

**6D070300 – «Ақпараттық жүйелер» мамандығының PhD докторанты  
Мурзахметов Асланбек Нурбековичтің  
«Екі деңгейлі сөздік және геометриялық интерпретация негізінде  
инновациялар жүйесін қалыптастыру және оңтайландыру»  
тақырыбындағы диссертациялық жұмысына**

**АНДАТПА**

**Зерттеу тақырыбының өзектілігі.** Қазіргі таңда білім мен ғылым саласындағы серпілістер және өзгерістер оларды жаңа көз қараспен қарауға және дамудың жаңа деңгейіне өтуге себепші болып отыр. Мұндай серпіліс пен өзгерістердің бірден бір себебі түрлі салаларда инновациялық технологияларды кеңінен пайдалану болып табылады. Инновацияның қалыптасу және таралу механизмі бұрыннан белгілі болғанына қарамастан, бұл саладағы зерттеулер өзекті болып табылады және кейбір мәселелер жеткілікті түрде шешілмегендіктен оларды терең зерттеу қажет. Сонымен қатар, инновациялар жүйесіндегі жаңа тұжырымдар мен құралдардың пайда болуына байланысты, олар үнемі одан әрі дамытуды талап етеді. Инновация ұғымын американдық ғалым Й. Шумпетер өзінің «Экономикалық даму теориясы» еңбегінде алғаш рет «жаңашыл» және «жаңалық» түсінігі ретінде енгізді. Содан кейін түрлі ғалымдар біршама зерттеулер жүргізіп, инновацияға өздігінше ұғымдар бере бастады. Атап айтсақ, Ф. Валента және Л. Волдачек «инновация бұл – өзгеріс» десе, Э.Уткин инновацияны нақты «объект» деп санайды. Ал, Ф. Никсон – «іс-шаралардың жиыны», С. Валдайцев «жаңа өнімді игеру» деген ұғым берген. Жалпы айтқанда, инновация – бұл әлеуметтік құбылыс, яғни адамдардың қандай да бір қоғамда қалыптасқан дәстүрлерді өзгертуге, жаңалықтарға ұмтылу, бір кезеңнен екіншісіне өту құлқын анықтайды. Қазақ тілінде осы түпнұсқа қолданылып келеді.

Инновацияның қалыптасуын, таралуын және қоғамға әсер етуі ықпалын зерттеу бойынша қазіргі таңда біршама тәжірибе жинақталған. Шетелдік ғалымдар Э. Роджерс және Ф. Басс ХХ ғасырдың 60-шы жылдары әлеуметтік жүйелерге инновациялардың ену үрдістерін және қоғамдағы өзгерістерді түсіндіретін математикалық модельдер және тұжырымдарды ұсынды. П. Дойчманн, У. Даниельсон, А. Барончелли, А.М. Федотов, Ф.А. Мурзин, В.Б. Барахнин сынды ғалымдар инновациялардың таралу үрдістерін, оның ықпалын және сөздік жұмысын зерттеді. Сонымен қатар, отандық ғалымдар А.Е. Дюсембаев, Ж.А. Тусупов зерттеулерінде сөздік жұмысы қарастырылған. Алайда бұл зерттеулерде инновациялар сөздігінің жұмысын оңтайландыру тапсырмасы туралы айтылмаған. Мұндай тапсырма үлкен қызығушылық тудырады, әсіресе сөздік көлемі үлкен болған жағдайда. Себебі, сөздік бірнеше ондаған микросекунд ішінде жүздеген немесе одан да көп машиналық нұсқауларды орындайды. Бетті жүктеу уақыты бірнеше ондаған миллисекундқа жуық. Мұндай жағдайлар сөздік беттерінде өзара байланысқан сілтемелердің қателігіне, яғни бет қателігіне әкелуі мүмкін. Бет қателігінің болуы жады жүйесінің өнімділігін 98% дейін төмендетуі мүмкін (D.Knuth, P.Denning,

