.

Экологические проблемы бассейна Каспийского моря стали предметом тревоги не только населения и государственных структур пяти Прикаспийских стран, но и мировой общественности, международных организаций. В работе [5] опубликованы некоторые результаты исследований процессов опустынивания казахстанской части Прикаспия. Исследована территория 2-х областей Казахстана - Атырауской и Мангистауской, расположенных в береговой зоне Каспия. Комплексный анализ экологического состояния показал, что наиболее действенным фактором опустынивания является антропогенная реорганизация экосистем региона. Проведены [6] исследования и определены уровни загрязненности почвогрунтов в Атырауской, Мангистауской и Актобинской областях на месторождениях Грядовое, Бесболек, Каратайкыз; площадях Бегайдар, Северный Каражанбас, Комсомольское, Тенге, Акжар, Каратобе и участке Северный. Особенно остро стоит проблема применение или утилизации загрязненных почв в Атырауской и Мангистауской областях.

И.К Асанбаев. и Фаизов К.Ш. об охране почв нефтегазовых месторождений Казахстана [7] отмечает, что общая площадь нефтезагрязненных почв на территориях Прикаспийской низменности и Мангышлака достигает 200 тыс. га. В этих почвах необратимо изменяются химические, физико-химические и водно-физические свойства, нарушается деятельность почвенных микроорганизмов и окислительно-восстановительный потенциал. Показано, что в загрязненных почвах возрастают засоление, рН среды и щелочность, а также содержание свинца, цинка, бария, стронция и других тяжелых металлов. Загрязняющие токсичные вещества нефти оказывают ингибирующее влияние на рост и развитие растений, их компоненты содержат канцерогенные полициклические углеводороды (нафталины, аценафтены, пирены и др.).

Для решения проблемы утилизации замазученных почв в последние годы проведены ряд исследований по ликвидации нефтяных загрязнений. Получен патент на устройство по очистке нефтезагрязненного грунта, путем промывки горячей водой при 70°C и на разделение нефти и грунта. Предложены термическая переработка и окисление шламов с получением из органической части битумов, а из твердого остатка асфальтобетонных смесей – коксов и керамзитов. Ряд исследований посвящены изучению способности адаптированных культур микроорганизмов к деструкции нефти и нефтепродуктов. [8-10].

Ни один из способов утилизации замазученных грунтов в настоящее время не нашел широкого использования, каждый из этих способов имеет свои преимущества и недостатки. Поэтому в настоящее время на нефтепромыслах республики используется в основном технический метод рекультивации нефтезагрязненных почв, заключающихся в снятии и захоронении на специальных полигонах верхнего «замазученного» слоя почв. Сейчас часть этих шламонакопителей заполнены и требуется строительство новых шламонакопителей. Следовательно, необходимо было разрабатывать более удобные и дешевые способы утилизации нефтезагрязненных почв.

Между тем, в литературе почти отсутствуют работы о применении замазученных грунтов в качестве органических вяжущих для укрепления грунтов в строительстве дорог.

В районах дорожного и аэродромного строительства, где нет каменных материалов, возникает необходимость в перевозках их за сотни километров, что увеличивает первоначальную стоимость этих материалов примерно в 4-6 раз и является причиной удорожания строительства. Наиболее распространенным местным материалом являются грунты. Грунты, укрепленные органическими вяжущими, формируют коагуляционную структуру и характеризуются упруговязкопластичными свойствами и достаточно высокой водо- и морозостойкостью [11-13]. Поэтому весьма актуальна разработка методов укрепления грунтов.

Нами в последние годы, с целью повышения и укрепления несущей способности слабых (пылеватых и тяжелых пылеватых) грунтов Атырауской области, изучены вяжущие свойства отходов нефтегазодобычи – замазученные почвы. Наши исследования показывали положительный результат [14].

Целью настоящей работы является разработка новых составов укрепленных грунтов и исследования вяжущего (органического) свойства замазученной почвы из промзоны НГДУ-1 АО «Озенмунайгаз». Нами разработаны 9 рецептуры состава для укрепления грунтов на основе замазученной почвы из промзоны НГДУ-1 АО «Озенмунайгаз» для лабораторного испытания. В таблице 1 и на рисунках 1, 2 представлены рецептура составов новых укрепленных грунтов.

• Химико-металлургические науки

Таблица 1. Рецепттура состава укрепленных грунтов на основе замазученной почвы из промзоны НГДУ-1 АО «Озенмунайгаз»

Грунт	№ лаб. рецептуры	Грунт, г	Замазученный грунт из промзоны НГДУ-1 АО «Озенмунайгаз», г	Цемент, г	Щебень, г	Содержание углеводородов нефти, %
Ново-Озенский грунт (супеси легкие крупные)	1/5	470	500	30	-	5,5
	1/7	570	400	30	-	4,4
	1/6	620	350	30	-	3,85
	2/6	718	252	30	-	4,4
	2/9	418	252	30	300	4,4
	2/10	450	220	30	300	3,85
Атырауский грунт (супеси легкие, пылеватые)	3/2	608	315	30	-	5,5
	3/3	680	290	30	-	4,4
	3/4	717	253	30	-	3,85

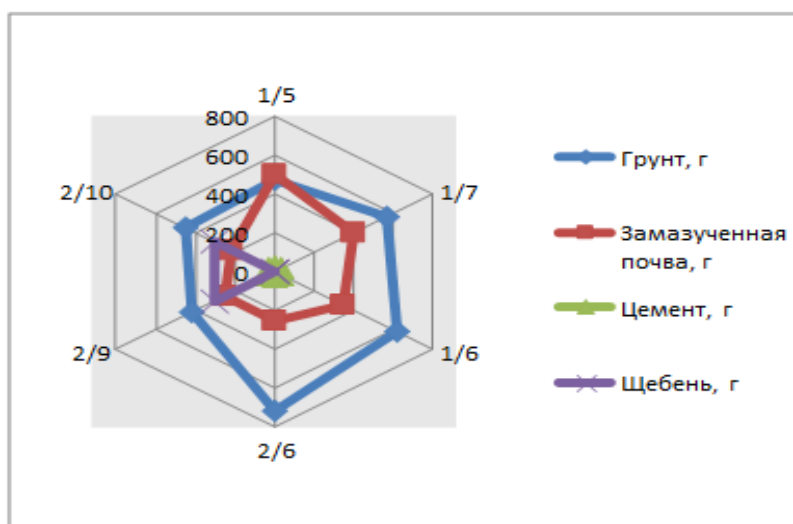


Рис. 1. Рецепттура состава Ново-Озенского грунта (супеси легкие крупные) укрепленный замазученной почвой

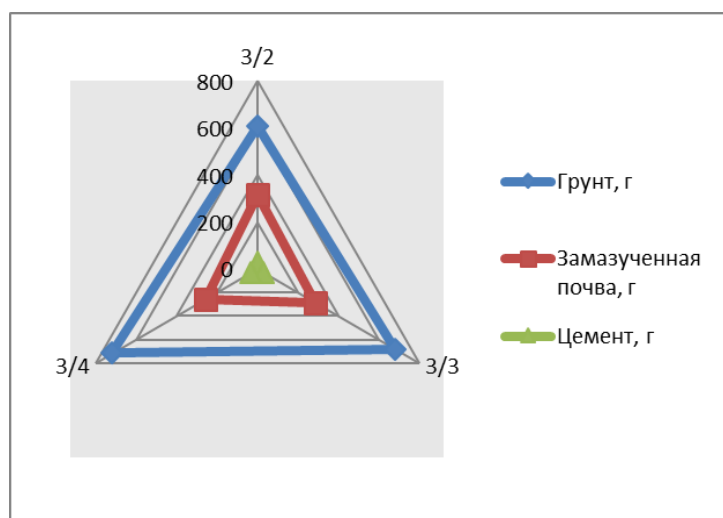


Рис. 2. Рецепттура состава Атырауского грунта (супеси легкие, пылеватые) укрепленный замазученной почвой

Лабораторные испытания физико-механических свойств, укрепленного грунта на основе замазученных почв из промзоны АО «Озенмунайгаз» НГДУ-1, проводили в аккредитованном испытательном лаборатории дорожно-строительной организаций ТОО «REAL WAY».

При лабораторном испытании физико-механических свойств укрепленного грунта на основе замазученных почв, определяли следующие характеристики - предела прочности при сжатии водонасыщенных образцов при 20⁰С, кгс/см², марка прочности и модульная нагрузка. Результаты испытания представлены в таблице 3.

Таблица 3. Физико-механические свойства укрепленного грунта на основе замазученных почв

№ п.п	Дата испытания	Лаб. № рецептуры	Прочности при сжатии водонасыщенных образцов при 20 ⁰ С, Мпа через 28 суток	Марка прочности	Модульная нагрузка, Мпа
1	28.06.2018	1/5	2,17	М 20	250
2	28.06.2018	1/7	2,44	М 20	250
3	15.07.2018	1/6	1,34	М 10	
4	15.07.2018	2/6	1,49	М 10	
5	15.07.2018	2/9	0,98	М 10	
6	15.07.2018	2/10	1,14	М 10	
7	04.08.2018	3/2	1,62	М 10	
8	04.08.2018	3/3	1,50	М 10	
9	08.08.2018	3/4	1,87	М 10	

Результаты испытаний (таблица 3) показали, что укрепленный грунт на основе замазученных почв из промзоны АО «Озенмунайгаз» НГДУ-1 имеют прочности М20 и М10. Такие грунты в соответствии строительной нормы СН 24-75 [13] и стандарта СТ РК 973-2015 [15] рекомендуются использовать в строительстве грунтовой дороги на нижнем слое оснований или в качестве дополнительного слоя основания для III, IV, V категорий автомобильной дороги. Фоновые значения состав укрепленных грунтов относится к первому уровню по содержанию углеводородов нефти (3,85- 5,5%), грунты с таким содержанием нефтепродуктов самоочищаются и способны в течение года восстанавливать продуктивность растений или восстанавливаться микробиологические процессы [16].

Таким образом, результаты испытаний показали, что укрепленные грунты на основе замазученных почв из промзоны АО «Озенмунайгаз» НГДУ-1 имеют прочности М20 и М10. В соответствии строительной нормы СН 24-75 и стандарта СТ РК 973-2015 новых укрепленных состав грунтов можно использовать в строительстве грунтовой дороги на нижнем слое оснований или в качестве дополнительного слоя основания для III, IV, V категорий автомобильной дороги.

Исследование выполнено в рамках финансируемого гранта МОН РК № ВР05236302, ПЦФ на 2018-2020 гг.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] <https://www.caravan.kz/news/kazakhstan-v-2017-godu-dobyl-rekordnyjj-obem-nefti-408089/>
- [2] https://www.inform.kz/ru/kazakhstan-v-2017-godu-dobyl-72-9-mln-tonn-nefti_a3120243
- [3] Диаров М.Д., Дризо Е.А. Комплексная межотраслевая программа «Экология» по охране природы и улучшению экологической обстановки на территории Атырауской области на 1996-2000гг. и на перспективу до 2005г. – Атырау: ЗапО МН-АН РК и Управления экологии и биоресурсов Атырауской области, 1996. -203с.
- [4] http://dailynews.kz/economics/v_2017_godu_v_kazahstane_dobyto_bolee_86 mln_tonn_nefti
- [5] Акиянова Ф. Ж., Нурмамбетов Э. И., Курочкина Л. Я. и др. Опустынивание казахстанской части Прикаспия // Проблемы освоения пустынь. – 2001, № 2. - с. 12-19.
- [6] Ужженова А Т. Загрязнение нефтепродуктами почвенных экосистем// Перспективы устойчивого развития экосистем Прикаспийского региона: Матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, 29-30 июня 2004 г. Алматы: КазНУ, 2004. - с. 67-69.
- [7] Асанбаев И. К., Фаизов К. Ш. Охрана почв нефтегазовых месторождений Казахстана// Проблемы экологии АПК и охрана окружающей среды: Матер. 2-й Междунар. науч.-техн. конф. - Алматы: РНИ «Бастау». - 1998. -с. 111-113.

[8] Хасанов Т.А., Линцов С.Г., Соколов А.И. и др. Способ очистки загрязненного грунта от нефтепродуктов и устройство для его осуществления// Пат.2913 Республика Казахстан, МКИ E02B 15/04, А 01 С 21/00-№ 20027825; Оpubл. 15.12.95, Бюл. №4 (11).

[9] Мансуров З.А., Онгарбаев Е.К., Тулеутаев Б.К. Разработки способов термической переработки и окисления нефтяных отходов // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2004, №8, с. 49-54.

[10] Препарат «Мунайбек» для очистки от нефтяных загрязнений. Алиева Р.М., Шилова Н.К., Файзулина Э.Р., Бирюкова Л.А. // Новости науки Казахстана: ЭИ КазгосИНТИ. -Алматы, 1994. -Сер.Развитие современной науки. Будущее науки. - Вып.4, с. 65-66.

[11] Грушко И.М., Золотарев В.А., Глушенко Н.Ф. и др. Испытания дорожно-строительных материалов. – М., Транспорт, 1985. – 200 с.

[12] Пособие по строительству покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов из грунтов, укрепленных вяжущими материалами, к СНиП 3.06.03.85 и СНиП 3.06.06-88. – Союздорнии. М., 1990. -205с.

[13] СН 25-74 - Инструкция по применению грунтов, укрепленных вяжущими материалами, для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов. – М., Стройиздат, 1975. -128с.

[14] Патент РК на полезные модели №2334. Состав для укрепление грунтовых дорог. Гилязов Е.Г., Сагинаев А.Т., Сорокина Т.В., Идрисова Э.К. // Опубликовано бюллетень №16, 2017года.

[15] СТ РК 973 – 2015 Материалы каменные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия.

[16] ПНДФ 16.1:2.21-98 Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом с использованием анализатора жидкости «ФЛЮОР АТ-02».

Гилязов Е.Г., Аронова А.А., Сагинаев А.Т., Изгалиев С.А., Хасанова Г.Е.

«Өзенмұнайгаз» ақ мғөб-1 промзонасынан алынған мұнаймен ластанған топырақ негізінде нығайтылған грунттың физика-механикалық қасиеттері

Түйіндеме. Органикалық тұтқыр заттармен нығайтылған грунттар коагуляциялық құрылым түзеді және серпімді тұтқыр созылмалы қасиеттерімен және айтарлықтай жоғары суға және аязға төзімділігімен сипатталады. Бұл жұмыстың мақсаты «Өзенмұнайгаз» АҚ МГӨБ-1 промзонасынан алынған мұнаймен ластанған топырақтың тұтқыр (органикалық) қасиеттерін зерттеуге және нығайтылған грунттың жаңа құрамын жасақтау болып табылады.

Түйін сөздер: грунт, нығайту, органикалық тұтқыр заттар, мұнаймен ластанған топырақ, утилизация, мұнайгазөндіру, құрылыс, жол

УДК 553.982; 532.546

К.А. Soltanbekova, A.Y. Mankhanova

(Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty, Republic of Kazakhstan, E-mail: k.soltanbekova@satbayev.university)

PROJECTS REVIEW OF ALKALI-SURFACTANT-POLYMER (ASP) IMPACT IMPLEMENTATION WORLDWIDE

Abstract. Alkali-surfactant-polymer (ASP) is a combined process in which alkali, surfactant and polymer is injected as a slug. Synergetic effect of these three components helps to improve oil recovery due to reduction of surface tension and improving sweep efficiency. Article gives review of ASP projects implemented worldwide.

Key words: Alkali-surfactant-polymer (ASP), synergetic effect, oil recovery factor, oil viscosity, reservoir temperature, salinity of formation water, permeability, oil saturation.

К.А. Солтанбекова, А.Е. Манханова

(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, E- mail: k.soltanbekova@satbayev.university)

ОБЗОР ПРОЕКТОВ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ЩЕЛОЧНО-ПАВ-ПОЛИМЕРНОГО (ASP) ВОЗДЕЙСТВИЯ В МИРЕ

Аннотация. Щелочно-ПАВ-полимерное (ASP) заводнение это комбинированный процесс, в котором щелочь, ПАВ и полимер нагнетается в виде оторочки. Взаимоусиливающий эффект этих трех компонентов позволяет улучшить нефтеизвлечение за счет снижения поверхностного натяжения и выравнивания профиля приемистости. В статье выполнен обзор проектов применения ASP воздействия в мире.

Ключевые слова: щелочно-ПАВ-полимерное воздействие, синергетический эффект, коэффициент нефтеотдачи, вязкость нефти, пластовая температура, минерализованность пластовой воды, проницаемость, нефтенасыщенность.

С увеличением энергетического спроса в мире и ростом истощенных месторождений применение методов увеличения нефтеотачи (МУН) на разрабатываемых зрелых месторождениях становится более актуальной задачей. Большинство нефтяных месторождений разрабатываются традиционным заводнением, поэтому химические МУН могут легко внедряться, т.к. требуют минимального оборудования необходимого для добавления химических агентов в нагнетаемую воду. Среди химических МУН щелочно-ПАВ-полимерное (alkaline-surfactant-polymer ASP) воздействие является наиболее перспективным методом, т.к. имеет синергетический эффект агентов щелочи, ПАВ и полимера.

Для понимания синергетического механизма ASP воздействия рассмотрим каждый механизм отдельно.

ПАВ воздействие

Ключевым механизмом ПАВ воздействия является изменение поверхностного натяжения. Для понимания этого механизма можно рассмотреть капиллярное число в зависимости от остаточной нефтенасыщенности. Капиллярное число определяется как:

$$N_c = \frac{u\mu}{\sigma} \quad (1)$$

где μ - вытесняющая жидкость; u - скорость перемещения; σ - поверхностное натяжение между вытесняющей и вытесняемой жидкостью (нефть). Данные многих экспериментов доказывают, что при увеличении капиллярного числа остаточная нефтенасыщенность снижается [1].

Капиллярное число обычно равно 10^{-7} , и для снижения остаточной нефтенасыщенности необходимо увеличение капиллярного числа выше этого значения. Существуют несколько способов увеличения капиллярного числа: увеличение скорости закачиваемой жидкости u , увеличение вязкости закачиваемой жидкости μ , снижение поверхностного натяжения σ . Скорость закачиваемой жидкости трудно увеличить, т.к. оно ограничено производительностью насосов или приемистостью пласта. Даже в случае если скорость закачки очень высокая, есть вероятность что давление нагнетания станет выше давления разрыва пласта. Увеличение вязкости закачиваемой жидкости ограничено по экономическим критериям, т.к. для увеличения вязкости полимерного раствора необходима высокая концентрация полимера. В реальных условиях можно не достичь высоких концентраций полимера учитывая ее растворимость. Таким образом, остается поверхностное натяжение. Известно, что поверхностное натяжение между раствором ПАВ и нефтью может быть снижено на 20-30 раз до 10^{-3} мН/м. Т.е. добавляя ПАВ можно добиться увеличения капиллярного числа на более чем 1000 раз.

Щелочное воздействие

Одним из механизмов щелочного воздействия является то, что при взаимодействии раствора щелочи с кислыми компонентами пластовой нефти в пласте образуется ПАВ (так называемое омыляющее вещество, отличающееся от нагнетаемого синтетического ПАВ). Уравнение реакции представлено ниже:



где HA – компонент псевдо кислоты; A^- - омыляющий компонент.

Важно также, что при ASP воздействии щелочь добавляется вместе с ПАВ и щелочь может снижать адсорбцию ПАВ на поверхности породы. Таким образом, ПАВ работает эффективнее и снижается объем закачиваемого агента. К иным механизмам относятся эмульгирование, захват нефти, улавливание газа и изменение смачиваемости породы [2].

Полимерное воздействие

Известно, что при увеличении вязкости полимерного раствора улучшается эффективность охвата пласта вытеснением. Когда полимер закачивается в вертикально неоднородные пласты улучшается распределение полимера по вертикальным пропласткам и таким образом улучшается охват пласта заводнением по вертикали [3].

Дополнительным механизмом является вязко-упругие свойства полимера. Из-за вязко-упругих свойств между нефтью и полимерным раствором создается рабочее напряжение. Поэтому полимер

оказывает большое тянущее усилие (усилие отрыва) на нефтяные капли или нефтяную пленку. Нефть выталкивается из закрытых пор. Таким образом происходит снижение остаточной нефтенасыщенности. Данный механизм до недавнего времени не учитывался [4].

К экономическим факторам влияния полимерного заводнения относится снижением объема закачиваемой и добываемой воды по сравнению с традиционным заводнением [5]. Это особенно актуально для шельфовых месторождений либо пустынной местности, где подготовка воды дорогостоящая.

Синергетический эффект ASP воздействия

автор [6] представил результаты коэффициентов нефтеотдачи щелочного, полимерного заводнения и ASP заводнения согласно данным лабораторных экспериментов. Коэффициенты нефтеотдачи щелочного и полимерного заводнения составляют 10% и 11,6%, соответственно, отсутствует информация по эффективности ПАВ заводнения. Сумма коэффициентов нефтеотдачи составляет 21,6%, в то время как при ASP воздействии 45,3%. Даже в случае предположения, что при щелочном заводнении коэффициент нефтеотдачи составит 15%, сумма всех коэффициентов не превысит 36,6%, что намного ниже чем 45,3%. Все это явно демонстрирует эффективность и синергетический эффект ASP воздействия.

Другим важным механизмом является синергия между образованным омыляющим веществом и синтетическим ПАВ. Омыляющее вещество имеет низкую минерализованность, в то время как синтетический ПАВ имеет относительно высокую минерализованность. Когда они действуют совместно увеличивается минерализованность при которой поверхностное натяжение достигает наименьшего значения [7].

Эффекты синергии при ASP воздействии могут быть обобщены следующим образом [8]:

1. Закачка щелочи снижает адсорбцию ПАВ.
2. Щелочь взаимодействуя с пластовой нефтью образует омыляющее вещество, которое имеет низкую минерализованность. Синтетический ПАВ имеет относительно высокую минерализованность. Смесь омыляющего вещества и синтетического ПАВ имеет широкий предел минерализованности при которой поверхностное натяжение низкое.
3. Эмульсия улучшает охват пласта заводнением. Омыляющее вещество и ПАВ делают эмульсию стабильной из-за снижения поверхностного натяжения. Благодаря высокой вязкости полимер помогает стабилизировать эмульсию для замедления слияния.
4. Между полимером и ПАВ происходит преимущественная адсорбция. Добавление полимера снижает адсорбцию ПАВ и наоборот.
5. Добавление полимера улучшает охват пласта щелочным и ПАВ заводнением.
6. Снижение добычи жидкости происходит не только из-за увеличения вязкости вытесняющей жидкости, а также из-за эмульгирования и осаждения солей после закачки оторочки ASP.

Критерии применимости ASP воздействия

Критерии применимости для методов увеличения нефтеотдачи (МУН) рассматривались различными авторами [9-11]. Для метода ASP воздействия критерии применимости обобщены в таблице 1. К основным параметрам, влияющим на процесс ASP воздействия относятся пластовая температура, минерализованность пластовой воды, глинистость, вязкость нефти, проницаемость пласта. В этой же таблице представлены данные средних значений согласно реальным проектам ASP воздействия.

Таблица 1. Критерии применимости ASP заводнения

Параметр	Автор предложенных критериев					Согласно реальным ASP проектам
	Лэйк и др. (1992)	Табер и др. (1997)	Аль-Бахер и др. (2004)	Диксон и др. (2010)	Джеймс и др. (2013)	
Вязкость нефти (сПз)	<200	<35	<150	<35	<50	12.9
Нефте-насыщенность, д.ед.		>0.35		>0.45	>0.3	0.3
Проницаемость, мД		>10	>50	>100	>50	473.0
Пластовая температура, °С		<93.3	<70	<93.3	<95	52
Минерализованность			50000	<200000 при	<50000	7993

пластовой воды, ppm				T _r <60°C, <50000 при T _r >60°C		
Литология			Песчаник		Песчаник	Песчаник
Глинистость			Низкая		Низкая	Низкая
Расстояние между скважинами, м					<656	403.6

Продуктивный пласт

Практически все химические МУН проводились на терригенных породах, исключая несколько проектов, которые проводились в карбонатных породах. Одной из причин немногочисленного применения ASP воздействия на карбонатных породах является то, что анионные ПАВ имеют высокую степень адсорбции в карбонатных породах, а катионные ПАВ дорогостоящи. Кроме того, часто присутствующий в карбонатных породах ангидрит является причиной осаждения и высокой адсорбции щелочи. Глинистость в терригенных породах также может быть причиной высокой адсорбции ПАВ и щелочи. Поэтому содержание глины при ASP воздействии должно быть низким.

Состав и вязкость нефти

Состав нефти очень важен для агентов щелочи и ПАВ, но не критичен для полимера. Кислотное число пластовой нефти должно быть высоким для того, чтобы щелочь при взаимодействии с кислыми компонентами нефти образовывала омыляющее вещество. Однако согласно ASP проектам между ASP воздействием и кислотным числом не было обнаружено четкой взаимосвязи, т.е. минимального кислотного числа, требуемого для ASP воздействия не существует. Автор [12] в своей статье указал минимальное кислотное число должно быть 0,3 мг КОН/г. Для месторождения Лагомар (Венесуэла) кислотное число низкое 0,4 мг КОН/г. Нефть месторождения Дацин имеет также низкое кислотное число (около 0,1 мг КОН/г. нефти). В этих случаях основной механизм не связан с образованием омыляющего вещества. Механизм направлен на снижение ПАВ и предотвращение адсорбции полимера путем закачки раствора щелочи с высоким pH. Роль кислотного числа при ASP воздействии должна быть изучена дополнительно. С учетом этого кислотное число не включено в таблицу критериев применимости.

Согласно авторам [10-11], вязкость нефти при ASP воздействии должна быть менее, чем 35 сПз. Во многих китайских ASP проектах вязкость нефти около 10 сПз, максимально 70 сПз. Однако в настоящее время возрос интерес применения ASP воздействия для тяжелых нефтей с вязкостью более 2000 сПз [13-15]. Как показывают лабораторные испытания, ASP метод является эффективным для высоковязких нефтей и поэтому в скором времени может найти более широкое применение.

Минерализованность пластовой воды

Минерализованность пластовой воды является критическим параметром при ASP воздействии. Большинство ASP проектов проводились в пластах с низкой минерализованностью (около 10000 ppm). Автор [16] предлагает критерий минерализованности 50000 ppm жесткости 1000 ppm.

Пластовая температура

Согласно [10-11], для ASP воздействия пластовая температура должна быть ниже 93°C. Однако в реальных в ASP проектах средняя температура 27°C, для проектов полимерного заводнения средняя температура 60°C. Пластовая температура на месторождении Дацин около 45°C.

Проницаемость пласта

При ASP воздействии желательна высокая проницаемость пласта и это критично при полимерном заводнении. В [10-11] указан критерий для химических методов >10 мД, однако средняя проницаемость для реальных проектов ASP составляет 450 мД.

С совершенствованием химических агентов критерии применимости также будут меняться. Применение ASP воздействия при высокой температуре и минерализованности является сложной задачей.

Результаты по ASP проектам

Результаты около 21 ASP проектов и опытных испытаний произведенных в мире опубликованы (таблица 2) [17]. Обобщены и сравнены результаты 21 проектов, 12 из которых реализованы в Китае, 6 в США, 2 в Индии, 1 в Венесуэле. Большинство ASP проектов проводились на месторождениях с пятиточечной схемой размещения скважин. Все проекты ASP воздействия проводились на терригенных пластах. ASP заводнение обычно состоит из закачки трех оторочек: предварительная оторочка, основное ASP воздействие, оторочка полимерного раствора. Согласно анализу проектов

• Химико-металлургические науки

для ASP воздействия используют щелочь, ПАВ и полимер со следующими концентрациями 1,25 массовый %, 0,27 массовый % и 0,135 массовый % соответственно, общий объем закачиваемого раствора составляет 30,8% PV порового объема. Средний прирост коэффициента нефтеотдачи составляет 21,8% от общих геологических запасов. Общий объем нагнетаемых химических агентов может быть определен как произведение концентрации химических агентов на нагнетаемый поровый объем. Согласно данным ASP проектов, среднее значение нагнетаемых агентов щелочи, ПАВ и полимера составляют 43,16; 9,44 и 5,25 соответственно, при условии, что размерность порового объема и концентрации химических агентов в процентах (%).

Таблица 2. Закачиваемые химические агенты по проектам ASP заводнения

Месторождение	Страна	Начало проекта	Общее количество химических агентов, PV×Концентрация		
			Щелочь	ПАВ	Полимер
Дацин (Daqing S-ZX)	Китай	01.09.1994	40,0	9,60	5,54
Дацин (Daqing X5-Z)	Китай	29.01.1995	48,47	11,84	8,57
Дацин (Daqing X2-X)	Китай	28.09.1996	132,24	20,79	9,96
Дацин (Daqing S-B)	Китай	15.12.1997	57,60	12,96	10,24
Дацин (Daqing X2-Z)	Китай	01.04.2000	46,31	8,17	9,92
Дацин (Daqing SB-B2-D)	Китай	03.10.2004	77,0	10,50	12,36
Шэнли Гудонг (Shengli Gudong)	Китай	01.08.1992	60,0	15,20	4,60
Шэнли Гуадо-Си (Shengli Guado-xi)	Китай	01.05.1997	37,08	9,27	8,07
Карамай (Karamay)	Китай	22.07.1996	47,18	10,11	6,04
Цзилинь Хун Ган (Jilin Hong-gang)	Китай	01.09.1997	13,50	1,08	2,70
Чжун юань ху чжуан дзи (Zhong-yuan Hu zhuang-ji)	Китай	12.01.2000			
Юмен Лао Цзюнь Мяо (Yumen Lao-jun-miao)	Китай	01.03.1994	95,86	214,20	4,21
Кембридж (Cambridge)	США	01.02.1993	38,38	3,07	4,53
Вест Киль (West Kiehl)	США	03.12.1987	20,0	2,50	2,63
Танер (Tanner)	США	01.05.2000	25,10	2,51	2,51
Меллот Ранчо (Mellot Ranch)	США	01.08.2000	30,10	3,01	3,91
Лоуренс (Lawrence)	США	0.08.2010	25,0	43,75	5,50
Шо-Вел-Тум (Sho-Vel-Tum)	США		88,0	15,0	4,38
Лагомар (Lagomar)	Венесуэла		17,50	7,0	5,0
Вираз (Viraj)	Индия	10.08.2002	30,0	4,0	2,80
Джалора (Jhaloga)	Индия	07.02.2010	75,0	7,50	6,90
Среднее значение (процент)			43,16	9,44	5,25

Экономический расчет ASP проектов

В таблице 3 представлена стоимость доступных химических агентов к баррелю дополнительно добытой нефти по рассмотренным ASP проектам. Среднее значение около 4,93\$/бар, где учитывалась лишь стоимость химических агентов и не учитывалась стоимость оборудования и операционные расходы. При ASP воздействии добывается меньше воды. Поэтому экономия происходит за счет снижения объема закачиваемой воды.