D.Ferrari және т.б.). Сондықтан беттік жадыны басқару жүйесінің, оның ішінде инновациялар сөздігінің басты міндеттерінің бірі – бет қателігінің пайда болу жиілігін азайту. Оның шешімі әдетте бетті алмастыру алгоритмін дұрыс таңдаумен байланысты. Осындай шешімдердің бірі – сегментациялау тапсырмасы үшін бағдарламалық кодты қайта құру арқылы WS (Working set, қазақша «жұмысшы жиын») стратегиясын қолдану (А.Е. Дюсембаев). Оңтайландыру процесін басқару теориясында жұмысшы жиын ұғымы ерекше рөл атқаратындығына күмән жоқ, сондықтан WS стратегиясы қайта құрылымдау мәселесін шешуде ерекше қызығушылық тудырады. Осы себепті, WS стратегиясы ерекше назарға ие. Қайта құрылымдау тапсырмасы әдетте бір немесе бірнеше мақсатқа сәйкес процестерді бөліктерге (блоктар, бөлімдер, беттер және т.б.) бөлу немесе ұйымдастыру болып табылады. Таңдалған тақырыптың өзектілігі келесі мәселелерге негізделеді:

- инновациялар сөздігі үшін оңтайландыру тәсілдері мен модельдердің жоқтығы;
- түпкілікті шешімдердің болмауы (refactoring, restructuring);
- инновациялар сөздігінің үлкен өлшемдігі (Big Data мәселесі);
- сөздіктегі ұғымдардың нашар орналасуы инновациялар жүйесінің өнімділігін төмендеуіне әкелуі мүмкін;
- жүйе өнімділігінің төмендеуі бет қателігінің көптігінен болуы мүмкін;
- агенттер арасында эпидемия қауіпін азайту мақсатында мультиагентті жүйені оңтайландыру моделін құру мүмкіндігі;
- алғаш рет инновациялар сөздігінің жұмысын оңтайландыру тапсырманы қойылды және алғаш рет есептеу процесінің геометриялық интерпретациясы негізінде модельді оңтайландыру мүмкіндігі көрсетілді.

Осыған байланысты диссертацияда жүргізілген зерттеулер өзекті болып табылады.

**Зерттеу жұмысының мақсаты:** инновациялар жүйесін қалыптастыру және оңтайландыру, оңтайландырылған жүйені мультиагентті жүйенің топтарын қайта құрылымдау тапсырмасына қолдану.

**Зерттеудің тапсырмалары:** Қойылған мақсатқа жету үшін диссертациялық жұмыста келесі тапсырмаларды шешу қарастырылады:

- инновациялар жүйесін сипаттау бойынша әдебиеттер мен технологияларды талдау және инновацияның қалыптасу механизмін анықтау;
- инновациялар жүйесін қалыптастыру;
- есептеу процестері мен геометриялық интерпретацияға негізделген инновациялар сөздігін оңтайландыру моделін құру;
- құрылған модельді мультиагентті жүйенің топтарын қайта құрылымдау тапсырмасына қолдану.

**Зерттеу нысаны:** инновациялар жүйесі, инновациялар жүйесін оңтайландыру, мультиагентті жүйе.

**Зерттеу пәні:** инновациялар жүйесін қалыптастыру, инновациялар сөздігін оңтайландыру моделі және оңтайландыру моделін қолдану.

**Зерттеу әдісі:** зерттеуде қойылған тапсырмаларды шешу үшін диссертацияда келесі әдістер қолданылады: дискретті оңтайландыру әдістері,

стахостикалық бағдарламалау әдістері, операцияларды зерттеу әдістері, геометриялық интерпретация принциптері.

**Ғылыми жаңалығы:**

1. Инновациялар жүйесін қалыптастыру;
2. Есептеу процестері мен геометриялық интерпретация негізінде инновациялар сөздігін оңтайландыру моделі;
3. Құрылған модельді мультиагентті жүйенің топтарын қайта құрылымдау үшін қолдану.