Таблица 3. Оценка стоимости химических агентов для ASP воздействия

Наименование химического агента	Предварительная оторочка	Основная оторочка ASP воздействия	Оторочка полимерного раствора
Размер оторочки, PV, д.ед.	0,097	0,308	0,242
Полимер, ppm	1450	1350	800
Щелочь, %		1,25	
ПАВ, %		0,27	
Стоимость щелочи, US\$/кг		0,26	
Стоимость НРАМ, US\$/кг		2,27	
Стоимость ПАВ, US\$/кг		4,85	
Дополнительно добытая нефть, % от общих геологических балансовых запасов	21,8		
Стоимость химической оторочки, US\$/бар	0,23	4,37	0,32
Общая стоимость химических агентов, US\$/бар	4,93		

Химические агенты

Для рассмотренных 21 проектов ASP воздействия в 14 случаях использовался Na_2CO_3 , в 6 случаях NaOH , и в 1 случае комбинированно NaOH и Na_2CO_3 . В ранних проектах на месторождении Дацин применялся NaOH . Силикатные осадки образуют гидраты, коагулянты и сильно закупоривают поры даже при низких концентрациях. Карбонатные осадки относительно гранулированные и меньше сцепляются с твердой поверхностью. Из-за этого натрий гидрокарбонат показывает меньшую степень повреждения проницаемости при наличии тяжелой воды при одинаковых условиях. Более того, карбонатные отложения можно успешно удалить из добывающих скважин путем кислотной обработки скважин или с использованием ингибиторов, в то время как долговременных обработок позволяющих предотвратить осаждение силикатов не существует. Возможно, это является одной из причин того, что ортосиликат применяется при химическом заводнении не часто.

Из-за проблемы осаждения рассмотренной в проектах широкое применение нашла слабощелочная закачка. Для снижения коррозии и проблем солеотложения, связанных с неорганической щелочью авторы [18] предлагают органическую щелочь. В ASP проектах применялись различные ПАВ, такие как ORS-41HF, ORS-46HF, ORS-62, био-ПАВ OP-10 и CY1 (местный китайский продукт), BES (анионные ПАВ), лигносульфонат, KPS-1 (анионные ПАВ местный китайский продукт), додецил сульфобетанин DSB и др.

Практически во всех проектах в качестве полимера применялся частично гидролизированный полиакриламид НРАМ. Лишь в одном случае применяется биополимер ксантан.

Проблемы, связанные с применением ASP воздействия

Основные операционные трудности в ASP проектах связаны с низкой приемистостью пласта, разложением полимера, сложностью отделения воды от нефти в добываемой скважинной продукции, отказом насоса, ростом бактерий, коррозией, проблемами, связанными с логистикой и техническим обслуживанием, особенно для шельфовых месторождений [19].

Образование эмульсии

Стойкая эмульсия может быть образована при закачке щелочи, ПАВ или даже воды. При закачке воды может быть образована стойкая эмульсия, т.к. пластовая нефть содержит естественные эмульгаторы, такие как асфальтен. При закачке ПАВ снижается поверхностное натяжение между нефтью и водой, и таким образом формируется устойчивая эмульсия. При закачке щелочи стойкая эмульсия может формироваться при вступлении щелочи в реакцию с пластовой нефтью и образованием омыляющего вещества.

Эмульгирование является важным механизмом при закачке щелочи [2,20], т.к. позволяет увеличить нефтеотдачу пласта. Как показали данные по скважинам, чем больше эмульгирование пластовой жидкости, тем больше снижается обводненность. Недостатком образования эмульсии является увеличение давления нагнетания и снижение объема закачки воды и добычи жидкости. Эмульсия вызывает трудности при транспортировке и сепарации нефти и воды.

Трудности с оборудованием

Из-за осаждения солей при ASP воздействии межремонтный период работы скважин оборудованных винтовыми насосами на месторождении Дацин сократился до 97 дней вместо 375 дней при полимерном воздействии и 618 дней при традиционном заводнении [21].

Иные проблемы с оборудованием связаны с вязко-упругими свойствами полимера. Из-за вязко-упругих свойств при течении полимерного раствора через ответвление трубопровода усилие натяжения пытается вытолкнуть раствор назад в основную нагнетательную линию. Это усилие натяжения увеличивается с увеличением скорости в ответвлении и основной нагнетательной линиях. Скорость в линии ответвления создает колебания при работе трехфазного насоса. Колебания скорости изменяют рабочее напряжение и вязкость, и таким образом приводят в вибрации насоса. Решением является увеличение размера насоса [22]

Будущее развитие ASP воздействия

Выполнив обзор по ASP воздействию в мире сделаны следующие выводы и рекомендации для будущего развития метода:

1. Высокая температура и высокая минерализованность ограничивают применимость ASP воздействия. Необходимо разработка таких ПАВ и полимеров, которые будут устойчивыми при таких пластовых условиях.

2. Трудности ASP воздействия связаны с нагнетанием щелочи. Поэтому необходимо четко понимать можно ли обойтись без применения щелочи. Иными словами, необходимо сравнить может ли ПАВ-полимерное воздействия быть лучше, чем щелочь-ПАВ-полимерное воздействие.

3. Преимущество ASP воздействия по сравнению с отдельной закачкой компонентов это ее синергетический эффект. Для получения этой синергии компоненты щелочь-ПАВ-полимер должны быть в одной оторочке.

Данная работа выполнена при поддержке грантового финансирования КН МОН РК, №АР05130355.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Stegemeier G.L. Mechanism of entrapment and mobilization of oil in porous media. In Improved Oil Recovery by Surfactant and Polymer Flooding. Academic Press, New York. - pp. 55-91. - 1977.
- [2] Johnson Jr. C.E. Status of caustic and emulsion methods. JPT (January). -pp.85-92. -1976
- [3] Sorbie K.S. Polymer Improved Oil Recovery. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. -1991.
- [4] Wang D.M., Cheng J.C., Yang Q.Y., Gong W.C., Li Q., Chen F.M. Viscous-elastic polymer can increase microscale displacement efficiency in cores. SPE 63227. SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Dallas, Texas, 1-4 October, 2000.
- [5] Sheng J.J. Modern Chemical Enhanced Oil Recovery: Theory and Practice, Elsevier, 2011.
- [6] Olsen D.K., Hicks M.D., Hurd B.G., Sinnokrot A.A., Sweigart C.N. Design of a novel flooding system for an oil-wet Central Texas carbonate Reservoir. SPE 20224. SPE/DOE Seventh Symposium on Enhanced Oil Recovery, Tulsa, Oklahoma, 22-25 April, 1990.
- [7] Nelson R.C., Lawson J.B., Thigpen D.R., Stegemeier G.L. Cosurfactant enhanced alkaline flooding. Paper SPE 12672. SPE/DOE Fourth Symposium on Enhanced Oil Recovery, Tulsa, Oklahoma, 15-18 April, 1984.
- [8] Sheng J.J. A Comprehensive Review of Alkaline Surfactant Polymer (ASP) Flooding. SPE 165358. – 2013.
- [9] Lake L.W., Schmidt R.L., Venuto P.B. A niche for enhanced oil recovery in the 1990s. Oilfield Review. - pp.55-59. - 1992.
- [10] Taber J.J. Martin F.D., Seright R.S. EOR screening criteria revisited part 1: Introduction to screening criteria and enhanced recovery field projects. SPEREE (August). -pp.189-198. - 1997a.
- [11] Taber J.J. Martin F.D., Seright R.S. EOR screening criteria revisited part 2: Applications and impact of oil prices. SPEREE (August). -pp. 199-205. - 1997b.
- [12] Chang H.L. ASP process and field results. Chapter 10 in EOR Field Case Studies. Elsevier, 2013.
- [13] Bryan J., Kantzas A., Enhanced Heavy Oil Recovery by Alkali Surfactant Flooding. SPE 110738. - 2007.
- [14] Kumar R., Mohanty K.K. ASP Flooding of Viscous Oils. SPE 135265. - 2010.
- [15] Wassmuth F.R., Green K., Arnold W., Cameron N. Polymer flood application to improve heavy oil recovery at East Bodo. Journal of Canadian Petroleum Technology, 48(2), 55-61, 2009.
- [16] Al-Bahar M.A., Merril R., Peake W., Jumaa M. Oskui R. Evaluation of IOR potential within Kuwait. SPE 88716. Abu Dhabi International Conference and Exhibition. Abu Dhabi. United Arab Emirates, 10-13 October, 2004.
- [17] Sheng J.J. A Comprehensive Review of Alkaline-Surfactant-Polymer (ASP) Flooding. SPE165358.- 2013
- [18] Berger P.D., Lee C.H. Improved ASP process using organic alkali. SPE 99581. SPE/DOE Symposium on Improved Oil Recovery, Tulsa, Oklahoma, 22-26 April, 2006.

[19] Weatherill A. Surface development aspects of alkali-surfactant-polymer (ASP) flooding. IPTC 13397. International Petroleum Technology Conference, 7-9 December, Doha, Qatar, 2009.

[20] Cheng J.C., Liao G.Z., Yang Z.Y., Li Q., Yao Y.M., Xu D.P. Overview of Daqing ASP pilots.. Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing, 20(2), 46-49, 2001.

[21] Wang H.Z., Liao G.Z., Song J. Combined chemical flooding technologies. In Technological Developments in Enhanced Oil Recovery. Petroleum Industry Press., Beijing, China. -pp. 88-126. - 2006.

[22] Wang D.M., Jiang Y., Wang Y., Gong W.C., Wang G. Viscous-elastic polymer fluids rheology and its effects upon production equipment. SPE Production & Facilities (November), 209-216. - 2004.

Солтанбекова Қ.А., Манханова А.Е.

Дүние жүзіндегі сілті-БАЗ-полимерді (ASP) әсер етуді қолдану туралы шолу

Түйіндеме. Сілті-БАЗ-полимерді (ASP) айдау бұл сілті, БАЗ және полимерді арна түрінде айдалатын құрама процесс. Осы үш компоненттің өзара әрекет етуші әсері бетік керілу күшін азайтып және кабылдағыштық профилін тегістеу арқылы мұнайбергіштікті арттыруға мүмкіндік береді. Мақалада дүние жүзіндегі ASP айдауды қолдану туралы шолу жасалған.

Түйінді сөздер: сілті-БАЗ-полимерлі әсер ету, синергетикалық әсер, мұнайбергіштік коэффициенті, мұнайдың тұтқырлығы, қабат температурасы, қабат суларының минералдылығы, кеуектілік, мұнайқаныққындылық.

УДК. 621.771

Zh. Ahkeev, S. Mahekov, Zh. Bukanov, B. Sarkenov, T. Kurmetbek

(Karaganda state technical university University of the First President of the Republic of Kazakhstan,
Karaganda, Kazakhstan)
E-mail: heissen69@mail.ru

**CALCULATION OF TEMPERATURE FIELDS IN THE COOLING OF CAST PREPARATIONS
IN A CRYSTALIZER**

Abstract. This article outlines the advantage of casting-rolling models (LSM) in the production of various machine parts and aggregates and blanks for their manufacture. The efficiency of LSM is that the most labor-intensive operations are excluded from the general technological cycle. For example, the production of ingots, blooms, blanks, metal. In addition, the delivery of metal in the ball rolling and stamping shops increases transport costs. Significantly reduced other energy costs. Based on the solution of differential heat conduction equations by the finite difference method (MKR), a method for calculating temperature fields during cooling of the cast billet in a round crystallizer is proposed. The proposed method can be used in determining the total time of production of billets on casting and rolling aggregates or the performance of LSM and other heating devices.

Key words: ingot, blooms, billet, temperature, casting, rolling, cooling, liquid metal, water-cooled mold, finite difference method.

Ж.А. Ашкеев, С.А. Машеков, Ж.У. Буканов, Б.Б. Саркенов, Т. Курметбек

(Қарағандинский государственный технический университет, ВУЗ Первого Президента Республики
Казахстан, Караганда, Казахстан, E-mail: heissen69@mail.ru)

**РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК В
КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ**

Аннотация. В данной статье изложено преимущество литейно-прокатных моделей (ЛПМ) при производстве различных деталей машин и агрегатов и заготовок для их изготовления. Эффективность ЛПМ заключается в том, что из общего технологического цикла исключаются наиболее трудоемкие операции. Например, производства слитков, блюмов, заготовок, металлопроката. Кроме того, доставка металлопроката в шаропрокатные и штамповочные цеха увеличивает транспортные расходы. Значительно снижаются другие энергетические затраты. На основании решения дифференциальных уравнений теплопроводности методом конечных разностей (МКР) предложена методика расчета температурных полей при охлаждении литой заготовки в круглом кристаллизаторе. Предложенную методику можно использовать при определении общего времени производства заготовок на литейно-прокатных агрегатах или производительности ЛПМ и других нагревательных устройств.

Ключевые слова: слиток, блюмы, заготовка, температура, литье, прокатка, охлаждение, жидкий металл, водоохлаждаемый кристаллизатор, метод конечных разностей.

На сегодняшнем этапе развития металлургической и машиностроительной промышленности большое значение имеет создание литейно-прокатных модулей (ЛПМ), так как метод является наиболее прогрессивным и перспективным при производстве различных деталей и заготовок. Эффективность ЛПМ заключается в том, что применение такой технологии значительно сокращает технологический цикл производства заготовок за счет использования первичной теплоты заготовки, исключаются очень трудоемкие, затратные технологические циклы и операций. Использование ЛПМ позволяет значительная экономия за счет сокращения высокие удельные производственные и капитальные вложения до 1,5 раза, эксплуатационные и накладные расходы на энергоисточников и материалов, за счет сокращения производственных площадей для разлива слитков, прокатки блюмов и заготовок, исключением нагрева штучных заготовок и штамповку на прессах или прокатку на шаропрокатных станах и за счет интенсификации процессов производства заготовок.

ЛПМ эффективно можно использовать при производстве различных заготовок и деталей, среди которых можно отметить значение шаров. Значение шаров в народном хозяйстве страны весьма значительна, т.к. их используют в подшипниках качения различных устройствах, машин и агрегатов, для измельчения горных пород, руд, концентратов. Поэтому объем потребления шаров с каждым годом растет, и требуются более прогрессивные, производительные способы производства шаров и средства для его реализаций.

Традиционно шары получают литьем, горячей объемной штамповкой, поперечно-винтовой прокаткой в калиброванных валках. Литье шаров способ малопродуктивный и сопровождается большим расходом металла на литники и другие отходы. Кроме того, низкая плотность получаемых шаров ограничивает использования их в ответственных местах, как например, в условиях повышенного износа поверхности шаров, особенно, при измельчении руд и концентратов, т.е. при производстве порошкообразных материалов. Для горячей объемной штамповки и поперечно-винтовой прокатки требуется металлопрокат круглой формы, производство которых занимает значительное время в общем технологическом цикле металлургического производства заготовок. Например, для производства металлопроката круглой формой в качестве исходной заготовки используют блюмы квадратной формой, которых получают из слитков, поступающих с сталеплавильных цехов. Металлопрокат из сортопрокатных цехов доставляются в кузнечно-штамповочные и шаропрокатные цеха, где после разрезки на мерные заготовки нагреваются в нагревательных печах и подвергаются к последующей штамповке или поперечно — винтовой прокатке получением шаров. Отсюда можно заметить длительный технологический цикл между сталеплавильным производством и шаропрокатным и другими кузнечно-штамповочными цехами, и производствами, которые сопровождаются огромными затратами на материалы, энергии и другие трудоемкие промежуточные операций: рубка металла, нагрев перед штамповкой или поперечно-винтовой прокаткой, транспортировка и др.

Поэтому, как уже отмечалось в последние годы, широко используют ЛПМ для производства не только мелящих шаров, но и для производства других деталей машин, оборудования и агрегатов.

Следует отметить, большое значение при разработке и проектировании ЛПМ и определении общей производительности литейно-прокатных агрегатов (модулей), мощности нагревательных устройств играет расчет времени охлаждения $t_{охл.}$ литой заготовки и определения температурных полей. Основная масса металла, прокатываемая в горячем состоянии, охлаждается на холодильниках или на воздухе в штабелях. Режимы охлаждения выбираются в зависимости от вида стали и сплава, а также для получения необходимой структуры и механических свойств металла. Ускоренный или быстрый режим охлаждения жидкого металла производится в водоохлаждаемом кристаллизаторе.

Для эффективного использования теплоты заготовок необходимо находить оптимальный режим отработки заготовок, которого во избежание больших материальных затрат можно осуществлять с помощью физического моделирования. Для определения времени охлаждения жидкого металла $t_{охл.}$ в кристаллизаторе воспользуемся основными уравнениями теплопроводности [1].

Изменение температуры тела при нестационарном трехмерном температурном поле описывается следующим дифференциальным уравнением:

$$\frac{dT}{dt} = a \left(\frac{d^2T}{d\rho^2} + \frac{d^2T}{d\theta^2} + \frac{d^2T}{dz^2} \right) \quad 1)$$

где a -скорость изменения температуры тела, коэффициент температуропроводности, которая определяется с помощью удельной теплоемкости c , плотности тела γ и коэффициента теплопроводности λ через зависимость:

$$\alpha = \frac{\lambda}{c \cdot \gamma}, \left[\frac{\text{м}^2}{\text{с}} \right] \quad 2)$$

С увеличением коэффициента температуропроводности α возрастает скорость изменения температуры в каждой точке твердого тела. В материалах с высоким значением коэффициента температуропроводности α выравнивание температур будет происходить быстрее, чем у материалов с более низким значением этого коэффициента.

Уравнение (1) представляет собой линейное дифференциальное уравнение в частных производных второго порядка и имеет бесчисленное количество решений. Чтобы найти то из них, которое удовлетворяет условиям задачи, необходимо на функцию $T(\rho, \theta, z, t)$ наложить дополнительные начальные и граничные условия.

Начальные условия фиксируют состояние температурного поля тел в начальный момент времени. Для удобства расчетов начальную температуру принимают равной нулю ($T_0 = 0$). Данное дифференциальное уравнение (1) можно упростить, если принять допущение, что отвод тепла при охлаждении жидкого металла в круглом кристаллизаторе в основном осуществляется в радиальном направлении, т.е. вдоль оси ρ , а по двум другим направлениям, т.е. вдоль оси z и θ (осевом и тангенциальном направлении), отводом тепла можно пренебречь (рис.1). Тогда уравнение (1) после преобразования можно представить в следующем виде:

$$\frac{dT}{dt} = \alpha * \left(\frac{d^2T}{d\rho^2} \right) \text{ или } \frac{d^2T}{dT} = \left(\frac{d\rho^2}{\alpha dt} \right) \quad 3)$$

Для решения данного дифференциального уравнения теплопроводности проще использовать метод конечных разностей (МКР) или метод сеток, где сечение круглой формирующейся литой заготовки разбиваем на несколько узлов представить системой концентрических окружностей - изотерм (линий одинаковых температур) (рис.1).

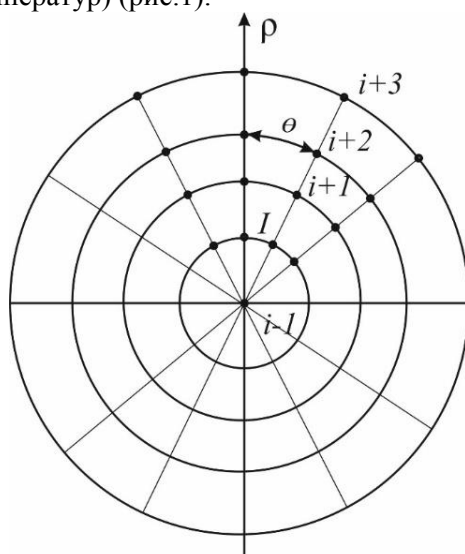


Рис. 1. Узлы в сетках, нанесенных в сечении заготовки в круглом водоохлаждаемом кристаллизаторе

Для всех внутренних точек сетки составляется конечно-разностный аналог исходного дифференциального уравнения на основе применения основных формул МКР [2]:

$$\frac{(T_{i-1} - 2T_i + T_{i+1}))}{(T_{i-1} - T_i)} = \frac{\Delta\rho^2}{a_i(t_i - t_{i-1})}. \quad 4)$$

Для решения задач МКР отрезок, на котором имеется функция, разбивается определенным числом равностоящих точек сетки с координатами, как представлено на рисунке 1: $\rho_i (i=0 \dots L)$, при этом $\rho_0=0$, $\rho_L=L$, $\rho_{i+1} - \rho_i = \Delta\rho$, $t_i (K=0 \dots K)$, $t_0=0$, $t_K=K$, $t_{i+1} - t_i = \Delta t$. В результате получается $L-1=3$ алгебраических уравнений относительно $L-1$ неизвестных значений t_i в узлах сеточной области, узловые точки $i=0,1,2,3,4$.

Если на обоих краях отрезка значения температуры известны T_0 и T_L , то в первом и последнем узлах уравнения не составляются, а во втором и последующих уравнениях известные значения температуры переносятся в правую часть. Отсюда дифференциальное уравнение можно представить в конечно-разностном виде в следующей форме:

$$\left. \begin{aligned} \frac{(T_0 - 2T_1 + T_2)}{(T_0 - T_1)} &= \frac{\Delta\rho^2}{a_1\Delta t_1}; \\ \frac{(T_1 - 2T_2 + T_3)}{(T_1 - T_2)} &= \frac{\Delta\rho^2}{a_2\Delta t_2}; \\ \frac{(T_2 - 2T_3 + T_4)}{(T_2 - T_3)} &= \frac{\Delta\rho^2}{a_3\Delta t_3}. \end{aligned} \right\} \quad 5)$$

На обоих краях, т.е. в узловых точках 0 и 4 значения температуры известны, т.е. мы их задаем т.к. в центре сохраняется жидкая сердцевина и принимаем температуру около $T_0 \approx 1480^\circ\text{C}$, а на поверхности слитка принимаем температуру горячей обработки (прессовании или прокатки) примерно $T_4 \approx 800^\circ\text{C}$. Тогда в первом и последнем уравнениях известные значения переносятся в правую часть:

$$\left\{ \begin{aligned} (T_0 - 2T_1 + T_2) &= \frac{\Delta\rho^2}{a_1\Delta t_1} (T_0 - T_1); \\ (T_1 - 2T_2 + T_3) &= \frac{\Delta\rho^2}{a_2\Delta t_2} (T_1 - T_2); \\ (T_2 - 2T_3 + T_4) &= \frac{\Delta\rho^2}{a_3\Delta t_3} (T_2 - T_3). \end{aligned} \right. \quad 6)$$

Из первого уравнения выражаем значение T_2 , т.е.

$T_2 = T_0 \left(\frac{\Delta\rho^2}{a_1\Delta t_1} - 1 \right) + T_1 \left(2 - \frac{\Delta\rho^2}{a_1\Delta t_1} \right)$, или подставляя соответствующие значения, т.е. $T_0 = 1480^\circ\text{C}$, $a = 4,9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, $\Delta\rho = 0,005 \text{ м}$, и $\Delta t_i = \Delta t_2 = \Delta t_3 = \Delta t_4 = 25 \text{ сек.}$, получим:

$$T_2 = -1178,08 + T_1 \cdot 1,796 \quad 6,а)$$

Подставляя полученное значение T_2 , т.е. уравнение (6,а) во второе уравнение системы (6) выражаем значение T_3 , или,

$T_3 = \frac{\Delta\rho^2}{a_2\Delta t_2} \cdot [T_1 - T_0 \left(\frac{\Delta\rho^2}{a_1\Delta t_1} - 1 \right) - T_1 \left(2 - \frac{\Delta\rho^2}{a_1\Delta t_1} \right)] - T_1 + 2 \left[T_0 \left(\frac{\Delta\rho^2}{a_1\Delta t_1} - 1 \right) + T_1 \left(2 - \frac{\Delta\rho^2}{a_1\Delta t_1} \right) \right]$, или подставляя соответствующие значения, получим

$$T_3 = 2,43T_1 - 2115,84 \quad 6,б)$$

и наконец подставляя значение T_2 и T_3 в последнее третье уравнение системы (6), получим:

$$[- 1178,08 + T_1 \cdot 1,796] - 2[2,43T_1 - 2115,84] + T_4 = \frac{\Delta \rho^2}{a_3 \Delta t_3} [(- 1178,08 + T_1 \cdot 1,796) - (2,43T_1 - 2115,84)]. \quad (6,в)$$

В результате получили одно уравнение, которое решаем относительно T_1 , затем поочередно вычисляем соответствующие значения T_2 , T_3 соответственно из уравнения (6, а) и (6, б). Далее строим температурное поле при охлаждении заготовки в водоохлаждаемом кристаллизаторе. Для решения полученного последнего уравнения относительно T_1 , необходимо подставлять соответствующие значения скорости изменения температуры a и коэффициента теплопроводности λ . Для расчетов в качестве обрабатываемого материала было принято сталь 35Л, работающую под действием средних статических и динамических нагрузок, физические свойства которой приведены в таблице 1, хотя можно принимать любой металл, которое применяют при разливке и последующей деформации [3].

Таблица 1. **Физические свойства стали 35Л**

Температура, $T^{\circ}\text{C}$	Удельная теплоемкость, c , Дж/(кг $^{\circ}\text{C}$)	Теплопроводность, λ , Вт/(м $^{\circ}\text{C}$)
20	700-710	53
200	-	49
600	-	35
800 и более	-	27

Как видно из таблицы удельная теплоемкость при $T=20-820^{\circ}\text{C}$, составляет $c = 700-710$ Дж/(кг $^{\circ}\text{C}$), т.е можно считать постоянной, а значения теплопроводности в зависимости от температуры меняется, плотность материала $\gamma=7830$ кг/м 3 , температура начала затвердевания металла принимаем $T_0 = 1480^{\circ}\text{C}$, а конца принимаем $T_4=800^{\circ}\text{C}$. Отсюда из уравнения (2) значение коэффициента температуропроводности a при изменении температуры в интервале $T_0=1480-800^{\circ}\text{C}$, составил:

$$a_1 = 27 / (700 \cdot 7830) = 4,9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с.}, \text{ или } a_1 = a_2 = a_3 = 4,9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с.}$$

Изменение координаты ρ или шаг в кристаллизаторе с внутренним диаметром 40 мм принимаем $\Delta \rho = 5$ мм или 0,005 м, т.е. относительно оси симметрии z кристаллизатора внутренний радиус делится от узловой точки 0 до поверхности шагом 5 мм следующим образом: $\rho_0=0$, $\rho_1=5$ мм, $\rho_2=10$ мм, $\rho_3=15$ мм и $\rho_4=20$ мм на поверхности заготовки. Изменения времени охлаждения заготовки от одной узловой точки к другой, начиная с точки $i-1 = 0$ или интервал изменения времени на первом этапе расчета примем, примерно 25 секунд:

$$\Delta t_i = t_{i-1} - t_i = \Delta t_1 = (t_0 - t_1) = \Delta t_2 = (t_1 - t_2) = \Delta t_3 = (t_2 - t_3) = \Delta t_4 = (t_3 - t_4) = 25,0 \text{ с.}$$

Отсюда решая последнее уравнение 6, в относительно T_1 , получим следующее $T_1 = 1250,2^{\circ}\text{C}$, $T_2 = 1067,27^{\circ}\text{C}$, $T_3 = 922,14^{\circ}\text{C}$.

Проверку полученных значений осуществляем двумя способами: вначале из последнего уравнения системы (6) выражаем T_4 , которое составил 806°C , что незначительно отличается от принятого ($T_4 = 800^{\circ}\text{C}$), по второму варианту проверяем на сходимость, т.е. полученные значения подставляем в систему уравнение (5):

$$\frac{1480 - 2 \cdot 1250,2 + 1067,27}{(1480 - 1250,2)} = 0,2039 \approx 0,204;$$

$$\frac{1250,2 - 2 \cdot 1067,27 + 922,14}{(1250,2 - 1067,27)} = 0,209 \approx 0,204;$$

$$\frac{1067,27 - 2 \cdot 922,14 + 806}{(1067,27 - 922,14)} = 0,2038 \approx 0,204.$$

где значение $0,204 = \frac{\Delta\rho^2}{a_1\Delta t_1}$, т.е. проверка на сходимость определенной погрешностью выполняется.

Таким образом, проверки по двум вариантам показывают правильность полученных значений температуры в заданных узловых точках в сечении формирующейся, кристаллизирующейся заготовки в круглом кристаллизаторе. Изменяя шаг координаты ρ и интервал времени Δt изменения температуры можно получить различные температурные поля T при охлаждении литой заготовки в водоохлаждаемом кристаллизаторе. Температура на поверхности заготовки было принято $T_4 \approx 800$ °С, которое позволяет вести после формирования литой заготовки последующую горячую деформацию: прокатку или прессование.