**Жұмыстың теориялық және практикалық маңыздылығы:**

Диссертацияда қойылған және шешілген тапсырмалар ақпараттық жүйелердің іргелі бағытына жатады. Жұмыстың практикалық маңыздылығы инновациялар сөздігінің жұмысын оңтайландыру кезінде құрылған модельдерді іс жүзінде қолдануға болатындығымен анықталады. Сонымен қатар, инновациялар сөздігін қалыптастыру және оңтайландыру мәселесі үшін де маңызды. Себебі мұндай сөздік үлкен өлшемді болу мүмкін, бұл өз кезегінде үлкен деректер мәселесіне алып келеді. Яғни, сөздік жұмысын оңтайландыру тапсырмасы заңды болып табылады. Біздің жағдайда инновациялар сөздігі екі деңгейлі: сөздіктің бірінші деңгейі – бұл статикалық жады, мұнда сөздіктің өзі орналасқан және сөздік инновациялар немесе ұғымдар орналасқан беттерге бөлінген. Сөздіктің екінші деңгейі – динамикалық жады, оның беттерінде статикалық жады беттерінің көшірмелері орналасқан. Инновацияларды қолданылтын сала аясында анықтау, оны кластерлеу және деңгейі бойынша сипаттама беру жоғарыда айтылған мәселелерді шешу жолын біршама жеңілдетпек. Диссертациялық жұмысты орындау барысында инновациялар сөздігін оңтайландырудың сызықтық емес моделі, соның ішінде функционал және шектеулер жүйесі анықталды. Зерттеу барысында алынған нәтижелер құрылған модельдің ерекшеліктерін ескеретін практикалық оңтайландыру алгоритмін құруға негіз береді және туыстас есептерді шешу үшін қолданыла алады.

Жұмыстардың едәуір бөлігі инновацияның диффузия құбылысын зерттеуге және қолданбалы аспектілерге арналған. Яғни, алынған нәтижелер инновацияның қалыптасу механизмін зерттеуге, қоғамдағы инновацияның қалыптасуын және таралуын, саяси пікірлердің, идеялардың туындауын және таралуын және олардың қоғамға әсерін сараптау барысында қолдануға мүмкіндік береді.

**Қорғауға шығарылған негізгі тұжырымдар:**

- алғаш рет жұмысшы жиын стратегиясы негізінде инновациялар сөздігінің жұмысын оңтайландыру тапсырмасы қойылды;
- біздің зерттеулер аясында инновация түсінігі енгізілді және инновацияның қалыптасу механизмі сипатталынды;
- инновациялар сөздігін оңтайландырудың математикалық моделі құрылды:

а) инновациялар сөздігін оңтайландыру тапсырмасының функционалы (соның ішінде  $h \geq 1$  эксперименті бойынша эмпирикалық функционал) және шектеулер жүйесі табылды;

б) бірегей комбинаторлық кеңістік (Булеан) шыңдары бойынша кездейсоқ кезу ретінде есептеу процесінің геометриялық интерпретациясы табылды;

с) есептеу процесінің геометриялық интерпретациясы негізінде инновациялар сөздігін оңтайландыру тапсырмасының өлшемін азайту мүмкіндігі көрсетілді;

- оңтайландыру тапсырмасының бағалау функционалы құрылды;

- эпидемия қауіпін төмендету мақсатындағы мультиагентті жүйе топтарын қайта құрылымдау тапсырмасы үшін қолданылуы көрсетілді.

**Ғылыми жұмыс нәтижелерін апробациялау:** Зерттеу тақырыбы бойынша ғылыми нәтижелері келесідей халықаралық ғылыми конференцияларда жарияланды: ISIS 2017 «The 18th International Symposium on Advanced Intelligent Systems», Тэгу, Оңтүстік Корея, 2017; «Integration of the scientific community to the global challenges of our time», Осака, Жапония, 2017; «Әуезов оқулар», Шымкент, 2017; «Интеллектуалдық ақпараттық және коммуникациялық технологиялар - «Қазақстан – 2050» стратегиясы аясында үшінші индустриалды революцияны жүзеге асырудың құралы», Астана, 2016; «Ғылым және Білім», Астана, 2015. Сонымен қатар, диссертациялық жұмыс нәтижелері әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің «Ақпараттық технологиялар» факультетінде, «Ақпараттық жүйелер» кафедрасында және Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институтының ғылыми семинарларында талқыланды.

**Диссертациялық жұмысты орындау барысында 20 мақала жарияланды**, соның ішінде Scopus және Web of Science базаларына енгізілген журналдарда 4 мақала, Қазақстан Республикасы Білім және Ғылым министрлігінің білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған журналдарында 5 мақала, халықаралық конференциялар жинақтарында 5 мақала, халықаралық журналда 1 мақала жарияланды және зияткерлік меншік нысанын енгізу бойынша 5 куәлік алынды.