Выводы: Изложено преимущество литейно-прокатных модулей для производства различных деталей машин, агрегатов и заготовок. Эффективность ЛПМ заключается в том, что исключаются трудоемкие операции, как например, производства слитков, заготовок, металлопроката, доставка металлопроката в шаропрокатные и штамповочные цеха и снижаются другие энергетические затраты. На основании решения дифференциальных уравнений методом конечных разностей предложена методика расчета температурных полей при охлаждении литой заготовки в круглом кристаллизаторе, которое можно использовать при определении общего времени производства заготовок на литейно-прокатных агрегатах или производительности ЛПМ и нагревательных устройств.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Долотов, Г.П., Кондаков, Е.А. Печи и сушила литейного производства -М.: Машиностроение. 2011. - 232 с.
- [2] Капустин С.А. Метод взвешенных невязок решения задач механики деформируемых тел и теплопроводности 2010. - 60 с.
- [3] Марочник сталей и сплавов. Под общей редакций В.Г. Сорокина. - М.: Машиностроение. 2012. - 640 с.
- [4] Кузнецов Г.В., Шермет М.А. Разностные методы решения задач теплопроводности. - Томск: ТПУ, 2007. - 172с.
- [5] Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченова Н.В. Вычислительные методы для инженеров. - М.: Высшая школа, 2001. - 544с.
- [6] Киреев В.И., Пантелеев А.В. Численные методы в примерах и задачах. - М.: Высшая школа, 2018. - 480 с.
- [7] Турчак Л.И. Основы численных методов: учеб. пособие для вузов/ Л.И. Турчак, П.В. Плотников. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Физматлит, 2013. – 304 с.
- [8] Амосов А.А. Вычислительные методы для инженеров: учеб. пособие/ А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. – 2-е изд., доп. – М.: Изд-во МЭИ, 2013. – 596 с.
- [9] Макаров Е.Г. Инженерные расчеты в Mathcad (+CD)/ Е.Г. Макаров. – СПб.: Питер, 2014. – 592 с.
- [10] Поршнев С.В. Численные методы на базе Mathcad/ С.В. Поршнев, И.В. Беленкова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 464 с.
- [11] Николаев Н.Н. Вычислительная математика (Линейная алгебра. Приближенное представление функций): конспект лекций/ Н.Н. Николаев. Чуваш. ун-т. – Чебоксары, 2011. – 64 с.
- [12] Николаев Н.Н. Вычислительные методы. Определенные интегралы, нелинейные и дифференциальные уравнения: конспект лекций/ Н.Н. Николаев. Чуваш. ун-т. – Чебоксары, 2010. 96 с.

Ж.А. Ашкеев, С.А. Машеков, Ж.У. Буканов, Б.Б. Саркенов, Т. Курметбек

Кристаллизаторда құйылған дайындамаларды салқындату кезіндегі температуралық өрістерді есептеу

Түйіндеме. Ұсынылып отырған мақалада машина және агрегаттардың бөлшектерін және оларды жасау үшін түрлі дайындамаларды өндіретін құю және илемдеу машиналардың (ҚИМ) артықшылары келтірілген. ҚИМ артықшылығы жалпы технологиялық циклінен ең қиынсымды операцияларын жоюлуына негізделген. Мысалы, құймалар, блюмдер, дайындамалар, металлиземдері. Онымен қоса, металлиземдерін шарилемдеу және штамптау цехтарына жеткізу тасымалдау шығының артады. Мәнді басқадай энергетикалық шығындары азаяды. Шектік айырмашылық әдісімен жылуөткізгіштік дифференциалдық теңдеуін шешу негізі бойынша домалақ кристаллизатордағы құйылған дайындамалар суу кезіндегі температуралық өрісін есептеу әдістемесі ұсынылды. Ұсынылып отырған әдістемені құю илемдеу агрегаттарында дайындамаларды өндіруде жалпы уақытының есептеуде немесе ҚИМ және басқадай қыздыру құрылғыларының өнімділігін анықтағанда ұсынуға болады.

Түйінді сөздер: құйма, блюмдер, дайындау, температура, құю, илемдеу, салқындату, сұйық металл, су салқындататын кристаллизатор, соңғы айырмашылық әдісі.

UDC 355.01

R. Altynbekov, A. Martikyan, S.Saliy
(Academy of Border Guard Service Almaty, Kazakhstan)
E-mail: salii70@mail.ru.

MAIN THREATS OF BORDER SECURITY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN: CLASSIFICATION AND CHARACTERISTICS

Abstract. The article details the substantive side of the concept of “border security”. It has been established that the absence of a clearly defined system of concepts in the theory of border security makes it very difficult to analyze and classify modern threats to border security of the Republic of Kazakhstan. Views on the issues of the theory of ensuring border security among border scientists of some CIS countries are presented. Based on the analysis performed, it was established that in most national legislations of the CIS member states threats to border security are represented by the categories “risks”, “challenges”, “dangers” and, directly, “threats”. Some real and potential threats to the security of the Republic of Kazakhstan in the border area are disclosed. It was concluded that the problems of research in the field of the theory of border security of the Republic of Kazakhstan needs in-depth study and research. In addition, the changing nature of the security threats to Kazakhstan in the border area requires a constant and in-depth analysis of the current situation and the development of new approaches to the organization and implementation of border activities.

Key words: national security, border security, threats to security in the border area, challenges, dangers and threats to border security.

УДК 355.01

Р. Алтынбеков, А. Мартикьян, С.Салий
(Академия Пограничной службы КНБ Республики Казахстан
г.Алматы, Республика Казахстан)

ОСНОВНЫЕ УГРОЗЫ ПОГРАНИЧНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН: КЛАССИФИКАЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

Аннотация: В статье детализирована содержательная сторона понятия «пограничная безопасность». Установлено, что отсутствие четко выстроенной системы понятий в теории пограничной безопасности во многом затрудняет проведение анализа и классификацию современных угроз пограничной безопасности Республики Казахстан. Представлены взгляды на вопросы теории обеспечения пограничной безопасности среди ученых-погранологов некоторых государств – участников СНГ. На основе проведенного анализа установлено, что в большинстве национальных законодательств государств-участников СНГ угрозы пограничной безопасности представлены категориями «риски», «вызовы», «опасности» и, непосредственно, «угрозы». Раскрыты некоторые реальные и потенциальные угрозы безопасности Республики Казахстан в пограничной сфере. Сделаны выводы, что проблемы исследований в области теории обеспечения пограничной безопасности Республики Казахстан нуждаются в глубоком изучении и научной проработке, а изменение характера угроз безопасности Казахстану в пограничной сфере требует постоянного и глубокого анализа сложившейся ситуации и выработки новых подходов к организации и осуществлению пограничной деятельности.

Ключевые слова: национальная безопасность, пограничная безопасность, угрозы безопасности в пограничной сфере, вызовы, опасности и угрозы пограничной безопасности.

Понятие «пограничная безопасность» является важным концептом, широко используемым в теории и практике обеспечения национальной безопасности. В настоящее время интерес к данному термину неуклонно возрастает, что вызвано обострением проблем, имеющих трансграничное

измерение: наличие региональных конфликтов, рост нелегальной миграции, деятельность международных террористов и транснациональных преступных группировок.

Пограничная безопасность и ее обеспечение становятся все более актуальной проблемой для многих государств мирового сообщества, в том числе и для Республики Казахстан.

В имеющейся на сегодняшний день специальной литературе теоретические изыскания в сфере пограничной безопасности составляют незначительное число. Это объясняется маргинальным положением предметного поля подобных исследований: оно находится на пересечении исследований в области безопасности, которые, в свою очередь, связаны с теорией национальной безопасности, теорией международных отношений, военной наукой и наукой о границах (лимнологией), а также вопросами экономики, политики, социологии, конфликтологии, информатизации и экологии.

Недостаточная устойчивость проблематики пограничной безопасности усугубляется и размытостью ее понятийного аппарата. Трудности возникают уже при определении самого термина «пограничная безопасность». Чем является пограничная безопасность: состоянием защищенности или процессом, в ходе которого это состояние обеспечивается посредством реагирования на угрозы? Построить стройную теорию, не имея достаточно прочной научной основы, нелегко. Отсутствие четко выстроенной системы понятий в теории пограничной безопасности, во многом затрудняют проведение анализа и классификацию современных угроз пограничной безопасности Республики Казахстан.

Как известно, содержанием любого научного знания являются определенные истины, опираясь на которые можно объяснить происхождение и сущность тех или иных явлений или процессов. Истинные знания могут быть получены при условии, если выбран верный путь (метод) их достижения и четко сформулированы методологические основы исследования. Именно методология, ее подходы, методы и принципы должны лечь в основу исследований угроз пограничной безопасности Республики Казахстан.

В настоящее время учеными Академии Пограничной службы КНБ Республики Казахстан начата работа по выработке методологических подходов для решения проблем обеспечения пограничной безопасности. Первые результаты данной работы уже нашли отражение в нескольких докладах на международных конференциях, в статьях в отечественных и зарубежных научных изданиях, нескольких авторских свидетельствах и монографии [1].

Вместе с тем, полученные результаты обозначили и ряд новых проблем. Одна из них заключается в несовпадении взглядов на вопросы теории обеспечения пограничной безопасности среди ученых-погранологов некоторых государств – участников СНГ.

Угрозы пограничной безопасности в большинстве стран СНГ представлены разными категориями, среди которых выделяются такие понятия как «риски», «вызовы», «опасности» и, непосредственно, «угрозы». Например, в Республике Беларусь угрозы пограничной безопасности формируют, исходя из рисков и вызовов от внутренних и внешних опасностей [2].

В Российской Федерации формирование угроз пограничной безопасности выстраивается по возрастающей градации: «вызовы – опасность – угроза», степень которых определяется критериями нанесенного пограничного ущерба [3]. В Казахстане угрозы пограничной безопасности формируются на основе защиты национальных интересов личности, общества и государства в пограничном пространстве и делятся по степени значимости на потенциальные и реальные, без дополнительной градации на какие-либо риски, вызовы или опасности [4].

Основу исследований теории сферы пограничной безопасности, проводимых в Казахстане, составляют труды, освещающие политические аспекты рассматриваемой проблемы [5-6]. Непосредственно вопросами развития теории пограничной безопасности, как стройной системы знаний, практически никто серьезно не занимался. Исключением является исследование Б.Ы.Елубаева, в котором вопросы обеспечения безопасности Государственной границы рассматриваются с точки зрения теории национальной безопасности [7]. Следует отметить, что в данном исследовании понятия «безопасности Государственной границы» и «пограничной безопасности» рассматриваются автором как синонимы, что весьма спорно.

Понятие категории «угроза безопасности» применительно к пограничной сфере до настоящего времени в научном отношении является недостаточно разработанным. В связи с этим возникает необходимость в обобщающем определении угроз пограничной безопасности, их систематизации и ранжировании, выработке обусловленных этими угрозами социально-политических требований к системе обеспечения пограничной безопасности Республики Казахстан в современных условиях. Нуждается в

совершенствовании практика политико-правового регулирования деятельности по выявлению, предотвращению и пресечению угроз безопасности Республики Казахстан в пограничной сфере.

Важнейшим признаком какой-либо угрозы вообще является возможность возникновения опасности (потенциальная угроза), а также непосредственное появление и действие фактической опасности для жизни, существования, развития личности, общества, государства, других объектов безопасности (реальная угроза). Опасность же характеризуется как наличие и действие сил (факторов), которые являются деструктивными и дестабилизирующими по отношению к какой-либо системе, то есть способными нанести ущерб данной системе, вывести ее из строя или полностью уничтожить.

С учетом изложенного, можно дать следующую формулировку изучаемой категории, предложенную в трудах известного казахстанского исследователя в области погранологии Н.Ж.Асыллова [8]: *Угрозы безопасности в пограничной сфере* – факторы и обстоятельства, представляющие реальную или потенциальную опасность интересам личности, общества, государства, возникающие и действующие на Государственной границе и в пограничном пространстве страны.

Эти угрозы составляют, прежде всего, явные или скрытые враждебные намерения, планы, практические действия антиконституционных сил, различные противоправные акции, деструктивные факторы и подрывные воздействия (внешние и внутренние), ослабляющие территориальный суверенитет и целостность Республики Казахстан, ущемляющие жизненно важные интересы личности, общества, государства в пограничной сфере, снижающие эффективность деятельности элементов системы обеспечения пограничной безопасности Казахстана.

Обстановка, складывающаяся в пограничном пространстве Республики Казахстан, не является однообразно тождественной для всего периметра Государственной границы, она особенна на том или ином направлении. Вместе с тем, независимо от направлений, анализ служебной и боевой деятельности Пограничной службы КНБ РК свидетельствует о существовании в настоящее время устойчивых и реальных угроз национальной безопасности, связанных с международным терроризмом, наркобизнесом, религиозным экстремизмом и нелегальной миграцией.

Угрозы национальной безопасности на Государственной границе постоянно уточняются, конкретизируются и дополняются возникающими новыми угрозами. Это наглядно показывает тенденцию зависимости выделяемых угроз от изменения обстановки на Государственной границе, внутри республики, в сопредельных странах, в регионе и даже в целом в мире.

Установки на наличие угроз безопасности Республики Казахстан в пограничной сфере и задачи по их отслеживанию, изучению, нейтрализации различными способами и средствами, получили отражение в концепциях, директивах, других нормативных документах, регламентирующих служебную и боевую деятельность пограничных формирований по охране и защите Государственной границы Республики Казахстан. Остановимся на некоторых из этих угроз, в том числе, не обозначенных в качестве реальных.

Из оценки последних концептуальных документов, затрагивающих вопросы пограничной сферы, следует, что современные угрозы не включают в себя территориальные претензии со стороны сопредельных государств и попыток отторжения казахстанской территории. Означает ли это, что для Государственной границы Республики Казахстан такой угрозы не существует?

На наш взгляд, подобного вывода сделать нельзя, несмотря на правовую урегулированность Казахстаном своей Государственной границы со всеми сопредельными государствами. С изменением политической ситуации в той или иной сопредельной стране (сменой руководства, внешнеполитического курса и т.п.), с крайним обострением демографической ситуации вовсе не исключается появление территориальных претензий к Казахстану или возникновения желания расширить свою территорию за счет прилегающих к границе земель Казахстана. Поэтому Пограничной службе КНБ РК следует не отбрасывать территориальные угрозы вообще, а отнести их в разряд возможных в будущем (потенциальных, не исключаемых) и быть готовым к отражению вооруженных и других посягательств на территорию Республики Казахстан.

Указанные виды угрозы в современной обстановке относятся к потенциальным пограничным угрозам, которые, тем не менее, могут проявиться в любой момент. Они представляют собой возможность возникновения на приграничных территориях сопредельных государств тех или иных (межнациональных, межконфессиональных и др.) конфликтных ситуаций. При этом может возникнуть серьезная угроза стабильности обстановки на Государственной границе.

В этом контексте наиболее опасными в ближайшей перспективе представляются границы с Кыргызстаном, Узбекистаном и Туркменистаном, где не исключается обострение обстановки, вызванной внутренними и приграничными конфликтами указанных государств. Кроме того, опасность представляют боевики ИГИЛ – уроженцы стран Центральной Азии, выходящие на территорию Афганистана и, в последнее время, - Туркменистана. Также существует потенциальная угроза безопасности Государственной границе Казахстана с Китаем со стороны уйгурских сепаратистов в Синьцзян-Уйгурском автономном районе.

Существенный конфликтогенный потенциал, способный осложнить обстановку на южной Государственной границе Казахстана, содержит фактор экстремистского исламского фундаментализма. Ситуация осложняется тем, что исламский фундаментализм пустил корни и в Казахстане, в первую очередь, в его южных и юго-западных областях. В связи с этим не исключается возможность перетекания конфликтных ситуаций, связанных с исламским фундаментализмом, из сопредельных стран в приграничные районы нашего государства.

Набирает обороты незаконная миграция в Республику Казахстан и транзит через ее территорию мигрантов в третьи страны.

Оценка состояния незаконной миграции и тенденций ее развития дает основание констатировать, что она приобретает угрожающий для национальной безопасности характер, а связанные с ней процессы в последние годы стали особыми долговременными факторами, оказывающими заметное влияние на социально-политическую, экономическую и оперативную ситуацию в Казахстане.

Большинство из нелегальных мигрантов прибывают в Республику Казахстан с территории Кыргызстана, Узбекистана, Туркменистана, Таджикистана, минуя установленные пункты пропуска через границу. Вокруг нелегальных мигрантов и потенциальных кандидатов создаются преступные группировки, управляющие процессом миграции и проводящие незаконные операции по переправке людей за границу.

Угроза незаконной миграции на территорию Казахстана имеется и на границе с Китаем. Основными каналами проникновения здесь являются туристический обмен, поездки по частным делам и экспорт рабочей силы. Осуществляя въезд на территорию Республики Казахстан по линии туристического обмена или по частным делам, пользуясь бесконтрольностью со стороны местных властей, пригласивших их организаций и лиц, китайские граждане свободно передвигаются по территории Казахстана и выезжают, при наличии заранее оформленных в Китае документов, в третьи страны. Обзор групповых нарушений границы из Китая свидетельствует также о наличии в китайском приграничье преступных альянсов, специализирующихся на нелегальной переправе китайских граждан через территорию Казахстана в третьи страны.

Анализ ситуации, складывающейся на Государственной границе Республики Казахстан и в соседних государствах, дает основание полагать, что тенденция роста количества незаконных мигрантов в ближайшие годы сохранится.

Увеличивается объем наркотрафика через Государственную границу Республики Казахстан. Постперестроечный Казахстан привлек наркодельцов, прежде всего международных, как неосвоенное пространство для получения прибыли за счет новых потребителей и в качестве страны, через которую можно осуществлять транзит наркотических средств в Российскую Федерацию и далее в страны Западной Европы. В кратчайшие сроки усилиями наркомафии были созданы устойчивые наркотрафики, пронизывающие практически всю территорию Казахстана.

Практика служебной деятельности подразделений пограничного контроля свидетельствует о том, что оказывать эффективное противодействие наркотрафику можно лишь в тесном сочетании войсковых мер с активными оперативно-розыскными мероприятиями. В этом плане в борьбе с угрозой наркотрафика на первое место выдвигается задача раннего выявления наркогруза на пограничных пунктах пропуска. Для этого, прежде всего, необходимо хорошо организованное взаимодействие со специализирующимися на борьбе с наркобизнесом подразделениями КНБ, МВД, Таможенного комитета Республики Казахстан, соответствующими органами Российской Федерации, Кыргызстана, Узбекистана, Таджикистана. Кроме того, требуется оснащение пунктов пропуска современными техническими средствами обнаружения наркотиков, кинологическими возможностями.

Угроз национальной безопасности в пограничной сфере в настоящее время достаточно много и тенденций к их снижению пока не наблюдается. Поднятая проблема является актуальной и требует дальнейшей научной проработки. Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

- 1) проблемы исследований в области теории обеспечения пограничной безопасности Республики Казахстан нуждаются в глубоком изучении и научной проработке;
- 2) изменение характера угроз безопасности Казахстану в пограничной сфере требует постоянного и глубокого анализа сложившейся ситуации и выработки новых подходов к организации и осуществлению пограничной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Обоснование погранологии как новой научной парадигмы в развитии теории национальной безопасности : отчет НИР (промежуточ.) / РОО «Академия военных наук Республики Казахстан» ; рук. Молтобарова К.И. ; исполн.: Асыллов Н.Ж. [и др.]. – Алматы, 2018. – 60 с. – Библиогр.: с. 21-22. - № ГР 0118РК01318. - Инв. № 0218РК001113.
- [2] Концепция обеспечения пограничной безопасности Республики Беларусь на 2018–2022 годы // Указ Президента Республики Беларусь 16 октября 2018 г. № 410.
- [3] Поздняков А.И., Шевцов В.С. Пограничная безопасность Российской Федерации: сущность, основные задачи обеспечения. - Электронное научное издание Альманах Пространство и Время. Т. 3. Вып. 1 – 2013.
- [4] О Государственной границе Республики Казахстан. Закон Республики Казахстан от 16 января 2013 года, № 70-V ЗРК. // Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан. / Режим доступа: - [http://adilet.zan.kz/...](http://adilet.zan.kz/) (дата обращения 11.03.2019).
- [5] Тажибаев Р.Х. Политические факторы обеспечения пограничной безопасности Республики Казахстан (политологический анализ): Дисс. канд. пол. наук: 23.00.02. – Алматы, 2008. – 125 с.;
- [6] Балапанова А.С. Пограничная политика Республики Казахстан в контексте обеспечения государственной безопасности: Дисс. окт. пол. наук: 23.00.04. – Алматы, 2008. – 284 с.
- [7] Категориальный и терминологический аппарат пограничной безопасности / А.Ю. Адаутоа, Р.М. Алтынбеков, Б.С. Мухаметжанов/ Монография. – Алматы: АПС КНБ РК, 2018. – 95 с.
- [8] Понятийный аппарат Военного искусства (произведение науки) [текст]: Свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права № 2147 от 26.06.2018 МЮ РК / Асыллов Н.Ж.; заявитель и автор Асыллов Н.Ж. заяв-но 26.10.10; опубл. 26.06.18 – 2 с.: ил.

Алтынбеков Р., Мартикьян А., Салий С.

Қазақстан Республикасының шекара қауіпсіздігінің негізгі қауіп-қатерлер: классификация және сипаттамалары

Түйіндемe. Мақалада «шекара қауіпсіздігі» ұғымының негізгі жағы баяндалады. Шекара қауіпсіздігі теориясындағы айқын анықталған жүйенің жоктығы Қазақстан Республикасының шекаралас қауіпсіздігіне қазіргі қауіп-қатерлерді талдау мен саралауды қиындатады анықталды. ТМД елдерінің шекаралас ғалымдарының шекара қауіпсіздігін қамтамасыз ету теориясының мәселелері бойынша пікірлері ұсынылды. Қазақстан Республикасының шекаралас қауіпсіздігі теориясындағы зерттеу проблемалары жан-жақты зерттеулер мен зерттеулерді қажет ететіндігі туралы және Қазақстанға шекаралас аумақтағы қауіпсіздік қатерлерінің өзгеру сипаты қазіргі жағдайды тұрақты және терең талдауды және шекара қызметін ұйымдастыру мен жүзеге асырудың жаңа тәсілдерін әзірлеуді талап етеді деген қорытындыға келді.

Тірек сөздер: ұлттық қауіпсіздік, шекара қауіпсіздігі, шекаралас аумақтағы қауіпсіздікке қатер, қауіп-қатерлер, шекара қауіпсіздігіне қауіп қатерлері.

УДК 629.764.7

G.T. Yermoldina, A.M. Bapyshev

PREPARATION OF PROPOSALS FOR PERFORMANCE EXPERIMENTAL STUDIES ON THE EVAPORATION OF RESIDUALS OF FUEL COMPONENTS IN THE TANKS OF THE OPERATED STAGES OF THE LV

Abstract. The proposals aimed at preventing explosions caused by the presence of residual components of rocket fuel (SRT) in the fuel tanks and highways of the OS are considered. These proposals are suitable for both lower and upper operating systems and are based on the evaporation of unused fuel residues in the tanks in the operating system after turning off the main propellant rocket engine and then using the resulting vapor-gas mixtures to control the movement of the operating system during descent from orbits and launch trajectories.

Key words: residues of fuel components, evaporation process, test bench, spent launch vehicle stage

Г.Т. Ермолдина, А.М. Бапышев
(Институт информационных технологий, Алматы, Казахстан
E-mail: ako-bapyshev@mail.ru)

ПОДГОТОВКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ИСПАРЕНИЮ ОСТАТКОВ КОМПОНЕНТОВ ТОПЛИВА В БАКАХ ОТРАБОТАВШИХ СТУПЕНЕЙ РН

Аннотация. Рассматриваются предложения, направленные на предотвращение взрывов ОС, обусловленных наличием остатков компонентов ракетного топлива (КРТ) в топливных баках и магистралях ОС. Эти предложения подходят как для нижних, так и верхних ОС и основаны на испарении неиспользуемых остатков топлива в баках в ОС после выключения маршевого ЖРД с последующим использованием полученных парогазовых смесей для управления движением ОС при спуске с орбит и траекторий выведения.

Ключевые слова: остатки компонентов топлива, процесс испарения, стэнд, отработавшая ступень ракеты-носителя.

Введение

Основные недостатки всех существующих и перспективных РН с ЖРД обусловлены их многоступенчатостью и наличием остатков компонентов ракетного топлива в топливных баках и магистралях отработавших (ОС) ступеней РН.

Многоступенчатость РН приводит к необходимости отведения значительных площадей территорий под районы падения нижних ОС, а наличие невырабатываемых остатков компонентов ракетного топлива в баках и магистралях нижних ОС приводит к высокой вероятности их разрушения в атмосфере, проливам, пожарам и взрывам в районах падения.

В статье приведены мероприятия, которые должны быть реализованы после выполнения миссии пуска РН, в частности: следует как можно тщательнее освобождаться от остатков топлива и других жидкостей, например, путем либо дожигания, либо дренирования с целью предотвращения самопроизвольных взрывов вследствие чрезмерного повышения давления в баках или химической реакции».

1. Общая схема процесса испарения. Основные допущения и положения

На рисунке 1 приведены возможные методические подходы к реализации процесса испарения жидких остатков топлива в баках ОС.



Рис. 1. Варианты систем испарения жидких остатков компонентов топлива

Процесс испарения остатков КРТ в условиях невесомости представляет собой новый самостоятельный класс прикладных задач, со своими специфическими особенностями, и соответственно, с методическим аппаратом, учитывающим эту специфику [1].

Общая схема процесса испарения жидких остатков КРТ в баках ОС поясняется последовательность действия, представленной на рисунке 2.

Необходимо отметить, что масса жидких остатков КРТ в баках ОС может составлять до 3-5 % от начальной массы заправляемого топлива.

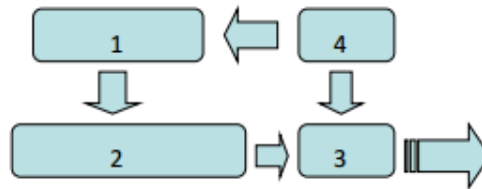


Рис. 2. Состав системы испарения

1 - устройство для получения теплоты; 2 - топливные баки с жидкими остатками КРТ; 3 – утилизация парогазовых составов из баков ОС; 4 - система управления работой системы испарения

Оптимальная организация процесса, расчет рабочих и оптимизация конструктивных параметров бортовой системы испарения остатков КРТ требует создания математической модели процесса, которая предполагает математическое описание всех процессов, происходящих в системе в их взаимосвязи.

Организация процесса испарения в топливном баке ОС представляет собой задачу со значительными ограничениями по температурно-прочностному нагружению конструкции топливного бака, которая, будучи сложным объектом, имеет многоступенчатую структуру и её математическая модель должна строиться последовательно на основе построения моделей составных частей. Исследование сложного процесса по частям дает возможность переходить к модели более высокого уровня, включая в нее составную часть модели более низкого уровня.

Последовательное построение математической модели от низкого уровня к высшему, на основе принципа инвариантности, предлагает процедуру математического укрупнения.

При выборе масштабов времени протекания термодинамических процессов испарении необходимо отметить, что перестройка температурного поля в конструкции ОС на два порядка инерционнее, формирования гидродинамических, концентрационных и температурных полей в газовой фазе при внутрибаковых процессах низкотемпературного испарения. Это означает, что динамическая модель фактических процессов, происходящих в баке ОС, может быть разделена. При медленных изменениях температурных полей в конструкции ОС концентрационные и температурные поля в газовой фазе будут квазистационарны для каждого момента времени, если рассматривать масштаб времени в течение которого осуществляется процесс испарения остатков КРТ ($\tau=300\div 1500$ с.).

Исходя из вышеизложенного, математическая модель процессов низкотемпературного испарения может быть [2]:

Гидродинамика поведения остатков топлива до начала процесса испарения при отсутствии перегрузки: требует исследования и создание физической и математической модели поведения остатков КРТ на начало работы системы.

Распределение остатков топлива в начале работы системы испарения: определяет влияние на скорость испарения остатков топлива и протекания термохимических реакций.

Тепло– и массообмен на поверхностях конструкции: при известных значениях скоростных, теплофизических и термохимических характеристиках теплоносителя, позволяет описать термодинамические процессы в объеме топливного и теплообмен на поверхностях конструкции топливного бака, между теплоносителем и жидким остатком топлива.

Температурный режим конструкции: позволяет рассчитать температурный режим конструкции бака ОС при работе системы испарения.

Система испарения остатков КРТ: исследование все возможные режимы функционирования системы испарения, разработать рекомендации на их проектирование [7].

Допущения при решении задач процесса испарения остатков топлива

При реализации процесса испарения будем основываться на использовании химически нейтральных теплоносителей, т.е. дальнейшие рассуждения будут касаться термодинамических расчетов без химических реакций.

Для случая термодинамического испарения - можно учитывать 3 вещества, составляющих парогазовую смесь: испаряемый компонент (кислород, керосин), промежуточный компонент – теплоноситель и газ наддува (гелий), присутствующий в баке ОС на начало процесса.

1. При протекании процесса испарения остатков КРТ реализуются течения скорости которых можно оценивать числом Маха. Число Маха для данных течений много меньше единицы, поэтому правомерно предположить, что рассматривается несжимаемая среда.

2. Процесс утилизации парогазовой смеси будет рассмотрен позже.

3. Предшествующие экспериментальные и теоретические исследования [3] показали, что давление в баке достигает рабочего значения за время $\tau=4 \pm 15$ с, далее процесс протекает при условии стационарного состояния.

4. При решении нестационарной задачи, значение средней температуры парогазовой смеси внутри бака меняется с течением времени, поскольку давление в рабочем объеме поддерживается постоянным, повышение средней температуры ведет к уменьшению плотности смеси. Уменьшение плотности парогазовой смеси должно вносить свои поправки в гидродинамическую картину внутри бака и значения температур. Поэтому, при решении нестационарной задачи вводим понятие квазисжимаемости.

Решение задачи производим с использованием подхода «замороженных» коэффициентов. Предполагаем, что на момент времени t имеем значение плотности ρ , определяемое по уравнению состояния по осредненной температуре. При интегрировании рассматриваемой системы дифференциальных уравнений с шагом по времени Δt , считаем, что за это время значение плотности не меняется. По полученным значениям температур на момент времени $t+\Delta t$ вычисляем новое значение плотности, которое остается постоянным в течение следующего шага по времени [8].

5. При реализации термодинамического процесса испарения остатков топлива возможно использование теории подобия для описания гидродинамических и тепловых процессов. В создании наземных модельных экспериментальных установок возможно использование масштабирования.

6. Толщина стенки топливного бака составляет $\delta_{ст}=(1\div 2)$ мм, а диаметр бака имеет значительно больший размер (пример: РН «Байтерек»), то процесс теплообмена будем рассматривать на плоской пластине.

7. Учитывая малую толщину стенки бака и высокий коэффициент теплопроводности материала (алюминиевые сплавы, например: АМг-6НГ) изменением температуры по толщине стенки бака пренебрегаем.

8. Коэффициент теплопроводности жидкого КРТ в тысячи раз меньше коэффициента теплопроводности материала стенки бака, поэтому в месте прилегания жидкого КРТ к стенке бака зададимся граничными условиями 1-го рода, и температурный режим площади смачиваемой стенки бака будет определяться температурой жидкого КРТ.

3. Схема экспериментального стенда для исследования процесса испарения жидкости

Схема экспериментального стенда представлена на рисунке 3.

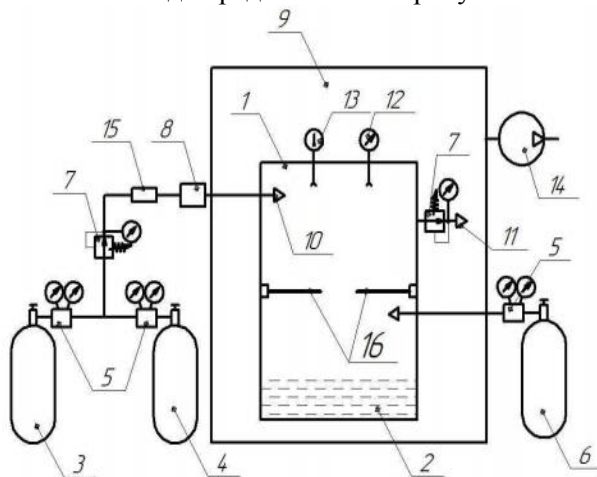


Рис. 3. Схема экспериментального стенда

- 1 – Экспериментальная модельная установка (ЭМУ); 2 – жидкость; 3 – баллон с газом(пропан); 4 – баллон с кислородом;
 5 – газовый редуктор; 6 – баллон с гелием; 7 – клапан; 8 – штуцер ввода пламени в ЭМУ с возможностью изменения угла ввода;
 9 – вытяжной шкаф (имеется в наличии); 10 – датчик температуры; 11 – штуцер вывода газа в вытяжной шкаф; 12 – датчик давления; 13 – датчики температуры;
 14 – вентилятор-вытяжка(имеется в наличии); 15 – газоструйный излучатель Гартмана; 16 – электроды для создания высокочастотной плазменной дуги

Перед подачей пламени в ЭМУ1 предварительно заливают жидкость 2 на поверхности дна ЭМУ1 с заданной температурой.

Все клапаны 7 в закрытом положении. Открывается вентиль баллона 6 и гелий с заданным давлением, через газовый редуктор 5 поступает в ЭМУ1 до значения давления, определяемого с помощью датчика давления 12. После чего вентиль 5 баллона 6 закрывается.

Открываются вентили баллонов 3 и 4. Устанавливается необходимое давление пропана и кислорода с помощью газовых редукторов 5. Открывается электромагнитный клапан 7 и газовая смесь пропана с кислородом проходит через газоструйный излучатель Гартмана 15 и пьезоподжиг 8. Образовавшаяся пламя поступает в ЭМУ1 через входной патрубок 10. Угол подачи пламени в объём ЭМУ задается заранее, до начала эксперимента [9].

На электроды 16 диаметром 3 мм подается напряжение 5-6 кВ. При этом между электродами 16 образуется высокочастотная плазменная дуга. Температуры жидкости, газа в ЭМУ, стенок ЭМУ и пламени определяются с помощью мобильных датчиков температуры 13 (термопары).

Давление газа в ЭМУ1 определяется с помощью датчика давления 12. При достижении определенного давления в ЭМУ1 открывается электромагнитный клапан 7, расположенный на выходном патрубке 11 и газовая смесь поступает в вытяжной шкаф 9 и вентилятор - вытяжку 14.

Масса жидкости определяется с помощью весов в начале и в конце эксперимента.

Наблюдение за процессом испарения жидкости осуществляется через смотровое окно (окна) в ЭМУ1.

Необходимое оборудование:

1. ЭМУ в виде цилиндрической ёмкости с входными и выходными штуцерами:
 - объём 1-2 л;
 - максимальное давление 7 атм.;
 - возможность изменения угла подачи пламени относительно зеркала жидкости;
 - смотровые окна;
 - устройства для закрепления электродов в ЭМУ и подачи на них напряжения 5-6 кВ.
2. Испаряемая жидкость: вода, спирт, керосин. Масса жидкости до 20 гр.
3. Баллоны с пропаном и кислородом.
4. Газовый редуктор (3 шт.).
5. Электромагнитный клапан (2 шт.).
6. Газоструйный излучатель Гартмана (частота 40 кГц, звуковое давление 120 Дб).
7. Устройство поджига смеси газов.
8. Датчик давления.
9. Датчики температуры для измерения температуры пламени, жидкости, газа в ЭМУ и стенок ЭМУ.
10. Система защиты от взрыва.

Выводы

1. Рассмотрены научно-методические вопросы испарения жидкостей, в том числе и в условиях невесомости и малых перегрузках.
2. Сформулированы основные требования к физико-математическим моделям процесса испарения.
3. Разработаны предварительные требования к экспериментальной установке.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Теоретические и экспериментальные исследования инновационной технологии создания РН с улучшенными экологическими характеристиками на примере перспективных РН, запускаемых с космодрома Байконур // Грант № АР05131162 Министерства науки и образования республики Казахстан // Конкурс на грантовое финансирование по научным и (или) научно-техническим проектам на 2018-2020 годы.

[2] Россия и Казахстан договорились актуализировать проект "Байтерек" [Электронный ресурс], 2018. – URL: <https://tia.ru/20180710/1524277978.html> (дата обращения 20.11.2018).

[3] Трушляков В.И. Снижение техногенного воздействия ракетных средств выведения на жидких токсичных компонентах ракетного топлива на окружающую среду: монография / В.И. Трушляков, В.В. Шалай, Я.Т. Шатров; ред. В.И. Трушляков. – Омск: изд-во ОмГТУ, 2004. – 220 с.

[4] Трушляков В.И. Математическая модель процесса термохимического обезвреживания остатков токсичного топлива в баках ракеты / В.И. Трушляков, В.В. Шалай, И.Ю. Рысков // Тез. докл. 1 Межд. научно-тех. конференции "Динамика систем, механизмов и машин". – Омск, 1995. – С. 84–86.

[5] Беляев М.Ю., Зыков С.Г., Рябуха С.Б. и др. Математическое моделирование и измерение микроускорений на орбитальной станции «Мир» // Изв. РАН, МЖГ. 1994. №5. С. 5–14.

[6] Беляев Н.М. Системы наддува топливных баков ракет/ Н.М. Беляев. – М.: Машиностроение, 1976. – 336 с.

[7] Беляев Е.Н., Чванов В.К., Черваков В.В. Математическое моделирование рабочего процесса жидкостных ракетных двигателей: Учебник. / Под ред. В.К. Чванова.- М.: Изд-во МАИ, 1999. – 228 с.

[8] Трушляков В.И. Математическая модель процесса термохимического обезвреживания остатков токсичного топлива в баках ракеты/ В.И. Трушляков, В.В. Шалай, И.Ю. Рысков// Тез. докл. 1 Межд. научно-тех. конф. "Динамика систем, механизмов и машин". – Омск, 1995. – С. 84–86.

[9] Трушляков В.И. Оценка параметров газодинамических процессов при проведении газификации самовоспламеняющихся жидких токсичных остатков горючего и окислителя в топливном отсеке отделяющейся части первой ступени и их выбросе в космическое пространство/ Трушляков В.И., Одинцов П.В., Куденцов В.Ю. // Военная техника, вооружение и современные технологии при создании продукции военного и гражданского назначения: материалы IV Междунар. технол. конгр. 4 – 9 июня 2007 г. / ОмГТУ. – Омск, 2007. – Ч.2. С. 257–262.

Ермолдина Г.Т., Бapышев А.М.

ЗТ өтелген сатысының бағіндегі отын компоненттерінің қалдықтарын булануда тәжірибелік зерттеулерге ұсыныстар дайындау

Түйіндеме. Отынның резервуарлары мен магистральдарында зымыран отынының қалдықтары компоненттерінің болуына байланысты жарылыстардың алдын алуға бағытталған ұсыныстар қарастырылады. Бұл ұсыныстар төменгі және жоғарғы операциялық жүйелер үшін жарамды және негізгі қозғалтқыш зымыран қозғалтқышын өшіргеннен кейін, содан кейін пайда болған бу-газ қоспаларын қозғалысына бақылау жасау арқылы резервуардағы пайдаланылмаған отын қалдықтарын булануға негізделген. орбиталардан түсу және іске қосу траекториялары кезіндегі операциялық жүйе.

Түйінді сөздер: жанармай компоненттерінің қалдықтары, булану процесі, сынау стенді, іске қосу өтелген сатысы

УДК: 658.511.3, 334.021, 338.2

G.A. Ainakulov, G.T. Kurenkeyeva

THE SYSTEM OF STRATEGIC PLANNING AT ENTERPRISES

Abstract. The issue of establishing the process of forming strategies and strategic plans by incorporating the official strategic planning system at the enterprise is considered. The model of the strategic planning system with three main and four auxiliary subsystems with the disclosure of the main provisions is given. Strategic planning is one of the complex processes that includes all degrees of the company hierarchy, all departments, plans and projects. The main subsystems are decision making, strategic control and change management. Auxiliary subsystems - settlement-analytical, organizational, personnel, subsystem techniques, strategic planning management.

Key words: strategy, strategic planning systems, company strategy, strategic directions, strategy selection criteria, resources.

Г.А. Айнакулов, Г.Т. Куренкеева

(Almaty Management University, г. Алматы, Республика Казахстан)

СИСТЕМА СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Аннотация. Рассмотрен вопрос налаживания процесса формирования стратегий и стратегических планов методом включения официальной системы стратегического планирования на предприятии. Приведена модель системы стратегического планирования, с тремя основными и четырьмя вспомогательными подсистемами с раскрытием основных положений. Стратегическое планирование - один из сложных процессов, который включает все степени иерархии компании, все подразделения, планы и проекты. Основные подсистемы - принятие решений, стратегический контроль и управление изменениями. Вспомогательные подсистемы - расчетно-аналитические, организационные, кадровые, методики подсистемы, управление стратегическим планированием.

Ключевые слова: стратегия, системы стратегического планирования, стратегия компании, стратегические направления, критерии выбора стратегии, ресурсы.

На смену долгосрочному планированию в 60- гг. пришла концепция стратегического планирования, но к этому моменту многие предприятия в разы увеличили как свои масштабы, так и множественные трансформации. В конечном итоге, так называемые методики корпоративного управления не работали или же не удовлетворяли руководителей предприятий. В конце 70-х гг. появились одни из первых работ, которые были посвящены проблеме стратегического планирования на предприятиях. В 80- гг. внедренные системы стратегического планирования на предприятиях подверглись критике и были реформированы, но и потребность в систематическом налаживании процесса разработки и контроля выполнения стратегий и стратегических планов не сгинула [1].

Т.Фордом стратегическое планирование было определено как управление изменениями, основанными на исследованных данных, а также на аналитических изучениях процесса принятия решений, уточняющих сторону развития предприятия [1]. Д.Фог подтвердил данную мысль спустя несколько десятков лет: «Стратегическое планирование – это не вещь-в-себе. Сущность его состоит в непрерывных интенсивных изменениях внутри организации» [2]. Во время стратегического планирования складываются стратегические направления и целевая бизнес-модель, активизируются и катализируются перемены в структуре и бизнес-процессах предприятия. Разработка стратегий и стратегические планы теряют свой смысл, если у руководства предприятий нет в планах каких-либо перемен. Разрешить ряд основных проблем развития и прийти к переходу деятельности в новое и качественное состояние получится лишь путем кардинальных изменений во всех структурных,

организационных и функциональных характеристиках предприятия. Стратегия – это не только уклон развития предприятия, но и сущность изменений, которых добиваются и осуществляют основные члены деятельности.

Например, на предприятии «Дженерал Электрик» система стратегического планирования несколько раз была трансформирована и, несмотря на мнение Г.Минцберга, до сегодняшнего дня существует и дает ожидаемые результаты.

В основном многие казахстанские предприятия после кризиса (2008-2011гг.) активно стали заниматься стратегическим планированием, но, если верить исследованиям, у многих из них возникают трудности с системной организацией этого процесса.

Процесс контроля и разработки исполнения стратегий и стратегических планов должен быть согласован с инновационными стереотипами стратегического планирования, такими, как:

1. *Стратегические управленческие решения.* Решения о предстоящем устранении существующих стратегических проблем на основании стратегической логики роста организации с учетом воздействия внешних причин.

2. *Управление изменениями (переменами).* Перемены в первую очередь ориентированы на модель хозяйственной деятельности.

3. *Стратегический контроль.* Состоит из 6 ключевых областей: основные ресурсы, бизнес модель, корпоративная культура, мотивирование руководителей, стратегические предложения и обстоятельства внешних условий. Стратегические решения, планов, стратегий и проектов проводятся по итогам стратегического контроля.

На предприятиях инновационная концепция стратегического планирования формулируется таким образом: «стратегические решения – управление переменами – стратегический контроль». В этой связи система стратегического планирования на предприятии основывается на 3 подсистемах: принятие решений, управление изменениями и стратегический контроль. Каждая из подсистем выражена специфическими бизнес процессами [4].



Рис. 1. Подсистема принятия стратегических решений [10]

Процесс стратегического планирования поддерживается расчетно-аналитической, организационной, кадровой, методическими подсистемами и подсистемой управления стратегическим планированием.

Культура планирования и контроля - это общая позиция и техники для организации и воплощения процедур планирования и контроля, а также стратегия как курс действий, которым руководствуются участники этих процессов [4]. Культура планирования должна быть ориентирована на прогнозирование будущего. В процессе структурирования стратегий и стратегических планов создается детальная картина о том, что должно случиться в будущем и что должна предпринять

компания для достижения стратегического успеха. Стратегическое планирование влияет на организационную культуру. С одной стороны, оценка имеющихся проблем может заставить менеджеров почувствовать кризисную ситуацию и тем самым создать внутренний дискомфорт.

Подсистема одобрения стратегических решений – это база правил и процедур для обнаружения и анализа важных моментов стратегического развития, подготовки и одобрения решений, направленных на будущее предприятия.

Группа лиц, которые несут ответственность за проведение поиска и анализа управленческих проблем, сам поиск и аналитика проблем, аналитические, эмпирические и коллегиальные процессы решения вопроса – это компоненты подсистемы принятия решений (рис. 1).

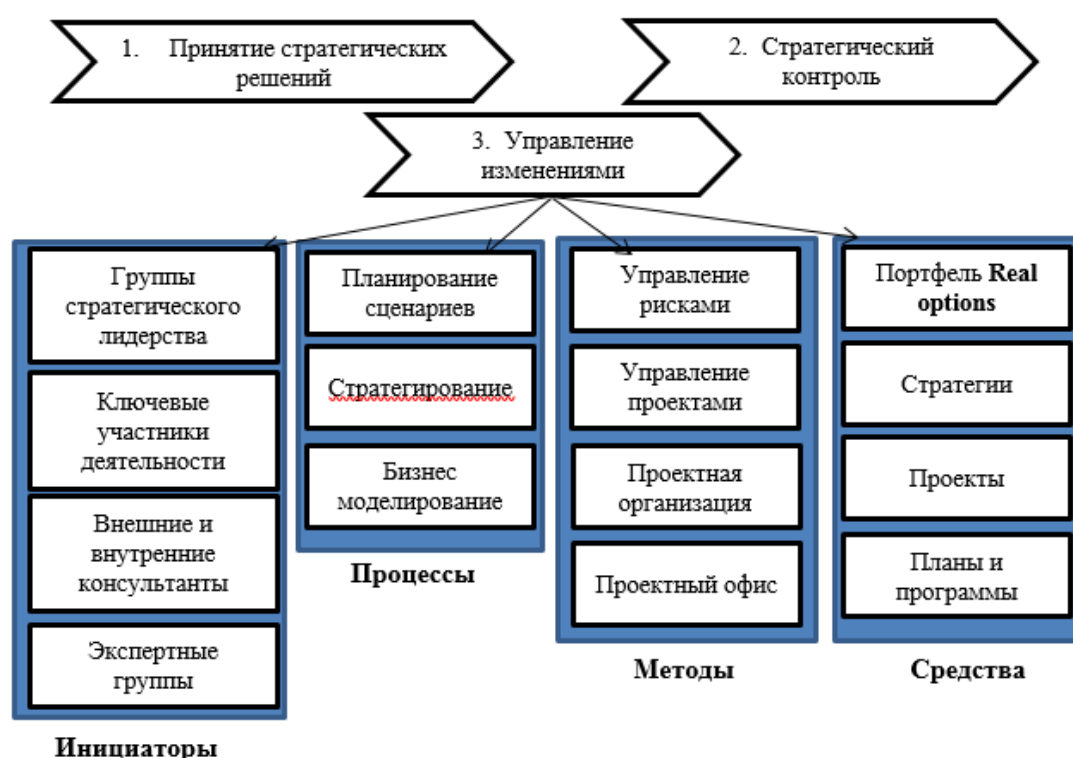


Рис. 2. Подсистема управления изменениями [10]

Соответственно, подсистема управления изменениями представляет собой набор процессов, методов и средств, с помощью которых, в рамках планов процессов стратегического планирования, разрабатываются проекты и программы для внесения изменений в структурные и функциональные характеристики предприятия (рис. 2).

Изменения не приходят сами по себе, инициаторы призывают их жить. Инициаторы, а вместе с ними и команда управления, запускают три основных процесса: сценарное, стратегическое и бизнес-моделирование. Сценарии планирования позволяют создавать правдоподобные, связанные с организацией, и стратегически альтернативные истории, которые выражают результаты рассуждений о том, что может произойти в будущем. Используя сценарии, менеджеры получают удобную позицию к принятию и формированию будущего. Сценарии позволяют менеджерам видеть будущее без ограничений и понимать, сколько внешних и внутренних факторов влияют на разработку и выполнение стратегических целей.

Сценарий - это умственный проект развития предприятия во взаимодействии с внешним окружением. Бизнес-процесс, бизнес-модель или организация бизнеса - это общая картина структурных и функциональных характеристик предприятия. Стратегия - это особый вид деятельности специалистов, в рамках которого они совместно применяют механизм точек зрения на настоящее и будущее состояние стороннего окружения, места проведения исследований в нем, а также совокупность методов и средств, обеспечивающих осуществление корпоративной стратегии.

Следующий компонент подсистемы управления изменениями - это методика управления рисками и управление проектами, а также формирование проекта для всех мероприятий по

стратегическому планированию и организационно отдельный проектный офис. Управление рисками - это процесс, который применяется по отношению к стратегическому управлению, а также стратегическому планированию и ориентирован на обеспечение убежденности в осуществлении стратегических целей методом выявления и контроля причин риска с учетом выгодного уровня общих рисков. Управление проектами - это набор механизмов, техник и знаний, которые позволяют инициировать, создавать и применять проекты. Управление проектом – процесс использования знаний, навыков, методик, инструментов и техник к проектной работе, направленной на осуществление стратегических целей и задач. Использование методики управления проектами осуществляет все процедуры управления изменениями, как доли стратегического планирования. На предприятии создается проектный офис из основных лиц деятельности. Его задача состоит в формировании и управлении процедурой стратегического планирования на всех уровнях корпоративных рангов, а также в управлении изменениями, запланированными для достижения стратегического направления [5].

Проектный офис стратегического планирования - это временная структура, созданная для осуществления идеи по формированию корпоративной стратегии и стратегических планов стратегических бизнес-идей в соответствии с годовым графиком деятельности высших руководящих органов предприятия. Нужда в создании проектного офиса заключается в привлечении к процессу планирования топ-менеджеров, владельцев, сторонних групп, специалистов и резиденты иных интересующихся сторон, т. е те, кто может повлиять на создание и осуществление стратегии развития. Создание проектного офиса отражение принципа «руководство и есть планировщики»: именно руководители должны определять основу стратегий и стратегических планов [6].

Проектный офис не должен копировать один из высших управленческих органов. На крупнейших предприятиях возможно создание постоянного коллективного органа, который контролирует процесс стратегического планирования и проведения внутрикорпоративных преобразований. Итак, Дж. Имелт, пришедший к руководству предприятия Дженерал Электрик в 2001 г., создал 2 новые кнопки корпоративного управления, которые обеспечивают процесс стратегического планирования - Коммерческий и Операционные советы [7]. Первый присуждал оценку стратегии роста и рассматривал инициативы от руководства СХЦ по расширению предприятия. Последний работал с вопросами продуктового управления, снабжения, управления качеством и инвестициями. Управление проектным офисом лучше доверить руководителю отдела корпоративного планирования или опытному внешнему консультанту. Он также может быть специалистом с большим опытом осуществления проектов перспективных команд. Конечно, руководителю проектного офиса необходимо понимать суть операционной деятельности и бизнес-модель предприятия, а также добиться уважения со стороны членов команды. Результатом работы подсистемы управления изменениями является набор реальных опций, стратегий (стратегических планов), проектов, планов и программ. Они олицетворяют собой фонды и инструменты для осуществления стратегических решений.

В начале 1970-1980 гг. сформировалась идея стратегического развития. Первые из определений говорят, что стратегический контроль - это система, позволяющая руководству проводить оценку актуальности стратегии, насколько были достигнуты стратегические цели и определять проблемные зоны своевременно. Стратегический контроль – позволяет отслеживать изменения основных параметров, на основе которых были структурированы гипотезы, выбраны стратегические аналоги, определены направления и задачи, а также определена корпоративная стратегия. Стратегический контроль обеспечивает понимание того, как и почему изменились начальная концепция и основные нормы стратегии развития, и как эти изменения оказали влияние на ее выполнение. Объектом стратегического контроля является сложный комплекс взаимосвязанных событий и явлений во внутренней и внешней среде предприятия, на основе которой формируется ее настоящее и будущее состояние, ресурсы и определяются возможности развития [8].

Основа стратегического контроля. Для стратегического контроля применяется задумка развития, корпоративная стратегия, стратегические планы стратегических хозяйственных центров, экономические прогнозы, отчет об итогах стратегического анализа, предполагаемые сценарии, а также набор проектов и программ, с помощью которых стратегия осуществляется в работе. В меньшей степени следует сосредоточить внимание на сравнении данных стратегического финансового предложения с итогами операционной работы. Аналитика совершения запланированных показателей, показанных на карте основных показателей предприятия, безусловно,

также имеет огромное значение, но ее не стоит переоценивать. Стратегический анализ не советуем заменять финансовыми показателями [9].

Средства и методы стратегического контроля. Стратегический контроль должен осуществляться на основе воплощения проектов и программ, нацеленных на продвижение стратегии. Отдельно необходимо подытожить достижения стратегических целей, так как это связано с мотивированием руководителей. Рекомендуются небольшие отчеты об итогах осуществления корпоративной стратегии и стратегических планов стратегических хозяйственных центров, которые должны показать успехи, риски и стратегические проблемы, предусмотренные в будущем.

В стратегических хозяйственных центрах можно использовать аудит и проверку деятельности как элементы управления. Аудит может быть очень полезным, поскольку руководители зачастую приукрашивают результаты и скрывают существующие проблемы. Огромное преимущество представляет аудит при анализе результатов осуществления инвестиционных проектов, например, при выводе нового продукта на рынок. В этом случае можно привлечь сторонних экспертов и консультантов.

Эффективность процессов стратегического планирования. Данная задача является вспомогательной для стратегического планирования. Но поскольку организация этого процесса основана на методологии управления проектами, следует обратить внимание на такие моменты:

- руководство процедурой стратегического планирования;
- качественная работа руководства и сотрудников проектного офиса;
- разделение ответственности между начальством за осуществление стратегических целей, долгосрочных планов и проектов;
- система управления бонусами начальства и сотрудников за выполнение стратегических целей, долгосрочных программ и проектов;
- порядок структурирования бонусного фонда по итогам года благодаря доле стоимости, созданной в результате исполнения стратегии;
- процесс контроля уровня общего риска и уровней риска по областям управленческой ответственности.

Расчетно-аналитическая подсистема создана для снабжения членов процесса стратегического планирования свежей, правильной и актуальной информацией об изучаемых фактах и явлениях в сторонней и внутренней среде предприятия. Расчетно-аналитическая подсистема представляет собой общую картину информационных технологий, систем, ресурсов, которые дают полностью осуществить цели и задачи стратегического планирования. Цели и задачи информационно-аналитической подсистемы не заканчиваются вспомогательными параметрами, связанными с простым сообщением, выходят далеко за рамки структурирования управленческой отчетности. Расчетно-аналитическая подсистема стратегического планирования тесно связана с большинством информационных систем, имеющих на крупном предприятии. Его основная цель заключается в содействии процесса одобрения стратегических решений с помощью трансформации данных из сторонней и внутренней среды в стратегическую информацию. Расчетно-аналитическая подсистема содержит сторонние и внутренние источники информации, банк технико-экономических показателей, банк моделей, стратегических знаний, систему поддержки одобрения решений и стратегическую информацию [10].

Разные источники стратегической информации. Предприятие формирует и обрабатывает много различной информации, связанной с производственными и технологическими процессами, маркетингом и продажами, логистикой и т.д. Ее основным источником являются внутренние информационные системы, которые собирают и регистрируют первичные данные о фактах производственной и коммерческой деятельности. Существует так много внешних источников информации, что поиск и выбор необходимой информации является очень сложной задачей. Необходимо не только ориентироваться в текущем бесконечном пространстве информации, но и знать, какие ресурсы актуальны, надежны и значимы.

Финансово-экономическое моделирование в пределах процедуры стратегического планирования ссылается именно на содержание банка моделей. Исследование и предположение динамики рынка и отрасли осуществляется на основе моделей этого банка. Специалисты стратегического планирования находят новые алгоритмы и проекты, проводят эксперименты их применимости и используют их при анализе и предположения внешней среды и формировании финансового прогноза. Банк стратегических знаний затрагивает старые данные о происшествиях во

внешней среде и информацию о том, как социальные, финансовые и исследовательские субъекты (организации, органы власти, рыночные условия и т.д.) разрабатывали и проводили ответные действия. Банк стратегических знаний представляет собой набор информации, которая генерируется и используется непосредственно в процессе подготовки и принятия стратегических решений, и является одной из частей системы управления знаниями.

Система одобрения решений (в дальнейшем именуемая СПП) представляет собой набор процедур и программных и аппаратных средств, которые предназначены для обработки внешних и внутренних данных и, таким образом, обеспечивают анализ проблем и подготовку управленческих решений. СПП - это удобная и увеличиваемая система, которая в процессе среднесрочного и долгосрочного планирования может предоставлять лицам, принимающим решения, любую стратегическую информацию в произвольной форме [11].

Методологическая подсистема стратегического планирования нацелена на отбор, подготовку и осуществление стратегической информации во время стратегического планирования. Также методологическая подсистема преобразует первичную информацию, полученную из источников данных, в стратегическую информацию, далее в стратегические решения. С другой стороны, эта подсистема предоставляет методику и конфигурации, с помощью которых предприятие организует и осуществляет стратегическое планирование. Методологическая подсистема представляет собой набор специальных техник подготовки и осуществления стратегической информации во время принятия стратегических решений, управления изменениями и стратегического контроля, а также набор инструментов, с помощью которых стратегическое планирование организуется и осуществляется. Группы методов, используемых во время стратегического планирования, показаны на схеме. Крупные предприятия требуют особого подхода к организации и осуществлению процесса стратегического планирования. В этом аспекте корпоративного управления предприятие имеет много отличительных особенностей, которые определяют описание системы корпоративного управления и системы стратегического планирования, которые дополняют друг друга. Особенности корпоративного управления и корпоративного планирования проявляются в процессе внедрения СПП, их нельзя предвидеть заранее, так как многие из них связаны с личными качествами топ-менеджеров [12].

В заключение при разработке СПП необходимо выявить и учесть конкретные описания системы корпоративного управления, которые будут конкретно влиять на структурные и функциональные инструменты процесса стратегического планирования. Организационная и кадровая подсистема призвана создать четкую организационную схему стратегического планирования во всех управленческих бизнес-процессах, происходящих на разных уровнях корпоративного управления. Разница между организационной и кадровой подсистемой и подсистемой управления стратегическим планированием заключается в том, что первая обеспечивает структурную и функциональную основу для второй. Другими словами, первый обеспечивает организационные и человеческие ресурсы для второго. Организационно-кадровая подсистема - это совокупность организационных и кадровых видов поддержки, которые позволяют организовать процесс стратегического планирования благодаря использованию специальных организационных форм построения предприятия, создания проектного офиса, оказания консультационной поддержки и поддержания выдающейся философии управления [13].

Кроме того, процесс стратегического анализа оценивает эффективность существующей организационной культуры и разрабатывает меры по ее улучшению. С другой стороны, стратегическое планирование как образовательный процесс влияет на стиль одобрения решений и меняет модели мышления, используемые в этом процессе. Следует также отметить, что большинство причин, которые влияют на положение и степень развития организационной культуры, подвержены изменениям в процессе осуществления корпоративной стратегии. К ним относятся принципы управления, общие нормы и ценности, способы и техники мотивации и премирования, системы одобрения решений и т.д. Штат сотрудников формируется из менеджеров и специалистов различных уровней корпоративной иерархии, прошедших специальную подготовку по организации и продвижению процесса стратегического планирования, а также из групп стратегического лидерства и проблемно-ориентированных групп [14].