#### **Жарияланымдар:**

1. Fedotov A.M., Barakhnin V.B., Murzakhmetov A.N., Milyuk I.R. Modelling of process information dissemination and its impact dynamics to mass consciousness. Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 15th December 2020. Vol.98. No 23. pp. 3691-3702
2. 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. 2018, Vol. 6, iss. 4, pp. 17-28.
3. Murzakhmetov A.N., Dyusembayev A.E., Umbetov U.U., Abdimomynova M.M., Shekeyeva K. Study of the innovations diffusion on the base of Naming Game mathematical model. Compusoft an International Journal of Advanced Computer Technology. 2020, Vol. 9(1), pp. 3547-3551.
4. Grishko M.V., Murzakhmetov A.N. Making investment decisions based on econometric analysis in the conditions of Kazakhstan stock market // Bulletin of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan, Iss. 2, Mar 2015, pp. 250-256.
5. Fedotov A.M., Murzakhmetov A.N., Dyusembayev A.E., Grishko M.V. Model of innovation diffusion in the social systems under the influence of the media

- and interpersonal communication. ISIS 2017-The 18th International Symposium on Advanced Intelligent Systems, October 11-14, 2017, EXCO in Daegu, South Korea. pp. 916-922.
6. Fedotov A.M., Murzakhmetov A.N., Dyusembayev A.E., Grishko M.V. To Analysis of the Model of Innovation Diffusion in the Social Systems under the Influence of the Media and Interpersonal Communication. INFORMATION, March 2018. Vol. 21, iss. 3, pp. 1187-1196.
  7. Murzakhmetov A.N. Research Imitation Multiagent Models of the Securities Market. II International scientific-practical conference "INTEGRATION OF THE SCIENTIFIC COMMUNITY TO THE GLOBAL CHALLENGES OF OUR TIME" Vol.2, March 7-9, 2017, Osaka, Japan. pp. 46-52.
  8. Umbetov U.U., Murzakhmetov A.N. Modeling the influence of internet news on the decision-making process of investors. Proceedings of international scientific-practical conference "Auezov Readings, 3-14 April Shymkent, 2017. Vol 5, pp. 318-321.
  9. Мурзахметов А.Н., Федотов А.М., Гришко М.В., Дюсембаев А.Е. Әлеуметтік-экономикалық қоғамдарда инновацияның таралуын модельдеу. ҚР ҰҒА Хабарлары, физика-математика сериясы, №6 (316), 2017, 39-44 б.
  10. Мурзахметов А.Н. Құнды қағаздар қоржынның тиімді аумағын есептеу жүйесі. ҚазККА Хабаршысы №2 (101), 2017, 241-248 б.
  11. Мурзахметов А.Н. Интернет жаңалықтарының мәтіндерін автоматты талдау моделі. Д. Серікбаев атындағы ШҚМТУ хабаршысы, математика, физика, химия, информатика сериясы, №2, 2017, 112-116 б.
  12. Мурзахметов А.Н., Бапанов А.А. Прогнозирования на основе эконометрических модели. «Интеллектуалдық ақпараттық және коммуникациялық технологиялар - «Қазақстан – 2050» стратегиясы аясында үшінші индустриалды революцияны жүзеге асырудың құралы» III Халықар.ғыл. – практ. конфер. Баяндамалар жинағы. 2-3 маусым 2016 жыл. Астана, 2016.
  13. Бапанов А.А., Мурзахметов А.Н. Современные классификаций онтологий. Сборник материалов X Международной научной конференции студентов и молодых ученых "Наука и образование -2015", Астана, 2015. стр. 425-427.
  14. Мурзахметов А.Н., Бейсов Н.К. Жасушалы автомат кеңістігінде ақпараттың таралуын талдау. ҚазҰТЗУ хабаршысы, техникалық ғылымдар сериясы, №6 (136), 2019, 462-465 б.
  15. Murzakhmetov A.N., Infante Moro A., Dyusembayev A.E. Social media and networks as a tool to analysis of tourists preferences and requirements. Vestnik KazNRTU, №2 (138), 2020, pp. 227-231.
  16. Гришко М.В., Мурзахметов А.Н., Дюсембаев А.Е. Модель принятия решений для Казахстанского фондового рынка на основе эконометрического анализа. Свидетельство депонирования объектов интеллектуальной собственности, авторское произведение. Регистрационный №002334, 29 апреля 2015 г.