Огромное значение для организации стратегического планирования на предприятии имеет консультационная поддержка. Внешние и внутренние консультанты, которые не имеют прямого отношения к операционной и управленческой деятельности предприятия, могут помочь в поиске стратегических проблем, стратегической аналитике, выборе стратегической позиции и

формулировании стратегии. Помощь со стороны опытных сторонних консультантов может иметь неопределимое значение при анализе и прогнозировании тенденций рынка и анализе бизнес-моделей, а также при создании портфеля проектов, таких как выход на зарубежные рынки. В обсуждении сложных технических моментов, что очень важно, например, при формировании новых производственных сил, могут принять участие технические специалисты. Участие в формировании стратегии и оценке экологических и общественных последствий ее притворении в жизнь могут осуществлять общественные организации, в частности, профессиональные сообщества, профсоюзы или общества защиты потребителей.

Подсистема стратегического управления планированием нацелена на внедрение, осуществление процесса разработки и мониторинга осуществления стратегий и стратегических планов и управления ими, а также на оценку эффективности и улучшение системы стратегического планирования. Процесс его введения и развития означает разработку нормативно-методической и документирование по стратегическому планированию на всех ступенях служебной иерархии, введение и отладку процедур принятия стратегических решений, разработку плановой документации, управление изменениями и стратегический контроль [15].

ОСП должна организовать деятельность владельцев и топ-менеджеров предприятия в процессе стратегического планирования, чтобы обеспечить компромисс между неструктурированными, расплывчатыми и расплывчатыми мнениями, интересами и целями владельцев относительно будущего предприятия в общем и пакета СХС:

Функция и характер соприкосновения ОСП с владельцами и высшим руководством предприятия заключается в органическом, системном сочетании формального и поэтапного позиций к руководству в условиях неясности и неустойчивости сторонней среды, обилия неполных, расплывчатая и противоречивая информация, в частности стратегическая. Соответственно, первой разделительной чертой между функциями руководства и целями специалистов по стратегическому планированию является подход к управлению. Владельцы бизнеса и руководители высшего звена показывают стратегические побуждения, строят модель управления и развития операционной деятельности, выясняют требования к ней. Это роль руководства в управлении предприятием, исключительная способность стратегического лидера, чей талант и предчувствие не могут быть воспроизведены с помощью формальных методов планирования. Роль планировщиков состоит в том, чтобы формализовать видение руководства, детализацию, конкретизацию представлений руководства о бизнес-модели и будущем состоянии предприятия. Вторая разделительная линия проходит между менеджерами и планировщиками в функциях управления. Топ-менеджмент в основном занимается постановкой целей, принятием решений, организацией их продвижения, а также мотивацией и стимулами. Планировщики в основном занимаются аналитикой, прогнозами, предположениями, структурированием вариантов, построением детальных планов по достижению целей, в том числе проектов, а также разнонаправленным мониторингом осуществления принятых решений. Третья строка разделяет планировщиков, владельцев и топ-менеджеров в вопросах стратегических побуждений. Стратегическая инициатива в общем и полностью принадлежит тем, кто в конечном итоге занимается принятием решений о будущем компании. Планировщики могут только советовать, выдвигать предложения, указывать благоприятные возможности. Но никогда планировщики не заменят старших менеджеров в управлении бизнесом, его целях и направлениях. Тем не менее, возможность инициативы может быть предпринята всеми членами процедуры стратегического планирования, включая специалистов ОСП.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]Форд Т.М. Стратегическое планирование - это миф или реальность? Взгляд генерального директора // Долгосрочное планирование. 1981. 14, №6. Стр. 9-11.
- [2]Взгляд генерального директора // Долгосрочное планирование. 1981. 14, №6. Страницы 9-11.
- [3] Магданов П.В. Генезис концепции стратегического планирования в условиях изменения технологических структур // Вестник Пермского университета. Специалист. релиз. 2012. с. 107-118.
- Магданов П.В. Проблемы теории и практики стратегического планирования. Пермь, 2013. 244 с.
- [4] Магданов П.В. Теоретические и методологические основы стратегического планирования в корпорации. Часть 1. Генезис концепции стратегического планирования. Пермь, 2012. 252 с.
- [5] Магданов П.В. Теоретические и методологические основы стратегического планирования в корпорации. Секция 2: Современная концепция стратегического планирования. Пермь, 2013. 277 с.
- [6]Стерлин А.Р., Тулин И.В. Стратегическое планирование в США производственных корпораций (опыт развития и новые явления). М., Наука, 1990. 200 с.

[7] Шешукова Т.Г., Колесен Е.В. Экономический потенциал предприятия: сущность, составляющие, структура // Вестник Пермского университета. Многосерийный телефильм Экономика. 2011. 4. С. 118-127.

[8] Берг Н. Стратегическое планирование в конгломератных компаниях // Harvard Business Review. Май и июнь. С. 79-92. 8. Король Б. Р., Килланд Д. Дж. Стратегическое планирование и политика. Н.Ю., 1976. 376 с.

[9] Лоренц П.И., Ваниль Р.Ф. Системы стратегического планирования. Энглвудские скалы (Нью-Джерси): Прентис Холл, 1977. 364 с.

[10] Минцберг Х. Рост и упадок стратегического планирования: роль планирования, составления графиков, бесплатной доставки и переупаковки в Prentice Hall International. Н.Ю., 1994. 480 с.

[11] Оскасио В., Джозеф Дж. Рис и падение - или преобразование? Компания General Electric, 1940-2006 гг. // Долгосрочное планирование. 2008. 41. С. 248-272.

[12] Тиллес С. Компания по стратегическому планированию / Бостонский трастовый депозитный фонд. Бостон, доктор, 1964.

[13] Фогг С.Д. Групповое стратегическое планирование. Полное руководство по созданию, упрощению и реализации процесса. 2010. 337 р

[14] Лебедев О.Т. Основы управления. - Санкт-Петербургское издательство МиМ, 2010. - 318 с.

Айнакулов Г. А., Куренкеева Г. Т.

Кәсіпорындағы стратегиялық жоспарлау жүйесі

Резюме. Кәсіпорында стратегиялық жоспарлаудың ресми жүйесін енгізу әдісімен стратегиялық жоспарлар мен стратегияларды қалыптастыру процесін жолға қою мәселесі қаралды. Стратегиялық жоспарлау жүйесінің моделі келтірілген, үш негізгі және төрт қосалқы жүйе негізгі ережелерді ашып көрсетеді. Стратегиялық жоспарлау-компанияның иерархиясының барлық деңгейін, барлық бөлімшелерді, жоспарлар мен жобаларды қамтитын күрделі процестердің бірі. Негізгі кіші жүйелер-шешімдер қабылдау, стратегиялық бақылау және өзгерістерді басқару. Қосалқы кіші жүйелер – аналитикалық-есептік, ұйымдастырушылық, кадрлық, кіші жүйелердің әдістемелері, стратегиялық жоспарлауды басқару.

Түйінді сөздер: стратегия, стратегиялық жоспарлау жүйесі, компания стратегиясы, стратегиялық бағыттар, стратегияны таңдау критерийлері, ресурстар.

МАЗМҰНЫ

Жер туралы ғылымдар

<i>Озгелдинова Ж.О., Хамзин Е.М., Мукаев Ж.Т., Жангужина А.А., Тенькебаева Ж.Ф.</i> КЕҢГІР ӨЗЕНІ АЛАБЫНЫҢ ЛАНДШАФТТАРЫНА ТЕХНОГЕНДІК ЖҮКТЕМЕ ӘСЕРІНІҢ ФАКТОРЛАРЫН ТАЛДАУ.....	3
<i>Байысбай О.П., Суйгенбаева А.Ж., Жунисбекова Д.А., Айкөзова Л.Д., Тлесбаева Ж.А.</i> «ЖАСЫЛ ИНФРАҚҰРЫЛЫМ» ЖӘНЕ МИКРОЭЛЕМЕНТТЕРМЕН ЖЕР ҚЫРТЫСЫН ӨНДЕУ.....	9
<i>Мажитова Г.З., Джаналеева К.М., Доскенова Б.Б.</i> СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНЫҢ АГРОЛАНДШАФТТАРЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫ.....	14
<i>Оразбаев Б.Б., Сантеева С.А., Оразбаева К.Н., Қурмангазиева Л.Т., Касымғалиев К.</i> ЛАСТАУ ЗАТТАРЫНЫҢ ТАРАЛУЫНЫҢ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ЖЕР БЕТІНЕ ШӨГУІНІҢ ИМИТАЦИЯЛЫҚ МОДЕЛІН ҚҰРУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ.....	21
<i>Кожжахметов Б.Т., Мұқаділ Т.Е., А.Ә.Бекқұлиев</i> АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНЫҢ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ МАҚСАТЫНДАҒЫ ЖЕРЛЕРІНЕ ТАЛДАУ ЖАСАУ.....	29
<i>Джамалов Д.К.</i> АЛМАТЫНЫҢ ЖЕРГІЛІКТІ КЛИМАТТЫҚ АЙМАҚТАРЫН ҒАРЫШТЫҚ СУРЕТТЕР АРҚЫЛЫ КАРТАҒА ТҮСІРУ.....	34
<i>Абетов А.Е., Ниязова А.Т.</i> СОЛТҮСТІК ҮСТІРТ АЙМАҒЫНЫҢ ІРІ ГЕОСТРУКТУРАЛАРЫНЫҢ ШОҒЫРЛАНҒАН ҚЫРТЫСЫНЫҢ ТЕРЕҢ ҚҰРЫЛЫМЫ.....	43
<i>Урымбаева А.А., Базарбаева Т.А., Сладковский А.В., Муканова Г.А., Михальченко Е.Н.</i> ҚОРШАҒАН ОРТАНЫҢ ҚАТТЫ ТҰРМЫСТЫҚ ҚАЛДЫҚТАРМЕН ЛАСТАНУЫ (АЛМАТЫ ОБЛЫСЫ МЫСАЛЫНДА).....	51
<i>Табылдина А.Т., Дүйсебаева К.Д., Мақаш К.К.</i> ІЛЕ АЛАТАУЫНЫҢ СОЛТҮСТІК БЕТКЕЙІНІҢ АГРОЛАНДШАФТТАРЫН АРАҚАШЫҚТЫҚТАН ЗЕРДЕЛЕУ ӘДІСТЕРІ АРҚЫЛЫ КАРТОГРАФИЯЛАУ.....	57

Техникалық ғылымдар

<i>Нысанова Г.Ж., Бекалай Н.Қ.</i> КҮН КОЛЛЕКТОРЛАРЫНЫҢ НЕГІЗІНДЕ ТҰРҒЫН ҮЙДІ ЖЫЛУМЕН ЖӘНЕ ЫСТЫҚ СУМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ЖҮЙЕСІН ЖОБАЛАУ.....	62
<i>Чепашев Д.В., Талгарбаева Д.Н., Нурсеит Ж.Ж.</i> ОҢТҮСТІК ТОРҒАЙ МҰНАЙ ЖӘНЕ ГАЗ БАССЕЙНІНІҢ АУМАҒЫНЫҢ РАДАРЛЫҚ СЕРІКТІК ИНТЕРФЕРОМЕТРИЯСЫ.....	66
<i>Мұстафа Л., Исмаилов М.</i> КӨМІРПЛАСТИКТЕРДІҢ БЕРІКТІГІН АРТТЫРУ МАҚСАТЫНДА КӨМІРТЕКТІ ТАЛШЫҚТЫ ТҮРЛЕНДІРУ ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	72
<i>Мұхарбек А.С., Мулдабекова Б.Ж., Искакова Г.К., Тенгельбаева А.А.</i> ҚАНТТЫ ПЕЧЕНЬБЕНІҢ САПАСЫНА НОҚАТ ҰНЫНЫҢ ТИГІЗЕТІН ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	76
<i>Шалабаев К., Әліпбай К., Болатбек М., Мусиралиева Ш.</i> ВКОНТАКТЕ ӘЛЕУМЕТТІК ЖЕЛІСІНДЕГІ ЭКСТРЕМИСТІК МӘТІНДЕРДІ АНЫҚТАУ ЖӘНЕ ЖІКТЕУ.....	80
<i>Аширбаев Н.Қ., Аширбаева Ж.Н., Абжапбаров А., Дүйсебаева П.С., Алтынбеков Ш.Е.</i> СЕРПІМДІ ДЕНЕДЕГІ БӨГДЕ МАТЕРИАЛДЫҢ ТОЛҚЫНДЫҚ ӨРІСТІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІНЕ ӘСЕРІ.....	87
<i>Капалова Н., Дюсенбаев Д., Сақан Қ., Алгазы К.</i> «AL01» ШИФРЛАУ АЛГОРИТМІНЕ КРИПТОГРАФИЯЛЫҚ ТАЛДАУ.....	92
<i>Зәуірбеков Н.С., Асылбеков А.А., Козыбаев А.К., Набиева Ж.С.</i> ГИДРОМОДУЛЬДІҢ ЖӘНЕ СУСЫЗ ҚОСПАНЫҢ СЫРАНЫҢ ЭКСТРАКТИВТІЛІГІНЕ ӘСЕРІН МОДЕЛЬДЕУ.....	98
<i>Сагидоллақызы Ш.</i> МҰНАЙ-ХИМИЯ САЛАСЫНДА БИОФЛОКУЛЯНТТЫ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ АҒЫНСЫЗ ТЕХНОЛОГИЯ.....	105
<i>Байсылбаева К.Д., Саксенбаева Ж.С.</i> ЖЕР СІЛКІНІСІНЕН КЕЙІН АДАМДАРДЫҢ МІНЕЗ-ҚҰЛҚЫН ИМИТАЦИЯЛАУДЫҢ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ.....	108

<i>Мухамедова Н.М., Кожжахметов Е.А., Скаков М.К., Мухамеджанова Р.М., Курбанбеков Ш.Р.</i>	
TI-AL-NV ЖҮЙЕСІНДЕ ОРТОРОМБТЫ ФАЗАНЫҢ ПАЙДА БОЛУЫНА	
МЕХАНОАКТИВАЦИЯНЫҢ ӘСЕРІ.....	115
<i>Байсылбаева К.Д.</i>	
СЕМАНТИКАЛЫҚ ҰҚСАСТЫҚТЫ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН АНЫҚТАУДЫҢ	
МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ.....	120
<i>Торекүл Б., Әділұлы А., Бахтияр Б.Т., Умышев Д., Отынишиева М.</i>	
ҚАЗАНДАРДЫҢ КОНВЕКТИВТІ БӨЛІГІНДЕГІ ЖЫЛУ АЛМАСУДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИЯЛАУ	
ӘДІСТЕРІ.....	124
<i>Байжанова Д.О.</i>	
ТЕҢГЕРІМДІ КӨРСЕТКІШТЕР ЖҮЙЕСІН АҚПАРАТТЫҚ-БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ	
ЕТУДІ ҚҰРУДЫҢ АЛҒЫШАРТТАРЫ.....	131
<i>Байкенжеева А.С., Иманғалиева А.К.</i>	
КӘСІПОРЫНДАҒЫ ЕҢБЕК ҚАУІПСІЗДІГІН БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІНІҢ ТӘУЕКЕЛДЕРІН БАҒАЛАУ..	135
<i>Есмаганбетова А.Б., Даутканова Д.Р., Дуйсенбекова О.О., Мыржықбаева А.Д.</i>	
ЕЛДІ-МЕКЕНДЕРДІ ДАМУДАҒЫ БАСҚАРУ ШЕШІМДЕРІНІҢ САПАСЫН АРТТЫРУ.....	139
<i>Бейсенби М.А., Турғунбеков А.М., Кисикова Н.М., Садвақасова А.У.</i>	
ҒАРЫШТЫҚ ҰШУ АППАРАТЫНЫҢ ОРНЫҚСЫЗ РЕЖИМДЕРІН БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІ.....	144
<i>Баекешев Н.А., Тусеев Т.</i>	
ПЕРОВСКИТТІ ҚҰРЫЛЫМДЫ ПРОТОНДЫҚ ӨТКІЗГІШТЕРДІҢ ҚАСИЕТТЕРІ ЖӘНЕ	
ОЛАРДЫҢ ҚОЛДАНЫЛУЫ.....	152
<i>Жуманов М.А., Қуатбек И.Н.</i>	
ӨНІМНІҢ САПА ЭЛЕМЕНТТЕРІН ТАЛДАУ.....	156
<i>Вахитова Л.В., Киселева О.Г., Каппаров С.К.</i>	
ТЕЗДЕГІМЕН ҚОЗҒАЛЫСТЫ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ҮШІН ТЕМІРЖОЛ КӨЛІГІНІҢ	
ИНФРАҚҰРЛЫМЫН МОДЕРНИЗАЦИЯЛАУ.....	160
<i>Байтілес Н.С., Болат А.А., Сейт А.Е., Дарибаев Б.С.</i>	
МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСІН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП, «КҮЙ» ӘУЕНІН ТАЛУ ЖҮЙЕСІН	
ЖОБАЛАУ ЖӘНЕ ӘЗІРЛЕУ.....	163
<i>Диханбаева Ф.Т., Смаилова Ж.Ж., Тастурганова Э.Ч.</i>	
СҮТ ҚЫШҚЫЛДЫ БАКТЕРИЯЛАРМЕН СҮТТІ ӨСІРУ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ.....	167
<i>Бедельбекова К.А., Озерной А.Н., Верецка М.Ф., Манакова И.А., Дегтярева А.С.</i>	
ЗОНДТЫҚ МЕССБАУЭРЛІК АТОМДАР АРҚЫЛЫ КОНСТРУКЦИЯЛЫҚ РЕАКТОРЛЫҚ	
МАТЕРИАЛДАРДАҒЫ ЖОҒАРЫ ДОЗАЛЫ РАДИАЦИЯЛЫҚ ЗАҚЫМДАНУЛАРДЫ	
МОДЕЛДЕУ.....	171
<i>Құдыш А.А., Есенқұлова Ж.Ж.</i>	
МҰНАЙ ӨНЕРКӘСІБІ МЫСАЛЫНДА САПА МЕНЕДЖМЕНТІ ЖҮЙЕСІНІҢ	
ЭЛЕМЕНТТЕРІН ӘЗІРЛЕУ.....	177
<i>Кожжахмет К., Шойынбек А., Қуанышбай Д.</i>	
ТІЛДІК ТІЛДЕРДІҢ СӨЙЛЕУДЕГІ ЭЛЕКТРОНДЫҚ ТАЛУДЫҢ ТАЛДАУЫ ТИІМДІЛІГІ.....	182
<i>Альтаева Ж.Ж.</i>	
АКТИЛІК-ТАЛАП ЖҰМЫСЫН ЖЕТІЛДІРУ.....	185
<i>Әбсадық А.М.</i>	
ҮШӨЛШЕМДІ АДАМ МОДЕЛІН ЖАСАУ ҮШІН ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ЖҮЙЕ ҚҰРУ.....	190
<i>Баймаханов Г.А., Берден Р.С., Саден Ж.Е.</i>	
ӨЛШЕУ ҚҰРАЛДАРЫНЫҢ МЕТРОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ТАЛДАУ.....	194
<i>Козбагаров Р.А., Жиенкожаев М.С.</i>	
ТҮТҚЫРЛЫ МАТЕРИАЛДАРМЕН БУЛЬДОЗЕРДІҢ ҚАЙЫРМА КҮРЕГІНІҢ ӨЗАРА	
ҚАРЫМ-ҚАТЫНАСЫНДАҒЫ ЖҮРГІЗУ ЖЫЛДАМДЫҒЫНЫҢ БАЙЛАНЫСЫ.....	197
<i>Жусипова О.К., Айтқожаев А.З.</i>	
КӘСІПОРЫНДА ИНТЕГРАЦИЯЛАНҒАН САПА ЖҮЙЕЛЕРІН ДАМУ.....	202
<i>Рябкин Ю.А., Байтимбетова Б.А., Лебедев И.А. Серикканов А.С.</i>	
КВАРЦ ТӨСЕНІШІНДЕ ТҮЗІЛГЕН КӨМІРТЕКТІ ПЛЕНКАНЫҢ ПАРАМАГНИТТІК ҚАСИЕТІ.....	208
<i>Әділқазы Б.Н., Шаймерден Б.М., Бахтияр Б.Т., Отынчиева М., Умышев Д.</i>	
КВГМ-55-150 ҮНЕМДІ СУ ЖЫЛЫТУ ҚАЗАНДЫҚТАРЫН ӘЗІРЛЕУ.....	212
<i>Леспеков Д.А., Налибаев Е.Д., Пахридин С.К., Қараман А.Д., Жамбыл А.</i>	
МОБИЛЬДІ ҚҰРЫЛҒЫЛАРДЫ ЗАРЯДТАУҒА АРНАЛҒАН ВЕНДИНГТІ АППАРАТТЫ	
ЖОБАЛАУ.....	217

<i>Мансурова М.Е., Баракхнин В.Б., Пастушков И.С., Кыргызбаева М.Е., Хибатханулы Е.</i> ӘЛСІЗ ҚҰРЫЛЫМДАЛҒАН МӘТІНДЕРДЕН АТАУЛЫ МӘНДЕРДІ АЛУ ҮШІН НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРДІ ҚОЛДАНУ.....	223
<i>Тұрсын Д.К., Мажренова Н.Р.</i> ҒИМАРАТТАРДЫҢ СЫРТҚЫ ҚОРШАУ КОНСТРУКЦИЯЛАРЫНЫҢ ЖЫЛУТЕХНИКАЛЫҚ ЕСЕБІ.....	231
<i>Савинкин В.В., Ратушная Т.Ю., Кузнецова В.Н.</i> ПЛАЗМАЛЫҚ ЭНЕРГИЯ КӨЗІ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРІЛГЕН ЖЭО ТУРБИНАЛАРЫ ҚАЛАҚТАРЫНЫҢ МЕХАНИКАЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	235
<i>Баимбетов Д., Шакир Е., Беляев Е., Калтаев А.</i> СУ ЖЫЛЫТУҒА АРНАЛҒАН КҮН ФОТОВОЛЬТИКАЛЫҚ ҚАЙТА ОСМОС ЖҮЙЕСİNДЕГІ ПРОЦЕССТЕРДІ МОДЕЛЬДЕУ.....	243
<i>Төребек А.Ф., Мажренова Н.Р.</i> ЖЕКЕ ТҰРҒЫН ҮЙДІҢ ЭНЕРГИЯ ТИІМДІЛІГІ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЕСЕПТЕУ.....	249
<i>Бостанбеков К.А., Юничева Н.Р., Алимова А.Н.</i> СМIP5 (COUPLED MODEL INTERCOMPARISON PROJECT) ТІЗІМІНЕ ЖАТАТЫН ЖАҒАНДЫҚ КЛИМАТТЫҚ МОДЕЛЬДЕРДІҢ ТАРИХИ ДЕРЕКТЕР ҚОРЫН ЖАСАУ.....	255
<i>Брянцев А.А.</i> ДӨҢГЕЛЕК САҢЫЛАУЛАРЫ БАР ПІСІРІНДІ ГОРФЛЕНГЕН АРҚАЛЫҚТАРДЫ БОЛМЫСТЫҚ СЫНАУ.....	261
<i>Генбач А.А., Джаманкулова Н.О.</i> ЖЫЛУ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫЛАР ПАЙДАЛАНУҒА КАПИЛЛЯРЛЫҚ-КЕУЕКТІК ҚҰРЫЛЫМНЫҢ ЖӘШІКТЕРІНДЕ БІРЛІК БУ КӨПІРШІКТЕРІНІҢ СИПАТТАМАСЫ.....	268
<i>Савинкин В.В., Ратушная Т.Ю., Кузнецова В.Н., Шакирова М.А.</i> ІСТЕН ШЫҒУ САЛДАРЫН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУГЕ ҮЛЕСТІК ШЫҒЫНДАРДЫ ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, ЖЭО ТУРБИНАСЫН ЭНЕРГИЯ ТИІМДІ ПАЙДАЛАНУ КРИТЕРИЙЛЕРІН НЕГІЗДЕУ..	276
<i>Отаров Е.Ж., Бегайдаров Б.А., Рахатов Т.Д., Исмаилов Ч.У.</i> МЕТАЛЛІ ҚҰРЫЛЫМЫН ЖАСАУ ЗАУЫТЫНДАҒЫ ЖҰМЫСШЫЛАРДЫҢ ЕҢБЕК ЖАҒДАЙЫНЫҢ КӘСІБИ ҚАУІПІН БАҒАЛАУ АСПЕКТІЛЕРІ (ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ).....	285
<i>Мукашева А., Сапарходжаев Н.</i> РЕГРЕССИЯЛЫҚ МОДЕЛЬДЕР НЕГІЗІНДЕ ҚАНТ ДИАБЕТІНІҢ ӨСУІН БОЛЖАУ МОДЕЛІ	290
<i>Калимолдаев М.Н., Дрозденко А.А., Коплык И.В., Маринич Т.А., Абдилдаева А.А., Жукабаева Т.К., Галиева Ф.М.</i> ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫН ТҰТЫНУДЫ БОЛЖАУДЫҢ ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ТӘСІЛДЕРІН ТАЛДАУ.....	297
<i>Муканова Б.Г., Ахметжанов М.А., Азимова Д. Н., Намазбаев Б.Д.</i> ПАРАЛЛЕЛЬ ҚҰРЫЛЫМДЫ РОБОТТЫҢ МЫСАЛЫНДА БІРҚАЛЫПСЫЗ ЖАБУ АЛГОРИТМЫН ІСКЕ АСЫРУ (ANYSUBIC KOSSEL 3D ПРИНТЕРІ).....	307
<i>Баймаханов Г.А., Қалтай Т.Д., Қасымқұлқызы А.</i> ЖЫЛУ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ ЖӘНЕ ТҰТЫНУ ЖҮЙЕЛЕРІН ЖЕТІЛДІРУ.....	310
<i>Имансакипова Н.Б., Иргібаев Т.И.</i> МАГИСТРАЛЬДЫҚ МҰНАЙ ҚҰБЫРЛАРДАҒЫ ГАЗ-АУА ЖИНАҚТАРЫНЫҢ ҚАЛЫПТАСУЫ МЕН ТҰРАҚТЫЛЫҒЫНА БЕТТІК ӘСЕР ЕТУІН БАҒАЛАУДЫҢ ҒЫЛЫМИ-ӘДІСТЕМЕЛІК НЕГІЗІ.....	315
<i>Цой А.П., Алимкешова А.Х.</i> РАДИАЦИОНДЫ САЛҚЫНДАТҚЫШ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬДЫ СҮТ САЛҚЫНДАТҚЫШ ҚОНДЫРҒЫСЫН ЗЕРТТЕУ.....	320
<i>Жаникулов Н., Борисов И., Таймасов Б., Джанмулдаева Ж.</i> АЗ ЭНЕРГИЯ ТҰТЫНАТЫН КЛИНКЕРДІ КҮЙДІРУДІҢ ЖЫЛУ ТЕХНИКАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН ЕСЕПТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ.....	325
<i>Батыргалиев а.б.</i> ЖАНАМА ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК СӘУЛЕЛЕНУ ЖӘНЕ НЫСАНАЛАУ БОЙЫНША АҚПАРАТ ТАРАЛУЫНЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ АРНАЛАРЫ АРҚЫЛЫ АҚПАРАТ ТАРАЛУЫНАН ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛДАРДЫҢ ҚОРҒАЛҒАНДЫҒЫН БАҒАЛАУДЫҢ КЕШЕНДЕРІ МЕН ЖҮЙЕЛЕРІНЕ ШОЛУ.....	330
<i>Аманжолов Т., Тунгатарова М., Төлеуханов А., Ахметов Б.</i> ГЕОТЕРМАЛДЫ ЖЫЛУ САҚТАУ АККУМУЛЯТОРЫ: ЖЕРДІҢ ЖЫЛУ ӨТКІЗГІШТІК КОЭФФИЦИЕНТІН ТАБУҒА АРНАЛҒАН ТӘЖІРИБЕ.....	337