17. Мурзахметов А.Н., Дюсембаев А.Е. Построение модели оптимизации работы словаря инновации на основе стратегий WS. Авторлық құқықпен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізімге мәліметтерді енгізу туралы куәлік, 2020 жылға 30 желтоқсан, №14230.
18. Дюсембаев А.Е., Мурзахметов А.Н. Особенности модели оптимизации работы словаря инноваций при стратегии рабочего множества. Авторлық құқықпен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізімге мәліметтерді енгізу туралы куәлік, 2021 жылғы 29 сәуір, №17094.
19. Дюсембаев А.Е., Мурзахметов А.Н. Построение модели реорганизации групп мультиагентной системы с возможным инфицированием агентов при контактах. Авторлық құқықпен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізімге мәліметтерді енгізу туралы куәлік, 2022 жылғы 21 ақпан, №23780.
20. Дюсембаев А.Е., Мурзахметов А.Н. Информационная система формирования и оптимизации словаря инноваций. Авторлық құқықпен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізімге мәліметтерді енгізу туралы куәлік, 2022 жылғы 28 наурыз, №24565.

**Диссертацияның құрылымы және көлемі:** Диссертация кіріспеден, үш бөлімнен, қорытынды, әдебиеттер тізімі және қосымшалардан тұрады, жалпы саны 103 бет машиналық мәтіні, оның ішіне 22 сурет, 159 пайдаланылған әдебиеттер және 15 бет қосымша кіреді.

**Кіріспеде** жұмыстың жалпы сипаттамасы, зерттеу тақырыбына байналысты әдеби шолу жасалып, өзектілігі келтіріледі, зерттеудің мақсаты мен тапсырмалары тұжырымдалады, қорғауға шығарылған негізгі тұжырымдары мен жұмыстың ғылыми жаңалығы көрсетіледі.

**Бірінші бөлімде** инновацияның таралу ерекшеліктері, жалпы тұжырымдары және инновацияның таралу модельдері, сонымен қатар, алмастырудың кейбір әдістері қарастырылған.

**Екінші бөлімде** сөздікті оңтайландыруға бағытталған зерттеулер мен олардың нәтижелері ұсынылған. Инновациялар сөздігін оңтайландыру мәселесі бойынша сәйкес модельдерді тереңрек қарастыру осы зерттеулерді жүргізуге бірден-бір себепкер болып отыр. Біздің жағдайда, бағалау функционалын азайту мақсатында сөздік беттеріне ұғымдарды қайта орналастыру *NP*-қиын мәселе болып табылады және олар үшін кластерлік пен эвристикалық тәсілдерге негізделген әдістерді қолдануға болады. Бөлімде есептеу процесінің геометриялық интерпретациясы табылған, ол жұмыстағы процесстерді толықтай анықтауға және қайта құрылымдаудың математикалық моделін, соның ішінде функционал мен шектеулерді құруға көмектеседі және оларға қолайлы шешімдер беріледі. Модель және оның ерекшеліктері одан әрі алгоритмді құру бойынша оңтайлы немесе  $\varepsilon$  - оңтайлы шешімдер алуға негіз береді және алгоритмнің кейбір қасиеттері қарастырылған.

**Үшінші бөлімде** мультиагентті жүйе қарастырылған. Жүйенің агенттері топтарға бөлінген және бір-бірімен байланыс барысында инфекция жұқтыру қаупі бар. Эпидемияның өрбу ықтималдығын азайту мақсатында агенттерді

топтарға қайта бөлу арқылы мультиагентті жүйенің жұмысын оңтайландыру тапсырмасы тұжырымдалған. Комбинаторлық мәселе ретінде бұл тапсырма *NP* толық есептер класына жатады, ол осы зерттеудің іргелі аспектісін көрсетеді. Бұл бөлімде қолданылатын стационарлық жүйе тұжырымдамасы алдыңғы, яғни екінші бөлімде қолданылған жұмысшы жиын тұжырымына қайта оралады, ол есептеу процестері теориясындағы маңызды ұғым болып табылады және басқа процестерді зерттеуге негіз бола алады. Сонымен қатар, бұл бөлімде әлеуметтік жүйеде инновацияның таралу үлгісі қарастырылған.

**Қорытындыда** жұмыстың негізгі нәтижелері мен қорытындысы тұжырымдалды.