<i>Ахметова А.Ж., Ла Л.Л.</i> ӘЛЕУМЕТТІК ЖЕЛІНІҢ АҚПАРАТТЫҚ КЕҢІСТІГІНДЕГІ ӨЗГЕРУ ҮРДІСТЕРІН ТАЛДАУ.....	347
<i>Бейсенби М.А., Калиева С.А.</i> БІР ПАРАМЕТРЛІК ҚҰРЫЛЫМДЫ-ОРНЫҚТЫ БЕЙНЕЛЕУ КЛАСЫНДА БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН СИНТЕЗДЕУ.....	352
<i>Байбулов А.К., Иваницкая Н.В., Рысбаева Г.П.</i> СЫРТҚЫ ЖЫЛЖЫМАЛЫ ЖҮКТЕМЕ ӘСЕРІ КЕЗІНДЕ КӨЛІК ТОННЕЛІНІҢ КЕРНЕУЛІ КҮЙІН КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ.....	356
<i>Джунусбеков Е.Ж., Оразбаев С.А.</i> ЭЛЕКТРОЛИТТІК КОНДЕНСАТОРДЫҢ ҚЫЗМЕТ ЕТУ МЕРЗІМІ ТҮРЛІ ЖҰМЫС ЖАҒДАЙЛАРЫНДА.....	360
<i>Ахметов С.С., Калижанова А.У., Набиева Г.С.</i> ӨРТҮРЛІ МАҚСАТТЫ ЖӘНЕ КЛАСТЫ ДЕРЕКТЕРДІ ӨНДЕУДІҢ МОДУЛЬДІК ЖҮЙЕСІН ТАЛДАУ ӘДІСТЕРІН ҚҰРУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ.....	368
<i>Айтмагамбетов А.З., Еремін Д.И., Сатеров Н.М., Калиева Р.А.</i> ШАҒЫН ӨУЕ КЕМЕЛЕРІНІҢ ҰШУЫ ТРАЕКТОРИЯСЫ БОЙЫНША ДЕРЕКТЕРДІ ТІРКЕУГЕ ЖӘНЕ БЕРУГЕ АРНАЛҒАН СПУТНИКТИК ЖҮЙЕЛЕР ПАЙДАЛАНАТЫН ҚҰРЫЛҒЫ.....	375
<i>Серикбаева А.Н., Тиймбаева Б.Т., Бугубаева Г.О., Жаксылыкова Г.Н.</i> ӨНГЕН ДАҚЫЛДАР НЕГІЗІНДЕ ЖАСАЛҒАН ДӘМДІК ДӘМДЕУШІ.....	379
<i>Бигалиева Ж.С., Асылбекова Л.Р.</i> АВТОНОМДЫ СУ ҚҰЮ ЖҮЙЕСІН ЖАСАУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ.....	383
<i>Бидахмет Ж., Рахматулина А., Бидахметова Р.</i> МОБИЛЬДІ ЖҮЙЕДЕ ҮЛКЕН ДЕРЕКТЕРДІ ПРАКТИКАЛЫҚ ҚОЛДАНУ.....	389
<i>Толқын А., Байжұманов Қ.Д., Дарханова А.А.</i> ЖЕЛ ЭНЕРГИЯСЫН ҚУАТ ЖҮЙЕСІНДЕ ҚОЛДАНУ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ.....	394
<i>Латин В.А., Шарипов Р.Ж.</i> СЫЗЫҚСЫЗ ЖҮЙЕЛЕРМЕН МОДЕЛЬДЕНЕТІН СЕЙСМИКАЛЫҚ ОҚШАУЛАҒЫШ ОБЪЕКТІЛЕРІНІҢ РЕАКЦИЯСЫ.....	398
<i>Есентаева А.А., Надиров К.С., Бимбетова Г.Ж., Жантасов М.К., Надиров Р.К., Жандосов Б.М.</i> МҰНАЙ ЖИНАУ ЖӘНЕ ДАЙЫНДАУ ЖҮЙЕСІНІҢ ҚҰБЫРЖОЛДАРЫ ҮШІН КОРРОЗИЯҒА ҚАРСЫ ЖАБЫНДАР.....	404
<i>Голубев В.Г., Надиров К.С., Жантасов М.К., Бимбетова Г.Ж., Надирова Ж.К., Орынбасаров А.К., Солтанов Р., Ботаишев Е.Т.</i> КҮРДЕЛІ ПРОФИЛЬДЕГІ ҰҢҒЫМАЛАРДЫ БҰРҒЫЛАУҒА АРНАЛҒАН ШАЮ СҮЙЫҚТЫҒЫН ӨЗІРЛЕУ МӘСЕЛЕСІ.....	413
<i>Аралбаев Н., Диханбаева Ф., Юсоф Ю.А., Серикбаева А.</i> ШҰБАТ ЖӘНЕ ҚҰРҒАҚ ШҰБАТТЫҢ АМИН ҚЫШҚЫЛДЫҚ ҚҰРАМЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТҮРДЕ ЗЕРТТЕУ.....	416
<i>Жумангалиева Н.К., Корченко А.А. Досжанова А.</i> ЗАМАНАУИ ВИРТУАЛДЫ ПРИМАНКАЛАР ЖҮЙЕЛЕР HONEYROT ТЕХНОЛОГИЯСЫ НЕГІЗІНДЕ.....	421
<i>Жукабаева Т.К., Марденов Е.М.</i> ӨР ТҮРЛІ ШИФРЛАУ АЛГОРИТМДЕРІНІҢ ДӨҢГЕЛЕК КІЛТ БУЫНДАРЫН ТАЛДАУ.....	430
<i>Дүйсен А.Б., Бекалай Н.Қ.</i> АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ ТҮРҒЫН ҮЙЛЕРІНЕ АРНАЛҒАН ЖЫЛЫТУ ҚАЗАНДЫҒЫН ЖОБАЛАУ.....	439
<i>Саржан М.Б., Амиргалиев Б.Е.</i> ЖЕР БЕДЕРІН ЗД МОДЕЛЬДЕУ ҒИМАРАТТАРДЫ САЛУДЫ ЖОСПАРЛАУДЫҢ ЗАМАНАУИ ШЕШІМІ.....	445
<i>Кожяхмет К., Султанова Н., Ботбаева А., Капаева М.</i> ОРЫСША ТЕКСТТЕРДІҢ ТОНАЛДЫҒЫН АНЫҚТАУ.....	449
<i>Далабаева А.Т., Бекбауов Б.Е.</i> ГЕЛЬДІК КОМПОЗИЦИЯЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ МҰНАЙ ҰҢҒЫМАЛАРЫН СУ АҒЫНЫНАН ОҚШАУЛАУ.....	452
<i>Омарғали Т.Е., Тиймбаева Б.Т., Токтамысова А.Б.</i> СҮТ КӘСПОРЫНДА ХАССП ЖҮЙЕСІН САПА МЕНЕДЖМЕНТ ЖҮЙЕСІМЕН ИНТЕГРАЦИЯЛАУ.....	456
<i>Бияшев Р.Ф., Серіков С.А.</i> МӘЛІМЕТТЕРДІ ӨНДЕУ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ МӘЛІМЕТТЕР ҚОРЫНА ҚОЛЖЕТІМДІЛІКТІ САРАЛАУ ӘДІСТЕРІ МЕН ҚҰРАЛДАРЫНА ШОЛУ ЖАСАУ.....	459

<i>Пыркова А., Зуева Е.</i> BADUSB ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫ ЖӘНЕ ҚАУІПСІЗДІКТІ ТАЛДАУ ЖҮЙЕСІ.....	466
<i>Ахметов Б.С., Лахно В.А., Еркелдесова Г.Т.</i> ТЕМІР ЖОЛ КӨЛПІ ҚОЗҒАЛЫСЫН ДИСПЕТЧЕРЛЕНДІРУДІҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕСІНДЕ ДЕРЕКТЕРДІ ПАРАЛЛЕЛЬ ӨНДЕУ	471
<i>Мутанов Г.М., Мамықова Ж.Д., Карюкин В.И., Жақсыкелді А.Ж.</i> ӘЛЕУМЕТТІК МЕДИА МАЗМҰНЫН ПАЙДАЛАНУШЫЛАРДЫҢ ТОНАЛДЫҒЫН АНЫҚТАУ ҮШІН МАШИНА-ОҚЫТУ АЛГОРИТМІН ӨЗІРЛЕУ	479
<i>Глеубаева И.С., Диханбаев К.К., Шабдан Е.</i> НАНОҚҰРЫЛЫМДЫ КРЕМНИЙ ҚАБЫРШАҚТАРЫН АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ШАҒЫЛУ ҚАСИЕТТЕРІН САЛЫСТЫРУ	486
<i>Қарагойшина Г.М., Байжуманов К.Д.</i> АТМОСФЕРАДАҒЫ ЖЫЛУ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫНЫҢ ҚАЛДЫҚТАРЫН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ МӨЛШЕРІН АЗАЙТУ	491
<i>Жәкен Е.Ж., Кубаев Қ.Е., Бисалиев М.С.</i> БАНК СЕКТОРЫНДАҒЫ СПИР ФИШИНГКЕ ҚАРСЫ ҚОРҒАУ МОДЕЛЬДЕРІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ӘДІСТЕРІН ӨЗІРЛЕУ	496
<i>Ширяева О.И., Самигулин Т.И., Панюкова Д.В.</i> ЖАСАНДЫ ИММУНДЫ ЖҮЙЕЛЕРДІ КҮРДЕЛІ ЖҮЙЕ САТЫЛАРЫ РЕТІНДЕ ДАМУДЫҢ НЕГІЗГІ КОНЦЕПЦИЯЛАРЫ.....	501
<i>Бекеева С.А., Еселханова Г.А.</i> ТҮНГІ УАҚЫТТА ЖҰМЫС ІСТЕЙТІН ЕҢБЕКТІ АУЫСЫМДЫҚ ҰЙЫМДАСТЫРУ КЕЗІНДЕ ЖАРАҚАТТАНУ ҚАУІП ҚАТЕРІН БАҒАЛАУ ЗЕРТТЕЛЕТІН ЖАРАҚАТТАНУ ҚАУІП БАР ӨНДІРИСТЕР МЫСАЛЫНДА.....	505
<i>Баймаханов Г.А., Алижан А.Ж.</i> ЖЫЛУ ЖӘНЕ ЭНЕРГЕТИКА КӘСПОРЫНДАРЫНДА САПАНЫ СЕРТИФИКАТТАУ	510
<i>Баймаханов Г.А., Есказиева М.Т.</i> КЕДЕН ОДАҒЫНЫҢ ЖӘНЕ БАЭО ЕЛДЕРІНДЕ ТАҢБАЛАУДЫ ТАЛДАУ	514
<i>Молдабеков М.М., Еремін Д.И., Жаксыгулова Д.Г., Трепашко С.</i> БҰЛТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП, РЕФЕРЕНЦТІ GNSS СТАНЦИЯЛАРДЫҢ ЖЕЛЛІК ИНФРАҚҰРЫЛЫМДАРЫН БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІНДЕГІ АҚПАРАТ АЛМАСУ	518
<i>Ахмедов Д.Ш., Еремін Д.И., Жаксыгулова Д.Г.</i> UML-ДИАГРАММАЛАРЫН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП, МОРЕНА КӨЛДЕРІНІҢ КҮЙІН МОНИТОРИНГТЕУ ЖҮЙЕСІ НЫСАНДАРЫНЫҢ СИПАТТАМАСЫ.....	521
<i>Мутанов Г.М., Саксенбаева Ж.С., Акжигит К.Ж.</i> ЖОҒАРҒЫ ОҚУ ОРНЫНДАҒЫ ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАРДЫҢ КЛАССИФИКАЦИЯЛАНУЫ ТУРАЛЫ.....	526
<i>Болат Т.А.</i> АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДАҒЫ БАҚЫЛДАУ ТӘСІЛДЕРІН АНАЛИЗ ӨТКІЗІП ЖӘНЕ ДЕ ЖІКТЕУ	530
<i>Мұхамбетжанов С.Т., Шаймерденова Л.Е.</i> СҮЗГІЛЕУ ЕСЕПТЕРІНДЕГІ МИКРОСКОПИЯЛЫҚ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДІҢ ШЫҒУ ТЕГІ ТУРАЛЫ.....	534
<i>Болат Т.А., Сатыбалдиева Р.Ж.</i> ТИІМДІ ӘДІСТЕМЕЛІК КӨЗҚАРАС ЖӘНЕ БОЛЖАМДЫ ТАЛДАУ НЕГІЗІНДЕ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БОЛЖАУ	541
<i>Мун Г.А., Витүлөва Е.С., Тасбулатова З.С., Байпақбаева С.Т., Сүлейменов И.Э.</i> ЖАҢА ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ПРИНЦИПТЕРГЕ НЕГІЗДЕЛГЕН БҮЛІККЕ ҚАРСЫ ЖҮЙЕЛЕР.....	548
<i>Искакова Г.К., Жарылқасынова Ж.Ә., Кизатова М.Ж., Мулдабекова Б.Ж., Азимова С.Т.</i> ҰЗАҚ МЕРЗІМДЕ САҚТАУҒА НЕГІЗДЕЛГЕН ГАЛЕТ САПАСЫН ЗЕРТТЕУ	553
<i>Мұхамбетқалиева А.С., Бугубаева Г.О., Тнымбаева Б.Т., Асилова Г.М., Жельдыбаева А.А.</i> ҚҰРАМЫНДА ШЫРЫНЫ БАР СУСЫНДАРДЫҢ САПАСЫН ЗЕРТТЕУ	558
<i>Максут Д.М., Байжуманов К.Д.</i> КОНДЕНСАЦИЯЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫЛАРДЫҢ ЦИРКУЛЯЦИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ	560
<i>Аралбаев Н., Диханбаева Ф., Юсоф Ю.А., Серикбаева А.</i> ТҮЙЕ СҮТІНДЕГІ СУДА ЕРИТІН ДӘРУМЕНДЕР ҚҰРАМЫНЫҢ КЕПТІРУДЕН КЕЙІНГІ ӨЗГЕРҮІ.....	565
<i>Нюсупова Г.Н., Абилова А.Б., Кенеспаева Л.Б., Аубакирова Г.Б.</i> ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДАҒЫ ЖҰМЫСПЕН ҚАМТЫЛУ ЖӘНЕ ЖҰМЫССЫЗДЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРІ.....	568

<i>Ахмедиев С.К., Хабидолда О., Жолмагамбетова Б.Р., Мәдібайұлы Ж., Сахтаганов А.З.</i> САТЫЛЫ-АЙНЫМАЛЫ КӨЛДЕНЕҢ ҚИМАНЫҢ КОНСОЛЬ ӨЗЕГІНІҢ КҮЙІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ.....	576
<i>Айдын М.Е., Мусиралиева Ш.Ж.</i> OSMOCOM ЖОБАСЫН ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ GSM ЖЕЛПІЛЕРІНІҢ ОСАЛДЫҚТАРЫН ТАЛДАУ ҮШІН ҚОЛДАНУ.....	581
<i>Болегенова С.А., Шортанбаева Ж.К., Көпжасар М.Ж.</i> ҚАЛДЫҚТАР МӘСЕЛЕСІ ЖӘНЕ БҮЛ МӘСЕЛЕНІ ЖЕДЕЛ ШЕШУДЕГІ ISO 14001 СТАНДАРТЫНЫҢ РӨЛІ.....	588
<i>Конакбай З.Е., Асылбекова И.Ж.</i> ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ІСКЕРИ АВИАЦИЯ НАРЫҒЫ.....	593

Физика-математика ғылымдары

<i>Мұстафин М.А.</i> ДИФФЕРЕНЦИАЛЫҚ ГЕОМЕТРИЯНЫҢ КЕЙБІР АСПЕКТТЕР.....	597
<i>Шакенова А.</i> ЖАЙ САНДАРДЫ ТУДЫРАТЫН ҮШТІКТЕР ТУРАЛЫ ГИПОТЕЗА.....	599
<i>Байтимбетова Б. А., Рябикин Ю. А., Лебедев И. А.</i> ҚАТАРДЫ ШЕШУ ҮШІН СТАЦИОНАРЛЫ ЕМЕС ЭПР СИГНАЛДАРЫН ҚОЛДАНУ ПАРАМАГНИТТИ ОРТАЛЫҚТАРДЫ БӨЛУ ЖӨНІНДЕГІ МӘСЕЛЕЛЕР.....	605
<i>Болатов Н.Қ., Тойлыбаев А.Е., Болатова Ж.Т.</i> БИОГАЗ ҚОНДЫРҒЫСЫНДАҒЫ ТАСЫМАЛДАНАТЫН ОРГАНИКАЛЫҚ ҚАЛДЫҚТАРДЫ ТИІМДІ ӨНДЕУДІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІ.....	610
<i>Шуренов М.К.</i> ЛОГИСТИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕРДІ ШЕШУ ҮШІН ТРАНСПОРТТЫҚ ЕСЕПТИ ҚОЛДАНУ.....	615
<i>Бейсенбі М.Ә., Башеева Ж.О.</i> А.М. ЛЯПУНОВ ВЕКТОР-ФУНКЦИЯЛАРЫНЫҢ ГРАДИЕНТ-ЖЫЛДАМДЫҚ ӘДІСІМЕН М-КІРІС ЖӘНЕ N-ШЫҒЫСЫ БАР ОБЪЕКТІНІ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ЗЕРТТЕУ.....	620
<i>Ахметов Б.С., Гнатюк С.А., Охрименко Т.А., Кинзерявий В., Юбузова Х.И.</i> ДЕТЕРМИНИСТІК КВАНТТЫҚ ЖӘНЕ КРИПТОГАФИЯЛЫҚ ХАТТАМА БОЙЫНША АҚПАРАТ АЛМУС КЕЗІНДЕ БӨГЕУЛГЕ ТҰРАҚТЫ РИДА-СОЛОМОН КОДЫНЫҢ ГАЛУА $GF(3^2)$ ӨРІСІНДЕ ТҮЗЕТУШІЛІК ҚАБІЛЕТТЕРІН ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУ.....	626
<i>Бедельбекова К.А., Озерной А.Н., Верецк М.Ф., Манакова И.А., Дегтярева А.С.</i> ЗОНДТЫҚ МЕССБАУЭРЛІК АТОМДАР АРҚЫЛЫ КОНСТРУКЦИЯЛЫҚ РЕАКТОРЛЫҚ МАТЕРИАЛДАРДАҒЫ ЖОҒАРЫ ДОЗАЛЫ РАДИАЦИЯЛЫҚ ЗАҚЫМДАНУЛАРДЫ МОДЕЛДЕУ.....	635
<i>Төреқожаев Ә.Н., Маматова Г.Ө., Бекаулова Ж.М.</i> ГИРОСКОПТЫҢ КЕДЕРГІЛІ ОТРАДАҒЫ ҚОЗҒАЛЫСЫ ТУРАЛЫ ЕСЕПТИҢ ШЕШІМІ.....	640
<i>Уаисов Б.</i> РЕТІ МЕН ТҮРІ НҰҚСАНДАЛҒАН КӨПӨЛШЕМДІ ГИПЕРБОЛАЛЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ҮШІН ДАРБУ-ПРОТТЕР ЕСЕБІНІҢ БІРТҰТАСТЫЛЫҒЫ.....	644
<i>Оразбаев Б.Б., Шангитова Ж.Е., Касенова Л.Г., Оразбаева К.Н., Коданова Ш.К.</i> АЙҚЫНСЫЗДЫҚТА ХИМИЯЛЫҚ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕР ЖҰМЫС РЕЖИМДЕРІН БАСҚАРУДА КӨПКРИТЕРИЙЛІК ОПТИМИЗАЦИЯЛАУ.....	652
<i>Түсіпбек М.Қ., Жұманов М.А.</i> ЖЫЛУ ОҚШАУЛАҒЫШ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІНЕ ТАЛДАУ ЖАСАУ.....	660
<i>Темирбеков Н.М., Байгереев Д.Р., Омариева Д.А.</i> ЕКІ ФАЗАЛЫ ТЕПЕ-ТЕҢ ЕМЕС ФИЛЬТРАЦИЯ ЕСЕБІНДЕ ҚЫСЫМ ҮШІН ТЕҢДЕУДІ ШЕШУДЕ ТҰРАҚТАНДЫРЫЛҒАН БИТҮЙІНДЕС ГРАДИЕНТТЕР ӘДІСІН ПАЙДАЛАНУ.....	663
<i>Ибраев А.Т.</i> ВЕКТОРЛАР ЖӘНЕ ОРТОГОНАЛДЫ ҚОСАҚТАЛҒАН КООРДИНАТТАР ЖҮЙЕЛЕРІ.....	669
<i>Күмеков С.Е., Саитова Н.К.</i> КӨМІРТЕГІ НАНОҚҰРЫЛЫМДАРДЫҢ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯСЫНДА АНТИСТОКС ҚАНАТЫНЫҢ ДИФФУЗДЫ СПЕКТРЛЕРІ.....	678

Химия-металлургия ғылымдары

<i>Маренов Б.Т., Надиров К.С., Жантасов М.К., Надиров Р.К., Бимбетова Г.Ж., Боташев Е.Т., Жандосов Б.М.</i> МАЙ ҚЫШҚЫЛДАРЫ МЕН БУТАНОЛ НЕГІЗІНДЕ ДЕПРЕССОРЛЫҚ ӨРЕКЕТТЕГІ РЕАГЕНТТЕРІН АЛУ.....	683
<i>Балбекова Б.К., Төлеуова А.Р.</i> ШЕЕЛИТ КОНЦЕНТРАТЫНАН СИРЕК ЖЕР ЭЛЕМЕНТТЕРІН КҮКІРТ ҚЫШҚЫЛДЫ СІЛТІЛЕУ ҮДЕРІСІН ЗЕРТТЕУ.....	689
<i>Аубакиров Е., Ахметова Ф., Ташмухамбетова Ж., Сасыкова Л.</i> ПОЛИМЕР ҚАЛДЫҚТАРЫН ГИДРОГЕНИЗАЦИЯЛЫҚ ТЕРМОКАТАЛИЗДІК ӨНДЕУ ПРОЦЕСТЕРІ ҮШІН ТАЙЖҮЗГЕН ТАБИҒИ ЦЕОЛИТІ НЕГІЗІНДЕГІ КАТАЛИЗАТОРЛАРДЫ ЗЕРТТЕУ.....	694
<i>Асқанова Б.А., Мусабеков К.Б., Таубаева Р.С., Барани Ш.</i> УЛЬТАДЫБЫС, ЭЛЕКТРОЛИТ ЖӘНЕ ФЛОКУЛЯНТТЫҢ МОНТМОРИЛЛОНИТ ГИДРОСУСПЕНЗИЯСЫНЫҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫНА ӨСЕРІ.....	698
<i>Серік Асқар, Рахымжан Н., Баяндинова А.А., Қазбек А. Қ., Баққара А., Лесбаев Б.Т.</i> ПРОПАНЫҢ ЖӘНЕ БЕНЗОЛДЫҢ ЭТАНОЛМЕН КОМБИНИРЛЕНГЕН ЖАНУЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІГІ.....	703
<i>Ахметқалиева М.Ш., Сасыкова Л.Р., Батырбаева А.А., Аубакиров Е.А., Ажигулова Р.Н.</i> "ПОЛКОВНИЧИЙ" АРАЛЫНЫҢ (СЕМЕЙ, ҚАЗАҚСТАН) АШЫҚ-ҚОҢЫР ТОПЫРАҒЫНДАҒЫ МЫРЫШ ПЕН ҚОРҒАСЫННЫҢ ҚОСЫЛЫСТАРЫ.....	711
<i>Кошкарбаева Ш.Т., Абдуразова П.А., Сатаев М.С., Райымбеков Е.Б.</i> ЖҰМЫСҚА ЖАРАМСЫЗ ҚАЛДЫҚ БАТАРЕЯЛАРДАН МЫРЫШТЫ БӨЛІП АЛУ.....	717
<i>Кошкарбаева Ш.Т., Абдуразова П.А., Сатаев М.С., Райымбеков Е.Б.</i> АКТИВТІ МАССАНЫҢ ЫДЫРАУ ДӘРЕЖЕСІНЕ КҮКІРТ ҚЫШҚЫЛЫ ТЕМПЕРАТУРАСЫНЫҢ ӨСЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	721
<i>Омирова Р., Болысбек А.А., Джалилов А.Т., Ширинов Ш.А.</i> ТЫҢАЙТҚЫШ ҚАСИЕТТЕРІ БАР ГИДРОГЕЛЬДЕРДІҢ ТОПЫРАҚҚА ӨСЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	725
<i>Ширинов Ш.А., Джалилов А.Т., Болысбек А.А., Омирова Р.</i> ЖЕРГІЛІКТІ ШИКІЗАТ НЕГІЗІНДЕ ЖАҢА ГИДРОГЕЛЬДЕРДІ ӨНДІРУ.....	729
<i>Болысбек А.А., Омирова Р., Джалилов А.Т., Ширинов Ш.А.</i> ГИДРОГЕЛЬДЕР СИНТЕЗІНІҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ АНЫҚТАУ.....	733
<i>Гилязов Е.Г., Аронова А.А., Сагинаев А.Т., Изғалиев С.А., Хасанова Г.Е.</i> «ӨЗЕНМҰНАЙГАЗ» АҚ МГӨБ-1 ПРОМЗОНАСЫНАН АЛЫНҒАН МҰНАЙМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚ НЕГІЗІНДЕ НЫҒАЙТЫЛҒАН ГРУНТТЫҢ ФИЗИКА-МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ.....	738
<i>Солтанбекова Қ.А., Манханова А.Е.</i> ДҮНИЕ ЖҮЗІНДЕГІ СІЛТИ-БАЗ-ПОЛИМЕРДІ (ASP) ӨСЕР ЕТУДІ ҚОЛДАНУ ТУРАЛЫ ШОЛУ.....	742
<i>Ашкеев Ж.А., Машеков С.А., Буканов Ж.У., Саркенов Б.Б., Курметбек Т.</i> КРИСТАЛЛИЗАТОРДА ҚҰЙЫЛҒАН ДАЙЫНДАМАЛАРДЫ САЛҚЫНДАТУ КЕЗІНДЕГІ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ ӨРІСТЕРДІ ЕСЕПТЕУ.....	749

Әскери ғылымдар

<i>Алтынбеков Р., Мартикьян А., Салий С.</i> ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ШЕКАРА ҚАУІПСІЗДІГІНІҢ НЕГІЗГІ ҚАУІП-ҚАТЕРЛЕР: КЛАССИФИКАЦИЯ ЖӘНЕ СИПАТТАМАЛАРЫ.....	755
<i>Ермолдина Г.Т., Бағышев А.М.</i> ЗТ ӨТЕЛГЕН САТЫСЫНЫҢ БАГІНДЕГІ ОТЫН КОМПОНЕНТТЕРЫНЫҢ ҚАЛДЫҚТАРЫН БУЛАНУДА ТӘЖІРИБЕЛІК ЗЕРТТЕУЛЕРГЕ ҰСЫНЫСТАР ДАЙЫНДАУ.....	759

Экономикалық ғылымдар

<i>Айнақұлов Г. А., Қуренкеева Г. Т.</i> КӘСІПОРЫНДАҒЫ СТРАТЕГИЯЛЫҚ ЖОСПАРЛАУ ЖҮЙЕСІ.....	765
--	-----

СОДЕРЖАНИЕ

Науки о Земле

<i>Озгелдинова Ж.О., Хамзин Е.М., Мукаев Ж.Т., Жангужина А.А., Тенькебаева Ж.Ф.</i> АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ЛАНДШАФТЫ БАССЕЙНА РЕКИ КЕНГИР.....	3
<i>Байысбай О.П., Суйгенбаева А.Ж., Жунисбекова Д.А., Айкозова Л.Д., Тлесбаева Ж.А.</i> «ЗЕЛЕНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА» И ОБРАБОТКА ПОЧВЫ С ПОМОЩЬЮ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ.....	9
<i>Мажитова Г.З., Джаналеева К.М., Доскенова Б.Б.</i> ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ АГРОЛАНДШАФТОВ СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	14
<i>Оразбаев Б.Б., Сантеева С.А., Оразбаева К.Н., Курмангазиева Л.Т., Касымғалиев К.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ РАССЕЙВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ И ИХ ОСЕДАНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ.....	21
<i>Кожаметов Б.Т., Мукадил Т.Е., Беккулиев А.А.</i> АНАЛИЗ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ... <i>Джамалов Д.К.</i> КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН АЛМАТЫ ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ.....	29
<i>Абетов А.Е., Ниязова А.Т.</i> ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ КОНСОЛИДИРОВАННОЙ КОРЫ КРУПНЫХ ГЕОСТРУКТУР СЕВЕРО-УСТЮРТСКОГО РЕГИОНА.....	43
<i>Урымбаева А.А., Базарбаева Т.А., Сладковский А.В., Муканова Г.А., Михальченко Е.Н.</i> ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТВЕРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ (НА ПРИМЕРЕ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ).....	51
<i>Табылдина А.Т., Дүйсебаева К.Д., Мақаш К.К.</i> КАРТОГРАФИРОВАНИЕ АГРОЛАНДШАФТОВ СЕВЕРНОГО СКЛОНА ЗАИЛИЙСКОГО АЛАТАУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЕ.....	57

Технические науки

<i>Нысанова Г.Ж., Бекалай Н.К.</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛОГО ДОМА НА ОСНОВЕ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ.....	62
<i>Чепашев Д.В., Талгарбаева Д.Н., Нурсеит Ж.Ж.</i> РАДАРНАЯ СПУТНИКОВАЯ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ УЧАСТКА ТЕРРИТОРИИ ЮЖНО- ТОРГАЙСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО БАССЕЙНА.....	66
<i>Мустафа Л., Исмаилов М.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ МОДИФИКАЦИИ УГЛЕРОДНОЙ ТКАНИ С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ УГЛЕПЛАСТИКОВ.....	72
<i>Мухарбек А.С., Мулдабекова Б.Ж., Искакова Г.К., Тенгельбаева А.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НУТОВОЙ МУКИ НА КАЧЕСТВО САХАРНОГО ПЕЧЕНЬЯ.....	76
<i>Шалабаев К., Алипбай К., Булатбек М., Мусиралиева Ш.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКСТРЕМИСТСКИХ ТЕКСТОВ В СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ ВКОНТАКТЕ.....	80
<i>Аширбаев Н.К., Аширбаева Ж.Н., Абжапбаров А., Дүйсебаева П.С., Алтынбеков Ш.Е.</i> ВЛИЯНИЕ ИНОРОДНОГО ВКЛЮЧЕНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ ВОЛНОВОГО ПОЛЯ В УПРУГОМ ТЕЛЕ	87
<i>Капалова Н., Дюсенбаев Д., Сақан Қ., Алғазы К.</i> КРИПТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМА ШИФРОВАНИЯ «AL01»	92
<i>Заурбеков Н.С., Асылбеков А.А., Козыбаев А.К., Набиева Ж.С.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГИДРОМОДУЛИ И ЗАСЫПИ НА ЭКСТРАКТИВНОСТЬ ПИВА... <i>Сағидоллақызы Ш.</i> БЕССТОЧНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОФЛОКУЛЯНТА В НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ.....	98
<i>Байсылбаева К.Д., Саксенбаева Ж.С.</i> О СОЗДАНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИМИТАЦИИ ПОВЕДЕНИЯ ЛЮДЕЙ ПОСЛЕ ЗЕМЛЯТРЕСЕНИЯ.....	105
	108

<i>Мухамедова Н.М., Кожжахметов Е.А., Скаков М.К., Мухамеджанова Р.М., Курбанбеков Ш.Р.</i> ВЛИЯНИЕ МЕХАНОАКТИВАЦИИ НА ОБРАЗОВАНИЕ ОРТОРОМБИЧЕСКОЙ ФАЗЫ В СИСТЕМЕ Ti-Al-Nb.....	115
<i>Байсылбаева К.Д.</i> УПРОЩЕНИЕ ИЗЛИШНИХ УСИЛИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ СЕМАНТИЧЕСКОГО СХОДСТВА ТЕКСТА.....	120
<i>Торекул Б., Адилулы А., Бахтияр Б.Т., Умышев Д., Отынишиева М.</i> МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА В КОНВЕКТИВНОЙ ЧАСТИ КОТЛОВ.....	124
<i>Байжанова Д.О.</i> ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ СБАЛАНСИРОВАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ.....	131
<i>Байкенжеева А.С., Имангалиева А.К.</i> ОЦЕНКА РИСКОВ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ.....	135
<i>Есмаганбетова А.Б., Даутканова Д.Р., Дуйсенбекова О.О., Мыржыкбаева А.Д.</i> ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ РАЗВИТИИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ.....	139
<i>Бейсенби М.А., Тургунбеков А.М., Кисикова Н.М., Садвакасова А.У.</i> СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ НЕУСТОЙЧИВЫМИ РЕЖИМАМИ КОСМИЧЕСКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.....	144
<i>Баекешев Н.А., Тусеев Т.</i> СВОЙСТВА ПЕРОВСКИТНО СТРУКТУРНЫХ ПРОВОДНИКОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ.....	152
<i>Жуманов М.А., Куатбек И.Н.</i> АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ.....	156
<i>Вахитова Л.В., Киселева О.Г., Каппаров С.К.</i> МОДЕРНИЗАЦИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ.....	160
<i>Байтилес Н.С., Болат А.А., Сейт А.Е., Дарибаев Б.С.</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ МЕЛОДИИ «КУЙ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	163
<i>Диханбаева Ф.Т., Смаилова Ж.Ж., Тастурганова Э.Ч.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МОЛОКА МОЛОЧНОКИСЛЫМИ БАКТЕРИЯМИ.....	167
<i>Бедельбекова К.А., Озерной А.Н., Верещак М.Ф., Манакова И.А., Дегтярева А.С.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОДОЗНЫХ РАДИАЦИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ В КОНСТРУКЦИОННЫХ РЕАКТОРНЫХ МАТЕРИАЛАХ ЗОНДОВЫМИ МЕССБАУЭРОВСКИМИ АТОМАМИ.....	171
<i>Құдыш А.А., Есенқұлова Ж.Ж.</i> РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПРИМЕРЕ НЕФТЯНОЙ ОТРАСЛИ.....	177
<i>Кожжахмет К., Шойынбек А., Қуанышбай Д.</i> ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЯЗЫКОВ НА ЗАДАЧУ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИИ В РЕЧИ.....	182
<i>Альтаева Ж.Ж.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АКТОВО-ПРЕТЕНЗИОННОЙ РАБОТЫ.....	185
<i>Абсадық А.М.</i> РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ЧЕЛОВЕКА.....	190
<i>Баймаханов Г.А., Берден Р.С., Саден Ж.Е.</i> АНАЛИЗ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ.....	194
<i>Козбагаров Р.А., Жиенкожаев М.С.</i> ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОТВАЛА БУЛЬДОЗЕРА С ЛИПКИМИ МАТЕРИАЛАМИ ПРИ СВЯЗИ СКОРОСТЕЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ.....	197
<i>Жусупова О.К., Айткожаев А.З.</i> РАЗРАБОТКА ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ КАЧЕСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ.....	202
<i>Рябкин Ю.А., Байтимбетова Б.А., Лебедев И.А., Серикканов А.С.</i> ПАРАМАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА УГЛЕРОДНЫХ ПЛЕНОК НА ПОДЛОЖКЕ ИЗ КВАРЦА.....	208
<i>Әділқазы Б.Н., Шаймерден Б.М., Бахтияр Б.Т., Отынчиева М., Умышев Д.</i> РАЗРАБОТКА ЭКОНОМИЧНЫХ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ КВГМ-55-150.....	212
<i>Леспекоев Д.А., Налибаев Е.Д., Пахридин С.К., Қараман А.Д., Жамбыл А.</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ВЕНДИНГОВОГО АППАРАТА НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА.....	217

<i>Мансурова М.Е., Баракхнин В.Б., Пастушков И.С., Кыргызбаева М.Е., Хибатханулы Е.</i> ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИМЕНОВАННЫХ СУЩНОСТЕЙ ИЗ СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ТЕКСТОВ.....	223
<i>Турсын Д.К., Мажренова Н.Р.</i> ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ...	231
<i>Савинкин В.В., Ратушная Т.Ю., Кузнецова В.Н.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛОПАТОК ТУРБИН ТЭЦ, ВОССТАНОВЛЕННЫХ ПЛАЗМЕННЫМ ИСТОЧНИКОМ ЭНЕРГИИ.....	235
<i>Баимбетов Д., Шакир Е., Беляев Е., Калтаев А.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ СОЛНЕЧНОГО ФОТОВОЛЬТИЧЕСКОГО ОБРАТНОГО ОСМОСА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДЫ.....	243
<i>Торбек А.Г., Мажренова Н.Р.</i> РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА...	249
<i>Бостанбеков К.А., Юничева Н.Р., Алимова А.Н.</i> СОЗДАНИЕ АРХИВА ИСТОРИЧЕСКИХ ДАННЫХ ГЛОБАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ КЛИМАТА ИЗ СПИСКА SMP5 (COUPLED MODEL INTERCOMPARISON PROJECT).....	255
<i>Брянцев А.А.</i> НАТУРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ СВАРНЫХ ГОФРИРОВАННЫХ БАЛОК С КРУГЛЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ.....	261
<i>Генбач А.А., Джаманкулова Н.О.</i> ХАРАКТЕРИСТИКИ ОДИНОЧНОГО ПАРОВОГО ПУЗЫРЯ В ЯЧЕЙКАХ КАПИЛЛЯРНО- ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ.....	268
<i>Савинкин В.В., Ратушная Т.Ю., Кузнецова В.Н., Шакирова М.А.</i> ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТУРБИНЫ ТЭЦ С УЧЕТОМ УДЕЛЬНЫХ ЗАТРАТ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ОТКАЗА.....	276
<i>Отаров Е.Ж., Бегайдаров Б.А., Рахатов Т.Д., Исмаилов Ч.У.</i> АСПЕКТЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА В РАБОЧЕЙ СРЕДЕ НА ЗАВОДЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	285
<i>Мукашева А.К., Сапарходжаев Н.П.</i> МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РОСТА САХАРНОГО ДИАБЕТА НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА.....	290
<i>Калимолдаев М.Н., Дрозденко А.А., Коплык И.В., Маринич Т.А., Абдилдаева А.А., Жукабаева Т.К., Галиева Ф.М.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ.....	297
<i>Муканова Б.Г., Ахметжанов М.А., Азимова Д.Н., Намазбаев Б.Д.</i> РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА НЕРАВНОМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ПРИМЕРЕ РОБОТА ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ (3D ПРИНТЕР ANYCUBIC KOSSEL).....	307
<i>Баймаханов Г.А., Калтай Т.Д., Касымкулкызы А.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И УЛУЧШЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СИСТЕМ	310
<i>Имансакипова Н.Б., Иргибаетов Т.И.</i> НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ЭФФЕКТОВ НА ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ И УСТОЙЧИВОСТИ ГАЗОВОЗДУШНЫХ СКОПЛЕНИЙ В МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДАХ.....	315
<i>Цой А.П., Алимкешова А.Х.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОЛОКООХЛАДИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ С РАДИАЦИОННЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ	320
<i>Жаникулов Н., Борисов И., Таймасов Б., Джанмулдаева Ж.</i> РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБЖИГА МАЛОЭНЕРГОЕМКИХ КЛИНКЕРОВ.....	325
<i>Батыргалиев А.Б.</i> ОБЗОР КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ ОЦЕНКИ ЗАЩИЩЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОТ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ ПО КАНАЛУ ПОБОЧНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ И НАВОДОК.....	330
<i>Аманжолов Т., Тунгатарова М., Толеуханов А., Ахметов Б.</i> ГЕОТЕРМАЛЬНЫЙ ТЕПЛОСБЕРЕГАЮЩИЙ АККУМУЛЯТОР: ОПЫТ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ЗЕМЛИ.....	337

<i>Ахметова А.Ж., Ла Л.Л.</i> АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ИЗМЕНЕНИЯ В ИНФОРМАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ.....	347
<i>Бейсенби М.А., Калиева С.А.</i> СИНТЕЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В КЛАССЕ ОДНОПАРАМЕТРИЧЕСКИХ СТРУКТУРНО-УСТОЙЧИВЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ.....	352
<i>Байбулов А.К., Иваницкая Н.В., Рысбаева Г.П.</i> КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ТОННЕЛЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВНЕШНЕЙ ПОДВИЖНОЙ НАГРУЗКИ.....	356
<i>Джунусбеков Е.Ж., Оразбаев С.А.</i> РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО КОНДЕНСАТОРА В ПЕРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	360
<i>Ахметов С.С., Калижанова А.У., Набиева Г.С.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ АНАЛИЗА МОДУЛЬНЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ РАЗЛИЧНОГО КЛАССА И НАЗНАЧЕНИЯ.....	368
<i>Айтмагамбетов А.З., Еремин Д.И., Сатеров Н.М., Калиева Р.А.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ О ТРАЕКТОРИИ ПОЛЕТА МАЛЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ.....	375
<i>Серикбаева А.Н., Тиймбаева Б.Т., Бугубаева Г.О., Жаксылыкова Г.Н.</i> ВКУСОВАЯ ПРИПРАВА НА ОСНОВЕ ПРОРОЩЕННЫХ ЗЛАКОВ И БОБОВЫХ КУЛЬТУР	379
<i>Бигалиева Ж.С., Асылбекова Л.Р.</i> РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОЛИВА ВОДЫ.....	383
<i>Бидахмет Ж., Рахматулина А., Бидахметова Р.</i> ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ БОЛЬШИХ ДАННЫХ В МОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЕ.....	389
<i>Толкын А., Байжуманов К.Д., Дарханова А.А.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ВЕТРА В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ.....	394
<i>Латин В., Шарипов Р.</i> РЕАКЦИЯ ОБЪЕКТОВ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ, МОДЕЛИРУЕМЫХ НЕЛИНЕЙНЫМИ СИСТЕМАМИ.....	398
<i>Есентаева А.А., Надиров К.С., Бимбетова Г.Ж., Жантасов М.К., Надиров Р.К., Жандосов Б.М.</i> АНТИКОРРОЗИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМЫ СБОРА И ПОДГОТОВКИ НЕФТИ.....	404
<i>Голубев В.Г., Надиров К.С., Жантасов М.К., Бимбетова Г.Ж., Надирова Ж.К., Орынбасаров А.К., Солтанов Р., Боташиев Е.Т.</i> К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ ПРОМЫВОЧНОЙ ЖИДКОСТИ ДЛЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН СЛОЖНОГО ПРОФИЛЯ.....	413
<i>Аралбаев Н., Диханбаева Ф., Юсоф Ю.А., Серикбаева А.</i> СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ШУБАТА И СУХОГО ШУБАТА.....	416
<i>Жумангалиева Н.К., Корченко А.А., Досжанова А.</i> АНАЛИЗ СИСТЕМ ВИРТУАЛЬНЫХ ПРИМАНОК НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ HONEYROT.....	421
<i>Жукабаева Т.К., Марденов Е.М.</i> АНАЛИЗ ГЕНЕРАЦИЙ РАУНДОВЫХ КЛЮЧЕЙ РАЗЛИЧНЫХ АЛГОРИТМОВ ШИФРОВАНИЯ... ..	430
<i>Дүйсен А.Б., Бекалай Н.К.</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТОПИТЕЛЬНОЙ КОТЕЛЬНОЙ ДЛЯ ЖИЛОГО РАЙОНА ГОРОДА АЛМАТЫ.....	439
<i>Саржан М.Б., Амиргалиев Б.Е.</i> ЗД МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛАНДШАФТОВ КАК СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ПЛАНИРОВАНИЮ СТРОИТЕЛЬСТВА.....	445
<i>Кожяхмет К., Султанова Н., Ботбаева А., Капаева М.</i> ВЫЯВЛЕНИЕ ТОНАЛЬНОСТИ ТЕКСТА НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ.....	449
<i>Далабаева А.Т., Бекбауов Б.Е.</i> ИЗОЛЯЦИЯ ВОДОПРИТОКА В НЕФТЯНЫХ СКВАЖИНАХ ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕЛЕОБРАЗУЮЩИХ СОСТАВОВ.....	452
<i>Омаргали Т.Е., Тиймбаева Б.Т., Токтамысова А.Б.</i> ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ХАССП НА ПРЕДПРИЯТИИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ.....	456
<i>Бияшев Р.Г., Сериков С.А.</i> МЕТОДЫ И СРЕДСТВА РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА В СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ...	459

<i>Пыркова А., Зуева Е.</i>	
СОЗДАНИЕ VADUSB-УСТРОЙСТВА И АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМЫ.....	466
<i>Ахметов Б.С., Лахно В.А., Еркелдесова Г.Т.</i>	
ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА.....	471
<i>Мутанов Г.М., Мамыкова Ж.Д., Карюкин В.И., Жақсыкелді А.Ж.</i>	
РАЗРАБОТКА МАШИННО-ОБУЧАЕМОГО АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОНАЛЬНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ВОСПРИЯТИЯ КОНТЕНТА СОЦИАЛЬНЫХ МЕДИА.....	479
<i>Глеубаева И.С., Диханбаев К.К., Шабдан Е.</i>	
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПЛЕНОК КРЕМНИЯ И СРАВНЕНИЕ ИХ ОТРАЖАТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ.....	486
<i>Қарагойшина Г.М., Байжуманов К.Д.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ И СНИЖЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЫБРОСОВ ТЭС В АТМОСФЕРЕ.....	491
<i>Жәкен Е.Ж., Кубаев Қ.Е., Бисалиев М.С.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ЗАЩИТЫ ПРОТИВ СПИР ФИШИНГА В БАНКОВСКОМ СЕКТОРЕ.....	496
<i>Ширяева О.И., Самигулин Т.И., Панюкова Д.В.</i>	
БАЗОВЫЕ КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОЙ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ НА КЛАСС СЛОЖНЫХ СИСТЕМ.....	501
<i>Бекеева С.А., Еселханова Г.А.</i>	
ОЦЕНКА РИСКА ТРАВМООПАСНОСТИ ПРИ СМЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА С РАБОТОЙ В НОЧНОЕ ВРЕМЯ НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧАЕМЫХ ТРАВМООПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ.....	505
<i>Баймаханов Г.А., Алижан А.Ж.</i>	
ВНЕДРЕНИЕ СЕРТИФИКАЦИИ КАЧЕСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ.....	510
<i>Баймаханов Г.А., Есказиева М.Т.</i>	
АНАЛИЗ МАРКИРОВКИ В СТРАНАХ ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА И ЕАЭС.....	514
<i>Молдабеков М.М., Еремин Д.И., Жаксыгулова Д.Г., Трепашко С.</i>	
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОБМЕН В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ СЕТЬЮ РЕФЕРЕНЦНЫХ ГНСС СТАНЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	518
<i>Ахмедов Д.Ш., Еремин Д.И., Жаксыгулова Д.Г.</i>	
ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТОВ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ МОРЕННЫХ ОЗЕР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ UML-ДИАГРАММ.....	521
<i>Мутанов Г.М., Саксенбаева Ж.С., Акжигит К.Ж.</i>	
О КЛАССИФИКАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В ВУЗЕ.....	526
<i>Болат Т.А.</i>	
АНАЛИЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В ИТ.....	530
<i>Мухамбетжанов С.Т., Шаймерденова Л.Е.</i>	
О ПРОИСХОЖДЕНИИ МИКРОСКОПИЧЕСКОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В ЗАДАЧАХ ФИЛЬТРАЦИИ.....	534
<i>Болат Т.А., Сатыбалдиева Р.Ж.</i>	
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТИВНОГО МЕТОДОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА И ПРОГНОЗНОЙ АНАЛИТИКИ.....	541
<i>Мун Г.А., Витулёва Е.С., Тасбулатова З.С., Байтакбаева С.Т., Сулейменов И.Э.</i>	
СИСТЕМЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ МАССОВЫМ БЕСПОРЯДКАМ НА ОСНОВЕ НОВЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ.....	548
<i>Искакова Г.К., Жарылқасынова Ж.Ә., Кизатова М.Ж., Мулдабекова Б.Ж., Азимова С.Т.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ГАЛЕТ С ДЛИТЕЛЬНЫМ СРОКОМ ХРАНЕНИЯ.....	553
<i>Мухамбеткалиева А.С., Бугубаева Г.О., Тнымбаева Б.Т., Асилова Г.М., Жельдыбаева А.А.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА СОКОСОДЕРЖАЩИХ НАПИТКОВ.....	558
<i>Максут Д.М., Байжуманов К.Д.</i>	
ХАРАКТЕРИСТИКА ЦИРКУЛЯЦИИ КОНДЕНСАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	560
<i>Аралбаев Н., Диханбаева Ф., Юсоф Ю.А., Серикбаева А.</i>	
ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ В ВЕРБЛЮЖЬЕМ МОЛОКЕ ПОСЛЕ СУШКИ.....	565
<i>Нюсупова Г.Н., Абилова А.Б., Кенеспаева Л.Б., Аубакирова Г.Б.</i>	
ПРОБЛЕМЫ ЗАНЯТОСТИ И БЕЗРАБОТИЦЫ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН.....	568
<i>Ахмедиев С.К., Хабидолда О., Жолмагамбетова Б.Р., Мадибайұлы Ж., Сахтаганов А.З.</i>	
ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ КОНСОЛЬНОГО СТЕРЖНЯ СТУПЕНЧАТО- ПЕРЕМЕННОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ.....	576

<i>Айдын М.Е., Мусиралиева Ш.Ж.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЕКТА OSMOSOM ДЛЯ АНАЛИЗА УЯЗВИМОСТЕЙ GSM СЕТЕЙ В КАЗАХСТАНЕ.....	581
<i>Болегенова С.А., Шортанбаева Ж.К., Кәпжасар М.Ж.</i> ПРОБЛЕМА ОТХОДОВ И РОЛЬ СТАНДАРТА ISO 14001 В ОПЕРАТИВНОМ РЕШЕНИИ ЭТОЙ ПРОБЛЕМЫ.....	588
<i>Конакбай З.Е., Асылбекова И.Ж.</i> РЫНОК БИЗНЕС- АВИАЦИИ В КАЗАХСТАНЕ.....	593

Физико-математические науки

<i>Мустафин М.А.</i> НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ КУРСА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ.....	597
<i>Шакенова А.</i> ГИПОТЕЗА О ТРОЙКАХ, ГЕНЕРИРУЮЩИХ ПРОСТЫЕ ЧИСЛА.....	599
<i>Байтимбетова Б.А., Рябикин Ю.А., Лебедев И.А.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ СИГНАЛОВ ЭПР ДЛЯ РЕШЕНИЯ РЯДА ВОПРОСОВ ПО РАЗДЕЛЕНИЮ ПАРАМАГНИТНЫХ ЦЕНТРОВ.....	605
<i>Булатов Н.К., Тойлыбаев А.Е., Булатова Ж.Т.</i> МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТРАНСПОРТИРУЕМЫХ ОТХОДОВ ОРГАНИЧЕСКОГО ТИПА В БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКЕ.....	610
<i>Шуренов М.К.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ.....	615
<i>Бейсенби М.А., Башеева Ж.О.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ С М-ВХОДАМИ И N-ВЫХОДАМИ ОБЪЕКТА ГРАДИЕНТНО-СКОРОСТНЫМ МЕТОДОМ ВЕКТОР-ФУНКЦИИ А.М. ЛЯПУНОВА....	620
<i>Ахметов Б.С., Гнатюк С.А., Охрименко Т.А., Кинзерявый В. , Юбузова Х.И.</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРЕКТИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫХ КОДОВ РИДА СОЛОМОНА НАД ПОЛЕМ ГАЛУА $GF(3^2)$ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ИНФОРМАЦИИ ПО ДЕТЕРМИНИСТИЧЕСКОМУ КВАНТОВО-КРИПТОГРАФИЧЕСКОМУ ПРОТОКОЛУ.....	626
<i>Бедельбекова К.А., Озерной А.Н., Верецк М.Ф., Манакова И.А., Дегтярева А.С.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОДОЗНЫХ РАДИАЦИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ В КОНСТРУКЦИОННЫХ РЕАКТОРНЫХ МАТЕРИАЛАХ ЗОНДОВЫМИ МЕССБАУЭРОВСКИМИ АТОМАМИ.....	635
<i>Тюреходжаев А.Н., Маматова Г.У., Бекаулова Ж.М.</i> РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О ДВИЖЕНИИ ГИРОСКОПА В СОПРОТИВЛЯЮЩЕЙСЯ СРЕДЕ.....	640
<i>Уаисов Б.</i> ОДНОРОДНАЯ ЗАДАЧА ДАРБУ-ПРОТТЕРА ДЛЯ МНОГОМЕРНЫХ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ С ВЫРОЖДЕНИЕМ ТИПА И ПОРЯДКА.....	644
<i>Оразбаев Б.Б., Шангитова Ж.Е., Касенова Л.Г., Оразбаева К.Н, Коданова Ш.К.</i> МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ НЕЧЕТКОЙ ИНФОРМАЦИИ	652
<i>Тусипбек М. К., Жуманов М.А.</i> АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	660
<i>Темирбеков Н.М., Байгереев Д.Р., Омариева Д.А.</i> ПРИМЕНЕНИЕ СТАБИЛИЗИРОВАННОГО МЕТОДА БИСОПРЯЖЕННЫХ ГРАДИЕНТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ДАВЛЕНИЯ В ЗАДАЧЕ ДВУХФАЗНОЙ НЕРАВНОВЕСНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ.....	663
<i>Ибраев А.Т.</i> ВЕКТОРЫ И ОРТОГОНАЛЬНО-СОПРЯЖЕННЫЕ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ.....	669
<i>Кумеков С.Е., Саитова Н.К.</i> ДИФФУЗНЫЕ СПЕКТРЫ АНТИСТОКСОВА КРЫЛА ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ В УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУРАХ.....	678

Химико-металлургические науки

<i>Маренов Б.Т., Надиров К.С., Жантасов М.К., Надиров Р.К., Бимбетова Г.Ж., Боташев Е.Т.</i> ПОЛУЧЕНИЕ РЕАГЕНТОВ ДЕПРЕССОРНОГО ДЕЙСТВИЯ НА ОСНОВЕ ЖИРНЫХ КИСЛОТ И БУТАНОЛА.....	683
---	-----

<i>Балбекова Б.К., Толеуова А.Р.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СЕРНОКИСЛОТНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (РЗЭ) ИЗ ШЕЕЛИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА.....	689
<i>Аубакиров Е., Ахметова Ф., Таимухамбетова Ж., Сасыкова Л.Р.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО ЦЕОЛИТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТАЙЖУЗГЕН ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ГИДРОГЕНИЗАЦИОННОЙ ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ.....	694
<i>Аскапова Б.А., Мусабеков К.Б.</i> ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА, ЭЛЕКТРОЛИТА И ФЛОКУЛЯНТА НА УСТОЙЧИВОСТЬ ГИДРОСУСПЕНЗИИ МОНТМОРИЛЛОНИТА.....	698
<i>Серік Асқар, Рахымжан Н., Баяндинова А.А., Қазбек А.Қ., Баққара А., Лесбаев Б.Т.</i> ОСОБЕННОСТИ КОМБИНИРОВАННОГО ГОРЕНИЯ ПРОПАНА И БЕНЗОЛА С ЭТАНОЛОМ.....	703
<i>Ахметкалиева М.Ш., Сасыкова Л.Р., Батырбаева А.А., Аубакиров Е.А., Ажигулова Р.Н.</i> СОЕДИНЕНИЯ ЦИНКА И СВИНЦА В СВЕТЛОКАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ ОСТРОВА «ПОЛКОВНИЧИЙ» (СЕМИПАЛАТИНСК, КАЗАХСТАН).....	711
<i>Кошкарбаева Ш.Т., Абдуразова П.А., Сатаев М.С., Райымбеков Е.Б.</i> ПОЛУЧЕНИЕ ЦИНКА ИЗ НЕИСПРАВНЫХ БАТАРЕЙ.....	717
<i>Кошкарбаева Ш.Т., Абдуразова П.А., Сатаев М.С., Райымбеков Е.Б.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ НА СТЕПЕНЬ РАЗЛОЖЕНИЯ АКТИВНОЙ МАССЫ.....	721
<i>Омирова Р., Болысбек А.А., Джалилов А.Т., Ширинов Ш.А.</i> ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ГИДРОГЕЛЕЙ НА ПОЧВУ С УДОБРИТЕЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ.....	725
<i>Ширинов Ш.А., Джалилов А.Т., Болысбек А.А., Омирова Р.</i> ПРОИЗВОДСТВО ГИДРОГЕЛЕЙ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ.....	729
<i>Болысбек А.А., Омирова Р., Джалилов А.Т., Ширинов Ш.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИНТЕЗА ГИДРОГЕЛЕЙ	733
<i>Гилязов Е.Г., Аронова А.А., Сагинаев А.Т., Изгалиев С.А., Хасанова Г.Е.</i> ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УКРЕПЛЕННОГО ГРУНТА НА ОСНОВЕ ЗАМАЗУЧЕННЫХ ПОЧВ ИЗ ПРОМЗОНЫ АО «ОЗЕНМУНАЙГАЗ» НГДУ-1.....	738
<i>Солтанбекова К.А., Манханова А.Е.</i> ОБЗОР ПО ПРОЕКТАМ ПРИМЕНЕНИЯ ЩЕЛОЧНО-ПАВ-ПОЛИМЕРНОГО (ASP) ВОЗДЕЙСТВИЯ В МИРЕ.....	742
<i>Ашкеев Ж.А., Машиков С.А., Буканов Ж.У., Саркенов Б.Б., Курметбек Т.</i> РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК В КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ.....	749

Военное науки

<i>Altynbekov R., Martikyan A., Saliy S.</i> MAIN THREATS OF BORDER SECURITY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN: CLASSIFICATION AND CHARACTERISTICS.....	755
<i>Yermoldina G.T., Vapyshev A.M.</i> PREPARATION OF PROPOSALS FOR PERFORMANCE EXPERIMENTAL STUDIES ON THE EVAPORATION OF RESIDUALS OF FUEL COMPONENTS IN THE TANKS OF THE OPERATED STAGES OF THE LV.....	759

Экономические науки

<i>Айнакулов Г.А., Куренкеева Г.Т.</i> СИСТЕМА СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ.....	765
--	-----

CONTENTS

Earth sciences

<i>Ozgeldinova Zh.O., Khamzin E.M., Mukaev Zh.T., Zhanguzhina A.A., Tenkebaeva Zh.F.</i> ANALYSIS OF IMPACTS OF ANTHROPOGENIC LOAD ON THE LANDSCAPES OF THE KENGIR RIVER BASIN.....	3
<i>Baiysbay O.P., Suigenbayeva A.Zh., Zhunisbekova D.A., Aikozova L.D., Tlesbayeva Zh.A.</i> «GREEN INFRASTRUCTURE» AND THE SOIL CULTIVATING BY MEANS OF MICROELEMENTS.....	9
<i>Mazhitova G.Z., Janaleyeva K.M., Doskenova B.B.</i> ECOLOGICAL SUSTAINABILITY OF AGRICULTURAL LANDSCAPES IN THE NORTH KAZAKHSTAN REGION	14
<i>Orazbayev B., Santeyeva S., Orazbayeva K., Kurmangaziyeva L., Kasymgaliyev K.</i> RESEARCH AND DEVELOPMENT OF THE IMITATION MODEL OF POLLUTION SUBSTANCES DISSEMINATION AND THEIR SUCTION ON THE EARTH SURFACE.....	21
<i>Kozhakhmetov B.T., Mukadil T.Y., Bekkuliyeu A.A.</i> ANALYSIS OF AGRICULTURAL LANDS OF ALMATY REGION.....	29
<i>Jamalov J.K.</i> MAPPING OF LOCAL CLIMATIC ZONES ALMATY ON SPACE IMAGES.....	34
<i>Abetov A.Y., Niyazova A.T.</i> DEEP STRUCTURE OF THE CONSOLIDATED CRUST OF BIG GEOSTRUCTURES OF THE NORTH-USTYURT REGION.....	43
<i>Urymbayeva A.A., Bazarbayeva T.A., Sladkowski A. V., Mukanova G.A., Mikhailchenko Y.N.</i> ENVIRONMENTAL POLLUTION BY SOLID DOMESTIC WASTES (IN TERMS OF THE ALMATY REGION).....	51
<i>Tabyldina A.T., Duisebayeva K.D., Makash K.K.</i> CULTIVATED LANDS MAPPING OF THE NORTHERN SLOPE OF ZAILIYSKIY ALATAU USING REMOTE SENSING TECHNIQUE.....	57

Technical Sciences

<i>Nyissanova G.Zh., Bekalay N.K.</i> DESIGN OF THE HEATING SYSTEM AND THE HOT WATER SUPPLY OF RESIDENTIAL HOUSES ON THE BASIS OF SOLAR COLLECTORS.....	62
<i>Chepashev D., Talgarbayeva D., Nurseit Zh.</i> SATELLITE RADAR INTERFEROMETRY OF SOUTH TORGAI OIL AND GAS BEARING BASIN AREA.....	66
<i>L. Mustafa, Ismailov M.</i> RESEARCH OF MODIFICATION METHODS OF CARBON TISSUE TO IMPROVE THE STRENGTH PROPERTIES OF CARBON PLASTICS.....	72
<i>Mukharbek A.S., Muldabekova B.Zh., Iskakova G.K., Tengelbayeva A.A.</i> STUDY OF THE EFFECT OF CHICKPEA FLOUR ON THE QUALITY OF SWEET BISCUITS.....	76
<i>Shalabayev K., Alipbay K., Bolatbek M., Mussiraliyeva Sh.</i> DEFINITION AND CLASSIFICATION OF EXTREMIST TEXTS IN VKONTAKTE SOCIAL NETWORK.....	80
<i>Ashirbayev N., Ashirbayeva Zh., Abzhapbarov A., Duisebayeva P., Altynbekov Sh.</i> A FOREIGN PARTICULATE IMPACT ON THE WAVE FIELD PARAMETERS IN THE ELASTIC BODY.....	87
<i>Kapalova N.A., Dyusenbayev D.S., Sakan K., Algazy K.</i> CRYPTANALYSIS OF THE «AL01»CRYPTOGRAPHIC ALGORITHM	92
<i>Zaurbekov N.S., Asylbekov A.A., Kozybayev A.K., Nabyeva Zh.S.</i> MODEL ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF HYDROMODUL AND MALT BILL ON THE BEER BODY.....	98
<i>Sagidollakzy Sh.</i> NON-DRAINAGE TECHNOLOGY USING BIOFLOCCULATING AGENT IN THE PETROCHEMICAL INDUSTRY.....	105
<i>Baisylbayeva K., Saksenbayeva Zh.</i> CREATING IT SYSTEM IMITATING THE BEHAVIOR OF PEOPLE AFTER AN EARTHQUAKE.....	108

<i>Mukhamedova N.M., Kozhahmetov E.A., Skakov M.K., Mukhamedzhanova R.M., Kurbanbekov Sh.R.</i> THE EFFECT OF MECHANOACTIVATION ON ORTHOROMBIC PHASE FORMATION IN THE Ti-Al-Nb SYSTEM.....	115
<i>Baisylbayeva K.</i> SIMPLIFYING THE EXTRA EFFORTS TO DETERMINE SEMANTIC SIMILARITY OF THE TEXT....	120
<i>Torekul B., Adiluly A., Bakhtiyar B.T., Umyshev D., Otinshiyeva M.</i> METHODS OF HEAT TRANSFER ENHANCEMENT IN THE CONVECTION SECTION OF THE BOILERS.....	124
<i>Baizhanova D.O.</i> BACKGROUNDS FOR SOFTWARE AND DATA SUPPORT OF BALANCED SCORECARD.....	131
<i>Baykenzheyeva A., Imangaliyeva A.</i> RISK ASSESSMENT IN THE SYSTEM OF MANAGEMENT OF LABOR PROTECTION AT THE ENTERPRISE.....	135
<i>Yesmaganbetova A., Dautkanova D., Duisenbekova O., Myrzhykbayeva A.</i> IMPROVING THE QUALITY OF MANAGEMENT DECISIONS DURING THE DEVELOPMENT OF INHABITED AREAS.....	139
<i>Beisenbi M.A., Turgunbekov A.M., Kisikova N.M., Sadvakasova A.U.</i> CONTROL SYSTEM OF THE UNSTABLE MODES OF SPACE AIRCRAFT.....	144
<i>Baekeshev N.A., Tyseyev T.</i> PEROVSKITE STRUCTURAL CONDUCTORS PROPERTIES AND APPLIANCE.....	152
<i>Zhumanov M.A., Kuvatbek I.N.</i> SYSTEM ANALYSIS OF THE QUALITY FEATURES OF PRODUCTS.....	156
<i>Vakhitova L., Kisselyova O., Kapparov S.</i> RENOVATION OF RAILWAY TRANSPORT INFRASTRUCTURE TO ENSURE HIGH SPEED RUNNING.....	160
<i>Baitiles N.S., Bolat A.A., Seit A.Y., Daribayev B.S.</i> DESIGN AND DEVELOPMENT OF “KUY” MELODY RECOGNITION SYSTEM USING MACHINE LEARNING METHOD.....	163
<i>Dikhanbaeva F.T., Smailova ZH.ZH., Tasturganova E.CH.</i> THE STUDY OF THE PROCESS OF CULTURING MILK WITH LACTIC ACID BACTERIA.....	167
<i>Bedelbekova K.A., Ozernoy A.N., Vereshchak M.F., Manakova I.A., Degtyareva A.S.</i> MODELING OF HIGH-DOSE RADIATION DAMAGES IN THE REACTOR STRUCTURAL MATERIALS WITH THE PROBE MOESSBAUER ATOMS.....	171
<i>Kudysh A., Yesenkulova Zh.</i> DEVELOPMENT OF THE ELEMENTS OF A QUALITY MANAGEMENT SYSTEM IN TERMS OF THE OIL INDUSTRY.....	177
<i>Kozhakhmet K., Shoiynbek A., Kuanyshbay D.</i> VARIOUS LANGUAGES IMPACT ON THE PROBLEM OF EMOTION RECOGNITION IN SPEECH... <i>Altayeva Zh.Zh.</i>	182
IMPROVING THE MEMORANDUM AND CLAIM ACTIVITY.....	185
<i>Absadyk A.M.</i> THE DEVELOPMENT OF INTELLIGENT SYSTEMS OF SCHEMING THE THREE-DIMENSIONAL MODEL OF A HUMAN.....	190
<i>Baimakhanov G.A., Berden R.S., Saden J.Y.</i> ANALYSIS OF METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF MEASURING INSTRUMENTS.....	194
<i>Kozbagarov R.A., Zhienkozhayev M.S.</i> INTERACTION OF A BULLDOZER BLADE WITH STICKY MATERIALS AT CONTACT WITH CONVEYING SPEEDS.....	197
<i>Zhussipova O.K., Aytkozhayev A.Z.</i> THE DEVELOPMENT OF INTEGRATED QUALITY SYSTEMS AT THE ENTERPRISE.....	202
<i>Ryabikin Yu.A., Baitimbetova B.A., Lebedev I.A., Serikkanov A.S.</i> PARAMAGNETIC PROPERTIES OF CARBON FILMS ON A QUARTZ SUBSTRATE.....	208
<i>Adilkazy B.N., Shaimerden B.M., Bakhtiyar B.T., Otynchieva M., Umyshev D.</i> THE DEVELOPMENT OF ENERGY-SAVING WATER BOILERS KVGM-55-150.....	212
<i>Lespekov D., Nalibayev Ye.D., Pakhrudin S., Karaman A., Zhambyl A.</i> DESIGN AND DEVELOPMENT OF VENDING MACHINES BASED ON MICROCONTROLLER.....	217
<i>Mansurova M.Y., Barakhnin V.B., Pastushkov I.S., Kyrgyzbayeva M.Y., Khibatkhanuly Y.</i> USING OF NEURAL NETWORKS TO EXTRACT NAMED ENTITIES FROM WEAKLY STRUCTURED TEXTS.....	223

<i>Tursyn D.K., Mazhrenova N.R.</i> HEAT ENGINEERING CALCULATIONS OF ENCLOSING STRUCTURES OF BUILDINGS.....	231
<i>Savinkin V.V., Ratushnaya¹ T.Yu, Kyznetsova V.N.</i> RESEARCH OF MECHANICAL PARAMETERS OF CHP TURBINE BLADES RESTORED BY PLASMA ENERGY SOURCE.....	235
<i>Baimbetov D., Shakir Ye., Belyayev Ye., Kaltayev A.</i> PROCESSES MODELING IN SOLAR PHOTOVOLTAIC REVERSE OSMOSIS SYSTEM FOR WATER DESALINATION	243
<i>Torebek A.G., Mazhrenova N.R.</i> CALCULATION OF THE PARAMETERS OF ENERGY EFFICIENCY OF AN INDIVIDUAL HOUSE.....	249
<i>Bostanbekov K.A., Yunicheva N.R. , Alimova A.N.</i> HISTORICAL RECORDS ARCHIVATING OF GLOBAL CLIMATE MODELS FROM CMIP5 LIST (COUPLED MODEL INTERCOMPARISON PROJECT).....	255
<i>Bryantsev A.A.</i> IN-PLACE TEST OF CORRUGATED WELDED BEAMS WITH ROUND PERFORATIONS.....	261
<i>Genbach A.A., Jamankulova N.O</i> SINGLE STEAM BUBBLE PARAMETERS IN THE CELLS OF CAPILLARY-POROUS STRUCTURE USED IN THE HEAT POWER PLANTS.....	268
<i>Savinkin V.V., Ratushnaya T.Yu., Kyznetsova V.N., Shakirova M.A.</i> CRITERIA SUBSTANTIATION OF THE ENERGY-EFFICIENT OPERATION OF A CHP TURBINE, TAKING INTO ACCOUNT THE UNIT COSTS FOR THE RECONSTRUCTION AFTER FAILURE EFFECT.....	276
<i>Otarov Y.Zh., Begaidarov B.A., Rakhatov T.D., Ismailov Ch.U.</i> SAFETY RISK ASPECTS AT THE WORKING PLACE IN THE PLANT OF METAL STRUCTURES (LITERATURE REVIEW).....	285
<i>Mukasheva A., Saparkhodjayev N.</i> PREDICTING THE MODEL OF DIABETES MELLITUS GROWTH BASED ON REGRESSION ANALYSIS METHODS.....	290
<i>Kalimoldayev M.N., Drozdenko A.A., Kopyk I.V., Marinich T.A., Abdildayeva A.A., Zhukabayeva T.K., Galiyeva F.M.</i> MODERN PROJECTION APPROACHES OF ELECTRIC POWER CONSUMPTION.....	297
<i>Mukanova B.G., Akhmetzhanov M.A., Azimova D.N., Namazbayev B.D.</i> THE ALGORITHM IMPLEMENTATION OF THE UNEVEN COATINGS ALGORITHM IN TERMS OF THE STRUT-TYPE STRUCTURE ROBOT (ANYCUBIC KOSSEL 3D PRINTER).....	307
<i>Baymakhanov G.A., Kaltay T.D., Kassymkulkyzy A.</i> OPTIMIZATION OF HEAT AND ENERGY PARAMETERS AND CONSUMER SYSTEMS IMPROVEMENT.....	310
<i>Imansakipova N.B., Irgibayev T.I.</i> SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL BASIS FOR THE ASSESSMENT THE INFLUENCE OF SURFACE EFFECTS ON THE PROCESS OF FORMATION AND STABILITY OF STEAM-AND-GAS MIXTURE IN THE MAIN OIL PIPELINES.....	315
<i>Coj A., Alimkeshova A.</i> THE STUDY OF A TEST MILK COOLER WITH EFFECTIVE REFRIGERATION.....	320
<i>Zhanikulov N., Borisov I., Taimasov B., Dzhanmuldayeva Zh.</i> CALCULATION DATA OF THE HEAT-TECHNICAL PARAMETERS OF BURNING THE LOW-ENERGY INTENSIVE CLINKERS.....	325
<i>Batyrgaliyev A.</i> COMPLEXES AND SYSTEMS REVIEW OF THE TECHNICAL MEANS SECURITY ASSESSMENT AGAINST THE INFORMATION LEAKAGE THROUGH THE CHANNEL OF SIDE ELECTROMAGNETIC RADIATIONS AND INDUCTIONS.....	330
<i>Amanzholov T., Tungatarova M., Toleukhanov A., Akhmetov B.</i> GEOTHERMAL HEAT STORAGE DEVICE: THERMAL CONDUCTIVITY COEFFICIENT TEST.....	337
<i>Akhmetova A.Zh., La L.L.</i> ANALYSIS OF THE CHANGES IN THE INFORMATION SPACE OF THE SOCIAL NETWORK.....	347
<i>Beisenbi M.A., Kaliyeva S.A.</i> CONTROL SYSTEM SYNTHESIS IN THE ONE-PARAMETER RANK OF THE STRUCTURALLY STABLE DISPLAYING.....	352
<i>Baibulov A.K., Ivanitskaya N.V., Rysbayeva G.P.</i> THE COMPUTER MODELLING OF THE TRANSPORT TUNNEL STRESS STATE UNDER THE INFLUENCE OF AN EXTERNAL MOVING LOAD.....	356

<i>Dzhunusbekov Y.J., Orzabayev S.A.</i> ELECTROLYTIC CAPACITOR RELIABILITY CALCULATION UNDER VARYING OPERATING CONDITIONS.....	360
<i>Akhmetov S.S., Kalizhanova A.U., Nabiyeva G.S.</i> RESEARCH AND DEVELOPMENT OF ANALYSIS METHODS FOR THE MODULAR DATA PROCESSING SYSTEMS OF VARIOUS CLASSES AND PURPOSES.....	368
<i>Aitmagambetov A., Yeryomin D., Saterov N., Kaliyeva R.</i> DATA REGISTRATION AND TRANSMISSION DEVICE ABOUT THE FLIGHT TRAJECTORY OF SMALL AIRCRAFT USING SATELLITE SYSTEMS.....	375
<i>Serikbayeva A.N., Tiymbayeva B.T., Bugubayeva G.O., Zhaksylykova G.N.</i> FLAVORING BASED ON GERMINATED CEREALS AND LEGUMES CULTURES.....	379
<i>Bigaliyeva Zh. S., Assylbekova L.R.</i> DEVELOPMENT AND RESEARCH OF THE STAND ALONE SYSTEM FOR WATER DISTRIBUTION.....	383
<i>Bidakhmet Zh., Rakhmatulina A., Bidakhmetova R.</i> USE IN PRACTICE OF BIG DATA IN MOBILE SYSTEM.....	389
<i>Tolqyn A., Baizhumanov K.D., Darkhanova A.A.</i> IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE WIND ENERGY UTILIZATION IN THE ELECTRIC POWER SYSTEM.....	394
<i>Lapin V., Sharipov R.</i> OBJECTS RESPONSE OF SEISMIC ISOLATION DESIGNED BY NONLINEAR SYSTEMS.....	398
<i>Yesentayeva A.A., Nadirov K.S., Bimbetova G.Zh., Zhantasov M.K., Nadirov R.K., Zhandosov B.M.</i> CORROSION RESISTANT COATINGS FOR GATHERING PIPELINE SYSTEMS AND OIL TREATMENT.....	404
<i>Golubev V.G., Nadirov K.S., Zhantasov M.K., Bimbetova G.Zh., Nadirova Zh.K., Orynbasarov A.K., Soltanov R., Botashev Y.T.</i> SPEAKING OF THE DEVELOPMENT OF WASHING FLUID FOR THE DRILLING WELLS OF COMPLEX PROFILE.....	413
<i>Aralbayev N., Dihanbayeva F., Yusof Y.A., Serikbayeva A.</i> COMPARATIVE STUDY OF AMINO ACID COMPOSITION OF SHUBAT AND SHUBAT POWDER... <i>Zhumangaliyeva N.K., AKorchenko.A., Doszhanova A.</i>	416
ANALYSIS OF VIRTUAL TEASERS SYSTEM BASED ON HONEYPOT TECHNOLOGY.....	421
<i>Zhukabayeva T.K., Mardenov Y.M.</i> ANALYSIS OF ROUND KEY GENERATIONS OF VARIOUS ENCRYPTION ALGORITHMS.....	430
<i>Duisen A.B., Bekalay N.K.</i> DESIGNING A HEATING PLANT FOR THE RESIDENTIAL AREA OF ALMATY CITY.....	439
<i>Sarzhan M.B., Amirgaliyev B.Y</i> LANDSCAPES` 3D MODELING AS A MODERN APPROACH FOR BUILDING PLANNING.....	445
<i>Kozhakhmet K., Sultanova N., Botbayeva A., Kapayeva M.</i> SENTIMENT ANALYSIS OF RUSSIAN TEXTS.....	449
<i>Dalabayeva A.T., Bekbauov B.Y.</i> WATER INFLOW ISOLATION IN OIL WELLS BY MEANS OF USING GEL-FORMING COMPOSITIONS.....	452
<i>Omargali T.E., Tiymbayeva B.T., Toktamysova A.B.</i> INTEGRATION OF THE HACCP SYSTEM WITH THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM FOR THE DAIRY ENTERPRISES.....	456
<i>Biyashev R.G., Serikov S.A.</i> METHODS AND FACILITIES OF ACCESS CONTROL IN DATA PROCESSING SYSTEMS.....	459
<i>Pyrkova A., Zuyeva Ye.</i> CREATING BADUSB DEVICES AND SYSTEM SAFETY ANALYSIS.....	466
<i>Akhmetov B.S., Lakhno V.A., Yerkeldessova G.T.</i> CONCURRENT PROCESSING IN THE AUTOMATED SYSTEM OF THE RAILWAY TRAFFIC DISPATCHING.....	471
<i>Mutanov G.M., Mamykova Zh.D., Karyukin V.I., Zhaksykeldi A.Zh.</i> DEVELOPMENT OF A MACHINE-LEARNING ALGORITHM FOR DETERMINING THE SENTIMENT OF THE USER'S PERCEPTION OF SOCIAL MEDIA CONTENT.....	479
<i>Tleubayeva I.S., Dikhanbayev K.K., Shabdan Y.</i> TECHNOLOGY OF OBTAINING NANOSTRUCTURED SILICON FILMS AND COMPARISON OF THEIR REFLECTIVE PROPERTIES.....	486

<i>Karagoishina G.M., Baizhumanov K.D.</i> RESEARCH AND REDUCTION OF THE TPP EMISSIONS INTO THE ATMOSPHERE.....	491
<i>Zhaken Y.Zh., Kubayev K.Y., Bissaliyev M.S.</i> RESEARCH AND DEVELOPMENT OF ANTI-PHISHING SECURITY MODELS IN BANKING SECTOR.....	496
<i>Shiryayeva O.I., Samigulin T.I., Panukova D.V.</i> BASIC CONCEPTS OF ARTIFITIAL IMMUNE SYSTEM DEVELOPMENT FOR THE CLASS OF MIMO-SYSTEMS.....	501
<i>Bekeyeva S.A., Yeselkhanova G.A.</i> ASSESSMENT OF THE RISK OF INJURY WHEN SHIFTING WORK ARRANGEMENT OVERNIGHT IN TERMS OF THE STUDY OF INJURY INDUSTRIES.....	505
<i>Baimakhanov G.A., Alizhan A.Zh</i> IMPLEMENTATION OF QUALITY CERTIFICATION AT THE THERMAL POWER PLANT	510
<i>Baimakhanov G.A., Yeskaziyeva M.T.</i> ANALYSIS OF LABELING IN THE CUSTOMS UNION AND EAEU COUNTRIES.....	514
<i>Moldabekov M., Yeryomin D., Zhaxygulova D., Trepashko S.</i> INFORMATION EXCHANGE IN THE CONTROL SYSTEM OF NETWORK INFRASTRUCTURE OF REFERENCE GNSS STATIONS USING CLOUD TECHNOLOGIES.....	518
<i>Akhmedov D., Yeryomin D., Zhaksygulova D.</i> DESCRIPTION OF OBJECTS OF MONITORING SYSTEM OF MORAINIC LAKES USING UML-DIAGRAMS.....	521
<i>Mutanov G.M., Saksenbayeva Zh.S., Akzhigit K.Zh.</i> ABOUT CLASSIFICATION OF EMERGENCY SITUATIONS AT UNIVERSITY.....	526
<i>Bolat T.A.</i> ANALYSIS AND CLASSIFICATION OF FORECASTING METHODS IN IT.....	530
<i>Mukhambetzhano S., Shaimerdenova L.</i> ON THE ORIGIN OF MICROSCOPIC MATHEMATICAL MODELS IN FILTRATION PROBLEMS....	534
<i>Bolat T.A., Satybaldiyeva R.Zh.</i> TECHNOLOGICAL FORECASTING BASED ON EFFECTIVE METHODOLOGICAL APPROACH AND PREDICTIVE ANALYTICS.....	541
<i>Mun G.A., Vitulyova Y.S., Tasbulatova Z.S., Baipakbayeva S.T., Suleimenov I.E.</i> SYSTEMS OF RIOT CONTROL BASED ON NEW PHYSICAL AND CHEMICAL PRINCIPLES.....	548
<i>Iskakova G.K., Zharylkassynova Zh.A., Kizatova M.Zh., Muldabekova B.Zh., Azimova S.T.</i> STUDY ON THE QUALITY OF BISCUITS WITH A LONG SHELF LIFE	553
<i>Mukhambetkaliyeva A.S., Bugubayeva G.O., Tnymbayeva B.T., Asilova G.M., Zheldybayeva A.A.</i> QUALITY RESEARCH OF JUICE DRINKS.....	558
<i>Maksut D.M., Baizhumanov K.D.</i> CIRCULATION CHARACTERISTICS OF CONDENSATION STRUCTURES.....	560
<i>Aralbayev N., Dikhanbayeva F., Yusof Yu.A., Serikbayeva A.</i> A CHANGE IN THE CONTENT OF WATER-SOLUBLE VITAMINS IN THE CAMEL MILK AFTER DRYING.....	565
<i>Nyusupova G.N., Abilova A.B., Kenespayeva L.B., Aubakirova G.B.</i> PROBLEMS OF EMPLOYMENT AND UNEMPLOYMENT IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN...	568
<i>Akhmediyev S.K., Khabidolda O., Zholmagambetova B.R., Madibaiuly Zh., Sakhtaganov A.Z.</i> DEFORMED CONDITION OF A CANTILEVER BAR OF GRADED VARIABLE CROSS-SECTION....	576
<i>Aidyn M.Y., Mussiraliyeva Sh.Zh.</i> VULNERABILITY ANALYSIS OF GSM NETWORK IN KAZAKHSTAN BY APPLYING OSMOCOM PROJECT.....	581
<i>Bolegenova S., Shortanbayeva Zh., Kopzhassar M.</i> THE PROBLEM OF WASTE AND THE ROLE OF ISO 14001 IN ITS IMMEDIATE DECISION...	588
<i>Konakbay Z.E., Asilbekova I.Zh.</i> BUSINESS AVIATION MARKET IN KAZAKHSTAN.....	593

Physical and mathematical sciences

<i>Mustafin M.A.</i> SOME ASPECTS OF COURSE OF DIFFERENTIAL GEOMETRY.....	597
<i>Shakenova A.</i> HYPOTHESIS OF TRIPLES GENERATING PRIME NUMBERS.....	599

<i>Baitimbetova B.A., Ryabikin Yu. A., Lebedev I.A.</i> USING NON-STATIONARY EPR SIGNALS TO SOLVE A NUMBER OF ISSUES ABOUT THE DIVISION OF PARAMAGNETIC CENTERS.....	605
<i>Bulatov N.K., Toilybayev A.Y., Bulatova Zh.T.</i> MATHEMATICAL MODEL OF EFFECTIVE PROCESSING OF THE TRANSPORTED BIOGENIC WASTES IN THE BIOGAS INSTALLATION	610
<i>Shurenov M.</i> APPLICATION OF THE TRANSPORT PROBLEM FOR SOLVING LOGISTICS PROBLEMS.....	615
<i>Beisenbi M.A., Basheyeva Zh.O.</i> STUDY OF M – INPUTS AND N-OUTPUTS CONTROL SYSTEMS SYNTHESIS PROBLEM USING THE LYAPUNOV GRADIENT-SPEED VECTOR FUNCTION.....	620
<i>Akhmetov B., Gnatyuk S., Okhrimenko T., Kinzeryavy V.V., Yubuzova Kh.</i> EXPERIMENTAL STUDIES OF THE ERROR-CORRECTING CAPABILITY OF REED-SOLOMON NOISE-IMMUNE CODES OVER THE $GF(3^2)$ GALOIS FIELD WHEN TRANSFERING INFORMATION BY THE DETERMINISTIC QUANTUM AND CRYPTOGRAPHIC PROTOCOL.....	626
<i>Bedelbekova K.A., Ozernoy A.N., Vereshchak M.F., Manakova I.A., Degtyareva A.S.</i> MODELING OF HIGH-DOSE RADIATION DAMAGES IN THE REACTOR STRUCTURAL MATERIALS WITH THE PROBE MOESSBAUER ATOMS.....	635
<i>Tyurekhodjayev A.N., Mamatova G.U., Bekaulova Zh.M.</i> HANDLING THE GYROSCOPE DRIVING PROBLEM IN A RESISTING MEDIUM.....	640
<i>Uaisov B.</i> THE HOMOGENEOUS DARBOUX – PROTTER PROBLEM FOR MULTIDIMENSIONAL HYPERBOLIC EQUATIONS WITH DEGENERATION OF TYPE AND ORDER.....	644
<i>Baizhanova V.V., Orazbayev B.B., Shangitova Zh.Y., Kassenova L.G., Orazbayeva K.N., Kodanova Sh.K.</i> MULTI-CRITERIA OPTIMIZATION IN THE MANAGEMENT OF OPERATING MODES OF CHEMICAL-TECHNOLOGICAL SYSTEMS WITH FUZZY INFORMATION.....	652
<i>Tussipbek M.K., Zhumanov M.A.</i> ANALYSIS OF THE SPECIFIC FEATURES OF THERMAL INSULATION MATERIALS.....	660
<i>Temirbekov N.M., Baigereyev D.R., Omariyeva D.A.</i> APPLICATION OF THE STABILIZED METHOD OF BI-CONJUGATE GRADIENTS TO SOLVE EQUATION FOR THE PRESSURE IN TWO-PHASE NONEQUILIBRIUM FILTRATION TASK.....	663
<i>Ibrayev A.T.</i> VECTORS AND ORTHOGONAL-CONJUNCTION COORDINATES SYSTEMS.....	669
<i>Kumekov S.Y., Saitova. N.K.</i> DIFFUSIVE SPECTRA OF ANTISTOKES WING OF PHOTOLUMINESCENCE OF CARBON NANOSTRUCTURES.....	678

Chemical and metallurgical sciences

<i>Marenov B.T., Nadirov K.S., Zhantasov M.K., Nadirov R.K., Bimbetova G.Zh. Botashev Y.T., Zhandosov B.M.</i> OBTAINING THE DEPRESSOR REAGENTS BASED ON FATTY ACIDS AND BUTANOL.....	683
<i>Balbekova B.K., Toleuova A.R.</i> STUDY OF THE SULFURIC ACID LEACHING PROCESS OF THE RARE EARTH ELEMENTS (REE) FROM THE SCHEELITE CONCENTRATE.....	689
<i>Aubakirov Y., Akhmetova F, Tashmukhambetova Zh., Sassykova L.</i> THE STUDY OF CATALYSTS BASED ON NATURAL ZEOLITE OF TAYZHUZGEN DEPOSIT FOR THE PROCESSES OF HYDROGENATION CATALYTIC THERMAL CONVERSION OF POLYMER WASTES.....	694
<i>Askapova B.A., Musabekov K.B.</i> ULTRASOUND, ELECTROLYTE AND FLOCULANT IMPACT ON THE STABILITY OF HYDROSUSPENSION OF MONTMORILLONITE.....	698
<i>Serik A., Rakhimzhan N.B., Bayandinova A.A., Kazbek A.K., Bakkara A., Lesbayev B.T.</i> FEATURES OF THE COMBINED COMBUSTION OF PROPANE AND BENZENE WITH ETHANOL.....	703
<i>Akhmetkaliyeva M.Sh., Sassykova L.R., Batyrbayeva A.A., Aubakirov Y.A., Azhigulova R.N.</i> ZINC AND LEAD COMPOUNDS IN LIGHT CHESTNUT SOILS OF THE “POLKOVNICHII” ISLAND (SEMIPALATINSK, KAZAKHSTAN).....	711
<i>Koshkarbayeva Sh.T., Abdurazova P.A., Satayev M.S., Raiymbekov Y.B.</i> RECEIVING ZINC FROM OUT-OF-SERVICE BATTERIES.....	717

<i>Koshkarbayeva Sh.T., Abdurazova P.A., Satayev M.S., Raiymbekov Y.B.</i> STUDY OF THE SULFURIC ACID TEMPERATURE EFFECT ON THE DEGREE OF THE PASTE DECAY.....	721
<i>Omirova R., Bolysbek A.A., Dzhililov A.T., Shirinov Sh.A.</i> STUDY OF THE EFFECT OF HYDROGELS WITH FERTILIZER PROPERTIES ON THE SOIL.....	725
<i>Shirinov Sh.A., Dzhililov A.T., Bolysbek A.A., Omirova R.</i> THE PRODUCTION OF NEW HYDROGELS GENERATION BASED ON LOCAL RAW MATERIALS	729
<i>Bolysbek A.A., Omirova R., Dzhililov A.T., Shirinov Sh.A.</i> RESEARCH AND DETERMINATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF HYDROGEL SYNTHESIS.....	733
<i>Gilazhov Y.G., Aronova A.A., Saginayev A.T., Izgaliyev S.A., Khasanova G.Y.</i> PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF STABILIZED LANDS ON THE BASIS OF OIL CONTAMINATED SOIL FROM OGPD-1 INDUSTRIAL AREA OF JSC «OZENMUNAYGAS».....	738
<i>Soltanbekova K.A., Mankhanova A.Y.</i> PROJECTS REVIEW OF ALKALI-SURFACTANT-POLYMER (ASP) IMPLEMENTATION WORLDWIDE	742
<i>Ahkeev Zh., Mahekov S., Bukanov Zh., Sarkenov B., Kurmetbek T.</i> CALCULATION OF TEMPERATURE FIELDS IN THE COOLING OF CAST PREPARATIONS IN A CRYSTALIZER.....	749

Military science

<i>Altynbekov R., Martikyan A., Saliy S.</i> MAIN THREATS OF BORDER SECURITY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN: CLASSIFICATION AND CHARACTERISTICS.....	755
<i>Yermoldina G.T., Bapyshev A.M.</i> PREPARATION OF PROPOSALS FOR PERFORMANCE EXPERIMENTAL STUDIES ON THE EVAPORATION OF RESIDUALS OF FUEL COMPONENTS IN THE TANKS OF THE OPERATED STAGES OF THE LV.....	759

Economical sciences

<i>Ainakulov G.A., Kurenkeyeva G.T.</i> THE SYSTEM OF STRATEGIC PLANNING AT ENTERPRISES.....	765
---	-----

Редакторы:
Н.Ф. Федосенко
Верстка на компьютере:
Л.П. Умирбекова

Подписано в печать 10.10.2019 г.
Формат 60x84 1/8. Усл. п.л 49,1.
Тираж 500 экз. Заказ № 238.

Адрес редакции:
ул. Сатпаева, 22, КазНИТУ каб. 607, тел. 292-63-46 ,Nina.Fedorovna. 52 @ mail.ru
Департамент маркетинга и коммуникаций КазНИТУ
Казакского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева