

ISSN-1682-0533

Научно-Техническое Общество «КАХАК»

# ИЗВЕСТИЯ

Научно-Технического Общества «КАХАК»

2020, № 1 (68)

Алматы, 2020

# ИЗВЕСТИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА «КАХАК»

Алматы, 2020 г., № 1 (68)

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**Пак И.Т.** – заслуженный деятель науки и техники РК,  
доктор технических наук, профессор

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Бияшев Р.Г.** – доктор технических наук, профессор; **Калтаев А. Ж.** – доктор физико-математических наук, профессор; **Мукашев Б.Н.** – доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК; **Мун Г.А.** – доктор химических наук, профессор, *заместитель главного редактора*; **Огай В.Б.** – кандидат биологических наук; **Сон Э.Е.** – доктор физико-математических наук, профессор, академик РАН (Москва, РФ); **Цой О.Г.** – доктор медицинских наук, профессор; **Kim Chul** – PhD, профессор (Торонто, Канада); **Khatskevich V.Kh.** – доктор технических наук, профессор (Нью-Йорк, США); **Kim Byung-Soo** – PhD, профессор (Сеул, Республика Корея); **Park Kinam** – PhD, профессор (Уэст Лафайетт, США); **Ю В.К.** – доктор химических наук, профессор, *ответственный секретарь*; **Югай О.К.** – кандидат химических наук, ассоциированный профессор, *зам. ответственного секретаря*

## EDITOR-IN-CHIEF

**Pak I.T.** –Honored Worker of Science and Technology of Kazakhstan,  
Doctor of Technical Sciences, professor

## THE EDITORIAL BOARD:

**Biyashev R.G.** – Doctor of Technical Sciences, professor; **Kaltayev A.** – Doctor of Physico-mathematical Sciences, professor; **Mukashev B.N.** – Doctor of Physico-mathematical Sciences, professor, NAS RK academician; **Mun G.A.** – Doctor of Chemical Sciences, professor, *Deputy Chief Editor*; **Ogay V.B.** – Candidate of Biological Sciences; **Son E.E.** – Doctor of Physico-mathematical Sciences, professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation); **Tsoy O.G.** – Doctor of Medical Sciences, professor; **Kim Chul** – PhD, professor (Toronto, Canada); **Khatskevich V.Kh.** – Doctor of Technical Sciences, professor (New-York, USA); **Kim Byung-Soo** – PhD (Seoul, Republic of Korea); **Park Kinam** – PhD, professor (West Lafayette, USA); **Yu V.K.** – Doctor of Chemical Sciences, professor, *Managing Editor*; **Yugay O.K.** – Candidate of Chemical Sciences, associate professor, *Deputy Managing Editor*

**Учредитель:** Научно-техническое общество «КАХАК»

Издается с 1998 г.

Выходит 4 раза в год.

Свидетельство о регистрации издания № 1561-ж от 3 ноября 2000 г.  
Выдано Министерством культуры, информатики и общественного согласия  
Республики Казахстан

**Подписной индекс:** 74838

Подписку можно оформить в отделениях связи АО «Казпочта».  
Подписка продолжается в течение года.

**Адрес редколлегии и редакции:**

050010, г. Алматы, ул. Курмангазы, 40 (Дом Дружбы), офис 34  
телефон 8(727)-272-79-02, 8(727)-291-60-69

e-mail: [izv.ntokahak@mail.ru](mailto:izv.ntokahak@mail.ru)

Сайт: [www.ntokahak.kz](http://www.ntokahak.kz)

ISSN-1682-0533

## МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

МРНТИ 14.35.01

УДК 378.4

### ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИОННОЙ СРЕДЫ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ

Сулейменов И.Э.<sup>1</sup>, Темырканова Э.К.<sup>2</sup>, Егембердиева З.М.<sup>2</sup>, Байпакбаева С.Т.<sup>3</sup>,  
Гришина А.В.<sup>4</sup>, Косцова М.В.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Институт информационных и вычислительных технологий МОН РК

<sup>2</sup>Алматинский университет энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева

<sup>3</sup>Национальная инженерная Академия РК

Алматы, Республика Казахстан

<sup>4</sup>Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь

<sup>5</sup>Севастопольский государственный университет, Севастополь

e-mail: esenych@yandex.ru, elya\_aipet@mail.ru, egem.zm@mail.ru,

saltanat.baipakbayeva@gmail.com, grishin@mail.ru, mashasev@mail.ru

*Показано, что трансформации коммуникационной среды, имевшие место в последние десятилетия, существенно осложнили формирование коллективного профессионального мнения. В особенности это относится к области информационных и телекоммуникационных технологий, которая сама по себе претерпела качественные трансформации. В таких условиях приходится ставить вопрос о модернизации самого термина «профессионал в данной области знания». Основным профессиональным навыком становится способность противостоять диктату среды, для чего не может быть иной основы, кроме целостного научного мировоззрения. Это приводит к необходимости существенной модернизации социально-гуманитарного блока дисциплин, преподаваемых в университетах, особенно по техническим специальностям. Кроме того, возникает острая необходимость в инновационных дисциплинах, являющихся связующим звеном между социально-гуманитарным блоком и базовыми техническими дисциплинами. Примерами такого рода могут служить такие дисциплины как «Дизайн сознания», «История средств связи» и т.д.*

**Ключевые слова:** коммуникационная среда, инфокоммуникационные технологии, высшее образование, профессиональная подготовка, профессиональная среда, коллективное мнение, теоретическая педагогика.

*Соңғы онжылдықта орын алған коммуникациялық ортаның трансформациясы, ұжымдық кәсіби пікірдің қалыптасуын айтарлықтай күрделендіргені көрсетілген. Әсіресе, бұл сапалы трансформацияға ұшыраған ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар саласына жатады. Мұндай жағдайда "білімнің осы саласындағы кәсіпқой" терминін жаңғырту туралы мәселе қоюға тура келеді. Негізгі кәсіби дағдылар, тұтас ғылыми дүниетанымнан басқа, орта диктатына қарсы тұра алады. Бұл университеттерде, әсіресе техникалық мамандықтар бойынша оқытылатын пәндердің әлеуметтік-гуманитарлық блогын айтарлықтай жаңғырту қажеттігіне алып келеді. Сонымен қатар, әлеуметтік-гуманитарлық блок пен базалық техникалық пәндер арасындағы байланыстырушы буын болып табылатын инновациялық пәндерге қажеттілік*

туындайды. Мұндай мысал ретінде "сана дизайны", "байланыс құралдарының тарихы" және т. б. пәндер бола алады.

**Тірек сөздер:** коммуникациялық орта, инфокоммуникациялық технологиялар, жоғары білім, кәсіби дайындық, кәсіби орта, ұжымдық пікір, теориялық педагогика.

*It is shown that the transformations of the communicative environment that have taken place in recent decades have significantly complicated the formation of collective professional opinion. This is especially true in the field of information and telecommunication technologies, which has undergone qualitative transformations in its own right. In such circumstances, it is necessary to raise the question of modernizing the term "professional in this field of knowledge". The main professional skill is the ability to resist the dictates of the environment, for which there can be no other basis than a holistic scientific worldview. This leads to the need for significant modernization of the social and humanitarian block of disciplines taught at universities, especially in technical specialties. Also, there is an urgent need for innovative disciplines that are a link between the social and humanitarian block and the basic technical disciplines. Examples of this kind can be such disciplines as «consciousness design», «Communication history» etc.*

**Keywords:** communication environment, info-communication technologies, higher education, professional training, professional environment, collective opinion, theoretical pedagogy.

Хорошо известный тезис теоретической педагогики «любое образование есть, прежде всего, самообразование» в современных условиях приобретает новое звучание, особенно применительно любой специальности, так или иначе связанной с инфокоммуникационными технологиями.

Действительно, по мере того, как между информационными и телекоммуникационными технологиями углубляется взаимосвязь, критически возрастает и объем информации, который должен усвоить человек, являющийся профессионалом в данной области [1]. (В настоящее время, в том числе, уже общеупотребительным становится термин «инфокоммуникационные технологии» [2].) Существенным образом трансформируется и профессиональная коммуникационная среда, в которой также имеет место тесное переплетение научных направлений, ранее относившихся к сугубо информационным технологиям, с теми, которые ранее относились к области проводной и беспроводной связи [3].

Более того, само понятие «профессионал» в современных условиях нуждается во вполне определенном уточнении, обоснование которого и составляет цель данной работы.

Предлагается модернизированная трактовка понятия «профессионал в данной области науки и техники», которая звучит следующим образом.

В качестве истинного профессионала следует рассматривать человека, который:

- обладает системным профессиональным мировоззрением на уровне достаточном для того, чтобы легко и эффективно ассимилировать новую для него информацию, как в своей области, так и в смежных областях знания;

- обладает системным общенаучным мировоззрением (в противоположность такому явлению как методологическая безграмотность, которая стало широко распространенной в среде «технарей» в силу объективных причин, связанных с резким снижением влияния философской мысли на развитие науки и техники на протяжении XX века [4]).

- способен адекватно и эффективно **коммуницировать с соответствующим фрагментом профессиональной среды.**

Иначе говоря, человек, претендующий на то, чтобы считаться профессионалом, должен обладать именно тем набором компетенций, которые *комплементарны* тому *локальному* участку профессиональной среды, в которую он *интегрирован*.

Эта трактовка в целом коррелирует с представлениями, отраженными в текущей литературе. Так, в соответствии с [5] проблема формирования личности профессионала сводится к двум основным положениям:

1) «личность проявляется в профессии» – в процессе выбора и овладения профессией, профессионального совершенствования и формирования индивидуального стиля профессиональной деятельности, достижения поставленных целей и развитие иерархии ценностных ориентаций субъекта;

2) «развитие личности в деятельности» – актуализация профессионально ориентированных качеств будущего специалиста, расширение сферы познания окружающего мира и его смыслового содержания, развитие коммуникативного аспекта рефлексии.

Рефлексивные процессы включены в регуляцию практически всех сфер человеческой активности, в том числе и в обыденном общении. Интерперсональная рефлексия в процессе обучения и последующей профессионализации происходит в следующих диадах: «студент-студент», «студент-преподаватель», «студент-работодатель» и так далее.

Благодаря этому взаимодействию происходит организация рефлексивных процессов субъекта профессиональной деятельности, которая проявляется в следующих психологических характеристиках личности:

- самооценка;
- сформированность Я-концепции;
- инструментальность – видения себя в качестве инструмента собственной деятельности;
- позитивная профессиональная идентичность;
- ярко выраженные компоненты эмоциональной направленности личности студента: познавательный, пугнический («эмоции борьбы»), идеалистический и гуманистический [6,7];
- прогнозирование будущей трудовой деятельности.

Таким образом, в основе коммуникации студента как будущего специалиста лежит способность к интерперсональной рефлексии, наличие которой и определяет уровень профессиональной интенций студента.

Как вытекает из представленных сведений, данное выше определение не так уж сильно отличается от общепринятой трактовки, но, как будет ясно из дальнейшего, из него вытекает существенно иной подход к формированию образовательных программ, нежели тот, что базируется на существующей парадигме высшего образования, восходящей к идеям фон Гумбольдта [8]. А именно, характер рефлексии, о которой говорилось выше, во все большей степени зависит от коммуникационной среды в целом.

Оттолкнемся от очевидного. Ни один человек не может обладать всей массой знаний, накопленных даже в относительно узкой области знания, равно как и совокупностью соответствующих навыков. Соответственно, со времен фон Гумбольдта критерием компетентности для ученого выступал не объем накопленных им знаний сам по себе, но и способность постигать новое (как для себя лично, так и для человечества).

В наши дни данное утверждение становится все более и более верным для любого человека, претендующего на то, чтобы считаться специалистом, особенно в области

инфокоммуникационных технологий. С очевидностью, приобретение на студенческой скамье даже тех знаний, которые следовало бы отнести к базовым, становится проблематичным (в силу критического возросшего уровня профессиональной информации, накопленной мировой наукой). Поэтому не удивительно, что реальные сведения, которые нужны для выполнения профессиональных обязанностей, подавляющее большинство выпускников получает уже непосредственно в процессе работы [9]. Отсюда – повышение роли такого профессионального навыка как способность быстро и эффективно усваивать большие объемы разнородной информации самостоятельно, а также таких навыков как поиск и критическое осмысление информации, представляющей тот или иной интерес.

С классической точки зрения предпосылкой для формирования таких навыков является, прежде всего, целостное профессиональное мировоззрение, которым должен обладать любой истинный специалист, и, во-вторых, *целостное общенаучное мировоззрение*. Последний фактор становится все более важным в современных условиях в силу того, что подавляющее большинство значимых достижений в области инфокоммуникационных технологий, сделанных в последнее время, де-факто носит выражено междисциплинарный характер [4,10].

Другими словами, тезис о том, что основным профессиональным навыком истинного специалиста является способность искать и постигать новое, отнюдь не устарел. Напротив, по крайней мере, для такой области как инфокоммуникационные технологии его значение возрастает многократно.

Однако, современность (в первую очередь развитие телекоммуникационных систем и сети Интернет), приводит к тому, что классические положения, о которых говорилось выше, нуждаются во вполне определенных коррективах, связанных с тем, что *характер взаимодействия* любого специалиста с его профессиональной средой за последние десять лет *поменялся кардинальным образом*. В частности, сам характер восприятия информации, равно как и каналы, по которым конкретный специалист получает информацию, трансформируются тоже.

Подчеркиваем, что тезис о постижении нового сам по себе остается неизменным, но *качественно* изменяются способы, *каким именно образом* человек получает нужную для этого информацию. Точнее, указанные изменения постепенно накапливались на протяжении последнего полувека, но совсем недавно они претерпели переход из количества в качество.

Чтобы доказать это, вновь оттолкнемся от очевидного. Ещё тридцать лет назад фактически существовало только два канала обмена профессиональной информацией (если говорить о любой области науки и техники).

Первый из них был (и остается) связан с публикацией профессиональной периодики, с публикацией научно-технической литературы. Второй относился к личным коммуникациям профессионалов, которые осуществлялись преимущественно на конференциях различного уровня, в том числе и международных, а также при неформальном общении.

Очевидно, что невзирая на весьма разветвленную систему научной периодики, которая сложилась уже к середине XX века, межличностные коммуникации, осуществляемые, в том числе, на научных конференциях сохраняли, продолжали и продолжают сохранять своё значение. Не вызывает сомнений, что обмен информацией при личных контактах зачастую оказывается намного более эффективным, нежели через научную периодику.

Для этого существует целый ряд причин, в качестве одной из них можно отметить то очевидное обстоятельство, что при личном общении в неформальной обстановке любой ученый будет выражаться куда более откровенно, нежели в официально публикуемых

статьях. В неформальной обстановке он будет с гораздо большей легкостью формулировать слабо верифицированные гипотезы, может выражать более откровенную критику коллег и т.д.

Однако, в современных условиях грань между тем, что ранее именовалась межличностными коммуникациями и формальными (официальными) публикациями постепенно стирается (в любой области науки и техники). Свидетельством этому являются тенденции, уже отчетливо видимые в наши дни. Например, существуют многочисленные Интернет-ресурсы, способствующие свободному мнению между учеными и студентами (сервис [researchgate.net](https://www.researchgate.net) и ему подобные). Кроме того, появляется значительное число источников информации, в которых научные (равно как и псевдонаучные) публикации появляются фактически безо всякого рецензирования. К ним относятся как различные журналы «низкого» уровня, так и публикации, создаваемые исследователями самостоятельно на таких ресурсах как упомянутый выше сервис [researchgate.net](https://www.researchgate.net).

В этом смысле информационный обмен в научном сообществе претерпевает трансформации, сходные с теми, что имеют место в коммуникационной среде в целом. Наряду с официальными СМИ на общество все большее воздействие оказывают неформальные публицисты, прежде всего так называемые «блогеры», «копирайтеры» и т.п. Популярность многих блогеров является весьма высокой [11], часто сопоставимой с популярностью официальных СМИ, вынужденных придерживаться определенных стандартов и/или определенной редакционной политики.

Влияние рассматриваемых трансформаций коммуникационного пространства на характер информационного обмена в научной среде также является весьма существенным. Не будет большим преувеличением сказать, что те же факторы, которые заставляют говорить о новой медиареальности [12] и эпохе постправды [13] применительно к коммуникационной среде в целом, действуют и на ту ее часть, которая определяет характер информационного обмена в научном сообществе.

Механизм этих процессов может быть раскрыт, исходя из представлений о существовании вполне определенной иерархии информационных объектов, существующих в коммуникационной среде [14]. Для целей настоящей работы нет необходимости обращаться к детальной их классификации, достаточно отметить, что наряду с источниками информации, несущими конкретные сведения, существуют и источники информации, которые можно отнести к *управляющим* (в смысле их воздействия на поведение человека в коммуникационной среде).

Несколько упрощая, характер *управляющих* источников информации можно раскрыть следующим образом. Прежде чем конкретный студент или исследователь прочтет конкретную научную работу, он должен получить те или иные сведения, которые заставят (мотивируют) его это сделать [15].

В эпоху расцвета классического университетского образования (рубеж XIX и XX веков) акцентировать внимание на данном обстоятельстве не имело никакого смысла. Мотивацию к изучению тех или иных научных публикаций и студенты, и специалисты получали, будучи интегрированными во вполне определенную профессиональную среду. Данная среда вырабатывала вполне определенное коллективное мнение, побуждающее всех, кто был с ней интегрирован, знакомится с определенным пулом литературы, быть готовым обсуждать вполне конкретные темы и т.д. Так, существовал вполне определенный перечень научных трудов, не зная которые для специалиста в соответствующей области считалось просто неприличным.



Применительно к студентам и молодым специалистам указанная выше профессиональная среда, очевидно, формировалась преимущественно базовыми выпускающими кафедрами, с которыми были аффилированы конкретные научные школы. Именно эти институции формировали соответствующее *коллективное* мнение, которое фактически приводило к существованию вполне определенного диктата профессиональной среды. Именно механизмы формирования коллективного мнения профессиональной научной среды, в конечном счете, и позволяют раскрыть природу тех социальных явлений, которые лежат в основе смены научных и научно-технических парадигм, понимаемой в смысле Т. Куна [16].

К концу XX века, однако, на постсоветском пространстве произошел постепенный переход к *массовому* высшему образованию [17,18]. Одним из следствий массового характера высшего образования стала фрагментация научно-образовательного коммуникационного пространства, а также резкое снижение любых коммуникационных возможностей научных школ и базовых кафедр. Они в значительной степени перестали влиять на формирование каких-либо коллективных мнений, способных оказать воздействие на те, или иные социальные или профессиональные группы. Это не удивительно: массовый характер высшего образования *не мог не* привести к существенному снижению социального статуса педагогов и ученых. Если на рубеже XIX и XX веков педагоги высшей школы заведомо относились к элитным слоям общества (в том числе, в силу того, что высшее образование само по себе носило элитарный характер), то в настоящее время престиж данной профессии весьма низок.

Применительно к целям данной работы это означает, в том числе, что базовые кафедры и научные школы де-факто *перестали генерировать управляющую информацию* в указанном выше смысле. Они перестали «задавать тон» в соответствующих фрагментах профессиональной среды. Наглядно показать это можно, например, рассматривая характер партнерства между крупными фирмами и университетами. Мнение бизнес-среды в профессиональных вопросах сегодня часто является определяющим, более того, представители бизнеса весьма редко обращаются за рекомендациями и консультациями к базовым кафедрам университетов, что с точки зрения профессиональной логики начала XX века было бы более чем нормальным.

Причиной такого положения дел отчасти является катастрофическое падение социального авторитета и педагогов высшей школы, и научных работников, которое имело место на протяжении последнего столетия. Однако не меньшее значение в данном отношении имеет и ярко выраженная *фрагментация* профессиональной среды, заложником которой стали постсоветские университеты.

Причины, приведшие к такой фрагментации, носят как объективный, так и субъективный характер. Объективной причиной является существенное увеличение численности профессорско-преподавательского состава университетов, значительно затрудняющее формирование единой профессиональной коммуникационной среды. Одной из многочисленных субъективных причин является существенное снижение уровня финансирования университетов. Так, в современных условиях посещение рядовыми преподавателями представительных международных конференций является весьма редким событием, т.е. поддержание профессиональных коммуникаций на должном уровне затруднено, в том числе и финансовыми обстоятельствами.

В результате возникает весьма *нетривиальный* вопрос о том, какая именно часть профессионального сообщества формирует коллективное мнение, генерирующее *управляющую* информацию (т.е. «задает тон», определяет «передовые тренды» и т.д.).

Как показано в [19], этот вопрос сам по себе является более чем важным для таких стран как Казахстан, поскольку «следование передовым мировым трендам» в Казахстане де-факто является сложившейся практикой.

Применительно к целям данной работы, однако, гораздо более важно отметить, что управляющая информация де-факто *генерируется в среде Интернета*. Как минимум, данная среда представляет собой некий фильтр: только информация, которая проходит через него, т.е. получает достаточно широкое распространение в Сети, становится *управляющей* в указанном выше смысле.

Подчеркиваем, что представители бизнес-элиты в современных условиях де-факто занимают куда более весомое положение в «иерархии профессиональной авторитетности», нежели академические круги (по крайней мере, это относится к любой из технических дисциплин, в особенности, связанных с инфокоммуникационными технологиями). В свою очередь, бизнес-элита черпает информацию из открытых источников информации (самостоятельно или через советников, также слабо связанных с академическими кругами), проще говоря, – из Интернета.

Следовательно, есть все основания говорить, что в современных условиях в том, что касается формирования *профессионального* мнения в технических областях знания, де-факто сложился устойчивый диктат Интернет-среды, реализующийся через механизмы генерации управляющей информации.

Данные механизмы, разумеется, остаются изученными недостаточно, собственно, сам вопрос о характере ассимиляции той или иной информации обществом был поставлен только недавно [20]. Можно, однако, высказать вполне определенные суждения о характере информации, способной преобразоваться в управляющую и без детальных математических выкладок.

В первую очередь, такая информация должна быть проста для понимания, легко усваиваться и легко тиражироваться. Последнее условие является весьма важным. Как отмечается, в частности, в работе [21], в условиях перенасыщенной информационной среды усвоение информации, в первую очередь, зависит не от ее важности или обоснованности, но от частоты повторения, иначе – от вероятности ее обнаружения в Интернет-ресурсах. Частота повторения, в свою очередь определяется «вторичными» источниками информации, т.е. тем насколько часто ее *тиражируют* пользователи Интернета. Применительно к социально значимой информации роль вторичных источников информации прослеживается наиболее отчетливо: она наиболее эффективно усваивается тогда, когда ее подхватывают пользователи телекоммуникационных сетей.

Тот же эффект, к сожалению, действует и по отношению к информации, формирующей коллективное профессиональное мнение. Его, как подчеркивалось выше, преимущественно формируют бизнес-круги, представители которых часто ставят свое мнение намного выше мнения научных работников, прямо или косвенно опираясь на хорошо известные аргументы («если ты такой умный, то почему ты не богатый?»). Очевидно, что советники (как штатные, так и неформальные) крупных бизнесменов также черпают информацию в Интернете, а их коммуникационное поведение незначительно отличается от поведения слегка грамотных дамочек, обсуждающих последние новации в практиках фен-шуя или проблемы нумерологии.

Следовательно, информация, которая способна стать *управляющей*, должна удовлетворять еще одному важнейшему требованию: пользователи сети должны быть *мотивированы* на ее дальнейшее распространение (тиражирование). Такая мотивация может

быть разной. Чаще всего пользователи телекоммуникационных сетей распространяют информацию, которая позволит им подчеркнуть свое положение, причастность к современным трендам, «продвинутость» и т.д. Наиболее существенно, что при любой мотивации к распространению любой информации она должна быть не просто *понята* человеком-ретранслятором, но им ассимилирована на уровне *усвоения*.

Слегка образованная бизнес-дамочка, возможно, поймет выступление социолога, но не станет его тиражировать, так как это просто не попадает в круг ее интересов, а самое главное – она не будет в состоянии выработать *осмысленное* отношение к обсуждаемым вопросам.

Перечисленные факторы приводят к тому, что тиражирование информации (без чего становится невозможным ее ассимиляция коммуникационной средой) неизбежно сопровождается *ее упрощением и выхолащиванием*. Как следствие, обсуждение любых «сложных материй» уже не оказывает влияния на формирование даже *профессионального коллективного* мнения (во всяком случае, на том уровне, который имел место на рубеже XIX и XX веков).

Таким образом, диктат профессиональной среды в современных условиях носит *все более и более негативный характер*.

Следовательно, одной из главных черт личности любого профессионала становится его способность *противостоять диктату среды*, в том числе, и профессиональной. По причинам, рассмотренным выше, интеллектуальный уровень коллективного мнения продолжает уверенное снижение, а старый афоризм «нет более идиотского заблуждения чем то, которое разделяется всеми», уже оказывается применим не только к обывательской среде, спокойно воспринимающей разнообразную чепуху (нумерология, хиромантия, «экологический идиотизм» и пр.), но и к профессиональной, увы.

Очевидно, что в таких условиях, помимо прочего, становится всё сложнее и сложнее формировать адекватные учебные программы.

Прежде всего, в условиях турбулентного рынка труда, прогнозировать тот набор знаний и умений, который будет нужен выпускнику на конкретном рабочем месте, становится всё более и более сложно.

Более того, эти знания умения начинают отличаться все большим разбросом. Следовательно, рано или поздно придется делать выбор между существующим подходом и подходом, который обсуждался в [22].

Действительно, всё более и более узкая специализация, характерная для высшего образования на протяжении всей второй половины XX века и которая сохраняется сейчас, становится бессмыслицей, по крайней мере, если говорить о специальностях, так или иначе связанных с инфокоммуникационными технологиями. Любые специальные предметы очень быстро обесцениваются и далеко не только потому, что они устаревают. Имеет место воздействия тех самых факторов, о которых говорилось выше: крайне сложно вычленишь те компетенции, которые действительно понадобятся будущему специалисту. Эти компетенции характеризуются очень большим разбросом, а коллективное профессиональное мнение перестало быть надежным ориентиром.

Любая существующая образовательная программа де-факто представляет собой проекцию дисциплинарной структуры соответствующей области знания на учебный процесс. Если эта структура сама по себе стала очень сложной, а ориентиры – в виде коллективного профессионального мнения – утрачены, то адекватно выбрать те дисциплины, которые должны войти в образовательную программу, *невозможно в принципе*.

Именно это обстоятельство и возвращает к необходимости существенной модернизации базового тезиса теоретической педагогики, о котором говорилось выше – любое образование есть, прежде всего, самообразование.

Чтобы самообразование было эффективным нужна управляющая информация, способная заменить ту, которую некогда студентам давали профессора, т.е. «несущие свет» в прямом смысле этого слова.

В современных условиях, как вытекает из материала данной статьи, управляющую информацию будущий специалист должен также искать для себя самостоятельно – исходя из своих потребностей и понимания себя самого как будущего профессионала (включая и понимание своего места в профессии).

Следовательно, базовыми на современном этапе должны стать знания, которые формируют **общенаучное и профессиональное мировоззрение, способность к самостоятельному поиску и критическому осмыслению информации любого уровня – и конкретной, и управляющей.**

На современном этапе любой истинный профессионал рано или поздно окажется в условиях, когда ему придется противостоять диктату среды, поэтому такое качество как способность к адекватному критическому восприятию **любых** суждений становится едва ли не основным профессиональным навыком.

Отсюда, в том числе, вытекает и необходимость внедрения в учебный процесс дисциплин, обеспечивающих не только формирование профессионального мировоззрения (на уровне философского осмысления), но и формирование **личности.**

«Просто специалистом» истинный профессионал быть уже не может. Профессиональная деятельность в условиях негативного диктата среды не может быть успешной без целого ряда **личных** качеств. Это, несколько парадоксальным образом, возвращает к **воспитательной** функции учебного процесса. В частности, представляется очевидным, что низведение высшего образования до уровня «образовательных услуг» было не вполне оправданным; во всяком случае, такие дисциплины как «дизайн сознания» могут и должны стать неотъемлемой частью образовательных программ по любым специальностям, так или иначе связанным с инфокоммуникационными технологиями.

#### Литература:

1. Яковлев А. Н., Яковлева С. А. Современные аспекты инфокоммуникационных технологий в системе профессионального образования //Синергия. – 2016. – №. 5. – С. 13–18.
2. Арзуманова Н. В. Использование современных информационных технологий в образовательном процессе //Известия Российского государственного педагогического университета им. АИ Герцена. – 2009. – №. 113. – С.86–90.
3. Кухаренко Е. Г. Жизненный цикл инфокоммуникационных услуг: особенности и тенденции //Экономика и качество систем связи. – 2017. – №. 3 (5). – С. 6-12.
4. Сулейменов И. Э., Габриелян О.А., Седлакова З.З., Мун Г.А. История и философия науки. — Алматы: Изд-во КазНУ, 2018. – 406 с.
5. Косцова М. В. Психологические условия формирования профессиональной рефлексии у студентов, обучающихся по техническим специальностям //Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Психология. – 2013. – Т. 6. – №. 2. – С. 104–110.
6. Гришина А.В. Развитие эмоциональной направленности студентов в процессе их профессионального самоопределения: Диссертация на соискание научной степени

кандидата психологических наук: 19.00.07 //Национальный педагогический университет им. М.П. Драгоманова. – К., 2013. – 218 с.

7. Гришина А. В. Экспериментальная модель развития эмоциональной направленности личности в процессе профессионального самоопределения студентов вуза (на примере исследования обучающихся техническим специальностям) //Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Психология. – 2013. – Т. 6. – №. 2. – С. 98–103.

8. Ковалева Е. Н. Миссия университета: от концепции образования Вильгельма фон Гумбольдта до теории человеческого капитала //Человеческий капитал и профессиональное образование. – 2014. – №. 4. – С. 12.

9. Egemberdyeva Z. Suleimenova K., Suleimenov I. Modern information technologies in higher education: What might the role of a teacher look like in a modern university? // Sinteza 2019 - International Scientific Conference on Information Technology and Data Related Research. – 2019. – P.70–76.

10. Мансурова С. Е. Общенаучный феномен интеграции в современном образовании //История и педагогика естествознания. – 2014. – №. 3. – С.16–20.

11. Корнев М. С. Понимание журналистики: что такое «Журналистика» в современной цифровой среде? //Вестник Челябинского государственного университета. – 2015. – №. 5 (360). – С. 229–235.

12. Гришечкина Н. В. Медиареальность как «Зона обмена» // Революция и эволюция: модели развития в науке, культуре, обществе. – 2019. – №. 1. – С.286–288.

13. Щербинина Н. Г. Феномены " правда" и "постправда" в политико-информационном контексте //Политика развития, государство и мировой порядок. – 2018. – С. 596–597.

14. Suleimenov I. E. et al. Dialectical Understanding of Information in the Context of the Artificial Intelligence Problems //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2019. – Vol. 630. – №. 1. – P. 012007.

15. Сулейменов И. Э. и др. Немонетарная мотивация инновационной деятельности //Образовательные ресурсы и технологии. – 2017. – №. 2 (19). – С.44–50.

16. Кун Т. Структура научных революций. – М.:Litres, 2017. – 1004 с.

17. Сулейменов И. Э., Байпакбаева С. Т. Принципы построения деловой экосистемы для стимулирования инноваций в высших учебных заведениях //ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. – 2018. – №. 5. – С. 86-99.

18. Авдеев Н. Ф. Высшая школа в условиях глобализации. – М: МГИУ, 2011. – 578 с.

19. Калимолдаев М. Н., Пак, И. Т., Мун, Г. А., Бакиров, А. С., Байпакбаева, С. Т., & Сулейменов, И. Э. Искусственный интеллект как драйвер четвертой технологической революции. /Учебное пособие. – Алматы, 2018. – 313 с.

20. Сулейменов И.Э. и др. Некоторые доказательства завершения первого этапа ноосферной революции в современном обществе //Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Социология. Педагогика. Психология. – 2013. – Т. 26. – №. 5. – С. 87–97.

21. Бегалинов А. С., Бегалинова К. К. Межкультурная коммуникация в контексте цифровизации и медиатизации //Большая Евразия: Развитие, безопасность, сотрудничество. – 2018. – №. 1–2. – С.512–514.

22. Сулейменов И.Э., Пак И.Т., Мун Г.А. Новая парадигма образования и науки: Предвидения О.О. Сулейменова // Международная научно-практическая конференция «Роль молодежи в становлении экономики знаний» Вестник Алматинского университета энергетики и связи. – 2018. – С.56–67.

*Поступила 28 февраля 2020 г.*

## ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

МРНТИ 31.23.01

УДК 577.112.3; 665.12; 577.164.2; 37.012.6; 577.161.3

### ҚЫРМЫЗЫГҮЛДІҢ ДӘРІЛІК ТҮРІ МЕН СӘЛБЕН ШӨБІНІҢ ДӘРІЛІК ТҮРІНЕН ДАЯРЛАНҒАН КОМПОЗИЦИЯНЫҢ ФИТОТАЛДАУЫ

**Қаламғали Т.О., Бурашева Г.Ш.**

*әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті*

*Алматы, Қазақстан Республикасы*

*e-mail: k.tanakoz@mail.ru; gauharbur@mail.ru*

*Дәрілік қырмызыгүл (Calendula officinalis L.) және дәрілік сәлбен (Salvia officinalis L.) өсімдіктерінің жер үсті бөліктерінен композиция даярланып, сол композицияға фитоталдау жасалды. Зерттеу жұмысы соңында композиция құрамындағы дәрумендер, май қышқылдар, амин қышқылдар, макро- және микроэлементтер, биологиялық белсенді заттардың (ББЗ) сандық құрамы зерттелді. Композицияның ылғалдылығы 8,6% болғанда, жалпы күлділік 19,2 %, экстрактивті заттар 38,5 %, флавоноидтар мөлшері 4,2 %, алкалоидтар 1,1 %, тері илегіш заттар 7,6 %, органикалық қышқылдар 0,3 %, кумариндер 0,2 % болды. Композиция құрамына сараптама жүргізілді, нәтижесінде 3 дәрумендер, 10 микро- және макроэлементтер, 20 амин қышқылдары, 8 май қышқылы анықталды. Мұнда А дәрумені – 0,84 мг/100г; Е дәрумені – 4,2мг/100г; С дәрумені – 22,4 мг/100г мөлшерде табылды. Амин қышқылдарының құрамында ең көп мөлшерде глутамат (2600 мг/100г) және аспарагат (1402 мг/100г) құрайды. Ал май қышқылдарының құрамы бойынша мөлшері көптері линолен қышқылы (40,1 мг/100г) мен линол қышқылы ( 33,6 мг/100г) болды.*

**Тірек сөздер:** *дәрілік қырмызыгүл, дәрілік сәлбен, композиция, фитоталдау, флавоноидтар, амин қышқылдар, май қышқылдары.*

*Получена композиция из календулы лекарственной (Calendula officinalis L.) и шалфея лекарственного (Salvia officinalis L.), проведен фитоанализ данной композиции. Определен количественный состав витаминов, жирных кислот, аминокислот, макро- и микроэлементов, биологических активных веществ (БАВ) в композиции. При влажности – 8,6%, зольность – 19,2 %, содержание экстрактивных веществ – 38,5 %, флавоноиды – 4,2 %, алкалоиды – 1,1 %, дубильные вещества – 7,6%, органические кислоты – 0,3 %, кумарины – 0,2 %. В композиции содержатся 3 витамина, 10 микро- и макроэлементов, 20 аминокислот, 8 жирных кислот. Обнаружены витамины в количествах: А – 0,84 мг/100г; Е – 4,2 мг/100г; С – 22,4 мг/100г. В аминокислотном составе наибольшее содержание имеют глутамат (2600 мг/100г) и аспарагат (1402 мг/100г). А по жирнокислотному составу в наибольшем количестве были линоленовая кислота (40,1 мг/100г) и линолевая кислоты (33,6 мг/100г).*

**Ключевые слова:** *календула лекарственная (Calendula officinalis L.), лекарственный шалфей (Salvia officinalis L.), композиция, фитоанализ, флавоноиды, аминокислоты, жирнокислоты.*

*A composition was obtained from Calendula officinalis L. and Salvia officinalis L., a phytoanalysis of this composition was carried out. The quantitative composition of vitamins, fatty acids, amino acids, macro- and microelements, biological active substances in the composition was determined. Moisture content – 8,6 %, total ash – 19,2 %, the content of extractives – 38,5 %, flavonoids – 4,2 %, alkaloids – 1,1 %, tannins –*

7,6 %, *organic acids* - 0,3 %, *coumarins* – 0,2 %. *The composition contains 3 vitamins, 10 micro and macro elements, 20 amino acids, 8 fatty acids. Vitamins were found in quantities: A – 0,84 mg/100g; E – 4,2g/100g; C – 22,4 mg/100g. In the composition of amino acid were found in a large amount glutamate (2600 mg/100g) and asparagate (1402 mg/100g). And in the composition of fatty acid the major fatty acids were linolenic acid (40,1 mg/100g) and linoleic acid (33,6 mg/100g).*

**Keywords:** *Calendula officinalis L., Salvia officinalis L., composition, phytoanalysis, flavonoids, amino acids, fatty acids*

### *Kіpіcne.*

**Өзектілік.** Дамыған елдердің фармацевтикалық нарықтарында дәрілік өсімдік шикізатынан алынатын дәрілер пайызы ХХ-ғасырдың 80-жылдарының аяғында-ақ 50 % жетті [1]. Дүниежүзілік Денсаулық Сақтау Ұйымы (ДДСҰ) есептік деректері бойынша 4 млрд-тан астам әлем тұрғындарының 80 %-ға жақыны алғашқы медициналық көмек көрсету аясында негізінен табиғи дәстүрлі дәрілерді пайдаланылады. Уытты, аллергиялық ауру түрлерінің, химия-терапиялық препараттарды қолдану мен дәрілік қасиеті бар өсімдіктер және фитопрепараттардың пайдаланылу аясы бұрынғымен салыстырғанда едәуір артты [2, 3, 4]. Мысалы, Германия дәрілік заттар реестрінде фитопрепараттар 25 % ие. Германиялық қоғамдағы ой-пікірлерді зерттеуші Институтының мәліметтері бойынша 50 % аса табиғи препараттарды таңдаса, тек 20 % ғана химиялық жолмен алынған дәрілерді қолдайды екен [5, 6].

ҚР-да 2009 және 2014 жылдар аралығында барлық тіркелген препараттар сан мөлшерінің көрсетуі бойынша, басқа елден әкелінетін және өзіміздің төл дәрілеріміздің жалпы саны артты [7, 8]. Ал 2014 жылдың дерегі бойынша бұлардың санын 11 000 атаудан көп дәрілік құралдардан тұрады, оның 30 % көбі – өсімдіктекті шикізат, дәрілік өсімдіктен жасалған не өсімдік құрамындағы компоненттердің көмегімен жасалған препараттар. ҚР-да отандық өндірушілер өндіретін дәрілік жинақтың шамамен 20 түрі медициналық қолданысқа рұқсаты бар [9].

Кейінгі уақытта фармацевтикалық нарығында «кешенді препарат» және «көпкомпонентті препарат» деген терминдер қалыптасты. Кешенді препарат дегеніміз – кез-келген сығынды препарат құрамындағы өндіріс процесі кезінде алғашқы шикізаттан нативті түрде өтетін ББЗ-дың жиынтығы. Ал дәрілік жинақтар болса, көп компонентті препараттар болып табылады. Ол эфир майлары мен тұздар қосылған, көбіне ұнтақталған не бүтін күйдегі дәрілік өсімдік шикізаттарының әртүрлі түрінің қоспасы [10]. Көп компонентті дәрілік заттарды суда еру қасиеті бар дәрілік шай түрінде демдеу өте кең қолданысқа ие. Дәрілік шайлар – құрамында ББЗ кешені бар біртекті күйдегі ұнтақтар. Кейінгі уақытта фармацевтикалық нарығы өсімдіктің ұнтақтарын қолдана дайындалған препараттық қалыптарға (фильтр-пакеттер, таблеткалар, брикеттер) деген қызығушылығы күннен күнге өсу үстінде [11].

Еліміздің фитопрепараттар нарығында қалыпталған өсімдіктекті шикізат және жинақтар өндіретін 10-ның үстінде өнеркәсіптер бар. Ең көп сұранысқа: дәрілік қырмызыгүл гүлдері, валериана тамырлары мен тамырсабақтары, жөке және емен қабығы, сәлбен жапырақтары, түймедақ гүлдері, аюқұлақ жапырақтары, батпақты иір тамырсабақтары, сана жапырақтары секілді өсімдік шикізаттары ие. Үлкен қолданысқа ие жинақтар: өт айдайтын және геморройға қарсы, урологиялық, тыныштандырғыш қабілеті барлары.

Бүгінгі таңда тұндырмалар номенклатурасында 35 түрі бар. Бұл тұндырмалардың сапасы фармакопоялық мақалалармен (ФМП не ФМ) регламенттелген. Тұндырмалар өсімдік шикізатының бір түрінің не бірнеше түрлерінің жинағынан тұрады [12].

*Жұмыстың мақсаты:* 2019 жылы жиналған дәрілік қырмызыгүл (*Calendula officinalis* L.) және дәрілік сәлбен (*Salvia officinalis* L.) (Сурет 1) өсімдіктерінің жер үсті бөліктерінен композиция даярлау, сол композицияға фитоталдау жасау.

*Зерттеу нысанымыз:* 2019 жылы жиналған дәрілік Қырмызыгүл (*Calendula officinalis* L.) және дәрілік Сәлбен (*Salvia officinalis* L.) өсімдіктерінің жер үсті бөліктері.

*Дәрілік Қырмызыгүл (*Calendula officinalis* L.) өсімдігінің құрамы жайлы қысқаша түсінік Сипаттамасы.* Биіктігі 20–30 см жететін бұтақтанған сабақты біржылдық шөптесін өсімдік. Сабағындағы жапырақ түрі сағақты, ұзын ланцет пішінге ие, бірақ кейде сағақсыз. Себеті үлкен, ені 50 мм, шет тілше гүлдері сары-қызыл немесе сары, ішкі гүлдері қызыл түсті, қос жынысты, тұқымы иілген күйде, сыртында дөңес жағында тікені бар. Маусым мен қыркүйек айларының аралығында гүлдеп, жеміс береді.

*Қолданылуы.* Дәрілік Қырмызыгүл (*Calendula officinalis* L.) себетінің сулы және спиртті тұнбалары жүрек қағысын реттейді, қан қысымын төмендетеді, жүрек жұмысын жақсартады, жүйке жүйесін тыныштандырады. Ресейлік және Украиналық халық медицинасында оның себетінен жасалған тұнбаны мешелге, құлақ ауруына, көкбауыр, асқазан және ішек жарасына, бауыр ғылыми медицинада қырмызыгүлдің дәрілік затынан гинекологиялық сырқаттардың қанын тоқтатуға, сонымен қатар, өт айдаушы қасиеті бойынша пайдаланады. Фармацевтика өнеркәсібі «КН» ерекше түйір дәрісін шығара бастады, ол тырнақгүлдің гүлінен және никотин қышқылынан тұрады [13].

*Дәрілік Сәлбен (*Salvia officinalis* L.) өсімдігінің құрамы жайлы қысқаша түсінік Сипаттамасы.* Биіктігі 30–70 см жететін көпжылдық жартылай бұта. Сабағы бірнешеу, бұтақтанған, төрт қырлы, жапырағы көп, түбі ағаштанған. Жапырағы карама-қарсы, сағақты, ұзынша, сұр-жасыл. Гүл сағағы қысқа, түсі көк-күлгін, масақ тәрізді гүл шоғырын құрайды. Гүлінен тәтті иісті шырын шығарады. Жемісі ұсақ кара-қоңыр жаңғақша. Хош иісті өсімдік. Маусым-шілдеде гүлдейді.

Медицинада шалфейдің жапырағын пайдаланады, оны гүлінің бүрлеу кезеңінен жинайды.

*Қолданылуы.* Шалфей препаратының суық тигізуге қарсы, микробқа қарсы және тыныштандыратын қасиеті, қан тоқтатушылық әрі қақырықты түсіруші қабілетке ие бар. Дәрілік Сәлбен (*Salvia officinalis* L.) тердің шығуын кемітеді. Шаш түсуі, эстрогендік активтілігіне байланысты ертеде оны құрсақ көтеру мақсатында, ауыз қуысы уылған, қызыл иек қабынса, одан қан кеткенде, тіс ауырса, тыныс алу жолдары қабынғанда дәрілік Сәлбеннен (*Salvia officinalis* L.) тұнба жасап, дәрі ретінде қолданған. Оны булау, шаю және ванна жасау арқылы тері сыртына да пайдаланады [13].

*Зерттеу нәтижелері және оны талдау.*

Өсімдік шикізатының шынайылығын анықтау үшін ҚР І Мемлекеттік Фармакопеясының әдістемесі қолданылды [14–17]. Және де, ББЗ сандық мөлшері анықталды, нәтижесі 1-кестеде келтірілген. Зерттеу кезінде 2 өсімдік шикізатынан алынған композицияны әртүрлі пайыздағы сулы-этанол (30 %, 50 %, 70 %) сығындыларының сапалық құрамы бір және екі жүйелі қағазды хроматография әдісімен әртүрлі еріткіштердің жүйелерінде [н-бутанол: сірке қышқылы: су (40:12,5:29) және 6 % сірке қышқылы] талданады да, әрі қарай шикізат құрамындағы негізгі ББЗ-дың жиынтығы – амин қышқылдары, органикалық қышқылдар, сапониндер, алкалоидтар, кумариндер, флавоноидтар, көмірсулар табылды.

Дәрілік өсімдіктің құрамындағы органикалық қосылыстармен қатар, минералды заттар да көп кездеседі. Минералды элементтер өсімдік организмінде аса қажетті орын алады, өйткені өсімдік – минералды заттарды тасымалдаушы. Өсімдікте микроэлементтердің жиналуы



топырақ түріне, оның физикалық қасиеттеріне және химиялық күйіне, аймақтың географиялық орналасуына, климаттық жағдайларына, өсімдік түріне, сортына және вегетация сатысына, суару көздеріне және т.б. факторларға байланысты болады [18, 19].



Сурет 1 – Дәрілік Қырмызыгүл (*Calendula officinalis* L.) мен дәрілік Сәлбен (*Salvia officinalis* L.)

Кесте 1 – Дәрілік Қырмызыгүл (*Calendula officinalis* L.) және дәрілік Сәлбен (*Salvia officinalis* L.) өсімдігінен алынған композицияның негізгі ББЗ топтарының сандық құрамы және шикізат сапалылығы көрсеткіштері

Өсімдік атауы (вегетациялық кезеңі)	Шикізат сапалылығы көрсеткіштері, %			Негізгі ББЗ сандық құрамы, %					
	Ылғалдылық	Жалпы күлі	Экстрактивті заттар (70%-сулы-спирт)	Флавоноидтар	Алкалоидтар	Тері илегіш заттар	Көмірсулар	Органикалық қышқылдары	Кумариндер
Композиция	8,6	19,2	38,5	4,2	1,1	7,6	1,9	0,3	0,2

Шикізаттың минералдық құрамы бойынша мәліметтер 2, 3-кестелерде келтірілген.

Кесте 2 – Дәрілік Қырмызыгүл (*Calendula officinalis* L.) және дәрілік Сәлбен (*Salvia officinalis* L.) өсімдігінен алынған композицияның құрамындағы макроэлементтердің мөлшері

Минералды заттар	Мөлшері, мкг/мл
Кальций (Ca <sup>++</sup> )	853,30
Калий (K <sup>+</sup> )	2767,20
Натрий (Na <sup>+</sup> )	157,780
Магний (Mg <sup>++</sup> )	424,4750

2, 3-кестелерде көріп отырғандай, зерттеу нәтижесінде 10 минералды элементтердің сандық мөлшері белгілі болды: Zn, Cu, Cd, Fe, Ni, Mn, K, Na, Mg, Ca. Соның ішінде композиция құрамында темір, мырыш, калий, кальций көп мөлшерде кездеседі. Мысалы, темір – ең маңызды минералдық элемент. Ол гемоглобиннің, белоктардың, ферменттердің құрамында бар. Адам организмінде темірдің жеткіліксіздігі, темірдің тапшылығы кезінде анемияға әкеледі, оттегіні тасымалдау мен қолдануға қатысты ферменттік процестердің бұзылуына әкеп соғады. Калий және натрий қан қысымын ретке келтіреді, жүйке жүйесі импульстерін өткізуге және жүректің қызметін қалыпқа келтіреді, ақуыздар мен көмірсулардың алмасу процесіндегі орны зор.

Кесте 3 – Дәрілік Қырмызыгүл (*Calendula officinalis* L.) және дәрілік Сәлбен (*Salvia officinalis* L.) өсімдігінен алынған композицияның құрамындағы микроэлементтердің мөлшері

Минералды заттар	Мөлшері, мкг/мл
Никель (Ni <sup>++</sup> )	0,2970
Мырыш (Zn <sup>++</sup> )	3,0915
Кадмий (Cd <sup>++</sup> )	0,0640
Марганец (Mn <sup>++</sup> )	5,6050
Мыс (Cu <sup>++</sup> )	1,0694
Темір (Fe <sup>+++</sup> )	48,6275

Сонымен қатар, мырыш, никель, калий, марганец сияқты маңызы бар элементтердің болуы да ағзада белгілі бір физиологиялық рөлге ие. Өсімдік композициясындағы микроэлементтердің полифенолды қосылыстармен кешені олардың физиологиялық белсенділігін өсіреді, өйткені адам организммен тиімді үндестікте болады.

Дәрілік Қырмызыгүл (*Calendula officinalis* L.) және дәрілік Сәлбен (*Salvia officinalis* L.) өсімдіктерінен алынған композицияның құрамындағы дәрумендердің құрылымын зерттеу де маңызға ие мәндердің бірі. Дәрумен (витамин) дегеніміз –адам мен жануар ағзасына қажетті, зат алмасудың дұрыс жүруіне көмектесетін кішкене ғана көлемдегі аса маңызды биологиялық белсенді органикалық қоспалар тобы [17].

Дәрілік Қырмызыгүл (*Calendula officinalis* L.) және дәрілік Сәлбен (*Salvia officinalis* L.) өсімдіктерінен алынған композиция құрамындағы дәрумендердің мөлшеріне зерттеу жүргізілді (кесте 4), анализдеу арқылы С дәрумені (22,4 мг/100 г) үлесі көп болып шықты.

Кесте 4 – Дәрілік Қырмызыгүл (*Calendula officinalis* L.) және дәрілік Сәлбен (*Salvia officinalis* L.) өсімдіктері композицияның дәрумендік құрамы

Үлгі атауы	А дәрумені	Е дәрумені	С дәрумені
Қырмызыгүл мен сәлбен қоспасы	0,84мг/100г	4,2мг/100г	22,4мг/100г

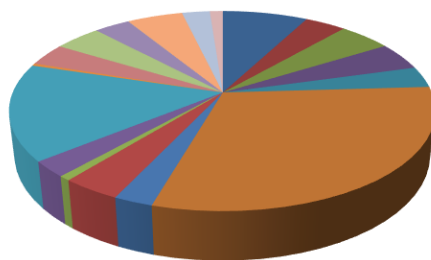
Сонымен бірге, дәрілік (*Calendula officinalis* L.) және дәрілік Сәлбен (*Salvia officinalis* L.) өсімдіктерінен алынған композицияның амин-, май қышқылдары құрамы белгілі болды, нәтижелері 5, 6–кестелерде келтірілген.

Кесте 5 – Дәрілік Қырмызыгүл (*Calendula officinalis* L.) және дәрілік Сәлбен (*Salvia officinalis* L.) өсімдігінен алынған композицияның құрамындағы амин қышқылдарының сандық мөлшері

Атауы	Мөлшері, мг/100г	Атауы	Мөлшері, мг/100г
Аланин	814	Валин	202
Глицин	244	Глютамат	2600
Лейцин	387	Треонин	188
Изолейцин	348	Пролин	407
Метионин	53	Оксипролин	2
Серин	330	Фенилаланин	300
Аспарагат	1402	Тирозин	328
Цистин	24	Гистидин	190
Орнитин	2	Лизин	334
Аргинин	392	Триптофан	75

Амин қышқылдары – әртүрлі ақуыздар молекулаларын қалпына келтіретін мономерлі заттар, сол үшін олар аса жоғары маңызға ие. Треонин май қышқылдары, липидтер мен көмірсулардың синтез үрдістерінде ерекше қызмет атқарады. Цистейн, цистин және метионин тері мен әртүрлі мүшелердегі органикалық күкірт көзі болып табылады. Глютамат тамақ өнеркәсібінде дәмдеуіш ретінде қолданылады. Ағзадағы тілдің дәм рецепторын реттейді. Аспаратат медицинада кеңінен қолданылады [20–22].

Алғаш рет дәрілік Қырмызыгүл (*Calendula officinalis* L.) және дәрілік Сәлбен (*Salvia officinalis* L.) өсімдігінен алынған композицияның газ-сұйықтық хроматография көмегімен амин қышқылдық құрамы сарапталды (сурет 2). Зерттеу нәтижесінде, дәрілік Қырмызыгүл (*Calendula officinalis* L.) және дәрілік Сәлбен (*Salvia officinalis* L.) өсімдіктерінен алынған композициясында лейцин – 380 мг/100г, аргинин – 405 мг/100г, аланин – 618 мг/100г, аспаратат – 1254 мг/100г, глютамат – 2440 мг/100г көп мөлшерде екені анықталды.



- аланин
- лейцин
- валин
- треонин
- метионин
- глицин
- изолейцин
- глютамаг
- пролин
- серин

Сурет 2 – Дәрілік Қырмызыгүл (*Calendula officinalis* L.) және дәрілік Сәлбен (*Salvia officinalis* L.) өсімдігінен алынған композицияның өсімдігінің құрамындағы амин қышқылдары мөлшері

Өсімдіктердің құрамында олеин (C<sub>18:1</sub>) және линол (C<sub>18:2</sub>) қышқылдардың мөлшері салыстырмалы түрде басым. Өсімдік шикізатының құрамындағы май қышқылдары - адам ағзасындағы негізгі энергия көзі. Нәтижесінде пальмитин қышқылы (14,7 %), линол қышқылы (26,7 %), олеин қышқылы (48,3 %) көп мөлшерде екені белгілі болды (кесте 6).

Кесте 6 – Дәрілік Қырмызыгүл (*Calendula officinalis* L.) және дәрілік Сәлбен (*Salvia officinalis* L.) өсімдігінен алынған композицияның құрамындағы май қышқылдарының мөлшері

Атауы	Формуласы	Мөлшері, мг/100г	Атауы	Формуласы	Мөлшері, мг/100г
Миристин қышқылы	C <sub>14:0</sub>	1,8	Олеин қышқылы	C <sub>18:1</sub>	17,3
Пентадекан қышқылы	C <sub>15:0</sub>	0,2	Линол қышқылы	C <sub>18:2</sub>	33,6
Пальмитин қышқылы	C <sub>16:0</sub>	4,3	Линолен қышқылы	C <sub>18:3</sub>	40,1
Пальмитолеин қышқылы	C <sub>16:1</sub>	0,3	Арахин қышқылы	C <sub>20:0</sub>	–
Стеарин қышқылы	C <sub>18:0</sub>	2,4	Эйкозен қышқылы	C <sub>20:1</sub>	–

Дәрілік Қырмызыгүл (*Calendula officinalis* L.) және дәрілік Сәлбен (*Salvia officinalis* L.) өсімдігінен алынған композицияның полифенолды қосылыстар кешенін алу үшін тиімді жағдайлары қаралды.

Ұнтақталған 2 өсімдік шикізатының композициясынан 500 г колбаға саламыз да, 1:6–8 қатынаста 70 % сулы-этил спиртінің ерітіндісін құямыз. Колба аузын тығындап, 72 сағатқа

бөлме температурасына қалдырамыз. Сонан соң экстрактіні сүзіп, бастапқы қатынастағыдай қайта шикізатқа 70 %-дық сулы-этил спирт ерітіндісімен қайта экстракция жүргіземіз. 72 сағат өткен соң экстракті сүзіліп, алғашқы экстрактімен қостық. Араластырылған экстрактіні фильтрлеп, шикізаттың қалдығы алынып тасталды. Фильтрат роторда айдалып қоюлатылды. Ерітіндіміз қоюланғаннан кейін, түскен хлорофилдерді қайта сүзіп алып, роторлы буландырғышты қоюлатуды ары қарай жүргіздік. Шыққан концентрат 1:1 қатынаста хлороформ мен этилацетат еріткіштерімен бөлек-бөлек экстракцияладық (сурет 3). Өсімдіктегі шайырлы заттардан (стеролдар, хлорофилдер, стериндер) арылу мақсатында гексан және хлороформ көмегімен өңделінді. Этилацетат экстрактісіне полифенолды қосылыстар (флавонолдардың моногликозидтері, фенол қышқылдары, олардың агликондары және т.б) анықталды.



Сурет 3 – Дәрілік Қырмызыгүл (*Calendula officinalis* L.) және дәрілік Сәлбен (*Salvia officinalis* L.) өсімдігінен алынған композицияның этилацетат сығындысы, екі жүйелі қағазды хроматография көрінісі (айқындағыш –  $AlCl_3$ )

#### Қорытынды

– Алматы облысы, Алатау бөктерінен жиналған дәрілік Қырмызыгүл (*Calendula officinalis* L.) және дәрілік Сәлбен (*Salvia officinalis* L.) жапырақтары дәрілік композициясының құрамындағы органикалық және май қышқылдары, дәруменділігі анықталды. Май қышқылдары бойынша композиция құрамында ең көп мөлшерде линолен қышқылы ( $C_{18:3}$ ) – 40,1 мг/100г және линол қышқылы ( $C_{18:2}$ ) – 33,6 мг/100г, ал ең аз мөлшерде пентадекан қышқылы ( $C_{15:0}$ ) – 0,2 мг/100г және пальмитолеин қышқылы ( $C_{16:1}$ ) – 0,3 мг/100г болды, арахин ( $C_{20:0}$ ) және эйкозен ( $C_{20:1}$ ) қышқылдары табылмады.

– Өсімдік шикізаттар композиция құрамындағы дәруменділіктен ең көп мөлшерлі – С дәрумені (22,4 мг/100г) болып табылады. Бұл – дегеніміз өсімдік шикізаттарының қоспасы тамақ ауруы, тұмау мен инфекция жұқтырудың мүмкіндігін төмендетеді, варикоз не тері созылуының ықтималдылығын төмендетеді, токсиндерді шығаруға көмегі зор, иммунитетті көтеру мен теріні күту процестеріне тиімді әсер етуі оның дәрілік препарат алуға болатынын көрсетеді.

– Фитоталдау өсімдік композициясының құрамындағы амин қышқылдардың мөлшері бойынша ең көбі – глютамат (2600 мг/100г) және аспарагат (1402 мг/100г), ал ең аз мөлшерде – орнитин мен оксипролин (екеуі де 2 ммг/100 г) болды.

**Әдебиеттер:**

1. Bruhn J.G. The use of natural products in modern medicine //Acta Pharm. – Nord, 1989. – Vol. 1. – P. 117–130.
2. Мироненко Т.А. Аптечный ассортимент: фитопрепараты // Новая аптека. – 2000. – № 8. – С. 50–53.
3. Сур С.В., Гриценко Э.Н., Фарматека И. Проблемы и перспективы разработки и внедрения современных лекарственных средств растительного происхождения//Фарматека. – 2001. – № 9–10. – С. 10–13.
4. Swerdlow J.L. Nature`s Rx. //National Geographic. – 2000. – Vol. 197. – P. 98–117.
5. Эннет Д. Достижения и перспективы использования лекарственных растений в медицине // Deutsche Apoteker Zeitung. – 1987. – Vol. 27. – S. 1997–2002.
6. Wichland M., Bisset N.G. eds. Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals. – Stuttgart: Medpharm Scientific Publishers, 1994 – 566 p.
7. Регистр лекарственных средств России. РЛС «Аптекарь». – М.: РЛС-2001, 2001. – 1584 с.
8. Регистр лекарственных средств России. Энциклопедия лекарств. – М.: РЛС-2005, 2005. – 1043 с.
9. Государственный реестр лекарственных средств (по состоянию на 01.01.2006) – [http:// www.rosdravnadzor.ru / registration/ is/ind](http://www.rosdravnadzor.ru/registration/is/ind).
10. Киселева Т.Л., Карпеев А.А. Анализ и унификация терминологии в области фито – и натурофармации // Материалы IV Междунар. съезда «Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения. – СПб., 2000. – С. 24–27.
11. Багирова В.А., Баландина И.А., Сокольская Т.А., Воробьева О.Н., Алехина Л.Г. Ассортимент лекарственного сырья на фармацевтическом рынке // Новая аптека. – 2004. – № 2. – С. 57–63.
12. Багирова В.Л., Самылина И.А., Баландина И.А. Методологические основы разработки ФСП на лекарственное растительное сырье // Материалы V Междунар. съезда «Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения». – СПб., 2001. – С. 7–11.
13. Көкенов М.К., Әдекенов С.М., Рақымов Қ.Д., Исамбаев Ә.И., Сауранбаев Б.Н. Қазақстанның дәрілік өсімдіктері мен оның қолданылуы – Алматы: Ғылым, 1998. – 288 с.
14. Кириллова Н.В. Ферменты антиоксидантной системы культивируемых растительных клеток: автореф. ... д-ра биол. наук. - СПб., 2000. – 30 с.
15. Коновалова О.А., Рыбалко К.С. Биологические активные вещества ромашки аптечной. //Растительные ресурсы. – 1990. – Вып. 3. – № 26. – С.499–459.
16. Gaspar F., Lu T., Santos R., Al-Duri B. Modelling the extraction of essential oils with compressed carbon dioxide // J. Supercrit. Fluids. – 2003. – №25. – P. 247–260.
17. Kompella U.B., Koushik K. Preparation of drug delivery systems using supercritical fluid technology // Critical Reviews in Therapeutic Drug Carrier Systems. – 2001. – №18. – P. 173–199.
18. Каухова И.Е. Особенности экстрагирования биологически активных веществ двухфазной системой экстрагентов при комплексной переработке лекарственного растительного сырья // Растительные ресурсы.– 2006. – Т. 42, №1.– С. 82–91.
19. Зилфикаров И.Н. Ресурсосберегающие технологии в фитофарминдустрии как фактор рационального использования эфирномасличного сырья // Науч. мысль Кавказа. – 2007. – №3.– С. 44–49,78–79.
20. Маматханова М.А., Халилов Р.М., Сыров В.Н. Технология получения цинарозида из наземной части *Ferula varia* и оценка его гипоазотемического действия // Хим.-фармац. журн. – 2009.– Т. 43, №3. – С. 38–40.
21. Никитина Н.В., Степанюк С.Н., Клишина И.И., Макарова А.Н. Изучение условий получения двухфазного экстракта из тополя черного почек (*Populus nigra L.*), семейства Salicaceae и его анализ // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов.– 2009.– С. 198–200.
22. Дерканосова Н.М., Белокурова Е.В. Исследование свойств экстракта шишек хмеля // Материалы симпозиума. – М.: Медицина, 2005.– С. 266–268.

*Поступила 20 февраля 2020 г.*

МРНТИ 29.19.22

УДК 541.64

## SYNTHESIS OF POLYACRYLAMIDE-CLAY CRYOSORBENTS AND STUDY OF THEIR SORPTION PROPERTIES

**Bolatkyzy N., Iminova R.S., Kairalapova G.Zh., Kudaibergenova B.M.,  
Zhumagalyeva Sh.N., Abilov Zh.A.**

*al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan*

*e-mail: nbolatkyzy98@gmail.com*

*The article presents the results of studies of chemically cross-linked cryogels based on polyacrylamide, and its composition with bentonite clay of the following composition: [PAAm: BC] [1:1], [2:1], [10:1] obtained by cryogenic processing. The physicochemical characteristics and the kinetics of swelling of the obtained cryogels PAAm, PAAm-BC in water, in solutions of heavy metal ions are studied. With an increase in the BC content and concentration of metal ions in the solution, the degree of swelling decreases, and it increases with an increase in the temperature of the medium. The nature of the interaction of cryogel components is non-Coulomb and is due to the presence of hydrogen bonds between the functional groups of the mineral (hydroxyl groups) and polyacrylamide (amino group) components. A study of the sorption abilities of PAAm-BC cryogels in relation to heavy metal ions showed that additional sorption and coordination by a donor-acceptor mechanism between heavy metal ions and the anion-containing surface of bentonite clay particles are possible during sorption. As a result, cryogels based on PAAm-BC are sorbents with improved sorption properties. This leads to their practical use in the future as sorbents for wastewater treatment from heavy metal ions.*

**Keywords:** *cryogel, PAAm, bentonite clay, sorption, desorption, swelling, sorbents, wastewater treatment, heavy metal ions.*

*Мақалада полиакриламид негізіндегі химиялық тігілген криогельдердің және олардың құрамындағы бентонит сазы бар келесі құрамды зерттеу нәтижелері берілген: [ПАА:БС] [1:1], [2:1], [10:1] криогендік өңдеу жолымен алынған. Ауыр металдар иондарының ерітінділерінде, суда ПАА, ПАА-БС криогельдерінің ісіну кинетикасы мен физика-химиялық сипаттамалары зерттелді. Ерітіндідегі БС құрамының және металл иондарының концентрациясының ұлғаяуымен ісіну дәрежесі азаяды, ал орта температурасының жоғарылауымен ол артады. Криогель компоненттерінің өзара әрекеттесуінің сипаты кулондық болып табылмайды және минералдық (гидроксильді топтар) және полиакриламидті (аминотоптар) компоненттердің функционалдық топтары арасында сутектік байланыстардың болуымен байланысты. Ауыр металл иондарына қатысты ПАА-БС криогельдерінің сорбциялық қабілетін зерттеу сорбция кезінде ауыр металл иондары мен бентонит сазы бөліктерінің анионы бар беті арасындағы донорлық-акцепторлық механизм бойынша қосымша сорбция және үйлестіру мүмкін екендігін көрсетті. ПАА-БС негізіндегі криогельдің нәтижесінде сорбциялық қасиеттері жақсартылған сорбенттер болып табылады. Бұл олардың болашақта ағынды суларды ауыр металл иондарынан тазарту үшін сорбент ретінде практикалық пайдалануына әкеледі.*

**Тірек сөздер:** *криогель, полиакриламид, бентонит сазы, сорбция, десорбция, ісіну, сорбенттер, ағынды суларды тазарту, ауыр металл иондары.*



*В статье представлены результаты исследований химически сшитых криогелей на основе полиакриламида и их состава с бентонитовой глиной следующего состава: [ПАА:БГ] [1:1], [2:1], [10:1], полученных путем криогенной обработки. Исследованы физико-химические характеристики и кинетика набухания полученных криогелей ПАА, ПАА-БГ в воде, в растворах ионов тяжелых металлов. Показано, что с увеличением содержания БГ и концентрации ионов металлов в растворе степень набухания уменьшается, а с повышением температуры среды она увеличивается. Характер взаимодействия компонентов криогеля не является кулоновским и обусловлен наличием водородных связей между функциональными группами минерального (гидроксильные группы) и полиакриламидного (аминогруппы) компонентов. Изучение сорбционной способности криогелей ПАА-БГ по отношению к ионам тяжелых металлов показало, что при сорбции возможна дополнительная сорбция и координация по донорно-акцепторному механизму между ионами тяжелых металлов и анионсодержащей поверхностью частиц бентонитовой глины. В результате криогели на основе ПАА-БГ являются сорбентами с улучшенными сорбционными свойствами. Это приводит к их практическому использованию в будущем в качестве сорбентов для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.*

**Ключевые слова:** криогель, полиакриламид, бентонитовая глина, сорбция, десорбция, набухание, сорбенты, очистка сточных вод, ионы тяжелых металлов.

*Introduction.* At the moment, the preparation of polymer cryogels synthesized by light and accessible routes and the study of their properties is of great research interest. The purpose of polymer materials production is efficiency, environmental safety and economic availability of polymer production methods. The process of formation of polymer cryosystems is carried out as a result of freezing, holding in frozen state and subsequent thawing of initial solutions. The materials formed under such conditions were called "cryogels" (from Greek "cryos" – frost, ice) [1, 2]. A necessary condition of the process is the crystallization of the main volume of low molecular liquid contained in the initial system, leading to the formation of cryogels. The specific structure of cryogels is created by freezing, that is, when the formation of especially large solvent crystals, often ice, leads to the expulsion of solid particles between these particles and the concentration of the suspension. When freezing of colloidal solutions occurs, concentration leads to the formation of a gel. If you remove the frozen solvent by sublimation, this will lead to the creation of structures with large pores in those places where the ice crystals were removed. This frame structure has structural elements consisting of solid particles of the suspension, which are often nano-sized. Cryogels have several special properties, most importantly porosity (macroporous and gigaporous cryogels), which allows them to be used in all fields of science and technology [3, 4]. Addition of mineral filler as bentonite clays to cryogels significantly improves the available properties.

Bentonite is a highly colloidal clay with good plasticity, swelling. Clay got this name thanks to the place where it was first discovered, namely, near Fort Benton in Wyoming (USA) [5]. In Kazakhstan, such bentonite deposits have been discovered as Manyrak (East Kazakhstan), Kyzyl-Zhar (West Kazakhstan), Kyngrak (South Kazakhstan) [6]. In 1953, Sh.B. Battalova began a more detailed study of the physicochemical properties of bentonites of the Primanrak group (the Tagan and Dinosaur deposits belong to it). During the study of clays of the Manrak deposit, it was accepted that this clay meets all the requirements for bentonites (contained the minerals of the montmorillonite group), because they are unique in terms of the high content of sodium exchange ions, fine dispersion and swelling in water [7]. Also, bentonite clays of the Manrak deposit and synthesizes of polymer-clay gel sorbents are studied at al-Farabi University at the department of chemistry and technology of organic substances, natural compounds and polymers [3,4]. Studies of



filled cryogels have been underway for quite some time, however, to date, these systems are still not fully understood, and the data on the effect of the dispersed phase on the properties that are provided in different sources contradict each other and are not generalized in any way [8].

A rather promising cryomaterial that can be used as a carrier of microbial cells and also as a sorbent is a polyacrylamide cryogel a macroporous, viscoelastic polymer gel obtained during cryogenic treatment of the initial solution of polyacrylamide (PAAm). The starting component for the preparation of PAAm cryogels is an available synthetic polymer, which is obtained in large quantities. These materials can be used in most intensive mixing reactors, due to the non-brittle, viscoelastic cryogel matrix, due to which they are not susceptible to wear. PAAm cryogels are fairly stable in many environments and are not biodegradable [9].

In view of all this, the investigations aimed at studying the properties of homo-cryogels and mineral-filled composite of polyacrylamide cryogels are quite relevant. In this connection, an attempt has been made to obtain chemically crosslinked, macroporous, sorbable polyacrylamide and bentonite clay cryogels by cryogenic treatment of the initial solution of acrylamide (AAm) using three-dimensional radical polymerization.

*Experimental part.* The starting component of bentonite clay should not contain sand, stone or other large particulate matter. Bentonite clay of Manyrak deposit (East Kazakhstan region) has pinkcolor and has been purified by D.P. Salo method by repeated washing with distilled water [7].

The synthesis of cryogels was carried out by cryogenic treatment of the initial solution of acrylamide (AAm) using three-dimensional radical polymerization under temperature of  $-30^{\circ}\text{C}$  and during of 24 h. N,N'-Methylene-bis-acrylamide (MBAA) was used as a crosslinking agent, ammonium persulfate (APS) and sodium methyl bisulfite (SMBS) were used as an initiator. Synthesis of PAAm-BC cryogels was carried out in ratios [10:1], [2:1], [1:1] (Table1). A suspension of bentonite clay is prepared beforehand. For this purpose, the BC is mixed with water for two hours on mechanical stirrer. After stirring, monomer, crosslinking agent and initiator are added to the suspension for further synthesis. For purification of obtained cryogels from monomers they are washed with distilled water 10–15 times. Then, a qualitative reaction with potassium permanganate is carried out to determine the quality of purification.

Table 1 – Conditions of polymerization of cryogels

№	PAA:water	PAA:BC	[MBAA], mol. %	[APS], mol. %	[SMS], mol. %	Time, hour	Temperature, °C
1	[1:9]		1,0	0,5	0,5	24	-30
2		[10:1]	1,0				
3		[2:1]	1,0				
4		[1:1]	1,0				

The density of the obtained cryogels was determined using Radvag Series AS analytical weights complete with a density measuring kit (Poland). The morphological structure of cryogels (Almaty, al-Farabi KazNU, National Nano technological Laboratory of Open Type) were examined using images obtained on the. For synthesized cryogels, infrared spectra were taken on Fourier spectrophotometer "FTIR Satellite" by Mattson (USA) using KBr (Almaty, Chemical Faculty of KazNU named after al-Farabi). Metal solutions at different concentrations were prepared to

determine the amount of metal. Metal ions were introduced into cryogels by immobilization and aliquots were taken over time. Quantitative values were determined on the AAS Shimadzu 6200 atomic absorption spectrometer. The concentration of metal solutions was 10 mkg/ml. Morphology of the obtained cryogels was examined by Topographic drawings of atomic force microscopy (AFM) Ntegra Therma (Russia) and the scanning electron microscope (SEM) S-4800 Hitachi (Japan), (Almaty, al-Farabi KazNU, National Nano technological Laboratory of Open Type).

*Results and discussion.* The main conditions for use of cryogels as sorbents for a purification of sewage are their environmental safety, harmlessness and quite high sorption ability. Therefore, nonionogenic cryogels based on the synthetic polymer polyacrylamide were investigated. Morphology of these gels, as well as nature of interaction of components were studied.

The formation of cryogels differs from the process of linear cryopolymerization in that in the period after thawing of the frozen product, a macroporous cryogel is formed which contains large pores of different geometry and magnitude. As porogenes are polycrystals of frozen solvent. The resulting cryogel has a communicating pore system since during the freezing period of the solvent all its crystals often grow towards the centre of the vessel from the periphery to the other crystals. For all obtained samples of cryogels, the calculation data of gel yield, degree of crosslinking and ash content, as well as density values calculated according to standard formulas are given in Table 2. As see, the gel fraction and density yield increases with increasing content of the bentonite clay. A comparative analysis of the physical and chemical characteristics of the PAAm-BC-synthesized cryogels with a content of 1.0% of the crosslinking agent in total mass demonstrates that the due to the change in the synthesis condition in the preparation of cryogels, the resulting solvent crystals form pores upon dissolution, and then the degree of crosslinking (j) increases with the increase in the number of pores of the cryogels. The creation of the PAAm-BC composite results in the counting of hydrogen bonds, hydrophobic interactions, non-Coulomb forces (Scheme 1) . As the amount of bentonite clay increases, the degree of crosslinking of the network of cryogels increases in the composition cryogels, which leads to its compaction. Therefore, the gel yield, density and degree of crosslinking are increased.

Table 2 – Physical and chemical characteristics of synthesized cryogels PAAm-BC

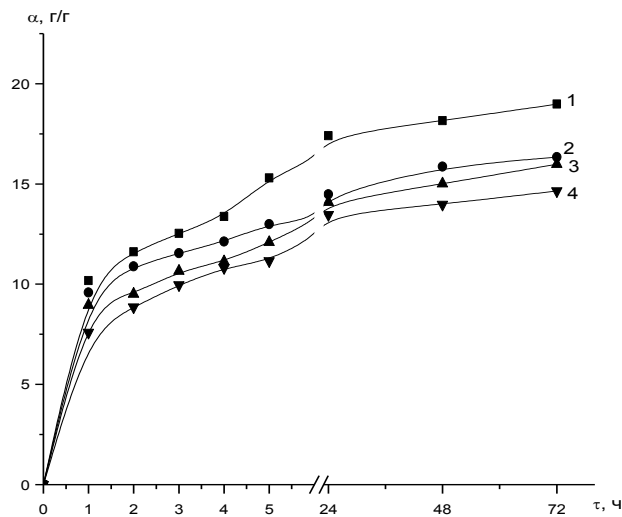
№ of gels		[MBAA], mol. %	G, %	S, %	J, %	P <sub>dry</sub> , g/cm <sup>3</sup>	α, g/g
Gel PAAm		1,0	64,53	35,47	5,44	1,3106	17,2
PAAm:BC	10:1	1,0	65,55	34,45	5,74	1,3204	13,1
PAAm:BC	2:1	1,0	67,38	32,62	5,83	1,3663	12,8
PAAm:BC	1:1	1,0	70,72	29,28	5,98	1,6292	12,5

Notes: G, % – gel fraction yield; S, % – sol fraction yield; J, % – degree of crosslinking; ρ, g/cm<sup>3</sup> – density, α, g/g – degree of swelling

Swelling is the process of increasing the volume of the solid body due to its absorption of liquid or steam from the environment. The high swelling ability of gels in water is due to two main factors: 1) electrostatic swelling component; the polymer chains formed by dissociation of the functional groups in water, covalently bound to the charge of the same name are repelled and the macromolecule is exposed, whereby "polyelectrolyte swelling" is performed; 2) osmotic swelling

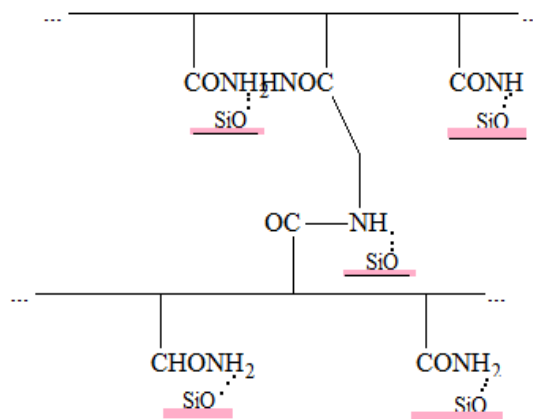
component; opposite ions formed as a result of ionization of functional groups break the polymer network from inside and increase osmotic pressure in gel phase.

The equilibrium values of the swelling degree of the formed cryogels during the day are also given in Table 2. The kinetics of equilibrium swelling of synthesized cryogels are shown in Figure 1. The following pattern can be observed in this study: firstly, the swelling in water of PAAm cryogel ( $\alpha \sim 19$  g/g) is greater than that of PAAm-BC cryogel ( $\alpha \sim 16$  g/g). During the synthesis of polyacrylamide cryogel, a porous gel structure is formed. In the case when cryogel synthesis occurs with the addition of bentonite clay to the composition, the clay fills the formed pores, thereby preventing water from entering the system. The higher swelling ability of pure cryogel is due to macroporosity, due to the porous structure of water molecules freely propagate in the framework of cryogels. This expression explains the first pattern (scheme 1). The second, as shown in Figure 1, is that as the bentonite clay content increases, the swelling rate decreases. This is explained by the fact that when a natural mineral composite is added, cryogels become denser (as can be seen in Table 2), the porous structure is compacted thereby reducing the degree of swelling. Therefore, the penetration of water molecules into the cryogel structure becomes more complicated. The equilibrium in the swelling of cryogels is established in an hour.



PAAm (1); PAAm-BC (2-4); [MBAA] = 1%; [PAAm:BC]=[1:1] (2); [2:1] (3); [10:1] (4); [APS] = 0,5 %; [SMBS] = 0,5 %;  $\tau = 24$  h.  $t = -30$  C°

Figure 1 – Kinetic equilibrium swelling of cryogels in water



Scheme 1 – Formation of PAAm- BC cryogels

To determine the morphological structure, the cross-sectional surface of the cryogel was studied using atomic force microscopy (AFM), the result of which is shown in Figure 2b. During the synthesis, pores are formed during solvent freezing and further dissolution of the solvent crystals, which leads to a roughness in the structure of PAAm cryogels and sharp and high peaks with a size of 400 nm are visible in the PAAm-BC cryogel pattern. Images of scanning electron microscopy (SEM) of different sizes were taken to obtain complete information about morphology of cryogels (Figure 2a).

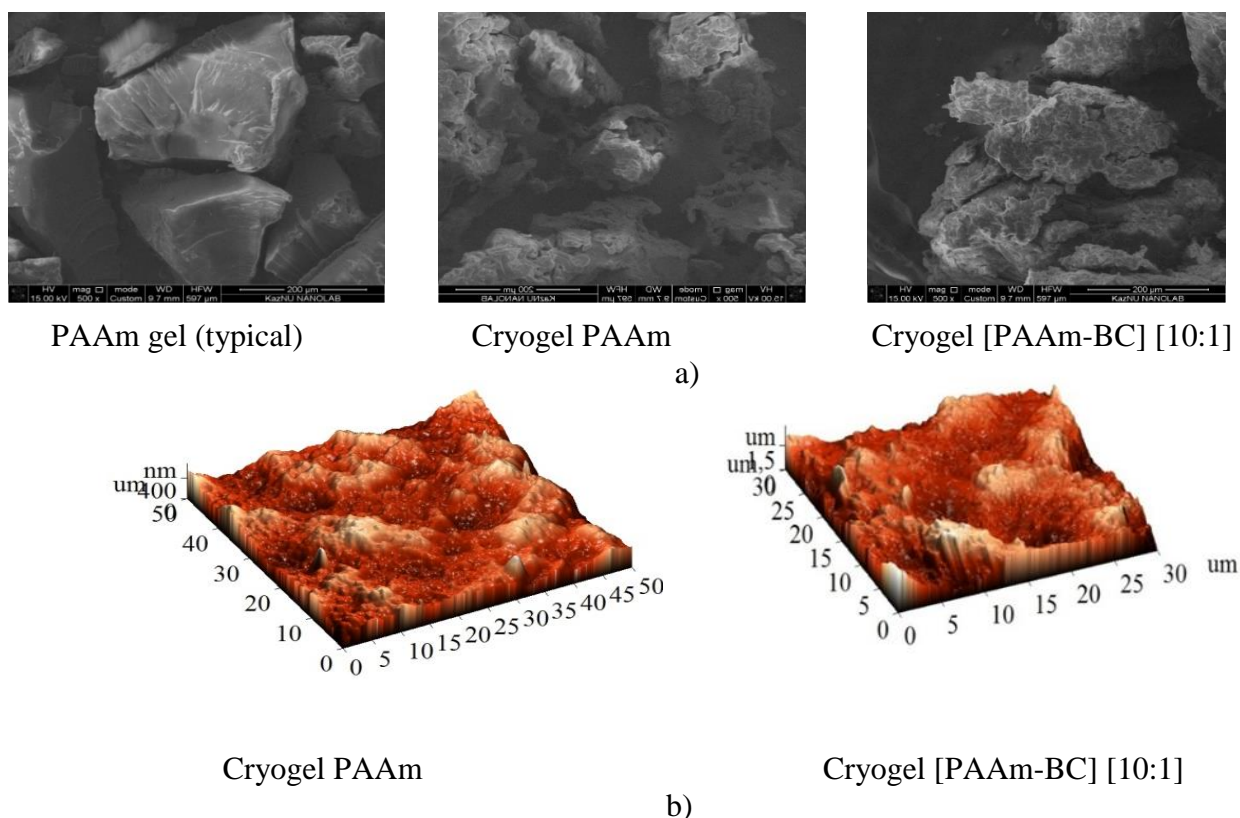


Figure 2 – SEM (a) and AFM (b) images of cryogels

According to the works done earlier [3, 10, 11], we see that there is a high porosity in the cryogels compared with the picture for a typically synthesized PAAm-BC gel before. Microstructures such as aggregates, micelles, multiplets are formed in cryogels when binding polymer chains. The dimensions of these microstructures are 1-100 nm. Cryogels on the basis of PAAm-BC in the ratio [10:1], [2:1], [1:1] have the sizes from 1.0–9.0 μm. Microstructures of all cryogels include porous more with a size of 0.2–1.75 μm (Figure 4).

The formation of the PAA-BC [1:1] complex, established by hydrogen bonds, was also proved by IR spectroscopy (Figure 3). Bentonite clay, which is an inorganic mineral polymer, has a complex chemical structure that mainly consists of negatively charged particles with tetrahedral and octahedral OH groups prone to hydrogen bonds. In the spectrum of the composite gel (Figure 3), PAA-BC shows the presence of peaks corresponding to the initial components and once again proves the formation of the polymer-clay complex mainly by counting hydrogen bonds. For example, in the region 3100–3300 cm<sup>-1</sup>, a shallow, wide, weakly intense band characteristic of the interactions of the NH<sub>2</sub>- groups of polymer and bentonite clay is prescribed. NH<sub>2</sub> groups shifted by hydrogen bonds are prescribed in 2785 and 2815 cm<sup>-1</sup>, Displaced and finely fragmented

deformation oscillations of adsorbed water molecules of the original clay in the composite cryogel are observed in the region 1632, 1524  $\text{cm}^{-1}$ , indicating that monomer molecules entered the interlayer space and displaced most of the crystallization water there.

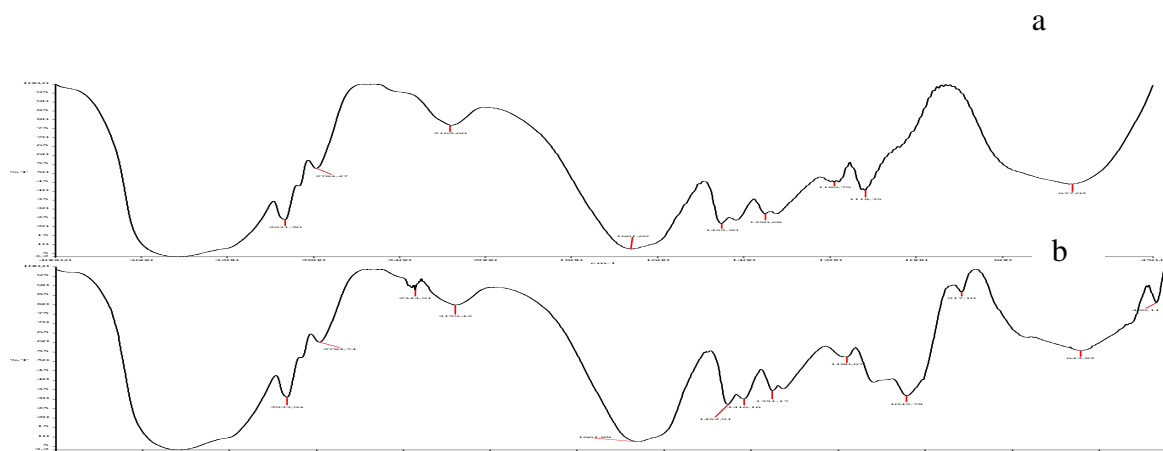


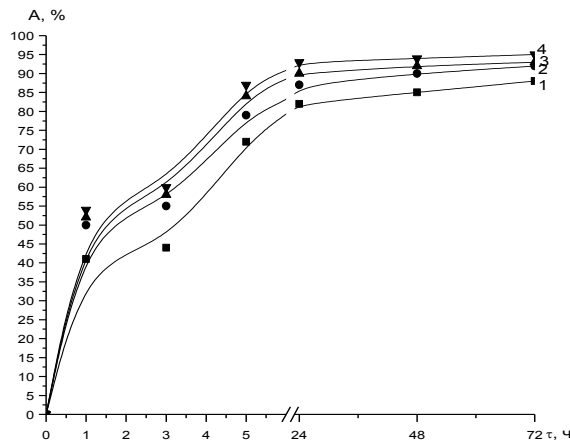
Figure 3 – Picture of IR spectrum of PAAm (a) and PAAm-BC [1:1] (b) cryogels

The use of cryotropic gels with a porous structure and high sorption ability for wastewater treatment and for reuse of water in production is promising. Because, the porous structure of cryogels well sorb heavy metal ions [10]. In this work, the sorption abilities of synthesized cryogels were studied using ions  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  as an example. The reason for the choice of these metals is their high concentration in the waste water composition in compare with maximum permissible concentration (MPC ions in production wastewater for  $\text{Pb}^{2+}$  and  $\text{Cd}^{2+}$  are 0,03 and 0,005 mg/l, respectively). The possibility of extracting  $\text{Pb}^{2+}$  and  $\text{Cd}^{2+}$  from wastewaters by composite materials is considered on individual aqueous solutions of salts of the corresponding metal ions. The sorption was studied under statistical conditions: the compositions (sorbent) weighed 0.05 g were placed in flasks with aqueous solutions of heavy metal salts with concentrations from 10 to 100 mg/L in a volume of 50 ml. Changes in the concentration of metals in water samples before and after treatment were carried out by the atomic-sorption method using an atomic-absorption spectrometer AAS Shimadzu 6200 (Japan). The degree of sorption, A (%) is calculated by the formula:

$$A = (C_{\text{initial}} - C_{\text{final}}) \cdot 100 / C_{\text{initial}},$$

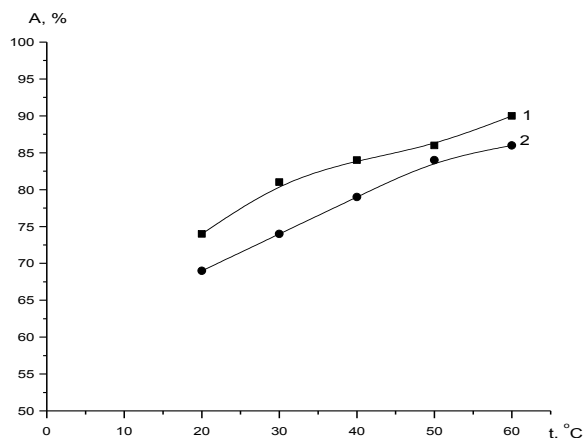
where  $C_{\text{initial}}$  is the amount of metal ions in the initial solution;  $C_{\text{final}}$  is the number of metal ions found after sorption in the aqueous phase.

Thus, the patterns of the influence of temperature and pH on the sorption of cryogels were studied (Figures 4–6). The sorption capacity of cryogels based on PAA is somewhat lower than that of the PAAm-BC system. For the composition, the presence of clay particles increases the sorption ability, because additional sorption is possible due to the cation-exchange mechanism or electrostatic attraction. Sorption of metals increases with an increase in the order number and molecular weight of the metal. With an increase in the ionic radius and molecular weight of the metal, the penetration of ions into the structure of cryogels and their distribution along the porous gel framework is facilitated. The value of sorption of heavy metal ions by PAAm-BC cryogels for 3 days is  $A \sim 75\text{--}90\%$ . On the one hand, a decrease in the degree of swelling with an increase in the concentration of heavy metal ions in a solution limits sorption, since in this case the process of collapse occurs.



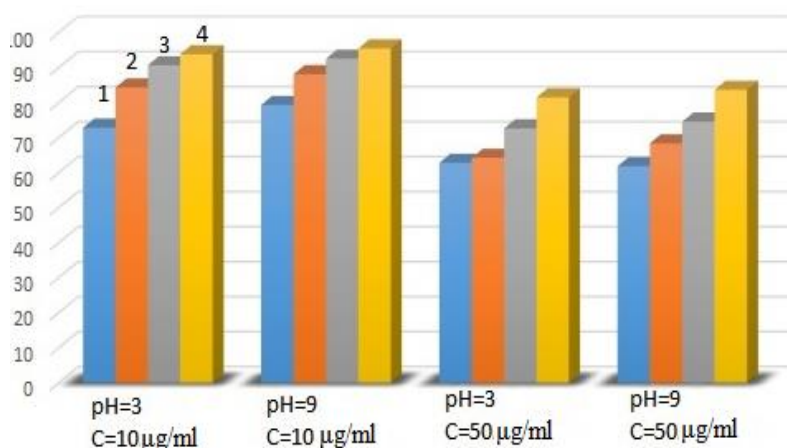
Cryogel PAAm; (1); Cryogel PAAm-BC (2-4);  
 [PAAm-BC]=[10:1] (2); [2:1] (3); [1:1] (4);  
 [MBAA] = 1,0%; [APS] = 0,5 %; [SMBS] = 0,5 %;  $\tau_{\text{sin}} = 24$  час.  $t = -30$  C° ; [Pb<sup>2+</sup>]=10 g/ml  
 Figure 4 – Kinetics of sorption of [Pb<sup>2+</sup>] ions by synthesized cryogels

The effect of temperature on the sorption behavior of polymer systems is similar to the nature of the swelling of the compositions with increasing temperature (Figure 5). Thus, the study of the equilibrium swelling of the cryogel PAAm-BC (1: 1) for 6 hours at 20 and 60 °C, an increase in the degree of sorption of metal ions from 65 to 90 %, respectively. With increasing temperature due to the breaking of hydrogen bonds, the diffusion of metal molecules increases, which facilitates its penetration into the polymer network. The observed effect can be associated with an increase in the flexibility of polymer chains between the cross-linking points of the gels, as well as the possibility of increasing the contacts of metal ions with the surface of the gels per unit time, due to an increase in thermal motion in the system.



Cryogel PAAm-BC =[1:1];  
 [MBAA] = 1,0%; [APS] = 0,5 %; [SMBS] = 0,5 %;  $t = -30$  C°,  $\tau_{\text{swel}} = 6$  hours;  
 [Pb<sup>2+</sup>]=10 g/ml (1), [Pb<sup>2+</sup>]=50 g/ml (2)

Figure 5 – The dependence of the sorption of metal ions by cryogels on the concentration of metal ions in solution and temperature



Characteristic of heavy metals		
Characteristic	Pb <sup>2+</sup>	Cd <sup>2+</sup>
Mol. w., g/mol	207,2	112,4
Ionic radius, pm	120,0	97,0
Atomic radius, pm	175,0	154,0
Coordination number	4	4/6

Cryogel PAAm; (1); Cryogel PAAm-BC (2–4); [PAAm-BC]=[10:1] (2); [2:1] (3); [1:1] (4); [MBAA] = 1,0%; [APS] = 0,5 %; [SMBS] = 0,5 %;  $\tau = 6$  h.  $t = -30$  C°

Figure 6 – Ion sorption diagram Pb<sup>2+</sup> gels at different pH values

The values of sorption of metal ions by cryogels at various pH values of the medium and the concentration of Cd<sup>2+</sup> ions are shown in the diagram shown in Figure 6, where it can be seen that, in general, cryogel retains sorption ability in both acidic and alkaline media, only with the difference that values of the degree of sorption are slightly higher in an alkaline medium. This is probably due to the presence of negatively charged clay particles in the composition, which is known to swell more strongly in an alkaline environment. Thus, for PAAm-BC-metal compositions, two possible bonds should be considered - coordination bonds and electrostatic bonds due to oxygen and nitrogen centers and free orbitals in the metal lattice. Complexation reactions of polymers containing electron-donating functional groups are used in hydrometallurgy in the extraction and concentration of rare and noble metals, as well as in wastewater treatment [4, 11]. It is known that polyfunctional lattice and linear polymers (ion exchangers, sorbents) with primary, secondary and tertiary amino groups exhibit donor properties. They form coordination bonds with compounds that have acceptor groups or ions in the molecule.

*Conclusion.* By cryogenic treatment of the initial solution of acrylamide (AAM) using three-dimensional radical polymerization cryogels based on a nonionic polymer - polyacrylamide and bentonite clay is synthesized. The optimal condition for the synthesis of cryogels is a temperature of -30 °C and a synthesis duration of 24 hours. A set of physical and chemical methods of research - equilibrium swelling, atomic force microscopy, scanning electron microscopy have found that uniform cryogels are formed. The equilibrium swelling method has found that as bentonite clay content increases, the degree of swelling of PAAm-BC cryogels are significantly reduced. A pattern of bonding of metal ions to cryogels have been established. Because the PAA cryogels are non-ionic and the metal ions positively charged bond between them is via a coordination bond. It was found that the sorption capacity of cryogels is high, the amount of sorption of metal ions Pd<sup>2+</sup> and Cd<sup>2+</sup> is 75–90 % depending on the conditions. In case of interaction of metal ions with cryogel PAAm-BC during sorption, electrostatic attraction and coordination coupling by donor-acceptor mechanism between ions of heavy metals and anion-containing surface of bentonite clay particles

are additionally possible. Cryogel ПААм-BC [1:1] has the most skewed sorption properties and can be used as a sorbent with improved sorption properties after investigation of desorption properties in future.

### References:

1. Akimbaeva A.M., Ergozhin E.E. Estimation of structural and sorption characteristics of activated bentonite //Colloid. journ. – 2007. – Vol. 69. – N. 4. – P. 437–443. (in Russian).
2. Knunyants I. L. Chemical encyclopedia. – M.: Soviet encyclopedia, 1990. – Vol. 2. – 521 p. (in Russian).
3. Zhumagaliyeva Sh., Iminova R., Kairalapova G., Abilov Zh. Bentonite-Containing Polymer Materials for Treatment of Wastewater: Case Study //Journal of Chemical Technology and Metallurgy. – 2019. – Vol. 54(3). – P. 595–602. (in English).
4. Zhumagaliyeva Sh.N., Iminova R.S., Kairalapova G.Zh., Beysebekov M.M., Beysebekov M.K., Abilov Zh.A. Composite Polymer-Clay Hydrogels Based on Bentonite Clay and Acrylates: Synthesis, Characterization and Swelling Capacity //Eurasian Chemico-Technological Journal. – 2017. – Vol. 19. – P.279–288. (in English).
5. Yagubov A. I., Binnatova L. A., Muradova N. M., Nuriev A. N. Treatment of waste water from dyes using monocation-substituted forms of bentonite and flocculant //Journal of Applied chemistry. – 2005. – Vol. 83. – Issue 3 – Pp. 414–421. (in Russian).
6. Beysebekov M. M., R. S. Iminova., Zhumagaliyeva Sh.N., Beysebekov M. K., Abilov Zh.A. Synthesis of clay composites of polyacrylamide and poly-2-hydroxyethylacrylate and sorption ability in the case of cetylpyridinium bromide // Eurasian chemico-technological journal. – 2014. – N. 16. – P. 319–326. (in English).
7. Kiryukhin D. P., Barkalov I. M. Chain chemical reactions at low temperatures //Advances in chemistry. – 2003. – 72 (3). – C. 245–263. (in Russian).
8. Savina I. N. Filled cryogels of polyvinyl alcohol: obtaining, influence of properties of the dispersed phase, application // Dissertation work. – Moscow, 2003. – P. 10–57. (in Russian).
9. Velickovaa E., Cvetkovskab M., Kuzmanovaa S., Winkelhausena E. a Lag–time model for substrate and produce iffusion through hydroxyethylcellulose gels used for immobilization of yeast cells // Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering. – 2011. – P. 2–3. (in English).
10. Altunina L. K., Fufaeva M. C., Filatov D. A., Swarovskaya L. I., Gan–Erdene T. Application of cryogel for stabilization of soils damaged by deflation // Earth's Cryosphere. – 2013. – T. XVII. – N. 3. – P. 83–88. (in Russian).
11. Narod A., Sarshecheva A.M., Beisebekov M.M., Kairalapova G.Zh., Iminova R.S., Zhumagaliyeva Sh.N., Beisebekov M.K., Abilov Zh.A. Clay Composites of Polyacrylates as Sorbents of Heavy Metal ions //News of NAS RK. – 2014. – Vol.1 (10). – P. 209–213. (in Russian).

*Поступила 8 марта 2020 г.*



МРНТИ 31.25.19

УДК 541.64

## CREATION OF NEW POLYMER COMPOSITE MATERIALS BASED ON ACRYLIC ACID

**Sarsengali P.S., Abutalip M., Rakhmetullayeva R.K., Alikulov A.Zh., Jamila Noory**  
*al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan*  
*e-mail: serzhankyzy03@mail.ru*

*The study is based on the use of a polymer gel based on acrylic acid (AAc) with a triple system for the purification of salt water. Stimuli-sensitive gels based on N-isopropyl acrylamide (NIPAAm), 2-hydroxyethyl acrylate (HEA) and acrylic acid (AAc) were obtained in various ratios. The nature of thermally induced collapse is determined, and their physico-chemical properties are investigated. When studying the physico-chemical properties of stimuli-sensitive gels, the morphology of the copolymers, that is, their compatibility, was studied by scanning electron microscopy (SEM). The study showed that ternary copolymers based on acrylic acid (AAc) can be considered as polymer composites capable of purifying salt water. The scheme of the laboratory method of desalination of fresh water is presented. Thermo-sensitive and polyacrylate gels separated by a semiconducting membrane were used for several stages of water purification, and their electrical conductivity was determined and compared on a conductivity meter. Based on the results obtained, a graph of the dependence of electrical conductivity on the degree of purification was constructed.*

**Key words:** *N-isopropyl acrylamide (NIPAAm), 2-hydroxyethyl acrylate (HEA), acrylic acid (AAc), stimuli-sensitive hydrogels, hydrophobic bond, radical copolymerization, desalination technology, membrane method.*

*Зерттеу жұмысы акрил қышқылы негізіндегі үштік жүйелі полимерлік гельдерді тұщы суды тазалау мақсатында қолдануға негізделген. N-изопропилакриламид (НИПААМ), 2-гидроксиэтилакрилат (ГЭА) және акрил қышқылы (АҚ) негізіндегі стимулсезімтал гельдер бастапқы мономерлік қоспасы (БМК) әртүрлі қатынаста алынды. Оларға термоиндуцирлік коллапстың тән екені байқалып, физика-химиялық қасиеттері анықталды. Стимулсезімтал гельдердің физика-химиялық қасиеттерін зерттеу барысында алынған сополимерлердің морфологиясы, яғни үйлесімділігі сканерлеуші электронды микроскопиялық (СЭМ) әдіспен зерттелді. Зерттеу барысында АҚ негізіндегі үштік жүйелі сополимерлер тұзды суды тазалауға қабілетті полимерлік композициялық материал ретінде қарастырылды. Зертханалық жағдайда суды тазалау әдістемесінің технологиясы сызба түрінде келтіріліп, түсіндірілді. Жартылай өткізгіш мембрана арқылы бөлінген термосезімтал гель мен полиакрилатты гель бірнеше саты суды тазалауға қолданылып, олардың электрөткізгіштік көрсеткіштері кондуктометр қондырғысында анықталып, салыстырылды. Алынған көрсеткіштер бойынша электрөткізгіштіктің тазалау сатысына тәуелділік графигі тұрғызылды.*

**Тірек сөздер:** *N-изопропилакриламид (НИПААМ), 2-гидроксиэтилакрилат (ГЭА), акрил қышқылы (АҚ), стимулсезімтал гидрогельдер, гидрофобты әрекеттесу, радикалды сополимерлену, тұзсыздандыру технологиясы, мембраналық әдіс.*

*Исследование основано на использовании полимерного геля на основе акриловой кислоты с тройной системой для очистки пресной воды. Стимулчувствительные гели на основе N-изопропилакриламида (НИПААМ), 2-гидроксиэтилакрилата (ГЭА) и акриловой кислоты (АК) были*

*получены в различных соотношениях. Определена природа термоиндуцированного коллапса, а также исследованы их физико-химические свойства. При исследовании физико-химических свойств стимулчувствительных гелей, была исследована морфология сополимеров, то есть их совместимость, методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Исследование показало, что тройные сополимеры на основе АК можно рассматривать как полимерные композиты, способные очищать соленую воду. Приведена схема лабораторного метода обессоливания пресной воды. Термочувствительные и полиакрилатные гели, разделенные полупроводимой мембраной, использовались для нескольких стадий очистки воды, и их показатели электропроводности определились и сравнивались на приборе кондуктометра. По полученным результатам был построен график зависимости электропроводности от степени очистки.*

**Ключевые слова:** *N-изопропилакриламид (НИПААм), 2-гидроксиэтилакрилат (ГЭА), акриловая кислота (АК), стимулчувствительные гидрогели, гидрофобная связь, радикальная сополимеризация, технология обессоливания, мембранный метод.*

The total world water demand is predicted to be a global interdisciplinary research challenge. This need is primarily driven by rapid growth of population and industries, which leads to high water consumption. Despite the vast abundance of water, a lot of effort has to be done for human consumption or other beneficial purpose. Advanced technologies for water purification and desalination are currently in use. Most of these technologies such as reverse osmosis and depend on nonrenewable traditional fossil fuels, which are subject to a rapid decrease with increasing world population. Therefore, the search for a viable alternative technology is becoming important from an economic standpoint. In this research, we reported on the development of polymer-based hydrogels for salty water desalination.

Currently, about 3000 km<sup>3</sup> of fresh water is consumed by human society in one year. Kazakhstan is also one of the countries with a shortage of drinking water. Over the past 20 years, the improvement of membrane technology and equipment for energy recovery has reduced the amount of water required for desalination by half [1–4]. Reducing the salinity of water to the limits according to GOST 2874-82 «Drinking water» to the concentration of salts in distilled water is called desalination. As of June 30 in 2016, the total number of desalination plants in the world was 18 983 [5].

On a molecular level, the swelling of the hydrogel networks in water results from the presence of hydrophilic chemical moieties. In particular, carboxylic (–COOH) groups attached to the polymer backbone or side chains enable the hydrogel to entrap a large amount of water due to the large swelling pressure caused primarily by charges of the carboxylate groups. Thermodynamically, the swelling of hydrogels is an osmotic process, where the water is transported from a region of higher water chemical potential to a region of a lower one [6]. Osmotic pressure is the driving force for many applications such as forward osmosis (FO) desalination in which a selectively permeable membrane allows passage of water, but rejects the solute molecules or ions despite a difference in solute concentration across the membrane [7]. In a similar manner, hydrogels built from polyelectrolytes in contact with brine will take up water with low salinity until the total change in free energy reaches a minimum, i.e., equilibrium between the two phases (inside and outside the gel) is reached. Stimuli-sensitive gels were synthesized for the treatment of salt water [8].

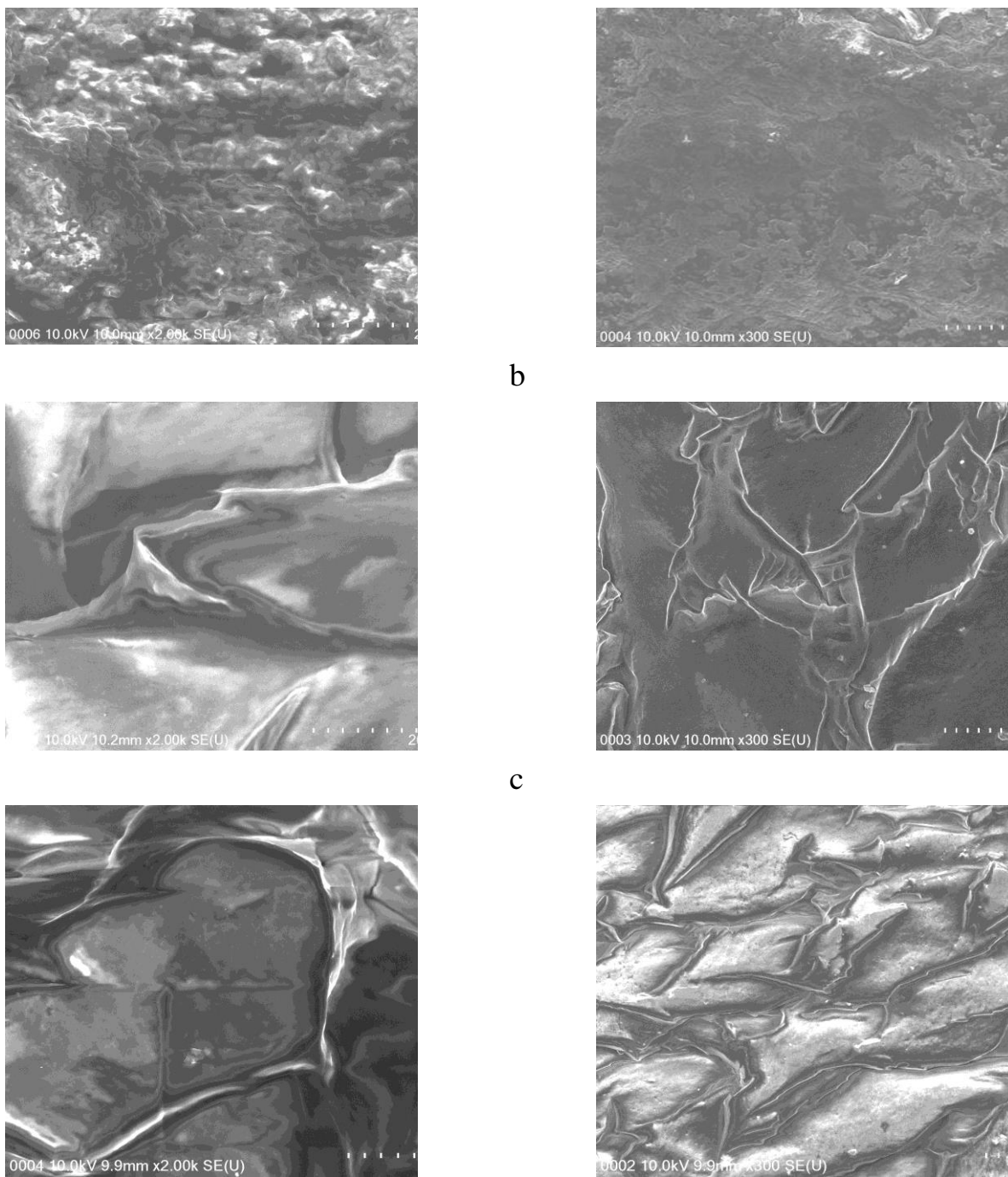
Triple copolymers based on N-isopropyl acrylamide (NIPAAm), 2-hydroxyethyl acrylate (HEA), acrylic acid (AAc) are prepared by radical polymerization in various ratios of the starting monomer composition (M<sub>1</sub>=45:45:10 mol.%, M<sub>2</sub>=40:40:20 mol.%, M<sub>3</sub>=35:35:30 mol.%). Ammonium persulfate was used as an initiator for the copolymers, and N,N'-methylenebisacrylamide was used

as a crosslinking agent. The regularities of gel formation and the parameters of thermally induced swelling were determined. Thermosensitive gels were obtained in different ratios to compare their ability and reaction to swelling, and also observe that the composition will sprinkle water earlier during thermal collapse. During the study of the physicochemical properties of stimulus-sensitive gels, the morphology of the copolymers, that is, compatibility, was studied using a scanning electron microscopic method. In Figure 1 shows a micrograph (morphology) of the surface of the polymer network.

This is presented in two different sizes, i.e. in the sizes of 20 and 2 microns. In the initial monomer mixture with a molar volume of 10% AAc monomers, has the largest gaps on the surface of the copolymer indicate their tendency to swell (Fig.1, a). With an increase of molar content by 20% and an increase the degree of crosslinking, the gaps on the morphological surface of the hydrogel decrease, this is due to the leveling of the surface (Fig.1, b). With a large number of AAc, that is, 30% less than the crosslinked knots, this is explained by the appearance of a very dense lattice structure (Fig.1, c). This is closely related to the degree of crosslinking of the obtained copolymer, also with the duration of the synthesis. With an increase of synthesis time, an increase of yield of the gel-ash fraction of the polymer hydrogel and decrease of the degree of swelling in water are observed. These changes can be explained by the fact that with increasing polymer synthesis time, the degree of crosslinking of the polymer network increases. In the polymer chain, ionized acidic or basic groups are present in the structure of the common hydrogel. These groups are able to completely dissociate [9, 10]. The ability of gels to swell strongly in water depends on the presence in their structure of ionic ( $-\text{COOH}$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{SO}_3\text{H}$ , etc.) and polar ( $-\text{C}=\text{O}$ ,  $-\text{OH}$ ,  $-\text{C}-\text{O}-\text{C}$ , etc.) hydrophilic functional groups. On the one hand, they are responsible for the activity of the polymer in water and can interact with water, they can be ionized in an aqueous solution, lead to the formation of charged zones in the polymer chain and release into the space between the crosslinking sites of contrast ions. The degree of swelling of hydrogels in salt water is low, this is explained by the acceleration of the nonionic compositions of the carboxyl groups of acrylic acid (AAc) and the hydrophobic interaction of isopropyl groups in NIPAAm. It was observed that with an increase of molar percentage of acrylic acid monomers in the composition of the copolymer in water and salt solution, the degree of swelling is equal, which significantly reduces the polyelectrolyte effect and screening of the carboxyl group. Polymer hydrogels have a high degree of swelling in water and a salt solution., Absorbing aqueous solutions in large quantities (from their own weight up to  $10^3$  times), especially when they have charged groups, such as polyacrylates. When a low molecular weight salt is introduced into the system, swelling decreases sharply, since the gel osmosis potential depends on these ions.

After studying the physico-chemical properties and morphology, stimuli-sensitive gels were used for research to purify salt water. To carry out work of cleaning salt water, a 0.1% aqueous solution of NaCl was previously prepared. Polymer gels prepared for desalting were dried to achieve equilibrium weight. Dry thermo-sensitive gels are placed on the upper part of the semi-conducting membrane, and a saline solution of polyacrylate gel in the lower part of the membrane. In multi-stage purification, the salt remained along the polyacrylate gel. As the study showed, the aqueous solution in the lower part of the semi-conducting membrane enters the dry thermo-sensitive gels after upper part of the membrane and led to their swelling.

a



[NIPAAm-HEA-AAc] = 45–45–10 (a); 40–40–20 (b); 35–35–30 (c) mol.%

Figure 1 – The surface microscheme of crosslinked layer of copolymer in a scanning electron microscope

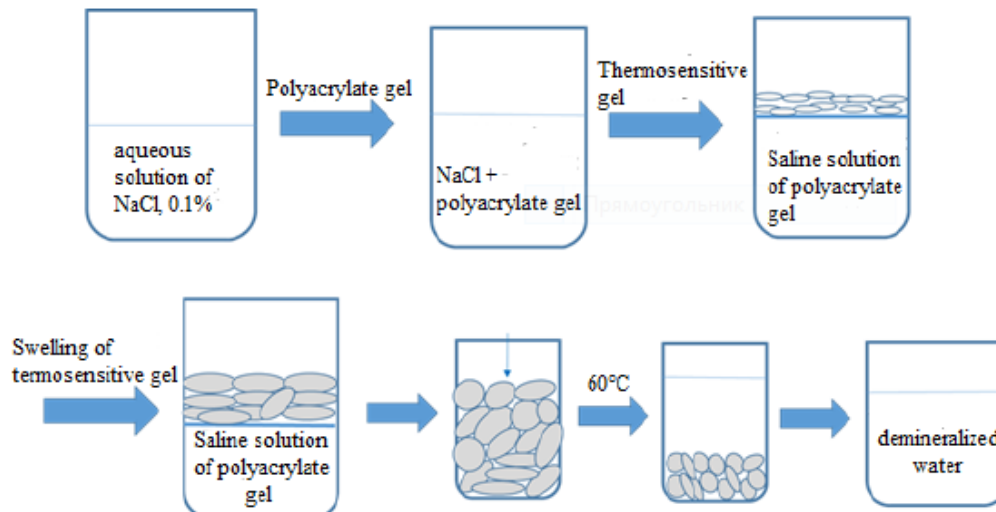
The gels are placed in a thermostat at a temperature of 60 °C so that the swollen thermo-sensitive gels sprinkle clean water. Upon reaching of low critical temperature of solution (LCTS), the gel undergoes thermal collapse and releases desalted pure water. Carrying out the process many times with dry gel samples, we cleaned it until the conductivity reaches the value of distilled water. The conductivity of the purified aqueous solution was determined on a conductivity meter «856 Conductivity Module» (Metrohm Ltd.), Switzerland. The membrane, located between a solution of

polyacrylate gel in salt water and a thermo-sensitive gel, is permeable to water and low molecular weight salt, and for macromolecules it is impermeable.

The conductivity of the purified aqueous solution was determined on a conductivity meter «856 Conductivity Module» (Metrohm Ltd.), Switzerland). The membrane, located between a solution of polyacrylate gel in salt water and a thermo-sensitive gel, is permeable to water and low molecular weight salt, and for macromolecules it is impermeable.

During the study, physico-chemical phenomena based on the diffusion theory of swelling of polyelectrolyte hydrogels [11, 12], as well as thermosensitive polymers [13, 14] and hydrophilic interpolymer associates [15] were used. This phenomenon is similar to reverse osmosis. Reverse osmosis is also used for desalination and pre-treatment of water. The phenomenon of reverse osmosis occurs in two bulk systems that are separated by a membrane, it is permeable to solvent (water), and for components dissolved in it, as a rule, it is impermeable to low molecular weight salts. In the course of the study, thermo-sensitive hydrogels were used to isolate an aqueous solution, and polyacrylate gels to retain salts on themselves.

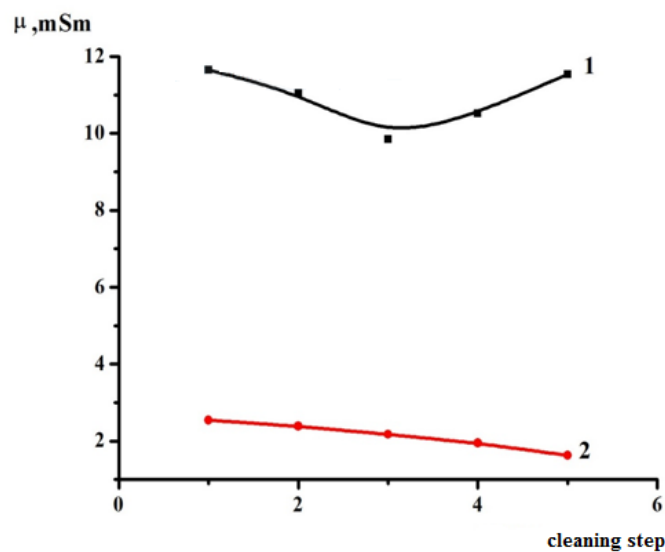
When separating the gel from the solution, it is possible to return the described process. Water is compressed from the gel when the gel relieves pressure above its osmosis pressure. The charge density increases again. This leads to the withdrawal of salt ions, which first passed into the gel, along with a certain part of the water. The salt concentration of the drainage solution is continuously reduced as the gel is folded, and ultimately, at a very high charge density in the polymer, pure cy is theoretically obtained. Figure 2 shows a diagram of the method of desalination of salt water in the laboratory.



- I – acrylate gel, II – acrylate gel, swollen in a solution of NaCl, III–application of a dry hydrogel on a surface covered by a membrane with an acrylate gel, which has reached an equilibrium degree of swelling, IV – swelling of dry gel, V – achieving complete equilibrium of the hydrogel, VI–exposure of a fully swollen hydrogel to thermocollapse, VII – desalinated water obtained from a hydrogel

Figure 2 – Scheme of desalination work in laboratory conditions of salt water

From the obtained results of the work (Fig. 3–5), it was initially observed that the electrical conductivity of the solution isolated from thermo-sensitive hydrogels in the upper part is much higher. It is explained by an increase in the structure of the retina as the dry gel is absorbed by water and the appearance of an additional polyelectrolyte effect due to the content of the carboxyl group in the gel. Due to the removal of the  $H^+$  ion from the carboxyl group from the main chain, the  $COO^-$  groups in the hydrogel lead to curvature of the same charges without bulkheads, which indicates additional swelling of the network and increased ability to absorb water. However, over a period of time, the conductivity index of solutions separated from thermo-sensitive hydrogels in the upper part decreases, which indicates a significant decrease in the salt concentration in the hydrogel in the lower part. The increase in salt concentration in the lower part of the solution is explained by the fact that its salts remain in the composition of the polyacrylate gel, that is, the polyacrylate gel in an aqueous solution of 0.1% NaCl attracts salts. Since polyacrylate gel is considered weak polyelectrolyte, therefore, the conductivity of the solution increases. We explain this effect by two different factors. First, the protons of the polyacrylate exchange cations of sodium chloride and the lattice receives an additional charge, i.e., leads to an increase in the electrical conductivity of the solution. Secondly, charged functional groups, as well as its contrasting ions in the form of a proton and sodium ions, due to electrostatic interaction, convert low molecular weight ions and prevent the penetration of salt molecules into the solution in the upper part.



[NIPAAm-HEA-AAc] = 45-45-10 mol. %

Figure 3 – Conductivity of polyacrylate gel (1) and pure water (2) isolated from thermo-sensitive gel

Thus, the proposed system provides a desalination process through a semi-conductor membrane by penetrating pure water into the upper solution. The thermally sensitive hydrogels obtained in NIPAAm-HEA-AAc, depending on the nature of the low critical temperatures of solution (LCTS), can be repeated several times. Figures 3–5 show the conductivity of pure water isolated from a thermo-sensitive gel and the conductivity of a polyacrylate gel.

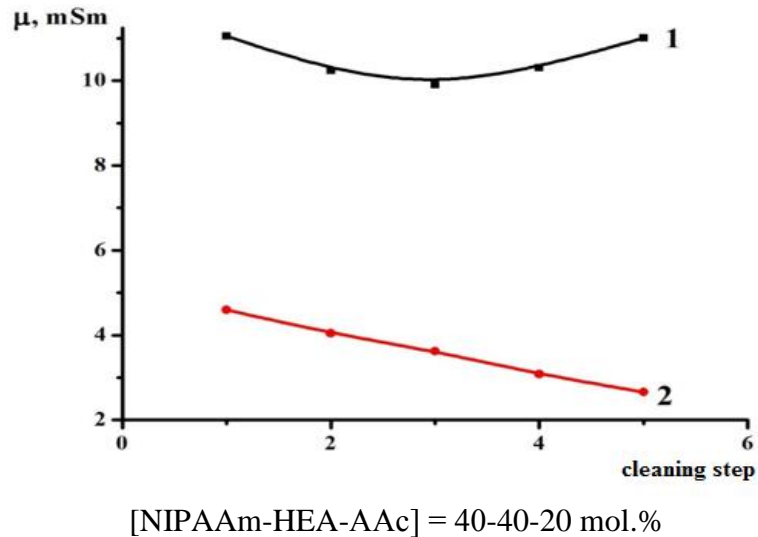


Figure 4 – Conductivity of polyacrylate gel (1) and pure water (2) isolated from thermo-sensitive gel

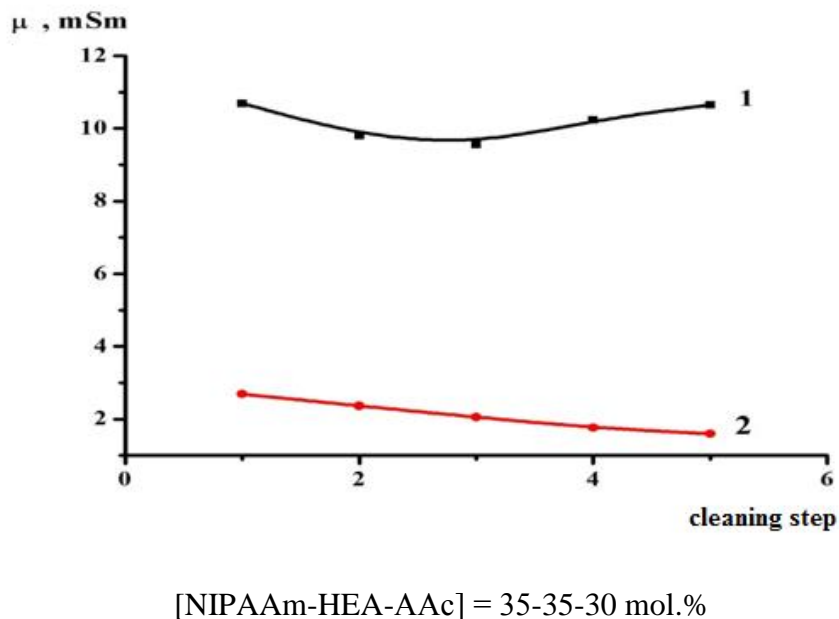


Figure 5 – Conductivity of polyacrylate gel (1) and pure water (2) isolated from thermo-sensitive gel

*Conclusion:* It has been established that stimuli-sensitive hydrogels are characterized by thermally induced collapse, i.e., a sharp change in the volume of swelling with increasing temperature. In order to determine the physico-mechanical properties of polymer composite materials, the morphology of the copolymers, that is, compatibility, is examined by scanning electron microscopy. In the research work it was found that the synthesized ternary copolymers based on acrylic acid (AAc) can be considered as a polymer composite material capable of purifying salt water.

**References:**

1. Voutchkov N., Bergman R. Chapter – facility design and construction in reverse osmosis and nanofiltration. // In: Manual of Water Supply Practices. – M 46, Second edition, 2007. – P. 145–149.
2. Dore M.H.I. Forecasting the economic costs of desalination technology // Desalination Yearbook. – 2005. – Vol. 172. – P. 207–214.
3. Ghaffour N., Bundschuh J., Mahmoudi H., Goosen MFA. Renewable energy-driven desalination technologies: a comprehensive review on challenges and potential applications of integrated systems // Desalination. – 2015. – Vol. 356. – P. 94–114.
4. Wilf M., Awerbuch L., Bartels C., Mickley M., Pearce G., Voutchkov N. Chapter – budgeting of membrane desalination projects. // In: The Guidebook to Membrane Desalination Technology, Reverse Osmosis, Nanofiltration and Hybrid Systems, Process, Design, Applications and Economics, Balaban Desalination Publications. – 2007. – Vol. 51. – P. 251.
5. Desalination Yearbook 2016-2017, Water Desalination Report. – Global Water Intelligence, 2016. – P. 145–151.
6. Flory P.J. Principles of Polymer Chemistry. 1st ed. – NY: Cornell University Press, 1953. – 672 p.
7. Cath T.Y., Childress A.E., Elimelech M. Forward osmosis: Principles, applications, and recent developments // J. Membr. Sci. – 2006. – Vol. 281. – P. 70–87.
8. Nakan U., Rakhmetullayeva R.K., Mun G.A, Shaihtudinov E.M., Toktabayeva A.K. Synthesis and physico-chemical properties of copolymers based on N-isopropyl acrylamide and 2-hydroxyethylacrylate // 1st USM – Kazakh National University Conference on: ‘Challenges of teaching & chemistry research in institutions of higher learning’ 11-13th July, 2012. – P. 30.
9. De S.K., Aluru N.R., Johnson B., Crone W.C., Beebe D.J., Moore J. Equilibrium swelling and kinetics of pH-responsive hydrogels: models, experiments, and simulations // J. Microelectromech. Syst. – 2002. – Vol. 11. – P. 544–555.
10. Chu Y., Varanasi P.P., McGlade M.J., Varanasi S. pH-induced swelling kinetics of polyelectrolyte hydrogels // J. Appl. Polym. Sci. – 1995. – Vol. 58, Is. 12. – P. 2161–2176.
11. Ергожин Е.Е., Зезин А.Б., Сулейменов И.Э., Мун Г.А. Гидрофильные полимеры в нанотехнологии и наноэлектронике (монография) / Библиотека нанотехнологии. – Алматы-Москва: LEM, 2008. 214 с.
12. Dergunov S.A., Mun G.A., Dergunov M.A., Suleimenov I.E., Pinkhassik E. Tunable thermosensitivity in multistimuli-responsive terpolymers // Reactive and Functional Polymers. – 2011. – N 71 (12). – P. 1129–1136.
13. Mun G.A., Suleimenov I.E., Nurkeeva Z.S., Kudaibergenov S.E., Nam I.K., Kan V.A. Effect of the structural inhomogeneity of polyelectrolyte gels on their thermal sensitivity // Polymer science. Series A, Chemistry, physics. – 1998. – N 40 (3). – P. 253–259.
14. Suleimenov I., Güven O., Mun G., Beissegul A., Panchenko S., Ivlev R. The formation of interpolymer complexes and hydrophilic associates of poly (acrylic acid) and non-ionic copolymers based on 2-hydroxyethylacrylate in aqueous solutions // Polymer International. – 2013. – N 62 (9). – P. 1310–1315.
15. Fritzmann C., Löwenberg J., Wintgens T., Melin T. State-of-the-art of reverse osmosis desalination // Desalination. – 2007. – N 216 (1). – P. 1–7.

*Поступила 10 марта 2020 г.*



МРНТИ 31.25.15.; 31.25.19

УДК 541.6+678.021.16

## ОКРАШЕННЫЕ (СО)ПОЛИИМИДЫ И ИХ ИССЛЕДОВАНИЕ

**Умерзакова М.Б., Кравцова В.Д., Сариева Р.Б.**

*Институт химических наук им.А.Б. Бектурова, Алматы, Республика Казахстан  
e-mail: umerzak@mail.ru*

*В работе приведены результаты исследования оптических, электрических и механических свойств алициклических полиимидов и арилалициклических сополиимидов, окрашенных одним из известных синтетических красителей – активным ярко-красным 6С. Установлено, что основные характеристики модифицированных красителем полигетероциклов практически не снижались. Однако коэффициент пропускания уменьшался и прозрачными до 300 нм являются пленки, содержащие не более 2,0 мас. % красителя. Исследованием электрических и механических свойств окрашенных пленок показан их высокий уровень. Найдено, что более чувствительным параметром к присутствию красителя является диэлектрическая проницаемость. Отмечена перспективность использования данных окрашенных композиций в качестве материалов в лазерной оптике, термостойких светофильтров. Для производства окрашенных термостойких химических волокон.*

**Ключевые слова:** алициклический (со)полиимид, модификация, красители, пленки, прозрачность, диэлектрическая проницаемость, прочность.

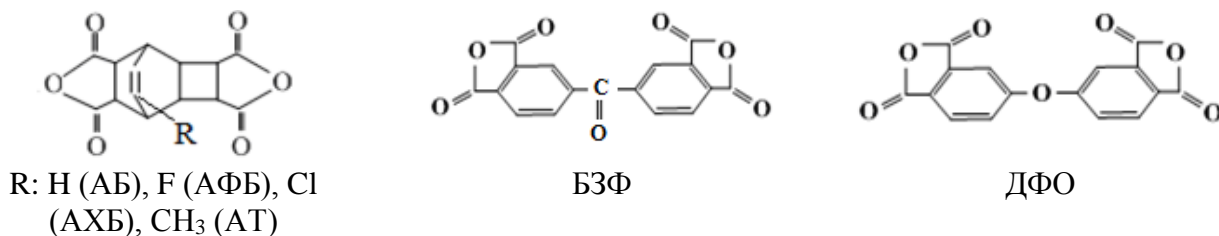
*Мақалада белгілі синтетикалық бояулардың бірі - белсенді қызыл 6С-мен боялған алициклді полиимидтер мен арилалициклді сополиимидтердің оптикалық, электрлік және механикалық қасиеттерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Бояғышпен өзгертілген полигетероциклдердің негізгі сипаттамалары іс жүзінде төмендемегені. Бірақ өткізгіштік коэффициенті азайып, бояғыштың массалық үлесі 2,0% аспайтын мөлдірлігі 300 нм-ге дейін қабықшалар түзілгені анықталды. Түрлі-түсті қабыршақтардың электрлік және механикалық қасиеттерін зерттеу олардың жоғары деңгейін көрсетті. Бояудың қатысында диэлектрик өткізгіштік сезімтал параметр екендігі анықталды. Бұл түрлі түсті композицияларды лазерлік оптикада, ыстыққа төзімді жарық сүзгілерде. Сондай-ақ түрлі-түсті ыстыққа төзімді химиялық талшықтар өндірісінде қолдануда тиімді екені атап өтілді.*

**Тірек сөздер:** алициклді (ко) полиимид, модификация, бояғыштар, пленкалар, мөлдірлік, диэлектрлік тұрақтылығы, беріктігі

*The paper presents the results of a study of the optical, electrical and mechanical properties of alicyclic polyimides and arylalicyclic copolyimides stained with one of the known synthetic dyes – active bright red 6S. It was Found that the main characteristics of the dye-modified polyheterocycles were practically not reduced, but the transmittance was reduced and films containing no more than 2.0 wt were transparent up to 300 nm. % dye's. The study of the electrical and mechanical properties of colored films shows their high level. It is found that the dielectric constant is a more sensitive parameter to the presence of the dye. The prospects of using these colored compositions as materials in laser optics, heat-resistant light filters. For the production of colored heat-resistant chemical fibers are noted.*

**Keywords:** alicyclic (co)polyimide, modification, dyes, films, transparency, dielectric constant, strength.

*Введение:* К настоящему времени накоплены многочисленные данные по модификации полиимидов, получаемых в АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова» на основе различных диаминов и диангидридов трициклодецентетракарбоновых кислот, а также сополиимидов на основе этих диангидридов с диангидридами 3,3',4,4'-бензофенон – (БЗФ) и 3,3',4,4'-дифенилоксидтетракарбоновой (ДФО) кислот [1,2]:



*Актуальность* проведения исследований в указанном направлении обусловлена необходимостью улучшения некоторых свойств алициклических полиимидов, таких как термические, механические, электрические и др. Известно, что одним из путей решения этой задачи является модификация полимеров другими низко- или высокомолекулярными соединениями с высокими значениями указанных свойств.

Ранее в ИХН были осуществлены исследования по созданию окрашенных полиимидов, результаты которых были обобщены в работах [3-5]. В последние годы в этом направлении были получены новые данные теоретического и прикладного характера. Синтезированы и изучены полиимиды (ПИ) на основе АБ и 4,4'-оксиданилина (ОДА) и арилалициклические сополиимиды (СПИ) на основе АБ, ДФО при их различных соотношениях и ОДА, окрашенные одним из известных синтетических красителей – активным ярко-красным 6С (АК-6С), относящимся к группе монохлортриазиновых красителей. Известно, что оптические свойства полимерных пленок зависят от ряда факторов, в том числе от толщины образцов, их подготовленности к измерениям. В настоящей работе изучена зависимость коэффициента пропускания полиимидов в области 300–1400 нм от степени подготовленности образцов, которая зависит от температуры термообработки.

На рисунке 1 приведены спектры пропускания пленок толщиной  $\approx 25$  мкм, высушенных при 150, 200, 250 и 350 °С. Можно отметить, что интенсивность и границы пропускания пленок, высушенных при 150–250 °С близки, но после выдерживания в течение одного часа при 350 °С наблюдается небольшое смещение в длинноволновую область.

Это может быть связано с появлением в пленках окраски за счет протекающих при высоких температурах процессов деструкции отдельных полимерных звеньев и протеканием реакций межмолекулярного сшивания, т.е. структурными изменениями макромолекул.

Количество красителя в полимерах меняли в пределах 0,1–5,0 мас.%. Выбранный предел концентраций обусловлен необходимостью сохранения термических и физико-механических свойств, характерных для исходного ПИ.

Результатами исследований оптических свойств СПИ-1 (соотношение АБ:ДФО=85:15 мол. %). Установлено, что основные характеристики модифицированных красителем полигетероциклов практически не снижались, однако коэффициент пропускания уменьшался и прозрачными до 300 нм являются пленки, содержащие не более 2,0 мас. % красителя. На рисунке 2 представлены спектры пропускания пленок из СПИ-1 толщиной  $\approx 25$  мкм с

красителем. Видно, что при концентрации красителя  $>1,0$  % пропускающая способность полиимида в видимой области снижается на 22–25 %.

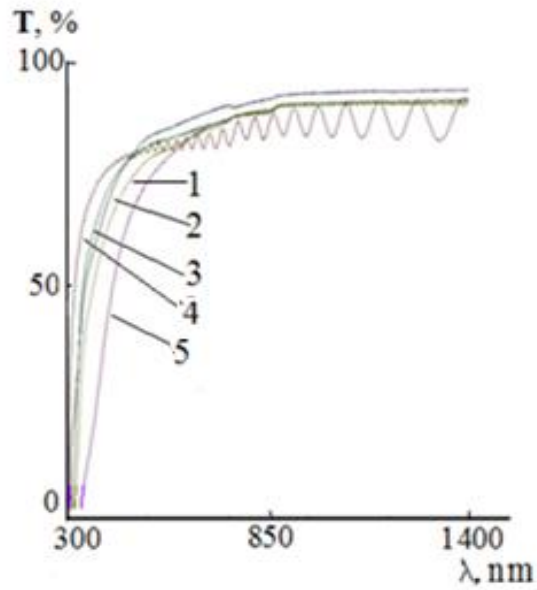


Рисунок 1 – Спектры пропускания (Т) в видимом и УФ диапазонах пленок ПИ толщиной  $\approx 25$  мкм (1 – 4) и 40 мкм (5), обработанных при различных температурах: 1 – 150, 2 – 200, 3,4 – 250, 5 – 350 °С

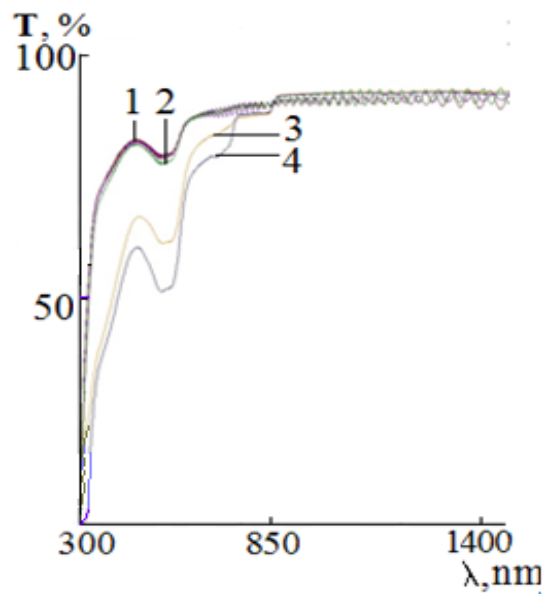


Рисунок 2 – Спектры пропускания в видимом и УФ диапазонах пленок СПИ-1 толщиной 25 мкм, содержащих краситель: 1 – 0,1, 2 – 0,5, 3 – 1,0, 4 – 2,0 мас. % красителя

При введении в полиимидный раствор до 2 мас. % модифицирующего вещества термическая устойчивость, механические и диэлектрические характеристики не снижались. Температура начала разложения исходного полиимида и композиций с указанным количеством красящего вещества составляла 370–375 °С. В таблице 1 приведены значения диэлектрической проницаемости, прочности на разрыв, относительного удлинения и модуля упругости.

Таблица 1 – Диэлектрическая проницаемость и физико-механические свойства алициклического СПИ-1 и его композиций с красителем (25 °С)

Полимер	$\epsilon'$ , диэлектрическая проницаемость	Физико-механические параметры		
		$\sigma_p$ , МПа прочность на разрыв	E, МПа, модуль упругости	$\lambda$ , %, относительное удлинение
СПИ-1	2,28	170	4200	36
СПИ+1 % 6С	2,35	170	4190	40
СПИ+2 % 6С	2,78	175	4195	42

Более чувствительным параметром к присутствию красителя является диэлектрическая проницаемость, изменение значений которой от концентрации окрашивающего соединения приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Диэлектрическая проницаемость окрашенных полиимидных пленок, полученных при различных концентрациях красителя

Концентрация красителя, мас. %	Диэлектрическая проницаемость, $\epsilon$			
	25 °С	100 °С	200 °С	250 °С
0 [6]	2,02	2,06	2,00	1,95
0,10	2,12	2,14	2,10	2,24
0,50	2,71	2,74	2,70	2,73
1,00	2,63	2,60	2,62	2,70
1,50	3,14	3,11	3,10	2,28
2,00	3,22	3,36	3,40	3,47
2,50	3,54	3,65	3,63	3,64
3,00	3,80	3,88	3,94	4,02

Известно, что электрическая прочность полимерного диэлектрика зависит от нескольких факторов, в том числе от толщины изоляции и температуры [6]. Для исходного ПИ при толщине пленок 25–35 мкм  $E_{пр}$  составляет 90–100 кВ/мм, увеличиваясь до значений 180–190 кВ/мм при 50–55 мкм, для окрашенного ПИ электрическая прочность определена на этом же уровне. Зависимость электрической прочности от температуры для образцов окрашенных пленок разной толщины из полиимида на основе АБ и ОДА при концентрации красителя 3,0 мас. % приведена на рисунке 3.

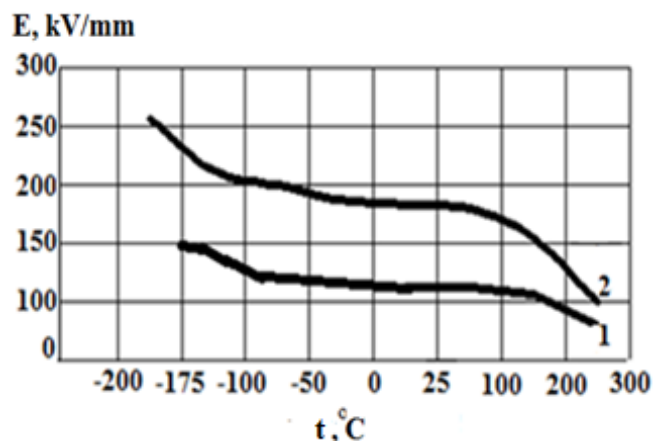


Рисунок 3 – Зависимость электрической прочности окрашенной полиимидной пленки толщиной 25 (1) и 55 (2) мкм от температуры

Таблица 3 – Механические свойства алициклического ПИ и его композиций с красителем АК-6С (25 °С)

Концентрация красителя, мас. %	Физико-механические свойства		
	$\sigma_p$ , МПа	$E$ , МПа	$\epsilon$ , %
0 [7]	145	4200	24
1,00	150	4190	26
2,00	155	4150	30
3,00	155	4120	30
4,00	145	4000	24
5,00	140	3980	24
6,00	127	3965	22
7,00	120	3960	22

Основные механические характеристики пленок толщиной  $\approx 55$  мкм приведены в таблице 3. Механические свойства окрашенных пленок из композиции, включающей до 3,0 мас. % красителя, находятся на уровне исходного ПИ и начинают снижаться при дальнейшем

увеличении концентрации красителя. Некоторое повышение  $\sigma_p$  и  $l$  и уменьшение модуля упругости  $E$  может быть обусловлено пластифицирующим влиянием добавляемого органического соединения.

Молекула используемого красителя является довольно объемной (рисунок 4) и это может влиять на гидродинамические параметры полимера. Такие соединения, в структуре которых имеются различные функциональные группы, являются активными в некоторых химических процессах, в том числе при синтезе термостойких полимеров. Ранее каталитическое влияние красителей было показано при проведении синтеза полиимидов в фенольных растворителях [4–6], аналогичный эффект установлен и при проведении процесса в ДМАА, МП [8,9]. На рисунке 5 показано изменение приведенной вязкости 0,5 % раствора ПИ, полученного в отсутствие (кривая 1) и присутствии (кривые 2,3) красителя.

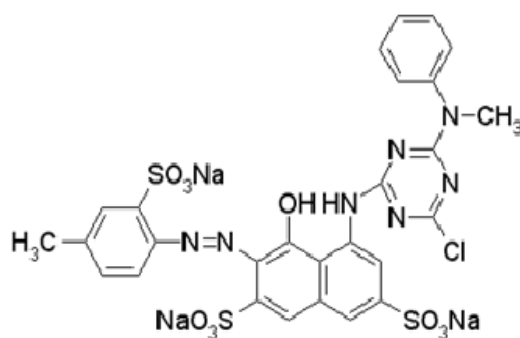


Рисунок 4 – Структура молекулы красителя синтетический активный ярко-красный 6С

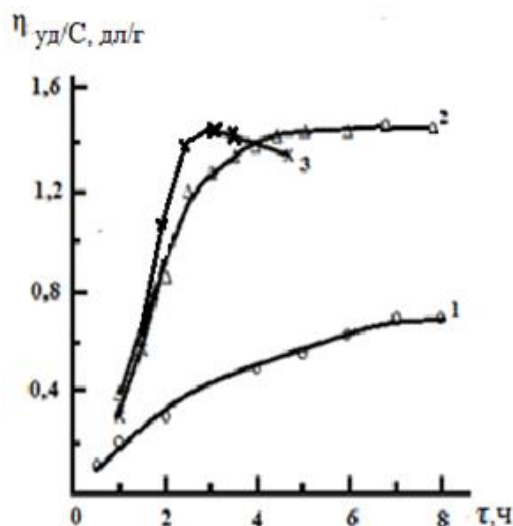


Рисунок 5 – Зависимость приведенной вязкости 0,5 % раствора ПИ от продолжительности синтеза в ДМАА в отсутствие (1) и присутствии 1,0 (2) и 1,5 (3) красителя

Видно, что процесс образования ПИ в присутствии красителя ускоряется и наибольшее значение  $\eta_{пр}$ , равное 1,45 дл/г, достигается за 3 ч при оптимальной концентрации красителя 1,5 мас. % (кривая 3) и 4,5 ч (кривая 2). Благодаря ускоряющему влиянию красителя значения вязкости ПИ в его присутствии более чем в 2 раза выше по сравнению с процессом в его отсутствие. Активность красителя в данном поликонденсационном процессе обусловлена преимущественным влиянием монохлортриазинового фрагмента. При этом согласно данным работ [3,5] краситель присоединяется к концевой аминогруппе макромолекулы. Аналогичным образом это органическое соединение может взаимодействовать и с исходным полиимидом при получении композиций механическим смешиванием компонентов, т.к. в готовом полимере присутствует 5–7 % аминогрупп. Полученные данные свидетельствуют в пользу того предположения, что между полимером и красителем происходит химическое взаимодействие. Для СПИ на основе АБ, ДФО и 4,4'-ОДА получены близкие результаты: при концентрации красителя 1,5 мас. % значения  $\eta_{пр}$  составляют 1,4–1,5 дл/г, коэффициент пропускания  $\approx 70$  %, диэлектрическая проницаемость 2,75 при 25 °С. Измерение физико-механических свойств и оценка термической устойчивости композиционных пленок, полученных вторым способом, показали, что эти характеристики идентичны показателям окрашенных пленок, сформированных первым способом. Таким образом, способ получения окрашенных композиций в данном случае не оказывает влияния на их свойства. При оптимальной концентрации красителя окрашенные полиимидные пленки, фотоснимки которых приведены на рисунке 6, являются прозрачными.

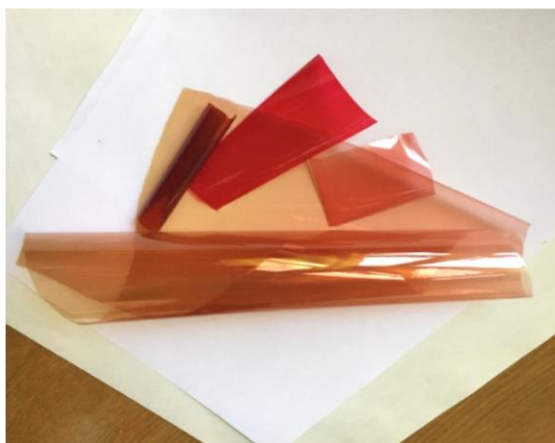


Рисунок 6 – Фотоснимки окрашенных полиимидных пленок

При обсуждении перспектив применения того или иного материала определяется не только его устойчивость при нагревании, но и поведение при низких температурах. С этой целью была изучена устойчивость некоторых параметров окрашенных пленок при температуре жидкого азота. Исследования показали, что через 4 ч механическая прочность поли- и сополиимидных пленок толщиной 50–55 мкм с 3,0 мас. % красителя снижается на 70–80 %, в то время как диэлектрические характеристики теряют всего 40–50 % от своих первоначальных значений, что коррелирует с закономерностями, установленными ранее для исходного ПИ. Основные результаты окрашенных алициклических полиимидов и ариналициклических сополимеров опубликованы в работах [9–11], в которых показано, что при концентрации красителя 0,5–1,0 мас. % коэффициент пропускания пленочного

материала толщиной  $\approx 27$  мкм в области 400–900 нм составляет 80–90 %, в случае 1,0–2,0 мас. % красителя этот показатель равен 60–70 %.

Таким образом, окрашенные композиции на основе алициклического полиимида благодаря высоким оптическим характеристикам и значениям электрической прочности, стабильным значениям диэлектрической проницаемости, а также высокой термической устойчивости и механической прочности, являются перспективными материалами для получения термостойких светофильтров, в качестве материалов лазерной оптики, а также для производства окрашенных термостойких химических волокон.

### Литература:

1. Kravtsova V.D., Umerzakova M.B., Korobova N.Ye., Sarieva R.B. Obtaining and investigation of new metal-containing polymer compositions based on acyclic polyimide // Russ. J. Appl. Chem. – 2017. – Vol. 90, № 11. – P. 1833–1839.
2. Кравцова В.Д., Умерзакова М.Б., Исаков Р.М., Сариева Р.Б. Получение и исследование пористых полиимидных пленок алициклической и ариалициклической структуры // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 7. – С. 39–43.
3. Жубанов Б.А., Шайхутдинов Е.М., Бойко Г.И., Маймаков Т.П. Катализ поликонденсационных процессов. – Алматы: ВУЗ «Унат», 1999. – 258 с.
4. Кудайкулова С.К., Исаков Р.М., Кравцова В.Д. и др. Полимеры специального назначения. – Алматы: ТОО Print S. – 2006. – 310 с.
5. Kudaikulova S., Isakov R., Zhubanov B. et al. Effect of modification on electrochemical chelation of polyimide films // Eur. Chem.-Technol. J. – 2004 – Vol. 6, N 1. – P. 23–26.
6. Жубанов Б.А., Кравцова В.Д., Бекмагамбетова К.Х., Ахметгаев Д.Д. Электрические свойства алициклических полиимидов. – Алматы: Print-S, 2010 – 225 с.
7. Курбатов А.П. Определение скорости коррозии и толщины пленок на литии в электролитах химических источников тока // Вестник КазНУ. Сер. хим. – 2009. – Т. 56, №4. – С. 114–118.
8. Isakov R., Kravtsova V., Umerzakova M., Prikhodko O., Korobova N. Optical and Physical-Mechanical Properties compositions based on alicyclic polyimides and synthetic dyes // 10<sup>th</sup> Symp. «Polyimides and High Performance Polymers». Step 10. 5-8 June 2016. Montpellier, France. – P.1.
9. Марковский М.В., Мысаханов М.А., Кравцова В.Д., Исаков Р.М. Оптические и физико-механические свойства композиций алициклического полиимида с красителем активным ярко-красным 6С // Сб. тр. Межд. научно-практ. конф. «Проблемы инновационного развития нефтегазовой индустрии». Алматы, КБТУ, 2015. – С. 461–466.
10. Кравцова В.Д., Умерзакова М.Б., Исаков Р.М. и др. Оптические и физико-механические свойства окрашенного алициклического полиимида // Сб. тр. Межд. конф. «Инновационные подходы к решению технико-экономических проблем». М. Зеленоград: МИЭТ, 2016. – С. 102–106.
11. Kravtsova V., Umerzakova M., Korobova N., et al. Electro-optical and physic-mechanical properties of colored alicyclic polyimide // Proc. of SPIE. Int. Conf. Nanoscience+Engineering. – San-Diego, California, USA, 30 august-1 september 2016. Proc. Of SPIE. – Post. 9939-99390R.

*Поступила 2 марта 2020 г.*



МРНТИ 31.23.01

УДК 615.074: 577.115: 577.16

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ТЫКВЫ (*CUCURBITA*)

Ысқақ Г.Е.<sup>1</sup>, Уванисканова Ж.Н.<sup>1,2</sup>, Сейтимова Г.А.<sup>1,2</sup>,  
Литвиненко Ю.А.<sup>1,2</sup>, Бурашева Г.Ш.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби

<sup>2</sup>Центр физико-химических методов исследования и анализа КазНУ им. аль-Фараби

Алматы, Республика Казахстан

e-mail: uvaniskanovazhuldyz@mail.ru

*Определен качественный состав основных групп биологически активных веществ казахстанских видов тыквы, заготовленных в Алматинской области. Проведен сравнительный анализ химического состава некоторых видов тыквы (*Cucurbita*). Представлены результаты изучения минерального состава. Содержание токсичных тяжелых металлов (ртуть, мышьяк, кадмий, свинец) в растительном сырье не превышает допустимых нормативов. Исследован состав жирных кислот и витаминов. Высокая концентрация среди жирных кислот отмечена для пальмитиновой (15,751–25,405 %), олеиновой (6,917–30,172 %),  $\gamma$ -линоленовой кислоты (21,387–32,824 %). Максимальное значение витамина Е установлено у тыквы мускатной (*Cucurbita moschata*) сорт Мускат де Прованс. Обнаружено относительно высокое содержание витаминов В<sub>1</sub> (2,536 мг/100г) и В<sub>3</sub> (2,340 мг/100г) в тыкве обыкновенной (*Cucurbita pepo*) сорт Кнуклхэд.*

**Ключевые слова:** *Cucurbita moschata*, *Cucurbita pepo*, *Cucurbita maxima*, биологически активные вещества, жирные кислоты, макро- и микроэлементы, витамины.

*Алматы облысында дайындалған қазақстандық асқабақтың кейбір түрлеріндегі биологиялық белсенді заттардың негізгі топтарына сапалық талдау жүргізілді. Асқабақтың (*Cucurbita*) кейбір түрлерінің химиялық құрамына салыстырмалы сараптау жасалды. Минералды құрамының зерттеу нәтижелері келтірілген. Өсімдік шикізатындағы уытты ауыр металдардың (сынап, күшән, кадмий, қорғасын) мөлшері рұқсат етілген нормалардан аспайды. Май қышқылдар және дәрумендердің құрамы зерттелді. Май қышқылдары арасында жоғары концентрация пальмитин (15,751–25,405 %), олеин (6,917–30,172 %),  $\gamma$ -линолен қышқылы (21,387–32,824 %) қышқылдарында байқалды. Е дәруменінің ең жоғарғы мәні Мускат де Прованс сортты *Cucurbita moschata* асқабағында белгіленді. Кнуклхэд сортты *Cucurbita pepo* асқабақта В<sub>1</sub> (2,536 мг/100г) және В<sub>3</sub> (2,340 мг/100г) дәрумендерінің салыстырмалы жоғары мөлшері табылды.*

**Тірек сөздер:** *Cucurbita moschata*, *Cucurbita pepo*, *Cucurbita maxima*, биологиялық белсенді заттар, май қышқылдары, макро- және микроэлементтер, дәрумендер.

*The qualitative composition of the main groups of biologically active compounds of the Kazakh species of pumpkin harvested in the Almaty region was determined. A comparative analysis of the chemical composition of some species of pumpkin (*Cucurbita*) was carried out. The results of studying the mineral composition are presented. The content of toxic heavy metals (mercury, arsenic, cadmium, lead) in plant raw materials does not exceed acceptable standards. The composition of fatty acids and vitamins is investigated. High concentrations of fatty acids were observed for palmitic (15,751–25,405 %), oleic (6,917–30,172 %),*

and  $\gamma$ -linolenic acid (21,387–32,824 %). The maximum value of vitamin E was found in Musquee de Provence variety of *Cucurbita moschata*. Relatively high content of vitamins B<sub>1</sub> (2,536 mg/100g) and B<sub>3</sub> (2,340 mg/100g) was found in Knucklehead pumpkins, botanically classified as *Cucurbita pepo*.

**Keywords:** *Cucurbita moschata*, *Cucurbita pepo*, *Cucurbita maxima*, biologically active substances, fatty acids, macro-and microelements, vitamins.

Одним из наиболее важных полезных свойств растений является способность входящих в состав их органов и тканей химических соединений оказывать на организм человека, лечебное действие. Оно обусловлено так называемыми «действующими веществами», то есть веществами, обладающими физиологической активностью, и в этой связи называемыми часто «фармакологически активными» [1].

Семейство тыквенных (*Cucurbitaceae*) насчитывает 130 родов и около 900 видов, которые произрастают преимущественно в тропических и субтропических районах от влажнотропических лесов до пустынь. Большое количество дикорастущих тыквенных встречается в Африке, Азии и Америке. Род тыква насчитывает около 20 видов. Тыква (*Cucurbita*) представляет собой растение, принадлежащее к семейству *Cucurbitaceae*, состоящее из основных видов, таких как тыква обыкновенная (*Cucurbita pepo* L.), тыква крупная (*Cucurbita maxima* Duch.), тыква мускатная (*Cucurbita moschata* Duch. ex Poir.) [2, 3].

Плоды тыквы потребляются в пищу, а семена тыквы считаются богатым источником биологически активных соединений. Семена тыквы широко используются в качестве пищевых и народных лекарств или для производства масла. Масло тыквенных семечек представляет собой вязкое дихроматическое масло, обладающее сильной антиоксидантной активностью, которое используется в качестве добавки в форме капсул или в жидкой форме для укрепления здоровья человека [4]. Растение широко используется в народной медицине в дерматологической практике, в качестве лечебного и ценного диетического средства, содержащего большой набор биологически активных элементов. Тибетская медицина применяет тыкву при болезнях сердца, печени, почек, гастритах с повышенной кислотностью и язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки [5, 6, 7].

Как источники биологически активных соединений тыква (*Cucurbita*) представляет интерес, поэтому изучение качественного и количественного состава этих растений и создание на их основе фитопрепаратов является актуальным.

Цель исследования – изучение химического состава некоторых видов тыквы (*Cucurbita*) семейства тыквенные (*Cucurbitaceae*).

#### *Экспериментальная часть и обсуждение результатов.*

Объектом исследования служили плоды тыквы различных разновидностей и сортов, заготовленные в Алматинской области: *Cucurbita moschata* – Мускат де Прованс, *Cucurbita pepo* – Кнуклхэд и *Cucurbita maxima* – Фарфоровая кукла.

Методами двумерной и одномерной хроматографии на бумаге, а также ТСХ в различных системах растворителей установлено, что основными группами биологически активных веществ надземной массы исследуемых растений являются флавоноиды, каротиноиды, аминокислоты, жирные кислоты, фенолоксилоиды, углеводы.

По общепринятым методикам I издания Государственной фармакопеи РК определены показатели подлинности и доброкачественности сырья (потеря в массе при высушивании, экстрактивные вещества, общая зола) (таблица 1) [8, 9]. Экстракционные методы наиболее

часто используются при переработке растительного сырья. От эффективности протекания этого процесса во многом зависит качество нужного продукта. Для данного растения, чтобы определить количество экстрактивных веществ использованы вода и различные составы водных растворов этанола (30–90 %).

Таблица 1 – Показатели доброкачественности сырья некоторых видов тыквы (*Cucurbita*)

Название сырья	Показатели доброкачественности сырья, (%)					
	Влажность	Общая зола	Количество экстрактивных веществ			
			Этанол 30%	Этанол 50 %	Этанол 70 %	Вода
<i>Cucurbita moschata</i> Duch. ex Poir.	9,75	12,9	59,32	47,74	42,89	49,69
<i>Cucurbita maxima</i> Duch.	11,71	8,8	58,44	54,5	52,72	56,13
<i>Cucurbita pepo</i> L.	10,24	9,1	66,41	40,67	54,21	58,29

Установлено, что при влажности 9,75–11,71 % содержание экстрактивных веществ в их 30 % водно-этиловых экстрактах находится в пределах 59,31–66,41 %.

Подготовка образцов и определение макро- и микроэлементов проведены в соответствии с ГОСТ 30178-96 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов» [10, 11], а также по методическим указаниям по атомно-абсорбционным методам определения токсичных элементов в пищевых продуктах и пищевом сырье [12] на Analyst 200. Определение кальция и магния выполнено по Р 4.1.1672-2003 «Комплексонометрический метод определения кальция и магния» титриметрическим методом.

Результаты определения содержания элементов в исследуемом образце сырья приведены в таблице 2. Обнаружено, что в плодах тыквы из микроэлементов больше всего содержится цинк, а из макроэлементов – магний. Среди большого количества химических веществ, поглощаемых дикорастущими растениями, особого внимания заслуживают мышьяк и его соединения, так как они способны к биоаккумуляции. Содержание токсичных тяжелых металлов (ртуть, мышьяк, кадмий, свинец) в исследуемом образце ЛРС не превышает рекомендованных нормативов [13].

Изучен жирнокислотный состав мякоти тыквы. Идентифицировано 13 жирных кислот методом газо-жидкостной хроматографии (Хромос ГХ-1000) согласно требованиям ГОСТ 30623-2018. Результаты анализа приведены в таблице 3. Из данных таблицы 3 следует, что в мякоти тыквы преобладают такие жирные кислоты, как пальмитиновая кислота (15,751–25,405 %), олеиновая (6,917–30,172 %),  $\gamma$ -линоленовая кислота (21,387–32,824%). Следует отметить, что арахидоновая, докозадиеновая кислоты в некоторых видах тыквы отсутствуют.

Таблица 2 – Минеральный состав некоторых видов тыквы (*Cucurbita*)

Минеральные элементы	Содержание, мг/кг		
	<i>Cucurbita moschata</i>	<i>Cucurbita maxima</i>	<i>Cucurbita pepo</i>
Цинк (Zn)	740,68	580,63	355,29
Железо (Fe)	231,09	256,59	242,09
Кальций(Ca)	2194	1757	2662
Магний(Mg)	2809	1827	2935
Свинец (Pb)	0,1805	0,0545	0,2205
Кадмий (Cd)	0,0019	0,0027	0,0043
Мышьяк (As)	0,0005	Не обнаружено	Не обнаружено
Ртуть (Hg)	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено

Таблица 3 – Жирнокислотный состав некоторых видов тыквы (*Cucurbita*)

Жирные кислоты	Содержание, %		
	<i>Cucurbita moschata</i>	<i>Cucurbita maxima</i>	<i>Cucurbita pepo</i>
Насыщенные жирные кислоты			
Лауриновая кислота (C <sub>12:0</sub> )	0,716	0,205	0,180
Миристиновая кислота (C <sub>14:0</sub> )	2,165	0,631	1,590
Пальмитиновая кислота (C <sub>16:0</sub> )	23,932	15,751	25,405
Стеариновая кислота (C <sub>18:0</sub> )	5,672	4,789	3,382
Бегеновая кислота (C <sub>22:0</sub> )	1,743	0,966	1,312
Арахидиновая кислота (C <sub>20:0</sub> )	Не обнаружено	0,407	Не обнаружено
Мононенасыщенные жирные кислоты			
Пальмитолеиновая кислота (C <sub>16:1</sub> )	0,478	0,624	1,719
Олеиновая кислота (C <sub>18:1n9c</sub> )	10,576	30,172	6,917
Полиненасыщенные жирные кислоты			
Линолевая кислота (C <sub>18:3n3</sub> )	0,269	1,093	1,868
Линоленовая кислота (C <sub>18:2n6c</sub> )	22,560	22,406	23,688
γ-линоленовая кислота (C <sub>18:3n6</sub> )	30,443	21,387	32,824
Эйкозапентаеновая кислота (C <sub>20:5n3</sub> )	1,447	0,268	1,116
Докозадиеновая кислота (C <sub>22:2c</sub> )	Не обнаружено	0,876	Не обнаружено

Жирные кислоты являются важными компонентами питания, недостаточное поступление в организм которых негативно влияет на обменные процессы. К тому же жирные кислоты

вливают на эластичность сосудов, а также являются составляющими клеточных мембран, они необходимы для синтеза гормонов [14]. Линолевая и олеиновая кислоты являются незаменимыми кислотами жирного ряда и входят в состав Омега-9 и Омега-6-ненасыщенных кислот.

Также определен витаминный состав мякоти тыквы обыкновенной (*Cucurbita pepo* L.) сорт Кнуклхэд, тыквы крупной (*Cucurbita maxima* Duch.) сорт Фарфоровая кукла, тыквы мускатной (*Cucurbita moschata* Duch. ex Poir.) сорт Мускат де Прованс. Результаты анализа приведены в таблице 4.

Следует отметить, что тыква мускатная (*Cucurbita moschata* Duch. ex Poir.) сорт Мускат де Прованс содержит большое количество витамина Е (52,047 мг/100г). Токоферолы обеспечивают устойчивое состояние нервной и эндокринной систем, нормализуют процессы обмена веществ в скелетных и сердечной мышцах, печени; способствуют укреплению иммунной системы [15].

Таблица 4 – Витаминный состав некоторых видов тыквы (*Cucurbita*)

Название витаминов	Содержание, мг/100г		
	<i>Cucurbita moschata</i>	<i>Cucurbita maxima</i>	<i>Cucurbita pepo</i>
Витамин А	0,043	0,142	0,030
Витамин В <sub>1</sub>	0,696	1,810	2,536
Витамин В <sub>3</sub>	1,056	Не обнаружено	2,340
Витамин В <sub>5</sub>	1,730	0,390	0,364
Витамин D <sub>3</sub>	Не обнаружено	1,643	Не обнаружено
Витамин С	Не обнаружено	0,047	Не обнаружено
Витамин Е	52,047	2,950	Не обнаружено

Витамины С и D<sub>3</sub> идентифицированы в тыкве крупной (*Cucurbita maxima* Duch.) сорт Фарфоровая кукла. Обнаружено относительно высокое содержание витаминов В<sub>1</sub> (2,536 мг/100г) и В<sub>3</sub> (2,340 мг/100г) в тыкве обыкновенной (*Cucurbita pepo* L.) сорт Кнуклхэд. Потребность в витамине В<sub>1</sub> возрастает у пожилых людей (способность организма абсорбировать тиамин с возрастом уменьшается), пациентов с заболеваниями щитовидной железы. Специфическими факторами развития тиаминовой недостаточности может служить употребление больших количеств алкоголя и чая (снижают абсорбцию витамина) [16].

По результатам исследования можно сделать вывод, что плоды тыквы (*Cucurbita*) богаты витаминами, поэтому могут стать источником сырья для лучших овощных консервов, также особо возрастает ее роль при производстве косметических средств и фармацевтических препаратов.

#### Выводы.

– Впервые проведен сравнительный анализ плодов тыквы различных разновидностей и сортов, заготовленные в Алматинской области: *Cucurbita moschata* – Мускат де Прованс, *Cucurbita pepo* – Кнуклхэд и *Cucurbita maxima* – Фарфоровая кукла.

– Изучен минеральный состав, содержание токсичных тяжелых металлов не превышает допустимых нормативов. Исследован состав жирных кислот и витаминов.

– Установлено максимальное значение витамина Е у тыквы мускатной (*Cucurbita moschata*) сорт Мускат де Прованс. Обнаружено относительно высокое содержание витаминов В<sub>1</sub> в тыкве обыкновенной (*Cucurbita pepo*) сорт Кнуклхэд.

### Литература:

1. Телятьев В.В. Полезные растения Центральной Сибири. Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство, 1987. – С. 9.
2. Шишкин Б.К., Бобров Е.Г. (ред.) Флора СССР. Том 24 М.-Л.: издательство АН СССР, 1957. – 504 с.
3. Фурса Т.Б., Филов А.И., Коровина О.Н. (ред.) Культурная флора СССР: Том 21. Тыквенные. Часть 1. Арбуз, тыква. М.: Колос, 1982. – 279 с.
4. Shaban A., Sahu R.P. Pumpkin seed oil: An alternative medicine // International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research. – 2017. – N 9 (2). – P. 223-227.
5. Perez Gutierrez R.M. Review of *Cucurbita pepo* (Pumpkin) its Phytochemistry and Pharmacology // Medicinal Chemistry. – 2016. – N 6 (1). – P. 12-21.
6. Yadav M., Jain S., Tomar R., Prasad G.B.K.S., Yadav H. Medicinal and biological potential of pumpkin: an updated review // Nutrition Research Reviews. – 2010. – N 23 (02). – P. 184–190.
7. Salehi B., Capanoglu E., Adrar N., Catalkaya G., Shaheen S., Jaffer M., Capasso, R. *Cucurbits* Plants: A Key Emphasis to Its Pharmacological Potential // Molecules. – 2019. – N 24 (10). – P. 1854.
8. Государственная Фармакопея РК.– 2008. – Т. 1. – 591 с.
9. Государственная Фармакопея РК.– 2009. – Т. 2. – 802 с.
10. ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. – Введ. 1996-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2010. – 12 с.
11. ГОСТ 30178-96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. – Введ. 1998-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2010. – 10 с.
12. Атомно-абсорбционные методы определения токсичных элементов в пищевых продуктах и пищевом сырье. Методические указания от 25.12.1992. N 01-19/47-11. – Москва, 1992. – 26 с. 12. ГОСТ Р 51766-2001. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения мышьяка. – Введ. 2002-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2011. – 12 с.
13. Турусова Е.В., Григорьева Л.А., Лыщиков А.Н., Насакин О.Е. Фотохимическое определение микропримеси мышьяка в растительном лекарственном сырье // Фармация. – 2014. – №3. – С. 12–15.
14. Вишневецкая Л.И., Дегтярева Е.А., Бисага Е.И., Ткачук О.Ю. Исследование химического состава биологически активных веществ в липофильном экстракте тыквы // Химия растительного сырья. – 2014. – № 3. – С. 167-170.
15. Иванов М.М. Исследование витаминного состава плодов тыквы разных сортов / М.М. Иванов, О.А. Хропот // Сб. трудов X Всерос. НПК с междуна. участием «Молодежь и наука». – Красноярск: СФУ, 2014. – С. 267.
16. Савченко А.А. Витамины как основа иммунометаболической терапии / А.А. Савченко, Е.Н. Анисимова, А.Г. Борисов, А.Е. Кондаков. – Красноярск: Издательство КрасГМУ, 2011. – 213 с.

Поступила 16 марта 2020 г.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ

МРНТИ 20.15.05

УДК 004.62

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА ВОЗМОЖНЫХ УЧАСТНИКОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В ИНТЕРНЕТЕ В РЕГИОНАХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**Замахов А.В., Семенякин Н.В., Панченко С.В.**

*Алматинский университет энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева*

*Алматы, Республика Казахстан*

*e-mail: s.panchenko@aues.kz*

*Цифровые медиаресурсы, социальные сети и различные мессенджеры становятся все более важными в нашей повседневной жизни. В дополнение к своим основным функциям поддержки коммуникации все эти источники приобретают новые: они становятся объектами и средствами управления информацией и местом информационной борьбы. В то же время на успешность распространения информации влияют многие факторы: количество активных людей, доступ к Интернету, участие в темах и т. д. Целью данной статьи является выявление регионов Казахстана, в которых находится наиболее социально активное население, которые могут быть агентами для распространения информации в социальной сети. Были проанализированы данные комитета по статистике для определения границ сети распространения информации. Полученные распределения в свою очередь рассмотрены в разрезе каждого региона Республики Казахстан. Как результат были определены границы распространения информации и количество потенциальных агентов сети.*

**Ключевые слова:** *распространение информации, социальные сети, цифровые медиаресурсы, диффузия информации, интернет покрытие, социальная структура, информационная сеть.*

*Сандық медиаресурстар, әлеуметтік желілер және әртүрлі мессенджерлер біздің күнделікті өмірімізде маңызды орын алып жатыр. Олар өздерінің коммуникациялық қолдау негізгі функциясына қосымша жаңа функцияларды тауып алады: олар ақпаратты басқару объектілері мен құралдары және ақпараттық күрес орны болады. Сонымен қатар ақпарат таратудың сәттілігіне көптеген факторлар әсер етеді: белсенді адамдардың саны, Интернет желісіне жедел қолжетімділік, тақырыптарға қатысу және тағыда басқа. Бұл мақаланың негізгі мақсаты Қазақстандағы ең қоғамдық белсенді әлеуметтік желілерде агент болып ақпаратты тарататын халықы бар аймақты табу. Ақпаратты тарату желісінің шекараларын анықтау үшін статистика комитетінің деректері талданды. Алынған тарату, өз кезегінде, Қазақстан Республикасының әр аймағында қарастырылады. Нәтижесінде ақпаратты таратудың шекаралары және желілік агенттердің саны анықталды.*

**Тірек сөздер:** *ақпаратты тарату, әлеуметтік желілер, сандық медиаресурстар, ақпараттың диффузиясы, интернетті қамту, әлеуметтік құрылым, ақпараттық желі.*

*Digital media sources, social networks and various messengers are becoming more important in our daily lives. In addition to its main communication support functions, all of the sources obtain new ones - they*

*turn into objects, information control resources and place for an informational battle. At the same time plethora of factors affect the success of the information distribution: amount of active people, Internet access, participation in topics and etc. The goal of this current work is to identify Kazakhstan regions, where the most socially active population is located and which can be agents for the distribution of the information in social networks. The data of the statistics committee was analyzed to determine the boundaries of the information distribution network. The resulting distributions are considered in the context of each region of the Republic of Kazakhstan. As a result, were determined the boundaries of information dissemination and the number of potential agents in the network.*

**Keywords:** *Information diffusion, social networks, digital media resources, information diffusion, Internet coverage, social structure, information network.*

*Введение.* В настоящее время большинство людей уже не могут представить свою жизнь без социальных сетей. С их помощью генерируется и передается огромное количество информации, которое оказывает влияние на все сферы деятельности человека. В некоторых случаях социальные сети могут покрывать крупные бизнес-процессы корпорации, а в других служить лишь инструментом для мгновенного обмена сообщениями между двумя людьми. Но единственное остается неизменным: в обоих случаях функционирование сети было бы невозможно без агентов распространения информации.

Социальные сети можно рассматривать по-разному. Но в нашем случае их можно проанализировать в качестве неформальных объединений и площадок, на которых происходит обмен мнениями и информацией. Сама же социальная сеть представляет собой некую структуру, которая состоит из ограниченного числа агентов: субъектов – индивидуальных или коллективных, например, индивидов, семей, групп, организаций. И определенного в них множества отношений: совокупности связей между агентами, например, знакомства, дружбы, сотрудничества, коммуникаций. Формально социальная сеть представляет собой граф  $G(N,E)$ , в котором  $N = \{1,2,\dots,n\}$  – конечное множество вершин (агентов) и  $E$  – множество ребер, отражающих взаимодействие агентов [1].

Для чего могут существовать подобные сети? Главной функцией является создание площадки для коммуникаций между людьми, как на базовом социальном уровне, так и в качестве реализации потребностей в общении. Существует два взаимосвязанных определения термина социальной сети. Первая это социальная структура, а вторая это ее реализация в виде Интернет-ресурса.

Социальные сети вызывают интерес у исследователей, в частности в связи с тем, что в них возникают качественно новые (по сравнению с набором невзаимодействующих агентов) свойства поведения агентов. Например, в настоящее время идет активная дискуссия вокруг такого понятия, как ценность (value, utility) социальной сети. Это понятие можно перевести, кроме того, как важность, полезность, выгодность, но ниже будет использоваться именно термин «ценность социальной сети».

Ценность социальной сети — это потенциальная доступность агентов, с которыми любой агент может «связаться» в случае необходимости. Эта ценность имеет вполне определенную величину. Так, если рассмотреть американский рынок телефонов, которые могут набирать только номер 112, то покупатели таких телефонов платят за предоставленную возможность связаться со службой спасения, хотя этой возможностью могут никогда и не воспользоваться. Если в данном случае связь даже с одним агентом имеет ценность (которая определяется ценой, уплаченной за купленные телефоны), то потенциальная связь со многими агентами должна иметь, по-видимому, большую полезность [2].



Аналогичная ситуация происходит и с ценностью выхода в интернет. Если взять за основу минимальную функциональность – передачу текстовой информации, то социальные сети представляют собой постоянную циркулирующую ценность между агентами сети. Для того чтобы можно было приступить к ее оценке, необходимо определить границы этой сети. Это в свою очередь состоит из трех этапов: определение числа населения, которое умеет пользоваться современными средствами связи, определение процента покрытия мобильным интернетом регионов и определение процента покрытия фиксированным интернет-доступом.

### **Анализ числа агентов сети распространения информации.**

Для определения возможного поведения социальной сети в целом, первым этапом необходимо определить ее максимальные границы. При самом оптимистичном сценарии каждый житель страны будет являться агентом распространения информации. Следовательно, первоначальным фильтром при определении границ сети распределения информации являются абсолютные значения количества населения по областям.

Основным государственным органом в Казахстане, отвечающим за подсчет числа населения является комитет по статистике Республики Казахстан. В соответствии с его данными общее распределение населения по регионам по данным на 2018 год представляет собой следующий график (рисунок 1).

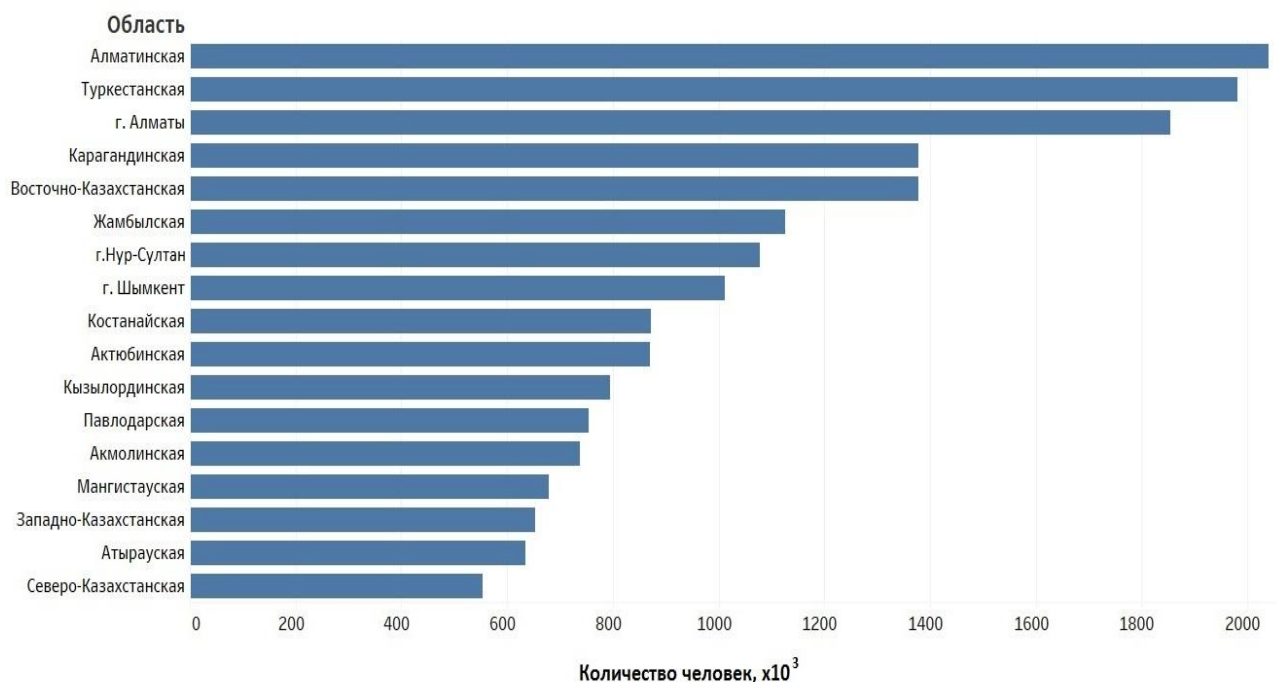


Рисунок 1 – Распределение населения по областям

При этом в Республике имеется тенденция на увеличение доли городского населения, а также увеличение численности в целом. Это в свою очередь влияет и на расширение границ максимально возможной сети распространения информации. Так, в городах численность населения прирастает быстрее, чем в селах - годовой рост составил 1,7 процента, до 10,43 миллиона человек, и 0,8 процента, до 7,73 миллиона человек, соответственно.

Однако необходимо отметить, что население в стране распределено неравномерно по всей территории, что тоже накладывает некие ограничения при формировании общей сети коммуникации между информационными агентами за счет географической отдаленности друг от друга.

Для определения основных узлов сосредоточения населения статическая информация в виде соотношения Область/Город – количество населения была наложена на карту Республики Казахстан (рисунок 2).

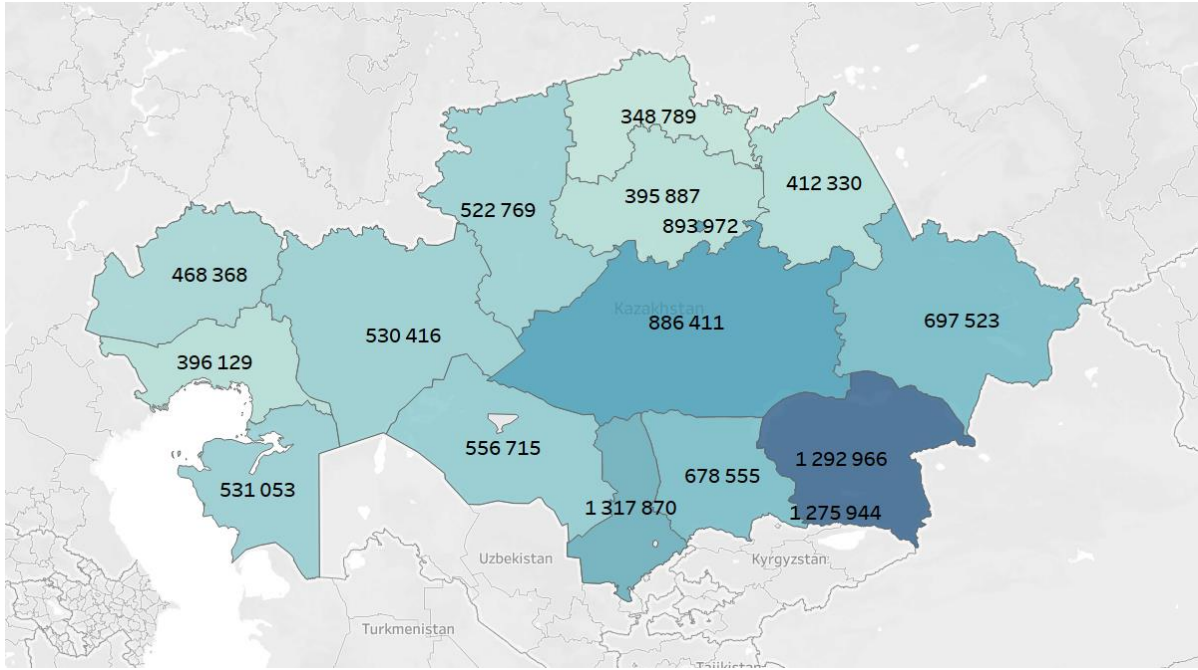


Рисунок 2 – Распределение населения по регионам

Видно насколько неравномерно распределено население по всей территории РК, а именно: существует значительное сосредоточение населения между тремя условными центрами: городами Алматы, Шымкент и Нур-Султан (Астана). Это связано с экономическим развитием этих городов, что в свою очередь влияет и на активность населения участия в общественных активностях и вовлеченность в социокультурные процессы.

При оценке влияния этого фактора на размер и поведение сети распространения информации приоритет при анализе первых возникающих потоков информации будет отдан городам Алматы, Шымкент и Нур-Султан.

Однако при оценке размера сети распространения информации необходимо учитывать не только общее количество населения, но и уровень компьютерной грамотности. Даже если в регионе и существует большое сосредоточение агентов, далеко не все смогут действительно поучаствовать в процессе распространения информации. Это обуславливается как уровнем существующей системы образования, так и наличием соответствующего окружения. Так, например, в крупных городах уровень компьютерной грамотности будет выше, просто за счет наличия компьютерных классов в школах.

Для дополнительной фильтрации потенциальных агентов сети распространения информации рассмотрим данные комитета по статистике и просуммируем количество населения, обладающего средними и выше навыками компьютерной грамотности (рисунок 3) [4].

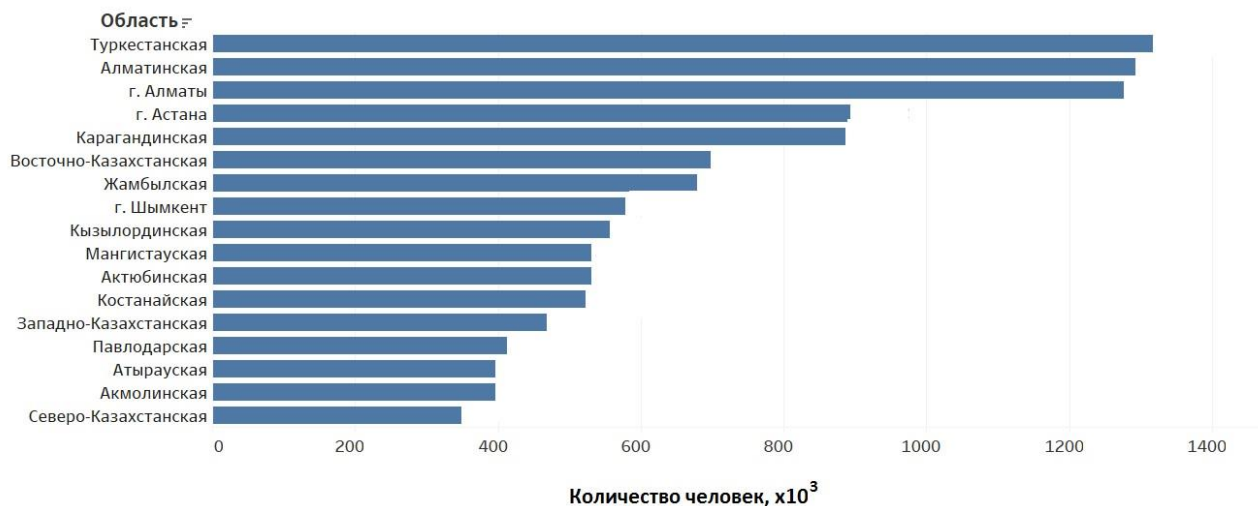


Рисунок 3 – Распределение компьютерно-грамотного населения РК

Видно, что основная часть участников сети распространения информации находится на юге и юго-востоке страны, а также в крупных городах в центральной части.

Третьим фактором распространения информации является доступ к мобильному и фиксированному интернету.

На текущий момент в Казахстане развивается уже 5G, однако далеко не во всех частях республики имеется доступ к сетям даже третьего поколения. В связи с большим объемом необходимых инвестиций для технологии 5G на первом этапе ее внедрение планируется в городах республиканского значения: Нур-Султан, Алматы и Шымкент. То есть в тех самых городах, в которых, как мы выяснили ранее, находится самое большое количество компьютерно-грамотного населения. С 2023 года будет производиться уже повсеместное внедрение сетей нового поколения. В результате проводимой работы 97 процентов населения Казахстана до конца 2022 года получают широкополосный доступ к Интернету. Для оставшихся 3 процентов населения будет обеспечена техническая возможность применения спутниковых технологий. Повышение доступности сети Интернет в сельских населенных пунктах является базовым элементом реализации других проектов государственной программы "Цифровой Казахстан", таких как электронное здравоохранение, оказание электронных услуг [5].

Процесс повышения доступности интернета во всех регионах как расширяет саму сеть взаимодействия между агентами, так и ускоряет процессы внутри нее. Тот же самый обмен медиа контентом напрямую зависит от имеющейся скорости интернета. Далеко не каждый агент будет загружать и распространять контент, если в ходе взаимодействия с ним будут возникать технические трудности.

Соответственно, последний фактор, который является фильтром для количества агентов информационной сети – это наличие технического доступа к сети, для людей, которые имеют навыки взаимодействия с ней.

В конце 2018 года процент обеспеченностью доступом в интернет по данным комитета по статистике составлял 82 % [6]. Соответственно текущий размер сети распространения информации представлен на рисунке 4.

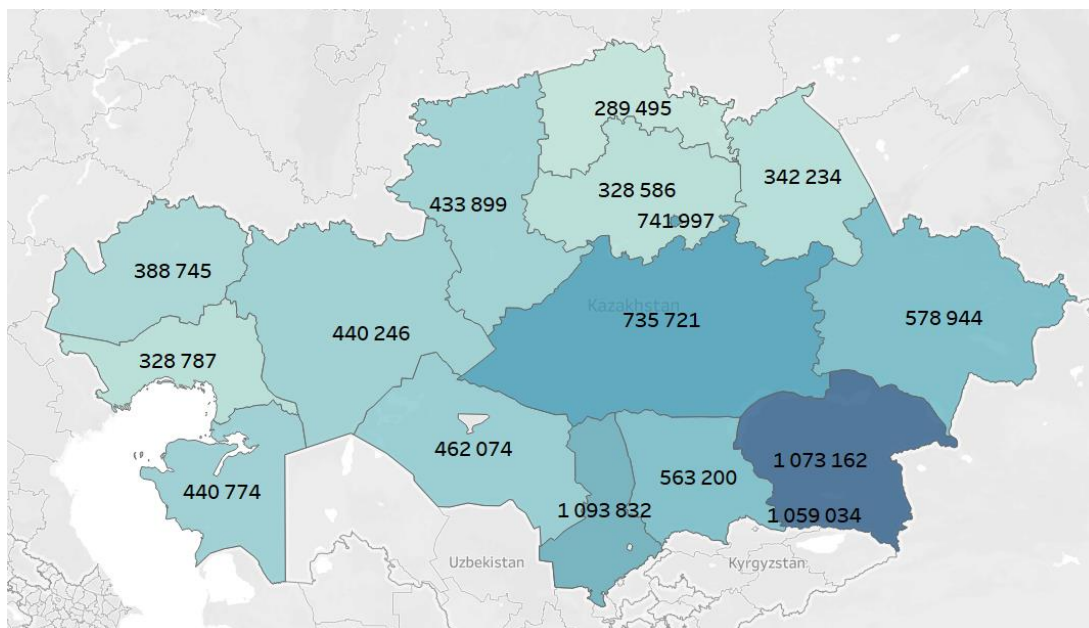


Рисунок 4 – Общий размер сети распространения информации

Из этого можно сделать вывод: после определения количества социально активного населения, которое имеет необходимый уровень технической грамотности, и доступ к качественному интернет соединению общий размер сети распространения информации составляет 9 миллионов 780 тысяч потенциальных агентов сети.

*Заключение.* Важность процесса распространения информации трудно переоценить. В зависимости от характера передаваемых данных ускорение этого процесса может, как навредить, в случае дезинформации или вбросов, так и наоборот принести пользу, в случае возникновения чрезвычайной ситуации, требующей немедленных действий со стороны агентов сети.

Для анализа самого процесса распространения информации по сети, необходимо было определить ее границы и уточнить описание потенциальных участников, что и было проделано в этой статье.

В результате удалось определить, что суммарный размер этой сети составляет около 10 миллионов человек. В дальнейшем эта цифра вырастет за счет повышения уровня компьютерной грамотности населения и процента доступа к широкополосному интернету во всех регионах страны. Сейчас же наиболее активными городами в плане распространения и генерирования информации можно назвать Алматы, Нур-Султан, Шымкент, Туркестан и Караганду, а также Алматинскую и Акмолинскую области. Соответственно при анализе вопросов распространения информации стоит сосредоточиться на информационных ресурсах, которые базируются именно в этих городах.

Эти данные могут быть использованы для следующего этапа анализа распространения информации, а именно: определения инструментов взаимодействия и точек контакта между агентами, анализа характера этого взаимодействия и как результат построение системы анализа данных, которая позволит проводить как ретроспективный анализ распространения информации, так и наоборот определять возможные будущие тренды на ранних стадиях.

В свою очередь распространение информации можно будет рассматривать как взаимодействие разной степени значимости и силы между агентами сети с помощью различных инструментов, такими как СМИ, социальные сети и мессенджеры.

**Литература:**

1. Губанов Д.А., Информационные процессы в социальных сетях (на примере сети Хабрахабр) // Интернет-конференция по проблемам управления. – М.: ИПУ РАН. – 2010. – С.1–2.
2. Барабанов И.Н., Коргин Н.А., Новиков Д.А., Чхартишвили А. Г. Динамические модели информационного управления в социальных сетях // Автомат. и телемех. – 2010. – № 11 – С. 150–162.
3. Министерство национальной экономики Республики Казахстан Комитет по статистике // Данные по составу и численности населения 2018 год. URL: <https://stat.gov.kz/official/dynamic> (дата обращения: 10.02.2020).
4. Министерство национальной экономики Республики Казахстан Комитет по статистике // Данные по уровню компьютерной грамотности населения за 2018 год. URL: <https://stat.gov.kz/official/dynamic> (дата обращения: 10.02.2020).
5. Информационный портал Tengrinews // Когда 5G появится в регионах Казахстана – 01.10.2019 – URL: [https://tengrinews.kz/kazakhstan\\_news/kogda-5g-poyavitsya-v-regionah-kazahstana-380439/](https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/kogda-5g-poyavitsya-v-regionah-kazahstana-380439/) (дата обращения: 10.02.2020).
6. Министерство информации и общественного развития Республики Казахстан // Статистические данные по составу населения, использующему интернет. URL: <http://qogam.gov.kz/ru> (дата обращения: 10.02.2020).

*Поступила 11 февраля 2020 г.*



МРНТИ 50.43.19

УДК 004.891.3

## ВЕРОЯТНОСТНОЕ ТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА

**Игликов И. В.<sup>1</sup>, Окшин В.П.<sup>1</sup>, Туманбаева К. Х.<sup>1</sup>, Сагинтаев Ж.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Алматинский университет энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева

<sup>2</sup>ТОО ICT Labs

Алматы, Республика Казахстан

e-mail: igor.iglikov@gmail.com

*В настоящей работе предлагается метод анализа данных мониторинга событий телекоммуникационного провайдера. Основа предлагаемого метода – метод тематического моделирования, который широко используется для анализа текстов естественных языков. Поток событий, фиксируемый системой мониторинга, можно рассматривать как текст псевдоязыка, словами которого являются названия событий или их идентификаторы. Имея данные о событиях с нескольких объектов мониторинга за продолжительный промежуток времени, составляется исходная матрица «текстов» D. Реализация алгоритма тематического моделирования позволяет выделить распространенные «темы» и присваивает их к каждому тексту с вычисленной вероятностью. Это, в свою очередь, позволяет найти источник проблемы из текущей картины событий. В результате работы предлагаемого метода можно классифицировать поток событий объектов мониторинга на отдельные категории, что упрощает работу персонала, выполняющего диагностику и устранение неисправностей.*

**Ключевые слова:** Системы мониторинга, data mining, анализ данных, обработка сложных событий, зависимые события, тематическое моделирование, статистический анализ данных.

*Бұл жұмыста телекоммуникациялық оператор оқиғаларының мониторингі деректерін талдау әдісі іске асырылды. Ұсынылатын әдістің негізі – тақырыптық модельдеу әдісі. Бұл әдіс табиғи тілдердің мәтіндерін талдау үшін кеңінен қолданылады. Мониторинг жүйесімен тіркелетін оқиғалар алдамшы сөз оқиғалардың атаулары немесе олардың идентификаторлары болып табылатын күрделі тіл ретінде қарастыруға болады. Бірнеше мониторинг объектілерінен ұзақ кезең ішіндегі оқиғалар туралы деректер болған кезде “мәтіндердің” D бастапқы матрицасы құрылады. Модельдеудің тақырыптық алгоритмін іске асыру ең көп таралған “тақырыптарды” бөліп, әрбір мәтінге есептелген ықтималдықпен беруге мүмкіндік береді. Бұл өз кезегінде нақты проблеманың қайнар көзін табуға мүмкіндік береді. Ұсынылып отырған әдіс жұмысының нәтижесінде мониторинг объектілері оқиғаларының ағынын жеке санаттарға жіктеуге болады, бұл диагностиканы және ақауларды жоюды орындайтын персоналдың жұмысын жеңілдетеді.*

**Тірек сөздер:** Мониторинг жүйесі, data mining, деректерді талдау, күрделі оқиғаларды өңдеу, тәуелді оқиғалар, тақырыптық модельдеу, деректерді статистикалық талдау.

*In this work the method of analysis of monitoring data of events of the telecommunication operator is realized. The basis of the proposed method is the method of thematic modeling. This method is widely used for analyzing texts of natural languages. The event stream recorded by the monitoring system can be considered as the text of a pseudo-language whose words are the names of events or their identifiers.*

*Having data about events from several monitoring objects over a long period of time, the initial matrix of "texts"  $D$  is compiled. The implementation of the thematic modeling algorithm allows you to select common "themes" and assign them to each text with a calculated probability. This, in turn, allows you to find the source of the problem from the current picture of events. As a result of the proposed method, it is possible to classify the event flow of monitoring objects into separate categories, which simplifies the work of personnel performing diagnostics and elimination of inconsistencies.*

**Keywords:** *Monitoring systems, data mining, data analysis, complex event handling, dependent events, thematic modeling, statistical data analysis.*

**Введение.** Направление вероятностного тематического моделирования активно развивается в контексте машинного обучения уже более 15 лет [1, 2] и является одним из перспективных методов в статистическом анализе данных. Задачей тематического моделирования является поиск ответа на вопрос, к какой теме относится большая коллекция текстов или иных данных. В общем случае это сводится к анализу частоты появления слов в текстах.

Каждая тема характеризуется своим словарем с вероятностями терминов:  $p(w|t)$  – частота термина  $w$  в теме  $t$ . Таким образом, один текст может содержать несколько тем с определенной долей вероятности [3].

До последнего времени тематическое моделирование использовалось для анализа и структурирования различных текстов [4]. Решались задачи классификации и категоризации документов, автоматического аннотирования, тематической сегментации документов и прочего [5].

Однако так как алгоритм проводит статистический анализ текстов, а не семантический, то можно предположить, что подобному анализу могут быть подвержены данные любого характера, которые можно представить в виде последовательности «слов» из дискретного набора [6].

### **Описание алгоритма и методы**

В настоящей работе реализован алгоритм анализа потока поступающих событий системы мониторинга в телекоммуникационной компании с использованием методов вероятностного тематического моделирования. Особенностью такого рода данных являются взаимосвязи между событиями, но для поставленной задачи это не имеет значения, так как алгоритм анализирует так называемый «мешок со словами», а не связи между ними [7]. Применение предлагаемого метода позволит оценить текущее состояние отдельного узла и отслеживать его состояние в динамике.

### **Предлагаемый метод**

В большинстве случаев текст для анализа представляется мешком слов. Это означает, что порядок слов и терминов для результата значения не имеет [7], представляет интерес только частота появления этих слов. В связи с этим, можно предположить, что и значения этих слов, и связность и осмысленность текста не играют никакой роли. Следовательно, в качестве текстов для анализа может быть представлен любой набор данных [9].

Анализируемой информацией является поток поступающих событий системы мониторинга, представляющий собой временной ряд, состоящий из значений дискретного множества, соответствующих сработавшим триггерам, а также информация об источнике

(объекте мониторинга). После предобработки анализируемые данные представляются в исходном формате Vowpal Wabbit в следующем виде:

[st\_name] |text [trigger\_list]

где st\_name – наименование источника «текста» (в нашем случае – это название узла или станции); text – название модальности; trigger\_list – перечень наименований событий (наименования сработавших триггеров), разделенных пробелом. Необходимо отметить, что наименования триггеров в списке не должны содержать пробелов.

Данные со всех объектов исследуемой сети размещены в одном текстовом файле построчно. Таким образом, формируется исходная матрица для обработки алгоритмом.

На первом этапе программное обеспечение, реализующее алгоритм анализа, загружает исходную матрицу из текстового файла. Далее решается задача матричного разложения [10, 11]. Разлагаемая матрица представляет собой таблицу с относительными частотами событий, сгенерированными отдельными триггерами для каждого объекта мониторинга. Результатом матричного разложения являются матрицы распределений триггеров в темах и распределения тем потоке событий от отдельного объекта мониторинга.

Таблица 1 – Матрица распределений триггеров (названия «тем») (p\_trigger\_m\_n – относительная частота событий, сгенерированных триггером trigger\_n в теме sbj\_m)

	trigger_1	trigger_2	trigger_3	...	trigger_n
sbj_0	p_trigger_0_1	p_trigger_0_2	p_trigger_0_3	...	p_trigger_0_n
sbj_1	p_trigger_1_1	p_trigger_1_2	p_trigger_1_3	...	p_trigger_1_n
...	...	...	...	...	...
sbj_m	p_trigger_m_1	p_trigger_m_2	p_trigger_m_3	...	p_trigger_m_n

Таблица 2 – Матрица распределения тем по объектам мониторинга (p\_m\_n – это относительная частота темы sbj\_m в потоке событий, сформированном объектом мониторинга st\_name\_n)

	st_name_1	st_name_2	...	st_name_n
sbj_0	p_0_1	p_0_2	...	p_0_n
sbj_1	p_1_1	p_1_2	...	p_1_n
...	...	...	...	...
sbj_m	p_m_1	p_m_2	...	p_m_n

*Результаты и обсуждение.* В качестве входных данных для анализа была использована история событий 208 объектов мониторинга оператора телерадиовещания РК. Каждый объект мониторинга включает в себя сетевое, приемное и вещательное оборудование. Все



типы оборудования в процессе работы генерируют события (аварии, ошибки, предупреждения и пр.).

Исходные данные были преобразованы в формат, описанный в предыдущем разделе. В таблице 3 представлен отрывок файла входных данных

Таблица 3 – Пример исходных данных

Наименование объекта	Модальность	События, сформированные объектом мониторинга
site_Бейнеу	text	eth1_PCR_error_high eth1_Continuity_count_error_disaster eth1_PID_error_disaster eth2_PAT_error_disaster eth2_TS_sync_disaster ...
site_Боранкуль	text	RAM_free_disaster icmp_check_failed port9_high port15_high L1_pilot_signal_patterns_disaster icmp_check_failed eth2_CRC_error_high ...
site_Форт-Шевченко	text	current_active_TS_input_info icmp_check_failed countity_error_on_primary_port_mux_ln4_warning demodulator_lock_signal_1_disaster ...

Программное обеспечение, реализующее алгоритм анализ, формирует словарь, содержащий наименования событий, и ставит им в соответствие уникальный идентификатор – токен. Далее формируется исходная матрица, содержащая относительные частоты токенов для каждого объекта мониторинга. Исходная матрица разлагается на две матрицы согласно разделу 2.1.

Первая матрица содержит относительные частоты токенов для каждой темы, а вторая – частоты тем в потоке событий каждого объекта мониторинга. Для удобства анализа первую матрицу представляют в виде списка наиболее распространенных событий для каждого объекта мониторинга. Первые несколько событий в списке позволяют опередить причину возникновения неисправности и принять соответствующие меры.

Список событий для первых двух тем:

sbj\_0:

slms4ESPIDLossErrTrap\_high  
slms4ESFrozenErrTrap\_high  
slms4TSSyncLossErrTrap\_high

.....

SHGP-2\_VoltageL3\_N\_high  
SHGP-2\_VoltageL2\_N\_high  
countity\_error\_on\_backup\_port\_mux\_ln1\_warning

sbj\_1:

countity\_error\_on\_primary\_port\_mux\_ln3\_warning  
mysqld\_test\_high  
diff\_test\_high

.....  
 matrix\_disaster  
 zbx\_api\_unavailable\_high  
 mysql\_port\_unavailable\_high

Вторая матрица представляется в виде таблицы 4, где номер столбца соответствует номеру объекта мониторинга.

Таблица 4 – Пример итоговой матрицы вероятностей тем в каждом тексте

	195	196	197	198	199	65	66	67	68	69
sbj0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
sbj1	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,75	0,00	0,22	0,00
sbj2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
sbj3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
sbj4	0,06	0,73	0,49	0,00	0,45	0,00	0,00	1,00	0,77	0,00
sbj5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
sbj6	0,01	0,00	0,00	1,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	1,00
sbj7	0,00	0,11	0,51	0,00	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
sbj8	0,01	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
sbj9	0,73	0,09	0,00	0,00	0,00	0,56	0,25	0,00	0,00	0,00

Данная матрица показывает распределение тем в потоке событий, формируемым каждым объектом мониторинга. Например, из полученных данных, что большая часть событий, сформированных объектом мониторинга 195, относится к теме 9. Анализируя наиболее популярные события темы 9, технический персонал оператора может установить причину возникновения проблемы и принять соответствующие меры по ее устранению.

Для достижения качественного результата, а также ввиду неустойчивости модели (результат работы итерационных методов будет зависеть от начального приближения) предлагается вводить некоторые оптимизационные критерии – регуляризаторы [13, 14]. Регуляризаторы позволяют улучшить качество классификации текстов, повысить точность и полноту поиска, повысить различность тем, учесть дополнительные нетекстовые данные. Существующие регуляризаторы [15]:

- *сглаживание* распределений терминов в темах. Используется для выделения фоновых тем, собирающих общую лексику языка или общую лексику данной коллекции;
- *разреживание* распределений терминов в темах. Используется для выделения лексических ядер предметных тем как относительно небольшой доли слов словаря;
- *разреживание* распределений тем в документах. Используется для выделения относительно небольшой доли предметных тем в каждом документах;
- *декоррелирование* распределений терминов в темах. Используется для повышения различности лексических ядер предметных тем;

– *отбор тем* путём обнуления вероятности темы во всех документах. Используется для выведения из модели незначимых тем. Позволяет оптимизировать число тем, начиная с заведомо избыточного числа тем и постепенно удаляя ненужные темы.

В результате мы получаем информацию о том, насколько каждая станция подвержена определенным событиям. На основе полученных данных можно сделать вывод о слабых местах каждой отдельной станции и системы в целом.

*Заключение.* В настоящей работе предложен и реализован в виде прототипа алгоритм оценки состояния телекоммуникационной сети в целом и отдельных её узлов в частности. Предлагаемый алгоритм позволяет эффективно вычислять проблемные места в системе. Результат подобной оценки позволяет операторам заранее подготовиться к решению большого количества аварий, а также при регулярном анализе системы отслеживать на сколько эффективно определенные мероприятия уменьшают вероятность появления критических аварий. Предлагаемый метод анализа событий позволяет видеть картину «сверху» и принимать точечные меры оптимизации работы своей сети, которые дают наибольший эффект.

#### **Литература:**

1. Blei D., Lafferty J.D. A correlated topic model of science // *The Annals of Applied Statistics*. – 2007 – Vol. 1. – № 1. – P. 17–35.
2. Воронцов К. В. Вероятностное тематическое моделирование. – Москва: Московский физико-технический институт (государственный университет). – 2020. – С. 73–78.
3. Steyvers M., Griffiths T. Probabilistic Topic Models // *In Handbook of Latent Semantic Analysis*. – 2007. – P. 424–440.
4. Griffiths T.L., Steyvers M. Finding scientific topics // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2004. – Vol. 101. – P. 5228–5235.
5. Skachkov N. A., Vorontsov K. V. Improving topic models with segmental structure of texts // *Computational Linguistics and Intellectual Technologies*. – 2018. – P. 637–651.
6. Воронцов К.В. Аддитивная регуляризация тематических моделей коллекций текстовых документов // *Доклады РАН*. – 2014. – Т. 456. – № 3. – С. 268–271.
7. Khoat Than, Tu Bao Ho. Fully sparse topic models // *Proceedings of the European Conference on Machine Learning and Principles and Practice of Knowledge Discovery in Databases (ECML PKDD)*. – 2012. – P. 490 – 505.
8. Deerwester S., Dumais S.T., Furnas G.W., Landauer T.K., Harshman R. Indexing by Latent Semantic Analysis // *JASIS*. – 1990. – Vol. 41. – P. 391–407.
9. Hofmann T. Probabilistic latent semantic indexing // *Proceedings of the Twenty-Second Annual International SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*. – 1999. – P. 50–57.
10. Воронцов К. В., Фрей А. И., Апишев М. А., Ромов П. А., Янина А. О., Суворова М. А. BigARTM: библиотека с открытым кодом для тематического моделирования больших текстовых коллекций // *Аналитика и управление данными в областях с интенсивным использованием данных. XVII Международная конференция DAMDID/RCDL'2015, Обнинск*. – 13–16 октября 2015. – С. 28–36.
11. Vorontsov K. V., Potapenko A. A. Tutorial on Probabilistic Topic Modeling: Additive Regularization for Stochastic Matrix Factorization // *AIST'2014, Analysis of Images, Social networks and Texts*. Springer International Publishing Switzerland, Communications in Computer and Information Science (CCIS). – 2014. – Vol. 436. – P. 29–46.

12. Blei D. Introduction to Probabilistic Topic Models // Communications of the ACM. – 2012. – Vol. 55. – Vol. 4. – P. 77–84.
13. Ali D., Li Juanzi, Zhou Lizhu, Faqir M. Knowledge discovery through directed probabilistic topic models: a survey. In Proceedings of Frontiers of Computer Science in China. // www.researchgate.net URL: [https://www.researchgate.net/journal/1673-7350\\_Frontiers\\_of\\_Computer\\_Science\\_in\\_China](https://www.researchgate.net/journal/1673-7350_Frontiers_of_Computer_Science_in_China).
14. Воронцов К.В., Потапенко А.А. Регуляризация, робастность и разреженность вероятностных тематических моделей // Компьютерные исследования и моделирование: журнал. – 2012. – Т. 4. – № 4. – С. 693–706.
15. Vorontsov K. V., Potapenko A. A. Additive Regularization of Topic Models // Machine Learning Journal. Special Issue “Data Analysis and Intelligent Optimization with Applications”. – 2015. – Vol. 101. N 1. – P. 303–323.

*Поступила 12 февраля 2020 г.*

МРНТИ 73.31.41

УДК 625. 76.08

## МНОГОЦЕЛЕВЫЕ МАШИНЫ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, РЕМОНТА И СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

**Ли С.В., Лигай Г.А., Сайдинбаева Н.Д.**

*Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова (КазАДИ),*

*Алматы, Республика Казахстан*

*e-mail: lee.sergei@list.ru*

*В работе приводятся многоцелевые машины строительного производства: экскаватор-щелерез и бульдозер-щелерез. Эти многоцелевые машины (агрегаты) могут без замены рабочих органов выполнять экскаваторные, бульдозерные и щелерезные операции. В этих машинах интенсификация технологического процесса резания (копания) достигается за счет циклоидального движения циклоидальных рабочих органов постоянной ширины. Конструкция рабочих органов с циклоидальным движением обеспечивает вибрационное воздействие на разрабатываемый материал. Применение взаимооггибаемых сателлитных кривых в рабочем органе позволяет получить рациональные геометрические формы рабочего органа. Эффективность работы машины повышается за счет расширения его технологических возможностей. Такая конструкция рабочего органа машины позволяет увеличить производительность. Кроме того, снижается энергоёмкость рабочего процесса.*

**Ключевые слова:** *экскаватор, бульдозер, щелерез, производительность, циклоидальное движение, рабочий орган, основные параметры, сила резания, многоцелевые машины строительного производства, агрегат, интенсификация.*

*Жұмыста құрылыс индустриясының көп мақсатты машиналары сипатталады: экскаватор-шлиерез және бульдозер-шлиерез. Бұл көп мақсатты машиналар (агрегаттар) жұмыс органдарын алмастан, қазу, бульдозер және ығысу жұмыстарын жүргізе алады. Бұл машиналарда кесу (қазу) технологиялық процесінің қарқындылығына тұрақты ендегі циклоидты жұмысшы денелердің циклоидтық қозғалысы арқасында қол жеткізіледі. Циклоидтық қозғалысы бар жұмыс органдарының дизайны өңделетін материалға тербеліс әсерін береді. Өзара икемді спутниктік қисықтарды жұмыс корпусында қолдану жұмыс денесінің ұтымды геометриялық фигураларын алуға мүмкіндік береді. Технологиялық мүмкіндіктерін кеңейту арқылы машинаның тиімділігі артады. Бұл машинаның жұмыс корпусының дизайны өнімділікті арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жұмыс процесінің энергия сыйымдылығы төмендейді.*

**Тірек сөздер:** *экскаватор, бульдозер, слайтерез, өнімділік, циклоидтық қозғалыс, жұмысшы денесі, негізгі параметрлері, кесу күші, құрылыс өндірісінің көп мақсатты машиналары, қондырғы, интенсификация.*

*The work describes multi-purpose machines of the construction industry: an excavator-shlierez and a bulldozer-shlierez. These multi-purpose machines (units) can, without replacing the working bodies, perform excavation, bulldozer and shear operations. In these machines, the intensification of the cutting (digging) technological process is achieved due to the cycloidal movement of cycloidal working bodies of constant*

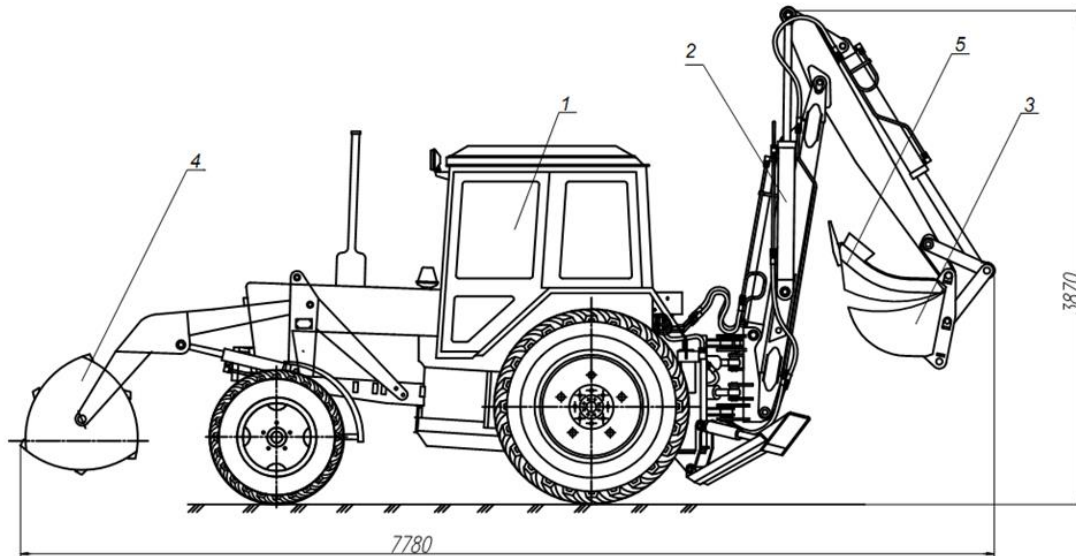
*width. The design of the working bodies with cycloidal movement provides a vibrational effect on the material being developed. The use of mutually flexible satellite curves in the working body allows you to get rational geometric shapes of the working body. The efficiency of the machine is increased by expanding its technological capabilities. This design of the working body of the machine allows to increase productivity. In addition, the energy intensity of the workflow is reduced.*

**Keywords:** *excavator, bulldozer, slitherese, productivity, cycloidal movement, working body, main parameters, cutting force, multi-purpose machines of construction production, aggregate, intensification.*

Механизация строительства в условиях реконструкции и ограниченных размеров строительных площадок на восстанавливаемых объектах приводит к необходимости широкого использования многоцелевой и маневренной техники различного назначения и размера. Растет вариантность машин и параметров рабочих органов (РО), обеспечивающих рациональное производство работ. Рациональное использование техники является важным и наиболее доступным средством, обеспечивающим интенсификацию работ при минимальных вложениях, и способствует решению проблем получения высокой прибыли [1]. Требования развития технологии и задачи интенсификации строительного производства определяют основные пути развития землеройных машин (ЗМ). Анализ основных направлений развития ЗМ [1, 2] позволил выделить основное направление, которое включает поиск принципиально новых технических решений. Примером принципиально нового решения, нашедшего применение в самых различных строительно-технологических процессах, может служить использование вибрации. Она нашла применение для снижения сопротивлений при рыхлении, копании (резании) грунтов.

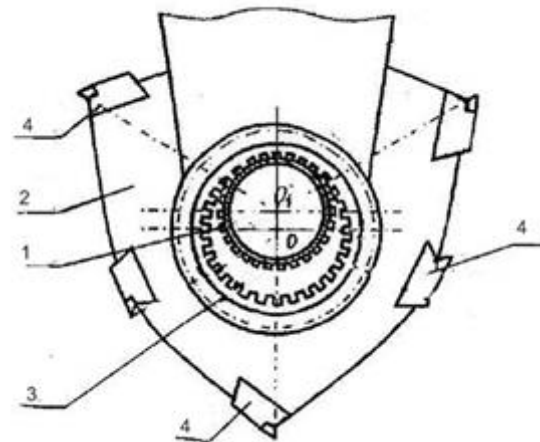
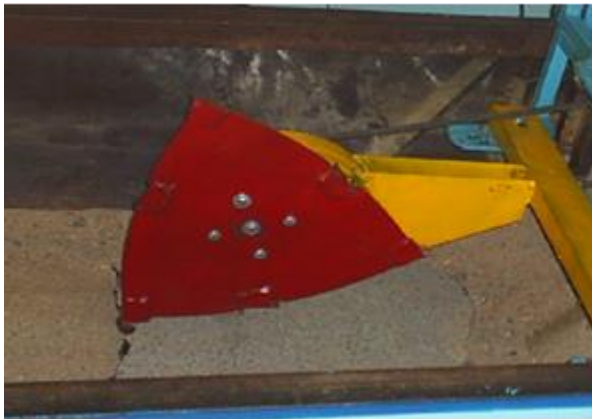
Требования развития технологии и задачи интенсификации строительного производства определяют основные пути развития машин строительного производства (МСП). Анализ основных направлений развития МСП [1,2] позволил выделить первое направление, которое включает поиск принципиально новых технических решений. Примером принципиально нового решения, нашедшего применение в самых различных строительно-технологических процессах, может служить использование вибрации. Она нашла применение для снижения сопротивлений при рыхлении, копании (резания) грунтов. Так, в нашей многоцелевой машине экскаватор-щелерез (рисунок 1) для разработки твердых дорожных покрытий возникающие вибрации при циклоидальном движении циклоидального РО снижают более чем на 20 % усилие резания [3].

Поперечное сечение циклоидального рабочего органа щелереза представляет собой плоскую многоугольную фигуру, точки которой при вращательном движении вокруг двух параллельных осей описывают кривые линии – гипоциклоиды. Вершины каждого из сечений будут описывать одинаковые циклоиды с прямолинейными ветвями, а боковые образующие сечения перекатываются с некоторым скольжением по этим ветвям, как по направляющим. Это особенность движения РО (по взаимоогibaющим циклоидальным кривым) используется в МСП, что позволяет получить минимально возможные удельные энергозатраты по рабочему процессу. Вибрационное воздействие на разрабатываемый материал возникает вследствие изменения скорости движения РО (неравномерное движение) [4,5]. На рисунке 2 показана конструкция рабочего органа экскаватора-щелереза с циклоидальным рабочим органом и циклоидальным движением, разработанная авторами. Поперечное сечение РО – циклоидальное тело постоянной ширины, описанное гипоциклоидой.



1 – трактор; 2 – экскаваторное оборудование; 3 – ковш с гидроуправляемой челюстью; 4 – рабочий орган щелереза с циклоидальным движением; 5 – раскрывающаяся часть ковша

Рисунок 1 – Экскаватор-щелерез:



1 – зубчатое колесо (шестерня); 2 – рабочий орган; 3 – зубчатое колесо; 4 – режущий орган (резец).

Рисунок 2 – Рабочий орган щелереза

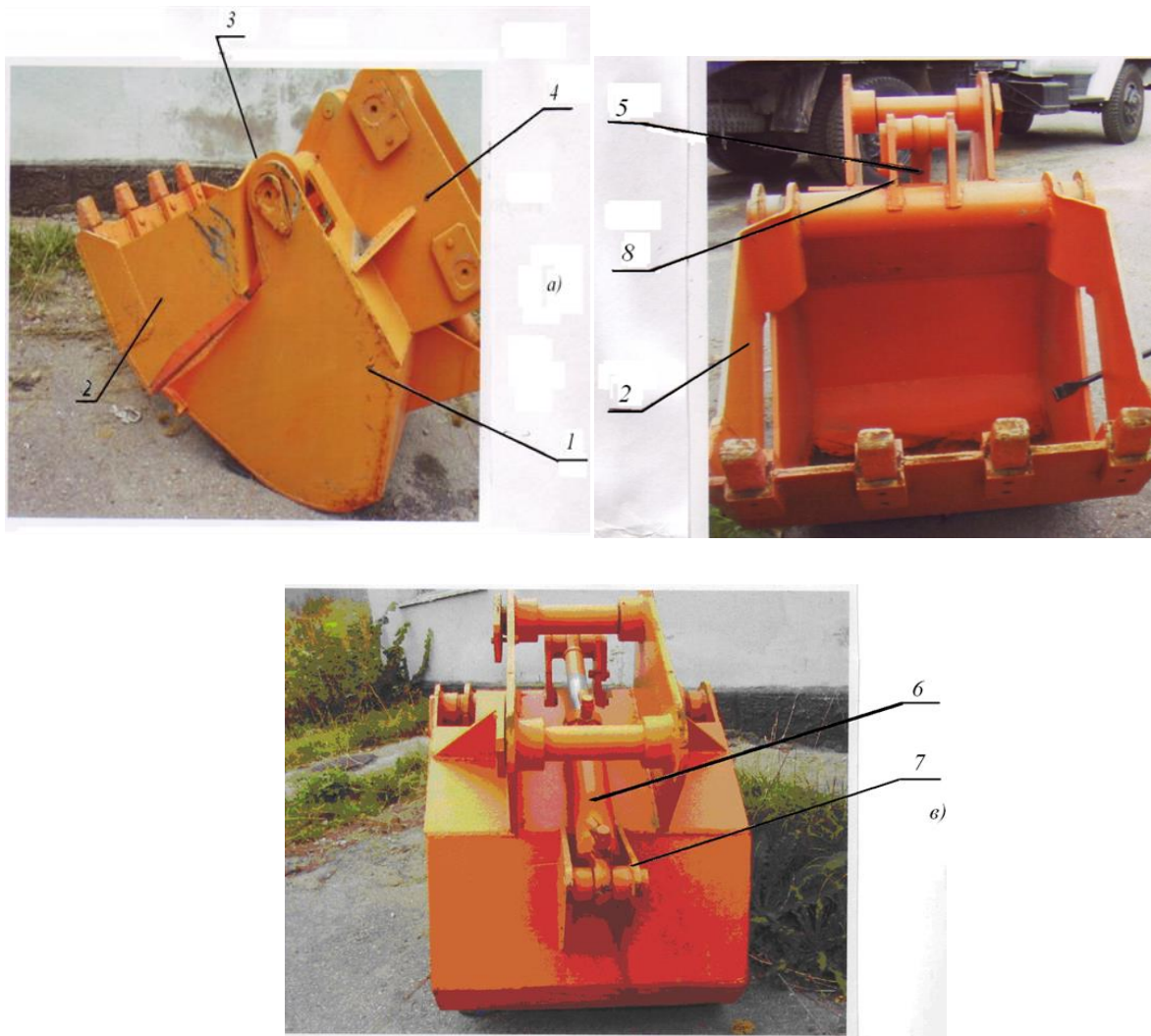
Основные технические данные бульдозера-погрузчика приведены в таблице 1.

В нашем случае, экскаватор-щелерез (агрегат) без замены РО выполняет экскаваторные и щелерезные операции. Причем, щелерезные работы (нарезание щелей для прокладки трубопроводом и т.д.) выполняются непрерывно, что существенно повышает производительность машины. Конструкция РО с циклоидальным движением обеспечивает вибрационное воздействие на разрабатываемый материал при резании дорожного покрытия,





На экскаваторе-щелерезе устанавливается ковш с гидроуправляемой челюстью с вместимостью ковша  $0.65\text{м}^3$ . Конструкция специального ковша с гидроуправляемой челюстью приведена на рисунке 3.



а – вид сбоку; б – вид спереди; в – вид сзади; 1 – ковш основной; 2 – раскрывающаяся часть ковша; 3 – шарнир; 4 – кронштейн для крепления гидроцилиндра; 5 – шток гидроцилиндра; 6 – гидроцилиндр; 7 – кронштейн

Рисунок 3 – Конструкция специального ковша с гидроуправляемой челюстью

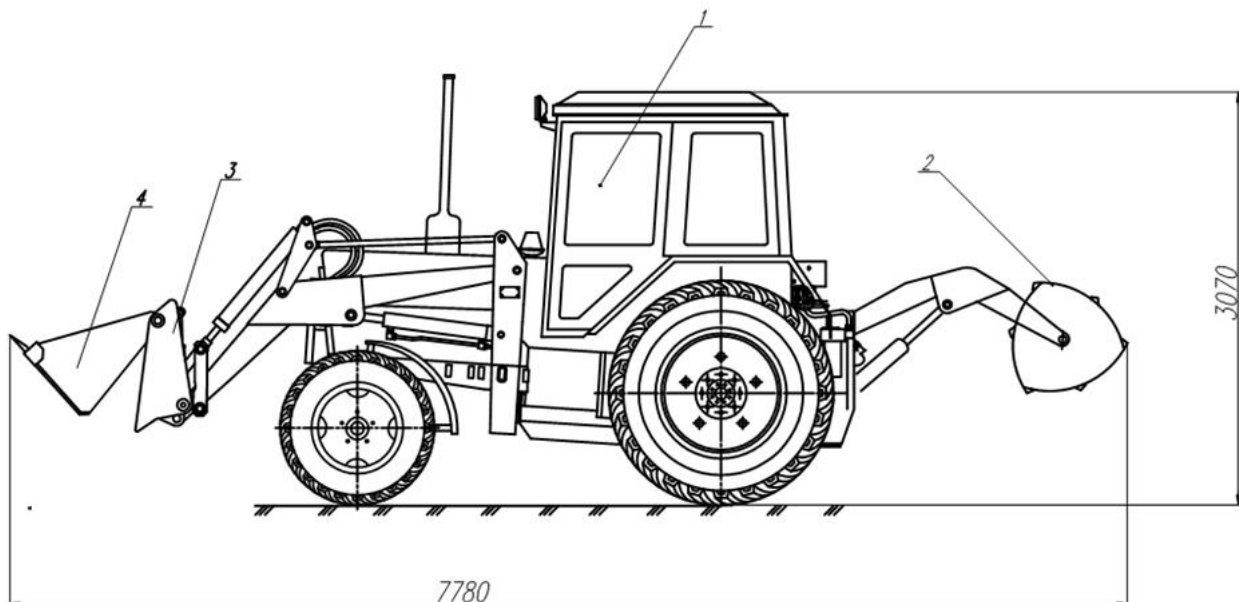
Конструкция рабочего оборудования экскаватора с гидроуправляемой челюстью позволяет вести процесс копания в двух режимах: встречным поворотом ковша и челюстью; как прямая или обратная лопата. Ковш может быть эффективно применен для разработки крупнообломочных грунтов, включающий каменистый материал больших размеров [2].

Многоцелевые машины, особенно МСП, различного назначения являются в основном машинами циклического действия. Рабочие операции таких машин выполняются в определенной последовательности. Несколько операций складываются в рабочий цикл, который периодически повторяется. Каждый рабочий орган выполняет ряд операций как часть технологического процесса, все вместе они дают конечный продукт.

Тенденция интенсификации является общей для любых МСП, хотя формы ее совершенно разные. Главная ее цель – увеличение производительности машин и улучшения качества реализации технологических операций – достигается по-разному на машинах, предназначенных для выполнения разных технологических процессов.

Повышение универсальности МСП и расширение вероятных границ возможности их использования особенно проявилось в создании многофункциональных и многоцелевых машин. Сегодня они успешно конкурируют со специализированными машинами и дают существенный экономический эффект.

Бульдозер-щелерез (агрегат) относится к группе многоцелевых машин с постоянно установленным оборудованием различного назначения. Машина, объединяющая бульдозер и щелерез, предназначена для бульдозерных, погрузочно-разгрузочных и транспортных операций. Быстро и маневренно перемещается, может широко использоваться в строительстве, особенно в стесненных условиях (рисунок 4).



1 – трактор; 2 – РО щелерез; 3 – отвал-ковш с гидроуправляемой челюстью;  
4 – раскрывающаяся часть отвала бульдозера

Рисунок 4 – Бульдозер-щелерез

Основные технические данные бульдозера-щелереза приведены в таблице 2.

В бульдозере-щелерезе интенсификация технологического процесса резания (грунта) достигается за счет циклоидального движения и послойного снятия стружки толщиной 10–20 мм рабочим органом РО специальной конструкции [7].

Рабочий орган бульдозера-щелереза обеспечивает планетарное движение ротора и перемещение одноименных точек ковшей ротора по одним и тем же траекториям – гипоциклоидам (рисунок 5). Это позволяет снимать послойно стружку грунта толщиной 10–20 мм.



Бульдозер-щелерез без замены рабочего органа выполняет бульдозерные и погрузочно-транспортные операции.

*Выводы.* В стесненных условиях строительства и реконструкции используются мобильные, маневренные многоцелевые машины с набором легкоъемных рабочих органов различного назначения.

Наиболее доступным и менее затратным направлением интенсификации является оптимальное использование техники.

Разработанные авторами многоцелевые машины строительного производства бульдозера-щелереза с циклоидальным движением рабочего органа (экскаватор-щелерез и экскаватор-погрузчик) могут быть эффективно применены в современных условиях строительства и реконструкции автомобильных дорог.

#### **Литература:**

1. Баловнев В.И. Многоцелевые дорожно-строительные и технологические машины. Омск-Москва: Омский дом печати, 2006. – 320 с.
2. Недорезов И.А., Кабашев Р.А. Машины строительного производства и их рабочие среды взаимодействия. Москва-Алматы, Бастау, 2013. – 444 с.
3. Инновационный патент РК №21718. Устройство для нарезания щелей в дорожных покрытиях. / Ли С.В., Мусин К.С. и др. Оpubл. 15.04.2009г.
4. Рабат О.Ж., Ли С.В., Мурзахметова У.А., Нургалиева М.Р. Конструктивные особенности валковой дробилки со сложным движением рабочих органов. Санкт-Петербург, Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство, №1, 2018. – С. 38-44.
5. Ли С.В., Мурзахметова У.А, Мусин К.С., Нургалиева М.Р. Применение циклоидальных кривых и тел постоянной ширины в рабочих органах щелерезных машин. Алматы, Известия н/т общества «Кахак» №3, 2018. – С.25-31.
6. Цупиков С.Г., Казачек Н.С. Машины для строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог. Москва: Инфа-Инженерия, 2018г.-184с.
7. Предварительный патент РК №17570. Рабочий орган землеройно-метательной машины/ Алпысбаев С.А., Ли С.В., Шин Б.С., и др. Оpubл. 14.07.2006. Бюл. №7.

*Поступила 20 февраля 2020 г.*

МРНТИ 73.31.41

УДК 621.879

## НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА ПОГРУЗЧИКА С ЦИКЛОИДАЛЬНЫМ ДВИЖЕНИЕМ КОВШЕЙ

**Ли С.В., Лигай Г.А., Сайдинбаева Н.Д., Изембаева А.К.**

*Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова*

*Алматы, Республика Казахстан*

*e-mail: lee.sergei@list.ru*

*В статье приведена новая конструкция рабочего органа погрузчика с циклоидальным движением ковшей. Конструктивное решение рабочего органа машины получено с применением свойств циклоидальных кривых и циклоидальных тел постоянной ширины. Циклоидальное движение рабочего органа позволяет производить инерционную разгрузку ковшей по заданной траектории. Применение взаимнооггибаемых сателлитных кривых в рабочем органе позволяет получить рациональные геометрические формы рабочего органа. Эффективность работы погрузчика повышается за счет расширения его технологических возможностей. Такая конструкция рабочего органа погрузчика с циклоидальным движением позволяет увеличить производительность. Кроме того, снижается энергоёмкость рабочего процесса.*

**Ключевые слова:** *рабочий орган, погрузчик, инерционная разгрузка, взаимнооггибаемые кривые, траектория, производительность, энергоёмкость, циклоидальное (сложное) движение, гипотрохоида, планетарный механизм, центральное зубчатое колесо, водило, сателлит, ротор.*

*Мақалада шелектердің циклоидтық қозғалысы бар жүк тиегіш жұмысшы корпусының жаңа дизайны ұсынылған. Циклоидтық қисықтардың және тұрақты ендегі циклоидтық денелердің қасиеттерін қолдана отырып, машинаның жұмыс органына конструктивті шешім алынды. Жұмыс органының циклоидтық қозғалысы алдын-ала белгіленген жол бойымен шелектерді инерциялық түсіруге мүмкіндік береді. Өзара икемді спутниктік қисықтарды жұмыс корпусында қолдану жұмыс денесінің ұтымды геометриялық фигураларын алуға мүмкіндік береді. Жүк тиеуішінің тиімділігі оның технологиялық мүмкіндіктерін кеңейту арқылы жоғарылайды. Циклоидтық қозғалысы бар жүк тиегіштің жұмысшы корпусының бұл дизайны өнімділікті арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жұмыс процесінің энергия сыйымдылығы төмендейді.*

**Тірек сөздер:** *жұмысшы корпус, тиегіш, инерциялық түсіру, өзара икемді қисықтар, траектория, өнімділік, энергияның қарқындылығы, циклоидтық (кешенді) қозғалыс, гипотрохонд, планетарлық механизм, орталық редуктор, тасымалдаушы, спутник, ротор.*

*The article presents a new design of the working body of the loader with cycloidal movement of buckets. A constructive solution to the working body of the machine was obtained using the properties of cycloidal curves and cycloidal bodies of constant width. Cycloidal movement of the working body allows for inertial unloading of buckets along a predetermined path. The use of mutually flexible satellite curves in the working body allows you to get rational geometric shapes of the working body. The efficiency of the loader is enhanced by expanding its technological capabilities. This design of the working body of the loader with cycloidal movement allows you to increase productivity. In addition, the energy intensity of the workflow is reduced.*

**Keywords:** *working body, loader, inertial unloading, mutually flexible curves, trajectory, productivity, energy intensity, cycloidal (complex) movement, hypochoid, planetary mechanism, central gear wheel, carrier, satellite, rotor.*

Многоковшовые погрузчики относятся к самоходным машинам с рабочим органом непрерывного действия. Такие погрузчики состоят из зачерпывающего органа (питателя), транспортирующего органа и ходовой части. Более производительными являются машины с зачерпывающим органом. Погрузчики непрерывного действия применяются преимущественно для погрузки в транспорт щебня, гравия и песка. Они могут быть также использованы для разработки карьеров песка и гравия с одновременной погрузкой его в транспортные средства при небольших объемах работ. Погрузчики обычно имеют 6-8 ковшей с режущими козырьками из износоустойчивой стали, которые, если погрузчик работает в тяжелых условиях, часто снабжают сменными зубьями. Существующие погрузчики снабжены питателями (роторами) с гравитационной, центробежной и инерционной разгрузкой. Обычно разгрузка ковшей роторных рабочих органов осуществляется гравитационным способом. При этом производительность машины определяется: параметрами роторного колеса, емкостью ковша, числом ковшей и скоростью вращения. Если емкость может быть выбрана в широком диапазоне и теоретически беспредельна, то скорость вращения ротора имеет вполне определенный предел. Этот предел зависит от времени необходимого для разгрузки ковша [1–4].

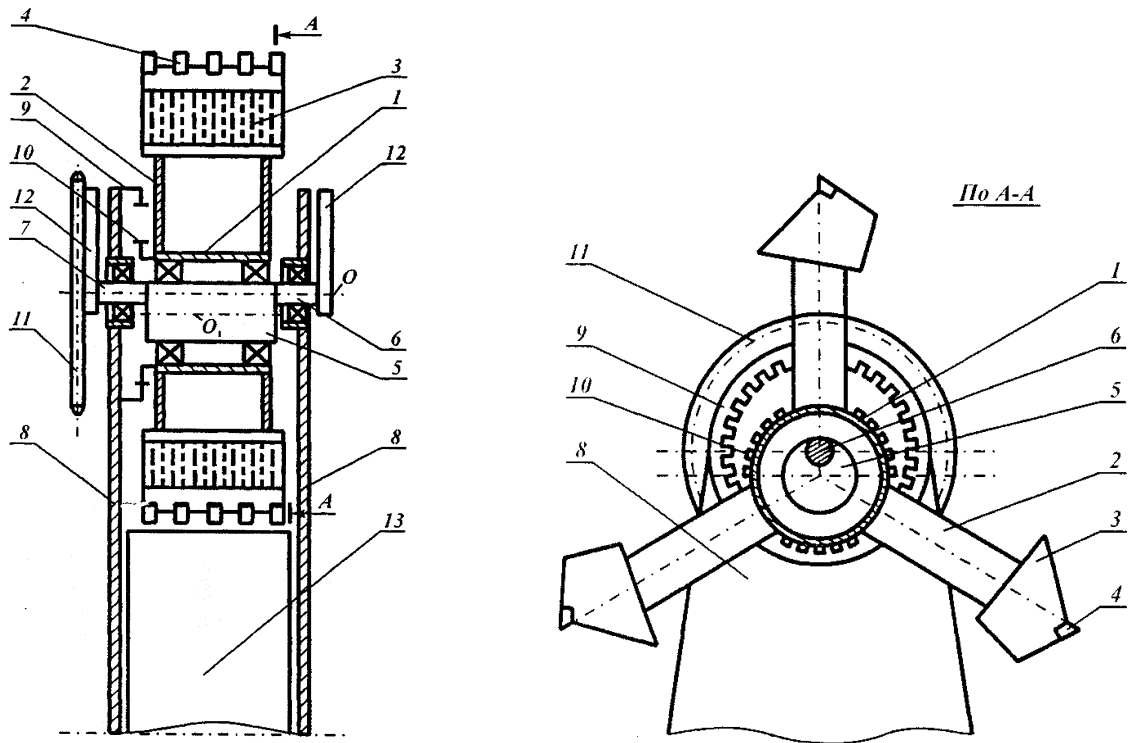
Согласно проведенным нами исследованиям существующие технические решения по устройствам рабочих органов погрузчиков не обеспечивают качественной очистки рабочих поверхностей в угловой части транспортных средств. Скорость роторов питателей погрузчиков ограничивается необходимостью обеспечения гравитационной разгрузки ковшей. Кроме того, рабочие органы известных погрузочно-разгрузочных машин не обеспечивают сохранность некоторых сельхозпродуктов, таких как, картофель, лук, свекла и др. при производстве погрузочно-разгрузочных работ.

Таким образом, проблема разработки новых рабочих органов погрузчиков роторного типа, обеспечивающих сохранность и разгрузку сыпучих грузов из подвижного состава, а также повышение производительности за счет увеличения их частоты вращения, актуальна и требует своего решения [5,6].

В нашей конструкции РО рабочая поверхность ковшей и сами режущие элементы выполнены по взаимоогibaемым циклоидальным кривым (эпитрохоидам). Такое конструктивное решение позволяет получить минимальные удельные энергозатраты рабочего процесса.

Рабочий орган (рисунок 1), содержит ротор 1, к которому жестко прикреплены рычаги 2 равной длины с ковшами 3, рабочая кромка которых оснащена зубьями 4. На роторе может быть установлено от двух до четырех ковшей. При числе ковшей более двух, их одноименные точки, например, центры тяжести, должны располагаться в углах правильных воображаемых многоугольников. Ковши могут иметь сплошное или цепное днище. Вал ротора является приводным и имеет центральную эксцентричную шейку 5 и две опорные шейки 6 и 7, посредством которых вал через подшипники опирается на боковины стрелы 8. Ротор 1 на подшипниках установлен на центральной шейке 5 приводного вала. Кинематическая цепь, связывающая ротор с приводным двигателем (не показана) образует планетарную передачу, включающую центральное зубчатое колесо 9, закрепленное на

боковине стрелы 8 соосно с опорными шейками 6 и 7 приводного вала, и ротора 1, соосно закрепленного на эксцентричной шейке 5 приводного вала и имеющего зубчатый венец 10, выполняющий роль сателлита. Венец 10 имеет зацепление с центральным зубчатым колесом 9, а ротор 1 с венцом 10 приводится в движение эксцентричной шейкой 5 приводного вала, выполняющей роль водила. На концах вала установлены противовесы 12 и приводная звездочка 11 цепной передачи от двигателя. На стреле расположен приемный конвейер 13.



1 – ротор; 2 – ковш; 3 – днище ковша; 4 – резец; 5 – эксцентриковая шейка вала; 6,7 – опорные шейки; 8 – стрела; 9 – центральное зубчатое колесо; 10 – сателлит; 11 – ведомая звездочка; 12 – противовес; 13 – приемный конвейер

Рисунок 1 – Рабочий орган погрузчика с циклоидальным движением ковшей

Рабочий орган работает следующим образом. От двигателя вращение через цепную передачу передается на звездочку 11, а от нее – приводному валу. Центр поперечного сечения эксцентрично расположенной шейки 5 вала совершает круговые движения вокруг центра сечения его опорной шейки 6 или 7. При этом зубчатый венец 10 ротора 1 обкатывается как сателлит внутри зубчатого колеса 9 и ротор совершает планетарное движение – вращательное движение вокруг двух осей: оси  $O$  опорных шеек вала и оси  $O_1$  – эксцентричной шейки вала. При этом одноименные точки ковшей перемещаются по траекториям, представленным гипотрохоидами. В частности, точки режущих кромок ковшей описывают гипотрохоиду 14 (рисунок 2), а центры тяжести ковшей гипотрохоиду 15.

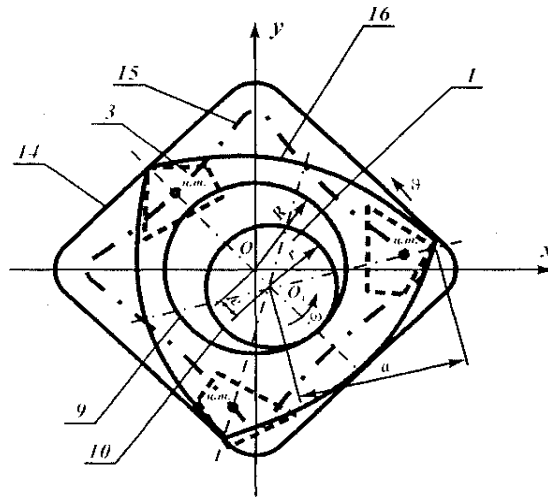


Рисунок 2 – Образование гипотрохоид

Перемещаясь по ветвям гипотрохоиды в контакте с грунтом, зубья 4 ковша производят его срез, и грунт заполняет ковш. После выхода ковша из контакта с грунтом происходит разгрузка грунта при движении ковша по очередной ветви гипотрохоиды, и он попадает на конвейер 13 или непосредственно в отвал.

Скорость точки, перемещающейся по гипотрохоиде, не остается постоянной. Движение ее от вершины до середины ветви гипотрохоиды происходит с ускорением, а от середины ветви до следующей вершины – с замедлением. Поэтому когда грунт находится в ковше, перемещающемся по ветви гипотрохоиды после копания, он на ее середине испытывает дополнительный импульс от сил инерции, появляющихся в результате изменения скорости перемещения, и дальность его выброса увеличивается. Этому способствует и цепное выполнение днища ковша. Цепи также приобретают ускорение и воздействуют на грунт при разгрузке. При перемещении же ковша во время копания движение ковша происходит по восходящей ветви гипотрохоиды и при изменении его скорости возникающая сила инерции гасится силой тяжести грунта. Изменением скорости вращения ротора можно регулировать скорость выброса грунта из ковша и дальность выброса.

Таким образом, жесткая связь ковшевого ротора с сателлитом планетарного редуктора с передаточным отношением от водила к сателлиту, равное  $z$ , обеспечивает планетарное движение ротора и перемещение одноименных точек ковшей по одним и тем же траекториям-гипотрохоидам с ускорением, что позволяет осуществить инерционную разгрузку ковшей заданной траектории при сравнительно простой их конструкции.

Планетарное движение ковшевого ротора позволяет также реализовать срезание грунта в виде тонкого слоя постоянной толщины, а также разработку котлованов и карьеров с плоской поверхностью забоя с различным углом наклона к горизонту. Взаимодействие режущих элементов ковшей с забоем осуществляется в процессе их перемещения по прямой линии, а не по дуге окружности, что исключает возникновение центробежных сил инерции и их действие на грунт, находящийся в ковшах, а, следовательно, и потери энергии на трение грунта о поверхность забоя. Снижение энергоемкости процесса происходит также и за счет эффекта самообрушения, который проявляется в наибольшей степени при отрицательных (менее  $90^\circ$ ) углах наклона поверхности забоя к горизонту.



*Выводы.* Производительность роторных РО с гравитационной разгрузкой ковшей ограничена скоростью вращения ротора и имеет предельные значения в зависимости от категории грунта, РО центробежной (с верхней разгрузкой ковшей) и инерционной (с нижней разгрузкой ковшей) скорости которых существенно превышают предельные значения скорости гравитационных роторов. Однако, сложность конструкции, высокая энергоемкость, наличие дополнительных подвижных элементов и шарнирных соединений в зоне экскавации и значительные габаритные размеры ограничивают их использование. Изменением скорости вращения ротора и формой самих ковшей можно регулировать скорость выброса грунта из ковша и дальность выброса.

Анализ конструкции РО погрузчиков показал, что важнейшим резервом повышения производительности, снижения энергоемкости и уменьшения диаметра ротора при сохранении основных технологических параметров существующих РО, является интенсификация процесса резания посредством вибровоздействия режущих элементов РО на разрабатываемый материал.

Пологие формы ветвей гипоциклоиды дают возможность срезать грунт слоями постоянной толщины, что способствует повышению производительности, а также производить разработку котлованов и карьеров с плоской поверхностью забоя и с различными углами наклона их бортов.

Использование свойств взаимооггибающих циклоидальных кривых и тел постоянной ширины в погрузчике с циклоидальным движением рабочего органа значительно расширяет технологические возможности машины.

#### **Литература:**

1. Недорезов И.А., Кабашев Р.А. Машины строительного производства и их рабочие среды взаимодействия. – Москва – Алматы, Бастау, 2013. – 444 с.
2. Гаврилов К.А., Забара Н.А. Дорожно-строительные машины: устройство, ремонт, техническое обслуживание. – ГУП «Клиновская городская типография», 2011. – 320с.
3. Баловнев В.И. Дорожно-строительные машины с рабочими органами интенсифицирующего действия. – М.: Машиностроение, 1981. – 223 с.
4. Недорезов И.А. Интенсификация рабочих процессов землеройно-транспортных машин и совершенствование их рабочих органов. – Сборник «Исследования машин для земляных работ», М.: Транспорт, 1984. – С. 5–11.
5. Ли С.В. Повышение производительности строительно-дорожных машин за счет совершенствования рабочих органов //Поиск: сб.научных трудов. – Алматы, 2004. – №4. – С. 143–145.
6. Рабат О.Ж., Ли С.В., Мурзахметова У.А., Нурғалиева М.Р. Конструктивные особенности валковой дробилки со сложным движением рабочих органов. // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2018. – №1. – С. 38–44.

*Поступила 18 февраля 2020 г.*

МРНТИ 67.09.45

УДК 691

## NEW APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF ADDITIVE PRINTING SYSTEMS

Mun G. A.<sup>1</sup>, Baipakbayeva S.T.<sup>2</sup>, Kabdushev Sh.B.<sup>3</sup>,  
Yevstifeyev V.N.<sup>4</sup>, Vitulyova Ye.S.<sup>4</sup>, Suleimenov E.I.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Al-Farabi Kazakh National University*

<sup>2</sup>*National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan*

<sup>3</sup>*Institute of information and computing technologies*

<sup>4</sup>*Almaty university of power engineering and telecommunications named after Gumarbek Daukeev*

*Almaty, Republic of Kazakhstan*

*e-mail: yvladimirn@gmail.com*

*A new approach to the implementation of additive printing systems based on the use of material heating in a high-frequency electromagnetic field is proposed. The main advantage of this approach is the possibility of using a dry mixture of powder materials in preparation for printing, which, in particular, eliminates such a negative factor as clogging of the extruder head. The manufacture of the composite is carried out directly during printing due to the heating of the material containing conductive components when moving inside the coil, creating a heating field. With this approach, it is permissible to use waste products (cans, etc.) as a conductive component. The proposed approach was created using a new artificial intelligence system designed to stimulate innovation. The principle of functioning of this system is based on the search for pairs of scientific fields, the coefficient of interdisciplinary connectivity between which is close to zero. In this particular case, the innovation was created on the basis of the result of the system, pointing to a pair of “additive printing system” and “microwave technology”.*

**Keywords:** *additive printing, garbage processing, high-frequency field, composite materials, socially significant technologies, artificial intelligence, innovation stimulation.*

*Мақалада жоғары жиілікті электромагниттік өрістегі материалды жылытуға негізделген аддитивті басып шығару жүйесін енгізудің жаңа тәсілі ұсынылады. Бұл тәсілдің басты артықшылығы - басып шығаруға дайындық кезінде ұнтақ материалдарының құрғақ қоспасын қолдану мүмкіндігі, бұл экструдер басының бітелуі сияқты жағымсыз факторларды жояды. Композитті дайындау катушка ішінде қозғалатын, жылыту алаңын құрған кезде өткізгіш компоненттері бар материалды қыздыруға байланысты тікелей басып шығару кезінде жүзеге асырылады. Мұндай тәсілмен өткізгіш компонент ретінде қалдықтарды (банка және т.б.) пайдалануға рұқсат етіледі. Осыған орай айтылатын жасай, аталмыш тәсіл инновацияны ынталандыруға арналған жасанды интеллекттің жаңа жүйесін қолдану арқылы жасалды. Бұл жүйенің жұмыс істеу қағидасы нөлге жақын болатын ғылыми пәндердің жұптарын іздеуге негізделген. Яғни айтылып отырған қағидада жүйеге «қосымшалы басып шығару жүйелері» мен «микротолқынды технология» жұптары көрсетіліп, нәтижесінде жаңа инновация құрылды.*

**Тірек сөздер:** *аддитивті басып шығару, қоқысты өңдеу, жоғары жиілікті өріс, композициялық материалдар, әлеуметтік маңызды технологиялар, жасанды интеллект, инновацияны ынталандыру.*

*Предложен новый подход к реализации систем аддитивной печати, основанный на использовании разогрева материала в высокочастотном электромагнитном поле. Основным преимуществом данного подхода является возможность использования сухой смеси порошковых материалов при подготовке к печати, что, в частности, позволяет исключить такой негативный фактор как засорение головки экструдера. Изготовление композита осуществляется непосредственно при печати за счет разогрева материала, содержащего проводящие компоненты при движении внутри катушки, создающей разогревающее поле. При таком подходе в качестве проводящей компоненты допустимо использовать продукты переработки мусора (консервные банки и т.п.). Предложенный подход создан при помощи новой системы искусственного интеллекта, предназначенной для стимулирования инноваций. Принцип функционирования данной системы основывается на поиске пар научных направлений, коэффициент междисциплинарной связности между которыми близок к нулю. В данном конкретном случае инновация создана на основе результата работы системы, указавшей на пару «системы аддитивной печати» и «СВЧ-техника».*

**Ключевые слова:** аддитивная печать, переработка мусора, высокочастотное поле, композиционные материалы, социально значимые технологии, искусственный интеллект, стимулирование инноваций.

Additive printing systems [1–3] are currently gaining popularity for which, of course, there are quite objective reasons. First of all, additive printing systems allow you to sell products for the manufacture of which traditional methods would require significant labor costs. By way of obvious illustration, we can mention the manufacture of prototypes of various technical devices and their individual components. Obviously, provided that this particular product is sold in machine production, its cost can be quite low. However, the manufacture of the prototype is often associated with significant labor costs, which also determine significant difficulties in the implementation of certain innovative technical solutions. It is this factor that largely determines the existence of the so-called "valley of death" [4]; this term reflects the fact that a significant number of potentially promising innovations are "dying" due to the lack of the necessary funds to create industrial prototypes that can interest investors.

The use of additive printing systems makes it possible to produce parts of a rather complicated design, largely removing the above difficulties. That is why additive printing systems very often become one of the main tools in the so-called "prototyping centers", which are focused on the creation of innovative machines and mechanisms, including those created by students of specific universities [5].

It should also be emphasized that at the present time there is a very, very extensive class of additive printing tools [1–3]. Their spectrum extends from 3D printers used in biotechnology (including transplantology [6]) to construction. Many works have already reflected the positive results of experiments in which 3D printers were used in the construction of various buildings [7, 8]. Of course, such a wide coverage of tasks that are solved with the help of additive printing systems now requires the development of a systematic approach to this issue.

Indeed, 3D printers, as follows from the analysis of the works cited above, mean systems that differ significantly from each other both in purpose and in principle of operation. Accordingly, in modern conditions, it is possible to apply fundamentally new approaches to the problem of creating 3D printers, which were incorporated in [9, 10]. In these works it was shown that the classical approaches to solving inventive problems laid down by G. S. Altshuller [11] at the present stage of development of science and technology can be significantly modernized.

Namely, the theory of inventive problem solving (TRIZ), which was developed both by Altshuller himself and his followers [12, 13], suggests that its subject area is the solution of already formulated problems. It is worth recalling that Altshuller created his classic works in the middle of the 20th century, when scientific and technical tasks were actually posed by political elites. The most obvious example here is the fact that the task of creating the entire aggregate of industries aimed at creating nuclear weapons in the Soviet Union was actually set by its top leader (represented by L.P. Beria). This example clearly shows that Altshuller's theory was created in well-defined concrete historical conditions, when the question of setting the problem went to the background. The primary method was its solution. And this is exactly what classical TRIZ is oriented to.

Over the past decades, the situation has changed dramatically. Today it is precisely the setting of tasks that comes to the fore. The method and nature of its solution becomes secondary, which is especially clearly seen in the development of software tools used to solve various social problems.

The most obvious examples here are social networks such as Facebook, LinkedIn and VKontakte. Even a superficial comparison of all these networks leads to an unambiguous conclusion that it was extremely difficult to develop and implement the original concept of a social network. It is no coincidence that the Russian VKontakte network largely repeats the corresponding American counterparts.

We emphasize that this example demonstrates that in modern conditions, programmers are able to solve almost any problem – if it is adequately formulated at the level of technical specifications (which is greatly facilitated by the existence of numerous libraries and simple enough to learn programming languages). It is the search for a creative idea that comes to the fore, and one that will be in demand on the market.

It is appropriate to emphasize once again that a significant part of the software products created in the post-Soviet space, in terms of the nature of the tasks being solved, repeats Western European or American counterparts. Of course, in many ways, Russian products are superior to their original counterparts at the level of technical implementation. However, this comparison unambiguously shows the very idea that was formulated above. If there is enough creative energy to solve the tasks that have already been set, then it often turns out to be obviously insufficient to formulate these tasks. We emphasize that this difference reflects a very definite facet of the development of the scientific and technological environment as such.

Indeed, in order to solve a specific scientific and technical problem (if it is formulated at the level of technical specifications), highly professional training is sufficient. And vice versa, in order to set the corresponding task, something much more is needed. It is necessary to comprehend (at least at the most primitive level) the entire socio-technical environment to which this particular invention is oriented. Paradoxically, in modern conditions, we come to the conclusion that often understanding the essence of a technical problem by the humanities is much more productive than the understanding available to the so-called "techie".

Of course, these considerations are debatable, but they are a clear illustration of the formulation of the problem, which led to the creation of the additive printing systems that are considered in this paper.

From the considerations discussed above it follows that the question of the design of a 3D printer should be formulated primarily for social reasons. We emphasize once again that the concept being developed is based on the principle of pairing the development of all the most modern infocommunication and related technologies with social ones. The basis for this is at least the fact

that the Internet itself is already simultaneously a social factor and a kind of telecommunication system, which does not require proof.

Accordingly, all those issues that are solved by the most advanced technologies (such as Data mining, Internet of things and the like) should also be considered through refraction to social problems. In a sense, today there is every reason to argue that both artificial intelligence and the Internet of things must first solve social problems. At the present stage, mankind can no longer afford to give the development of science and technology to those who are colloquially called "techies" [9]. These people, as a rule, formulate tasks based on their own logic of development of science and technology [14]. They solve problems that are convenient for them, and very often they thereby conflict with the real needs of society.

A classic example in this regard is the so-called "green technology". In numerous works, a review of which was given in [15], it was shown that the solution of problems associated with the introduction of green technologies is primarily of a *social nature*. In other words, the introduction of green technologies is primarily a social, but not a technical task. In the same way, this work demonstrates that solving problems associated with the introduction of additive printing systems into widespread use is also primarily a *social task*.

This statement is correctly formulated in the form of a thesis on the convergence of natural science, humanitarian and technical knowledge [15]. However, this thesis will not be emphasized in this paper due to the fact that it is extremely difficult for narrow specialists to perceive.

Back to additive printing systems. We will proceed from the obvious. Namely, additive printing systems are designed to create single copies of products. Accordingly, it is easy enough to list the tasks in which the creation of single copies of products is really necessary. Firstly, this is the creation of certain elements of complex systems that cannot be created by other means. Secondly, this is the creation of unique objects that are necessary only in a single copy. To illustrate, we can mention the hypothetical printing of human organs on a 3D printer for subsequent transplantation (however, work in this direction is already underway in transplantology [16]). Such technologies will obviously be aimed at creating a unique object due to the fact that any human body has its own unique characteristics.

Another area of application of additive printing systems is the creation of prototypes of various technical devices, as discussed above. This area is certainly important, but even without a detailed marketing analysis, we can say that the level of consumption of such systems will remain relatively low. No matter how developed the system of technology parks in the countries of the geopolitical West, the number of universities remains limited. The number of people who are interested in creating prototypes of various technical systems also remains limited, so the market for such devices will inevitably experience the same problems as the market for any other equipment that is aimed at scientific use.

By way of illustration, here you can compare the cost of widespread use devices presented on the modern market and the cost of devices of similar complexity used for scientific purposes. So, you can compare the cost of conventional microwave ovens and similar systems used for controlled synthesis of polymers. It is easy to see that the price between the devices of the first and second type will differ by more than an order of magnitude. The reasons for this are obvious: in one case we are talking about mass production and the creation of mass-use systems, in the other case - the production of piece products, and the sale of each instance is usually executed by appropriate agreements, which only increases the retail price of a unit of production.

Accordingly, in order for additive printing systems to really become mass, so that they enter the market at the same level as, say, microwave ovens, it is necessary to find an area of their application

that would be in line with the interests of society. We emphasize that this is by no means an end in itself, this is not a kind of marketing move. The point is that in order to ensure adequate communication between the latest developments and society, that is, as shown in [14], to return the nature of scientific and technological development to the situation that existed at the turn of the XIX-XX centuries.

This task is more than important in the social aspect. Namely, as shown in [17], the development of science and technology is currently hindered by the fact that in the overwhelming majority of scientific and technical areas large manufacturers, state, and also quasi-state structures operate. This factor significantly inhibits the development of science and technology, inhibits scientific and technological progress due to the reasons mentioned, in particular, in [18].

In the cited work, a comparison was made between the development of information technology and the development of nanotechnology. It was shown that information and communication technologies began to develop so rapidly only because in this area there is an opportunity to ensure *innovative freedoms*. Namely, a large number of small and medium-sized businesses operate in this area, which, from a sociological point of view, are de facto the link between large corporations and society. In the field of nanotechnology, there was no such link, and that is why nanotechnology failed, in any case, if we talk about the macroeconomic tasks that the world political elites assigned to it [18].

It would not be an exaggeration to say that such concepts as Internet of things represent an attempt to implement a certain analogue of the socio-technical environment that has now developed in the field of information technology, but which is already connected with the real sector of the economy. Additive printing systems, which have received so much attention in recent years, play a key role here. It is these systems that can ensure the emergence of a large number of small and medium-sized businesses, however, provided that they turn out to be not only accessible to the general public, but will also be convenient and efficient in operation. From this point of view, in this work, specific additive printing systems were developed.

The specific technical solution considered in this work was created using an artificial intelligence system built on the basis of the principle of dejection of science and education, proposed in [9].

The basic idea underlying this artificial intelligence system is as follows. At present, a complex of extremely negative phenomena has developed that significantly inhibits the development of science (and innovative activity) throughout the post-Soviet space [9, 15]. It was shown that the core of this complex is the loyalty of the modern post-Soviet scientific and pedagogical community to pseudoscience, as well as the factors associated with it. Accordingly, the term “dejection” itself is formed on the basis of allusions with the names of the authors of some of the most odious pseudoscientific texts ever published by full-time employees of Kazakh universities (MZ Yakubova and VV Stoyak). Evidence of the expressed pseudo-scientific nature of the works of these authors is given in [15, 19].

In [9, 15] it was also shown that the problem of removing interdisciplinary barriers, which has been discussed for a long time in works on the philosophy of science [17], is, at least at present, mainly of a *social* nature. It may seem that the point of view [9, 15] contradicts the existing views on this issue, which suggest that the emergence of interdisciplinary barriers is primarily determined by the own logic of the development of science, in particular, the objective emergence of its complex disciplinary structure.

This contradiction is in reality apparent. The phenomenon of science is multifaceted; it is at the same time both a system of knowledge and a social institution [17] (however, these two hypostases also do not fully reflect the phenomenon of science as such). Accordingly, any large-scale problems

arising in science have both faces generated by its own development logic (as a system of knowledge) and faces that have a social nature. The problem of the emergence of interdisciplinary barriers is by no means an exception; it is also multifaceted. However, at different historical stages, specific manifestations of any complex process can become dominant. There is every reason to believe [9, 15] that specifically at the present stage of the history of science, factors of a social nature began to dominate in containing its further development.

One of them (which is the most socially dangerous) is that pseudo-scientists artificially strengthen interdisciplinary barriers. The goal is obvious: if interdisciplinary barriers are significant, then the communication connectivity of the scientific and educational space drops sharply, fair competition in science is transformed into unscrupulous forms. Simplifying, in such a situation, one or another pseudo-scientist with administrative resources can relatively easily declare himself an unquestioned authority in a single narrow (and sometimes not so much) field, suppressing competitors by means unrelated to science (deliberate misinformation of senior management, denunciations, slander, intrigue, etc.). This factor is complicated by the fact that at present, the information war is escalating in the scientific and technical sphere [20, 21].

A similar trick was performed not so long ago by the *academician* of the Academy of Sciences of the USSR Union Trofim Denisovich Lysenko, who threw back the development of Soviet biology for many decades.

The existence of artificial interdisciplinary barriers allows, unfortunately, its “ideological followers” to flourish in Kazakhstan, which ultimately manifests itself, among other things, in a sharp decline in the quality of domestic higher education.

On the contrary, in the absence of artificial interdisciplinary barriers, when information exchange in the scientific and pedagogical community is at an acceptable level, such tricks become almost impossible. Authorized experts from other fields of science can expose the pseudo-scientist. In this regard, it is appropriate to recall that the leading role in exposing the abominations of *Academician* T.D. Lysenko did not belong to biologists (he managed to “crush them”), but to mathematicians and physicists, in particular A.N. Kolmogorov and I.N. Kurchatov.

The existence of pseudo-scientists artificially reinforcing interdisciplinary barriers generates a well-defined feedback loop. Their students are already beginning to perceive the rigid division of the living organism of science into separate areas as a given, and they are unable to go beyond the restrictions even when they conscientiously try to solve a particular scientific problem.

Therefore, by defining those scientific areas on which there are artificial interdisciplinary barriers, it is possible to provide stimulation of the generation of innovations [9]. In [22], on the basis of the neural network model of the noosphere, it was shown that in the normal development of science (in the absence of the pronounced influence of pseudoscientists), the index of interdisciplinary cooperation should be approximately the same for all pairs of scientific disciplines. From a technical point of view, solving this problem boils down to finding an index of interdisciplinary connectivity.

This index, reflecting the degree of communication connectivity between two arbitrarily taken scientific disciplines, can be determined on the basis of a semantic analysis of scientific texts, allows. This, in turn, allows implementing the corresponding artificial intelligence system, which provides a search for “gaps” in interdisciplinary cooperation.

Therefore, the search for such pairs of scientific areas for which the indicated index is close to zero guarantees, first of all, a high degree of scientific novelty of the development made at the junction of these areas. In addition, there is every reason to expect that it is at the junction of such disciplines that innovation can be created in the most simple and non-trivial way. Indeed, as the

history of science and innovations unambiguously shows [14, 17], the generation of new ideas (more precisely, new meanings) always ensures the appearance of fairly simple technical (or other) solutions. Then the search for new solutions is inevitably complicated (everything that could be done by simple means has already been done). This requires ever-increasing costs in every sense of the word.

This statement is more correctly formulated as follows. Any scientific discipline that has taken place is an already implemented project. A high degree of design is ensured when it comes to a new project, which is most easily generated by means of interdisciplinary cooperation.

In this paper, using a specific example, additional evidence is presented that the search for pairs of scientific fields with a low index of interdisciplinary connectivity, carried out by the method of [9], really has immediate practical value.

We also note that there is every reason to argue that the development of technical disciplines is subject to well-defined cycles [17]. Namely, each of them is based on the achievements of fundamental sciences, which determine the development potential of each of the emerging areas of technical knowledge. Sooner or later, this potential (compiled by a combination of ideas and meanings obtained from fundamental science) is exhausted, the corresponding technical discipline degenerates. New technical achievements are appearing less and less in it, and social inertia is turning true "techies" into pseudoscientists. An obvious example of a degenerating technical discipline is classical thermal power engineering, where no significant technical solutions have been created over the past decades (in any case, nothing has been created that could be compared with the achievements of classical thermal power engineering of the second half of the 19th century and the first half of the 20th century).

The analysis carried out according to the methodology [9] showed that the index of interdisciplinary connectivity between such areas as "additive printing systems" and "microwave technology" is very low. Based on the ideas arising from the neural network theory of the noosphere [22], it could be assumed that there should be technical solutions that fill this gap.

Such solutions were indeed discovered without much difficulty; one of them is described below.

One of its analogues is the additive printing method based on the use of photopolymerization – curing of the polymer under the influence of ultraviolet or laser radiation. This method includes, among other things, the use of specific photopolymers that are initially in a liquid state and harden under the influence of laser radiation. The mobile platform is filled with a photopolymer to a thickness of one layer, then photopolymerization is carried out, controlled by laser radiation. The finished product is washed, and for final solidification they are kept under ultraviolet [23, 24].

The disadvantage of this method is the complexity of the technical implementation, determined by the stringent requirements for the formation of the product from the original liquid material, as well as the low printing speed of the final product.

Another analogue is the method of printing on an inkjet 3D printer, based on the use of extruders, in which the manufacture of three-dimensional products is carried out through the multilayer deposition of molten material that hardens at lower temperatures. This method of additive printing has a typical design, including a print extruder head, a desktop, head movement mechanisms, a frame for arranging print elements, and electronic control units [25, 26].

The main disadvantages of this method are the periodic clogging of the guide head for configuring the product (extruder), the need to use expensive materials specifically designed for three-dimensional printing, and the need to comply with increased safety requirements, which also makes it difficult to use the system at home.



There is also a method of forming a three-dimensional product in a microwave frequency field, which includes the steps of forming a layer of powder material, applying a liquid reagent to a layer of powder material with the configuration of the corresponding section layer of a digital model, repeating these operations to form successive layers. To obtain a three-dimensional product, curing is carried out using a microwave electromagnetic field. To implement this method, a standard 3D printer and a microwave oven with three power modes with a magnetron were used [27].

The disadvantages of the known analogue are the difficulty of implementation, since in order to ensure the normal operation of the magnetron and to prevent overheating of the microwave camera, it is necessary to use a ballast tank with water, as well as high energy costs.

The closest analogue is the method of additive manufacturing of parts by direct deposition of the material when controlling the electromagnetic field. The method includes direct precipitation of a stream of granules of metal or non-metal powder from a storage tank into the molten bath on a support table to form a part guided by the thermal energy of a laser or electronic heating source, and crystallization of the melt to form the part. The deposition of powder granules is carried out under the influence of gravity and electromagnetic forces to ensure that they acquire a positive or negative charge in flight, while the path and speed of the powder granules in flight are controlled by means of an electromagnetic field in accordance with a predetermined program. A device that implements this method contains a vacuum chamber, which houses an electron beam gun with a focusing electromagnetic lens and a deflecting electromagnetic lens of the beam, which in the specified coordinates on the upper plane of the body of the part in the build zone melts the molten bath. Where does the powder get in the form of granules, falling at a certain speed from the loading hopper [28].

The disadvantages of this method are the design complexity, high energy consumption and increased requirements for ensuring safety during the work.

Based on the above analogues, this work proposes an effective method of additive printing, which, inter alia, allows you to utilize some of the main components of household waste using its form of dry cold powder materials, from which the composite is made directly during molding of the final product using heating the source material in a high-frequency electromagnetic field.

The proposed solution uses an electromagnetic deflecting system to control the trajectory of the capsules of dry powder material, and the composite from which the product is molded is formed by melting the dry powder material when the capsule stream passes through the high-frequency electromagnetic field created by the inductive coil.

The functional diagram of the additive printing system of the proposed type is shown in Fig. 1, where:

- 1 – storage hopper;
- 2 – capsules, which are a molded mixture of dry powder materials, which upon melting in a high-frequency electromagnetic field form a composite;
- 3 – piston unit;
- 4 – dosing head;
- 5 – ring-shaped electromagnet;
- 6 – control unit ring-shaped electromagnet;
- 7 – inductor;
- 8 – control unit of the inductor;
- 9 – electromagnetic deflecting nodes;
- 10 – control unit corrective electromagnetic deflecting nodes;
- 11 – control unit additive printing system;
- 12 – molten particles (composite);

- 13 – molded product;
  - 14 – desktop for the formation of products (substrate);
  - 15 – two-axis stepper motor.
- Three-dimensional printing of the product is as follows.

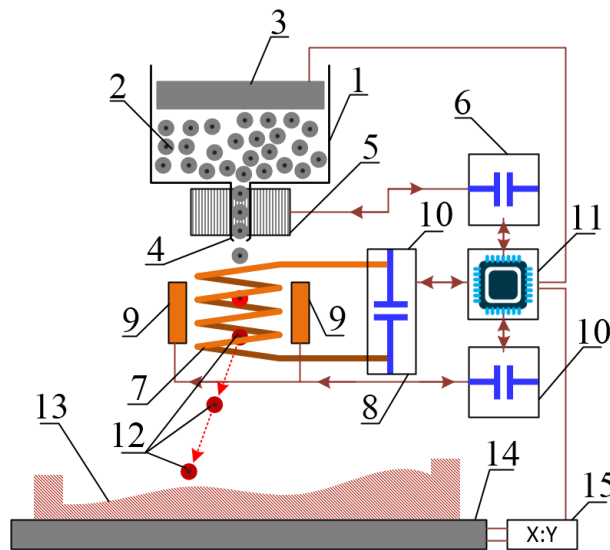


Figure 1 – The functional diagram of the additive printing system

Capsules (2) are placed in the storage hopper (1), which is a molded mixture of dry powder materials that, when melted in a high-frequency electromagnetic field, form a composite. In particular, this dry mix can be made from dispersed waste plastic bottles, plastic packaging materials, etc. with the addition of dispersed magnetic materials that can also be obtained from waste (cans from canned drinks, etc.).

Under the pressure created by the piston assembly (3), the capsules (2) are sent to the dosing head (4), and it is essential that the dosing head (4) is placed inside the annular electromagnet (5), which is controlled by the unit (6). Next, the capsules (2) enter the heating zone, which is formed by the high-frequency field created by the inductor (7) connected to the control unit (8).

The coil (7), creating a high-frequency electromagnetic field, is itself placed inside the correcting electromagnetic deflecting nodes (9), which are connected to the control unit (10). The electromagnetic deflecting nodes are controlled by the unit (11). The deflecting nodes (9) provide a change in the trajectory of movement of the capsules, as a result of which the molten particles (12) fall at different points of the formed product (13). The product itself lies on a rigid substrate (14), which has the ability to move along two coordinate axes, which is provided by a stepper motor (15).

We emphasize that the accuracy of moving the desktop (substrate) in space can be relatively small, since it is possible to directly correct the profile due to the amplitude of the current supplied to the electromagnetic deflecting nodes (9).

The work of the invention is based on the following principles. The molded powder is heated by absorption of the electromagnetic field by conductive inclusions, as a result of which sintering occurs with the formation of a composite, which is a norplast (inorganic-organic plastic). The metal particles included in the composition of the powder from which the capsules are formed (2) also provide the ability to control the flight path of the capsules using an electromagnetic field. Simplifying somewhat, the system under consideration includes an analogue of an electromagnetic

gun, which distributes droplets of molten / sintered material over the surface of a molded product. The purpose of the ring-shaped electromagnet (5) is to control the speed with which these particles move inside the heating zone. If they are given the opportunity to move freely, then their speed will be quite large, respectively, the time spent in the heating zone may not be enough for the materials inside the capsule and its shell to melt.

The main advantage of the proposed approach to providing additive printing is the ability to overcome one of the main disadvantages inherent in modern designs of 3D printers. This is the need to supply molten material to the extruder head, which complicates its design, leads to its clogging, and makes quite serious safety requirements. Only dry capsules are used here. The magnetically active / conductive inclusions contained in the capsules are a filler of norplast. The substance that provides the formation of products is a molten polymer, which can be used, for example, shredded plastic bottles.

An advantage of the invention is the lack of the need for high-precision movement of the mechanical components of the system in space. Molding of the product is carried out using stationary structural parts, and layer-by-layer application of the material is controlled by an electromagnetic control system; the stepper motor serves only for rough (with low accuracy) movement of the substrate, which ensures that the product section enters the zone of action of the electromagnetic deflecting nodes, which significantly increases the efficiency of the device.

An additional feature of this additive printing system is the ability to recycle some of the main components of household waste. This possibility is due to the fact that the composite material used for molding the product can be made by simple means from a mixture of crushed plastic with the addition of particles from crushed waste containing iron.

Finally, since the additive printing system of the proposed type does not require high energy costs and is quite safe to operate, it de facto satisfies the socio-economic criteria formulated above. In particular, it can be used to implement IT art objects, which were discussed in [27].

Thus, the used artificial intelligence system, which focuses on the search for pairs of scientific fields, the coefficient of interdisciplinary connectivity between which is close to zero, really provides the creation of prerequisites for the search for very unexpected technical solutions. This, in particular, shows the example of an additive printing system that can work with dry cold mixtures of raw materials. Thanks to this, the design of a 3D printer can be greatly simplified while drastically reducing safety requirements. Thus, the proposed approach also solves very important social problems, including by making the concept of IT art, aimed at creative self-realization of citizens, quite realistic.

## References:

1. ISO / ASTM52900-15, (2015) Standard Terminology for Additive Manufacturing – General Principles – Terminology, ASTM International, West Conshohocken, PA, DOI: 10.1520/ISOASTM52900-15.
2. Баева Л.С., Маринин А.А. Современные технологии аддитивного изготовления объектов // Вестник МГТУ. – 2014. – №1. – С. 7–12.
3. Степанова Е.Ю. Влияние аддитивных технологий на экономику наукоемких отраслей промышленности: роль многоуровневых интегрированных компаний // Экономические и гуманитарные науки. – 2016. – №1 (288). – С. 54–64.
4. Мун Г.А., Витулёва Е.С., Сулейменов И.Э. К теории решения инновационных задач // Вестник АУЭС. – 2019. – №1 (44). – С. 72–79.

5. Центр прототипирования // <http://innovector.tsu.ru> URL: <http://innovector.tsu.ru/initiatives/page/493/> (дата обращения: 06.01.20)
6. Лазаренко В.А., Иванов С.В., Иванов И.С., Обьедков Е.Г., Беликов Л.Н., Обьедкова Н.Ю., Денисенко А.И. Использование 3D-принтеров в хирургии (обзор литературы) // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». – 2018. – №4. – С. 61–65.
7. Алексанин А.В., Маркевич А.И. Использование аддитивных технологий при возведении зданий // Вестник БГТУ имени В.Г. Шухова. – 2017. – №6. – С. 62–65.
8. Максимов Н.М. Аддитивные технологии в строительстве: оборудование и материал // Журнал аддитивные технологии. – 2017. – №4. – С.54–61.
9. Мун Г.А., Сулейменов И.Э. Интенсификация инновационной деятельности как социокультурная проблема // Известия НТО «КАХАК». – 2019. – №. 2. – С. 51–60.
10. Мун Г.А., Тасбулатова З.С., Сулейменов И.Э. Псевдонаука как ресурс: нестандартные подходы в образовательных информационных технологи // Известия научно-технического общества «КАХАК». – 2019. – №1 (64). – С. 63–52.
11. Официальный фонд Г.С. Альтшуллера // <https://www.altshuller.ru/> (дата обращения: 06.01.20)
12. Злотин Б.Л., Зусман А.В., Решение исследовательских задач. – Кишинёв: МНТИЦ «Прогресс»; «Карта Молодовеняскэ», 1991. – 204 с.
13. Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусма А.В. Филатов В.И. Поиск новых идей: от озарения к технологии (Теория и практика решения изобретательских задач) – Кишинев: Карта Молдовеняскэ, 1989. – 381 с.
14. Мун Г.А., Байпакбаева С.Т., Витулёва Е.С., Сулейменов И.Э. Теория и практика инноваций в учебной деятельности: междисциплинарный социально-ориентированный подход И.Э. – Алматы: ТОО «Print Express», 2019. – 294 с.
15. Калимолдаев М.Н., Сулейменов И.Э., Пак И.Т., Кабдушев Ш.Б., Байпакбаева С.Т., Витулёва Е.С., Мун Г.А. // Альтернативная энергетика, искусственный интеллект и проблема консолидации казахстанской науки - 1 том. – Алматы: ТОО «Print Express», 2019. – 339 с.
16. Горбатов Р.О., Романов А.Д. Создание органов и тканей с помощью биопирате // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2017. – Т. 63. – № 3. – С. 3–9. – DOI 10.19163/1994-9480-2017-3(63)-3-9,
17. Сулейменов И. Э., Габриелян О.А., Седлакова З.З., Мун Г.А. История и философия науки. – Алматы: Изд-во КазНУ, 2018. – 406 с.
18. Сулейменов И.Э., Шалтыкова Д.Б., Витулёва Е.С. Искусственный интеллект и нанотехнология: прогнозируемый и несостоявшийся драйверы четвертой технологической революции // Материалы II Международного научного форума «Шаг в будущее: искусственный интеллект и цифровая экономика» Москва. – 6.12.2018. – №2. – С. 172–182.
19. Мун, Г. А., Масалимова, А. Р., Тасбулатова, З. С., & Сулейменов, И. Э. Сопряжение учебного процесса со средствами противодействия «оранжевым революциям» на платформе новых информационных технологий // Вестник КазНУ. Серия психологии и социологии. – 2020. – Т. 71(4). – С. 66–75.
20. Сулейменов И. Э., Масалимова А. Р., Тасбулатова З. С., Мун Г. А. Неудовлетворенность образованием и рост протестных настроений молодежи в эпоху информационного общества: степень ответственности университета // Труды XI Международной научно-теоретической конференции. – СПб.: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2019. – С. 37–42.
21. Габриелян О. А., Бакиров А. С., Тасбулатова З. С., Сулейменов И. Э. Риски обострения информационной войны в научно-технической сфере // Труды XI Международной научно-теоретической конференции. – СПб.: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2019. – С. 25–28.

22. Калимолдаев М.Н., Мун Г.А., Пак И.Т., Витулёва Е.С., Матрасулова Д.К., Сулейменов И.Э. Искусственный интеллект, учение о ноосфере и... путь к бессмертию – Алматы: ТОО «Полиграфкомбинат», 2019. – 274 с. – ISBN 978-601-332-228-5.

23. Чесноков С.А. Аддитивные технологии. Фотополимеры на основе олигоэфир(мет)акрилатов // Олигомеры-2017. Сборник трудов XII Международной конференции по химии и физикохимии олигомеров. – Т.1. – С. 198–217.

24. Patent No WO2011025523 A1, Processing solution for flexographic printing plates and method of use / Elsie Anderson Fohrenkamm, M. Zaki Ali, Michael B. Heller; Applicant Eastman Kodak Company: Filing date 12 Aug 2010; Publication date 3 March 2011.

25. Лысыч М.Н., Шабанов М.Л., Качурин А.А. Обзор современных технологий 3D печати //Modern high technologies. – 2015. – № 6. – С. 26–30.

26. Патент RU № 2609179, МПК В29С 67/04, В29С 41/32, опубликовано: 30.01.2017, бюл. №4.

27. Шалтыкова Д.Б., Витулёва Е.С., Кабдушев Ш. Б., IT-Арт и проблема самореализации граждан в эпоху четвертой технологической революции. // Известия научно–технического общества «КАХАК». – 2019. – №2 (65). – С. 69–80.

*Поступила 10 марта 2020 г.*

МРНТИ 50.41.23

УДК 004.75

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПЛАТФОРМ БЛОКЧЕЙН

**Соснин К. А., Шарапов Н. А., Семенякин Н. В.**

*Алматинский университет энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева*

*Алматы, Республика Казахстан*

*e-mail: kirill.0596@gmail.com*

*Данная статья посвящена системному анализу технологии блокчейн и ее применимости в современных реалиях. Рассмотрены математические модели и алгоритмы для реализации компонентов блокчейн. Кратко проанализирована внутренняя логика (шифрование, консенсус). Основное внимание уделено описанию двух наиболее популярных в настоящее время решений на базе технологии блокчейн: Ethereum и Hyperledger Fabric. Произведен краткий обзор двух данных платформ, а также представлено сравнение производительности тестовых приложений, построенных на платформах Ethereum и Hyperledger Fabric. Сравнение осуществлялось по таким критериям, как время выполнения транзакции, пропускная способность и задержка. В заключении на основе приведенных данных делаются выводы о преимуществе платформы Hyperledger Fabric.*

**Ключевые слова:** блокчейн, алгоритм консенсуса, смарт контракт, децентрализация, хэши функции, публичный и приватный ключ, транзакция блока данных.

*Бұл мақала blockchain технологиясын жүйелік талдауға және оның қазіргі жағдайдағы қолданылуына арналған. Математикалық модельдер мен блокчейн компоненттерін жүзеге асыру алгоритмдері қарастырылған. Ішкі логиканың (шифрлау, консенсус) қысқа талдауы жүргізілген. Басты назар екі ең танымал blockchain негізіндегі шешімдердің сипаттамасына аударылады: Ethereum және Hyperledger Fabric. Осы екі платформаға қысқаша шолу жасалды, сонымен қатар Ethereum және Hyperledger Fabric платформаларында құрастырылған сынақ қосымшаларының өнімділігі салыстырылды. Салыстыру жұмысын транзакция уақыты, өткізу қабілеттілігі және күту уақыты сияқты өлшемдер бойынша жүргізілді. Қорытындылай келе, ұсынылған мәліметтер негізінде Hyperledger Fabric платформасының артықшылығы анықталды.*

**Тірек сөздер:** блокчейн, консенсус алгоритмі, ақылды келісім, орталықсыздандыру, хэшинг, ашық және жеке кілт, мәліметтер блогы транзакциясы.

*This article is devoted to a system analysis of blockchain technology and its applicability in modern realities. Mathematical models and algorithms for implementing blockchain components are considered. Internal logic (encryption, consensus) briefly analyzed. The main attention is paid to the description of the two most popular blockchain-based solutions: Ethereum and Hyperledger Fabric. A brief overview of these two platforms was made, as well as a comparison of the performance of test applications built on the Ethereum and Hyperledger Fabric platforms. The comparison was carried out according to criteria such as transaction time, throughput and latency. In conclusion, based on the data presented, conclusions are drawn about the advantage of the Hyperledger Fabric platform.*

**Keywords:** blockchain, consensus algorithm, smart contract, decentralization, hash functions, public and private key, data block transaction.

*Введение.* В настоящее время вопросы надежности систем приобретают все большее значение, это формирует новые требования к технологиям обработки и хранения данных. Остановимся подробнее на анализе технологии блокчейн (blockchain или block chain – цепочка блоков транзакций) – выстроенной по определенным правилам цепочки из формируемых блоков транзакций, ориентированной на обеспечение взаимодействия большого количества пользователей между собой без использования «доверенных посредников» [1].

Впервые термин появился как название распределенной базы данных, реализованной в криптовалюте «биткоин». Следующим этапом стоит считать Ethereum, который, добавив умные контракты в систему блокчейн, сделал платформу для разработки децентрализованных приложений. Также стоит отметить проект Hyperledger, реализовавший модульную структуру, которая упрощает интеграцию с существующими системами [2]. В основе протоколов более высокого уровня лежит понятие «умный контракт» – электронной алгоритм, описывающий набор условий, необходимых для выполнения транзакции, который хранится в узлах сети. Под транзакцией понимаются действия участников системы, связанные с взаимодействием с данными [3]. При совершении транзакции ее следует зафиксировать в блокчейне, для этого транзакции помещаются в блоки. Но для добавления нового блока в блокчейн необходимо разрешение от других участников сети. Алгоритм получения этого разрешения получил название «консенсус» [4].

Одной из главных проблем блокчейн является достоверность данных, это определяет необходимость применения эффективных алгоритмов шифрования [5]. Они должны гарантировать достаточную криптографическую стойкость для информации в глобальной сети, а также позволять реализовать цифровую подпись [6]. Рассмотрим алгоритм работы асимметричного шифрования RSA [7]. Сначала выбираются два простых числа  $p$  и  $q$ . Далее находятся модуль для открытого и закрытого ключа (1) и функция Эйлера от модуля (2):

$$n = p * q \quad (1)$$

$$\varphi(n) = \varphi(pq) = (p-1)(q-1) \quad (2)$$

После этого выбирается целое число  $e$  (открытая экспонента) от 1 до  $\varphi(n)$ , взаимно простое с  $\varphi(n)$ . Обычно в качестве  $e$  берут простые числа, содержащие небольшое количество единичных бит в двоичной записи, но не слишком малые, для быстрого возведения в степень. [8]

Далее находится число  $d$ , отвечающее формуле (3):

$$d * e \bmod \varphi(n) = 1 \quad (3)$$

Таким образом, формируется приватный ключ  $\{d, n\}$  и публичный ключ  $\{e, n\}$ , при помощи которых производится шифрование (4) данных.

$$c = m^e \bmod(n) \quad (4)$$

При попытке же взломать (подобрать) закрытый ключ придется перебрать  $2^N$  комбинаций, где  $N$  – длина ключа. Например, при длине ключа в 256 бит и скорости подбора паролей 1024

в секунду потребуется  $1.23 \times 10^{67}$  лет, это очень, очень много, да и информация к тому времени будет уже не актуальна.

Также используются более прогрессивные алгоритмы, такие как Elliptic Curve Digital Signature Algorithm (ECDSA), которые работают схожим образом, но имеют свои тонкости. Не менее важен вопрос специальных алгоритмов конкурентного доступа и разрешения коллизий в сети.

Ниже рассмотрены некоторые из них:

- PBFT – запрос на добавление блока рассылается всем участникам, и все производят вычисления хэша следующего блока, после чего рассылают свое решение остальным участникам, в итоге каждый участник получает массив ответов и принимает ответ с общим числом более 50 % за достоверный, недостаток – время выполнения транзакции увеличивается в зависимости от размера сети [9];
- PoW – узлы сети (майнеры) решают задачу по вычислению хэша следующего блока с определенным условием, и кто быстрее посчитает хэш, того блок и будет следующим. Минусы – энергоемкость из-за сложности вычислений и присутствие некоторой централизации - майнеров [10];
- PoS – альтернатива PoW, не требует больших вычислительных мощностей: участники сети имеют внутрисистемную валюту, и кто богаче, тот имеет приоритет для формирования блока, недостатки – отсутствие случайности [11].

### **Сравнительный анализ платформ**

Ethereum – это платформа и одноименная криптовалюта для создания смарт-контрактов и децентрализованных приложений. Платформа позволяет создавать полноценные децентрализованные приложения с решением вопросов безопасности и масштабируемости и использовать глобальную сеть для транзакций любого уровня сложности. [12] При этом не нужно создавать инфраструктуру бизнеса с нуля. Прозрачная и надежная технология смарт-контракта дает возможность регистрации любых сделок с активами на основе распределенной базы контрактов, реализованных с использованием хэшей блокчейн цепочек, не прибегая к традиционным юридическим процедурам. Многочисленные пользователи сети Ethereum сами обеспечат необходимые вычисления хэш-сумм для блокчейна, используя мощности своих компьютеров, что позволит отказаться от вложений в аппаратное и программное обеспечение. Ethereum блокчейн обладает встроенным Тьюринг-полным языком программирования Solidity, в котором можно писать смарт-контракты с произвольными правилами владения, форматами транзакций и произвольными функциями изменения состояния [13].

Hyperledger Fabric (HLF) — платформа с открытым исходным кодом, использующая технологию распределенного реестра (DLT — distributed ledger technology), предназначенная для разработки приложений, работающих в среде бизнес-сетей, созданных и контролируемых консорциумом организаций с применением правил доступа (permissioned) [14].

Платформа поддерживает смарт-контракты, в терминах HLF — чейнкоды (chaincode), создаваемые на языках общего назначения, таких как Golang, JavaScript, Java, в отличие, от, например, Ethereum, в котором используется контрактно-ориентированный, ограниченный по функциональности язык Solidity (LLL, Viper и др) [15].

Общая архитектура представлена на рисунке 1.



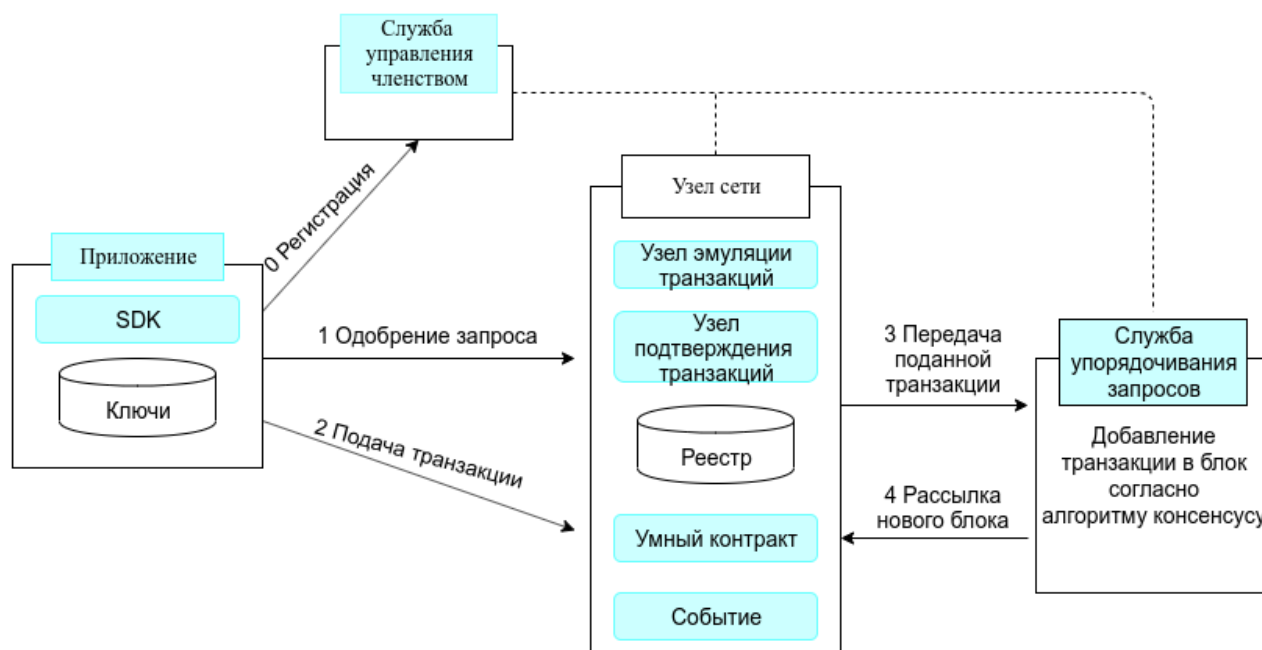


Рисунок 1 – Архитектура Hyperledger Fabric

Резюмируя вышесказанное, можно объединить в сводную таблицу информацию об основных достоинствах и недостатках блокчейн платформ *Ethereum* и *Hyperledger Fabric* (Таблица 1).

Таблица 1 – Достоинства и недостатки *Ethereum* и *Hyperledger Fabric*

Платформа	Достоинства	Недостатки	ЯП
Ethereum	широкое распространение, гибкость, низкий порог вхождения	оплата транзакций в сети (gas), высокая нагруженность	Solidity, Serpent, Mutan
Hyperledger Fabric	ориентированность на корпоративный сегмент, растущая экосистема, крупное сообщество пользователей	высокий порог вхождения, платная официальная поддержка	Go, Java, JavaScript

В недавнем исследовании [48] была измерена эффективность двух реализаций блокчейн: Ethereum и Hyperledger Fabric, варьируя количество транзакций (от 1 до 10000). Исследование проводилось на примере простого приложения, осуществляющего 3 основные функции:

- создание учетной записи,
- получение денег,
- перевод денег.

Функция создания учетной записи используется для создания новых пользователей, в то время как две другие функции получения и трансфера денег используются, соответственно, для выдачи денег на счет и перевода денег от одного пользователя другому. Результаты этого эксперимента показали, что Hyperledger превосходит Ethereum во всех метриках оценки производительности системы, таких как время выполнения транзакции, пропускная способность и задержка, что подробно показано на рисунках 2–4.



Рисунок 2 – Время исполнения различного количества транзакций

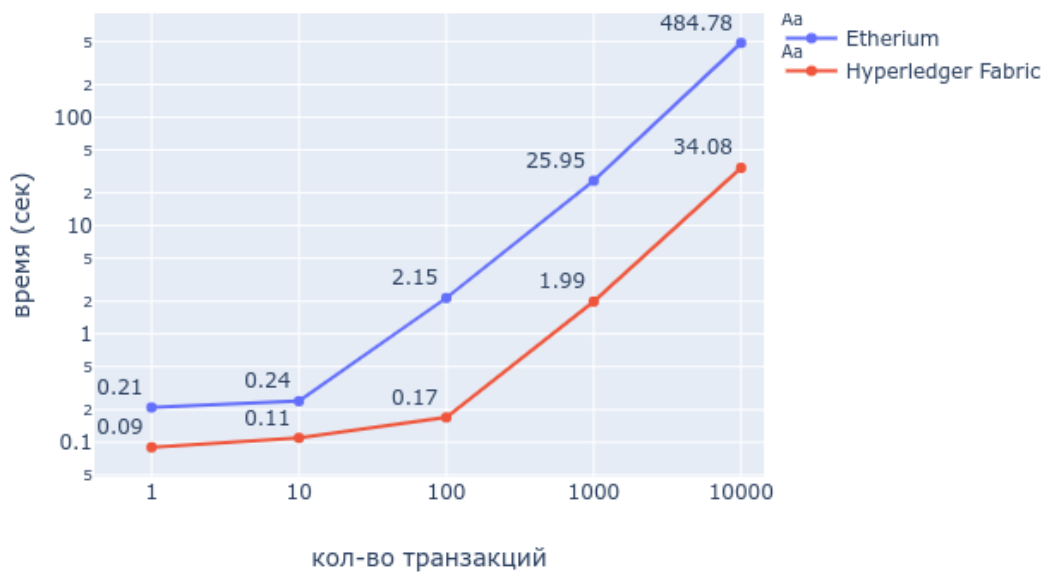


Рисунок 3 – Задержка при обработке различного количества транзакций



Рисунок 4 – Пропускная способность платформ Ethereum и Hyperledger Fabric

Переход от экстенсивного роста к интенсивному росту обуславливает сокращение числа свободных ниш и, как следствие, кооперацию многих, ранее не работавших сообща, людей и организаций. У каждого своя база и инфраструктура данных, что порождает неточности и недостоверность информации. В мире, где цена ошибки выше, чем цена системы, требуется технология, умеющая управлять издержками, снижать издержки, обеспечивать эффективность обмена данными и минимизировать ошибки, что во многом позволяет делать технология блокчейн.

*Заключение.* В работе представлен анализ технологии блокчейн и особенностей ее применения, рассмотрена внутренняя логика (шифрование, консенсус) технологии, произведен обзор наиболее популярных в настоящее время блокчейн платформ с открытым исходным кодом. Кроме того, проведен анализ производительности технологий Ethereum и Hyperledger Fabric, результаты которого позволяют нам увидеть, что в вопросах использования в корпоративном сегменте платформа Hyperledger Fabric обладает преимуществами в сравнении со своими главными конкурентами.

#### Литература:

1. Swan M. Blockchain. Blueprint for a New Economy. // O'Reilly Media, Inc. – 2015. – P. 152.
2. Antonopoulos A. The Blockchain. Mastering Bitcoin. // O'Reilly Media, Inc. – 2014. – P. 97.
3. Nofer M., Gomber P., Hinz O., Schiereck D. Blockchain // Business & Information Systems Engineering. – 2017. – N. 3. – P. 183–187.
4. Pilkington M. Blockchain technology: principles and applications // Research Handbook on Digital Transformations. – 2015. – P. 1–39.

5. Yli-Huumo J., Ko D., Choi S., Smolander K. Where is current research on Blockchain technology systematic review // O'Reilly Media, Inc. – 2016. – P. 219.
6. Сельвесюк Н.И., Островский А.С., Гладких А.А., Аристов Р.С. Объектно-ориентированное проектирование нейронной сети для автоматизации определения архитектуры вычислительной системы в задачах обеспечения информационной безопасности. // Науч. вестн. Новосиб. гос. техн. ун-та. – 2016. – № 1. – С. 133–145.
7. Rivest R., Shamir A., Adleman L. A method for obtaining digital signatures and public-key cryptosystems // ACM. – 1978. – P. 7.
8. Androulaki E. Cryptography and protocols in hyperledger fabric // Real-World Cryptography Conference. – 2017. – P. 12-14.
9. Practical Byzantine Fault Tolerance // bitcoinwiki.org URL: <https://en.bitcoinwiki.org/wiki/PBFT> (дата обращения: 15.12.19).
10. Proof of work // wikipedia.org. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Proof\\_of\\_work](https://en.wikipedia.org/wiki/Proof_of_work) (дата обращения: 17.12.19).
11. Proof of stake // wikipedia.org. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Proof\\_of\\_stake](https://en.wikipedia.org/wiki/Proof_of_stake) (дата обращения: 19.12.19).
12. Get started building on Ethereum // ethereum.org. URL: <https://ethereum.org/build/> (дата обращения: 15.12.19).
13. Diedrich H. Ethereum: Blockchains, Digital Assets, Smart Contracts // Decentralized Autonomous Organizations. – 2017. – N1. – P. 37–42.
14. Hyperledger Fabric Documentation // hyperledger-fabric.readthedocs.io. URL: <https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/release-1.4/whatis.html> (дата обращения: 16.12.19).
15. Разработка и тестирование смарт-контрактов Hyperledger Fabric // habr.com. URL: <https://habr.com/ru/post/426705/> (дата обращения: 14.12.19).
16. Pongnumkul S., Siripanpornchana C., Tajchayapong S. Performance analysis of private blockchain platforms in varying workloads. // International Conference on Computer Communications and Networks. – 2017. – P. 3–7.

*Поступила 10 февраля 2020 г.*

МРНТИ 49.03.05

УДК 621.391.82:621.394.14

## ҰЗЫН ЖАЛҒАН КЕЗДЕЙСОҚ КОДТАРДЫ ЖЫЛДАМ ДЕКОДТАУ ӘДІСІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ

**Чезимбаева К.С., Мухамбеткали Ж.Н.**

*Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті*

*Алматы, Қазақстан Республикасы*

*e-mail: k.chezhimbayeva@aues.kz, zhakoniyas@bk.ru*

*Мақалада сыртқы кедергілердің әсерінен ақпарат алмасудың жоғары сенімділігін қамтамасыз ететін ұзын жалған кездейсоқ кодтарды тез декодтаудың жаңа әдісін жобалау және зерттеу қарастырылды. Біз сызықты қайталағыш тізбектерімен құрылған жалған кездейсоқ кодтардың жылдам декодтау әдісін қолданамыз, бұл деректерді таратудың цифрлық тарату жүйелері мен радиохабар тарату жүйелерін дамытуда үлкен маңызды. Жалған кездейсоқ кодтардың код ұзындығынан гөрі ұзындықтар кесіндісімен декодтауға мүмкіндік беретін, сызықты қайталану тізбегінің қатесіз сегментін табудың үш әдісі зерттелді. Симплекс-кодтардың декодтау алгоритмдері қарастырылады. Параметрлері ( $2^{13}-1.13$ ) бар симплекс ( $n, k$ ) кодтары үшін екілік симметриялы арна арқылы беру кезінде декодтау үшін шешім сегменті ұзындығының оңтайлы параметрлері табылған. Дәлелденген декодтау әдісінің шуылға қарсы тұрақтылығы зерттеледі. Әзірленген әдісті іске асырудың есептеу күрделілігі бағаланады.*

**Тірек сөздер:** *жалған кездейсоқ код, қадамдық іздеу, полихотамиялық іздестіру, тез декодтау, екілік симметриялы арна, симплексті код, келісілген сүзгі, айна регистрі, кодтау регистрі, таза сегмент, импульстік реакция.*

*В статье рассматривается разработка и исследование нового метода быстрого декодирования длинных псевдослучайных кодов, который обеспечивает высокую надежность обмена информацией под воздействием внешних препятствий. Мы используем метод быстрого декодирования длинных псевдослучайных кодов, создаваемых цепями линейного повторителя, который имеет большое практическое значение при разработке систем передачи цифровых пакетов данных и систем радиовещания. Были исследованы три метода нахождения безошибочного сегмента линейных повторяющихся цепей, которые позволяют декодировать псевдослучайные коды со срезом длины, а не длиной кодов. Рассмотрены алгоритмы симплексного кодирования. Найдены оптимальные параметры длины сегмента решения для декодирования через двоичные симметричные каналы для симплексных ( $n, k$ ) кодов с параметрами ( $2^{13}-1.13$ ). Исследована помехоустойчивость проверенного метода декодирования. Оценивается сложность реализации разработанного метода.*

**Ключевые слова:** *псевдослучайный код, пошаговый поиск, полиготамический поиск, быстрое декодирование, двоичный симметричный канал, симплексный код, когерентный фильтр, зеркальный регистр, регистр кодирования, аккуратный сегмент, импульсная реакция.*

*The article deals with the design and development of a new method for rapid decoding long pseudo random codes, which provides high reliability of information exchange under the influence of external barriers. We use the method of rapid decoding of long pseudo-random codes created by linear repeater*

*circuits, which is of great practical importance in the development of digital packet data transfer systems and radio broadcasting systems. Three methods of detecting the error-free segment of the linear repeat sequence, which allows decoding of false random numbers with a length segment rather than code length, were investigated. Algorithms of decoding of simplex codes are considered. The parameters  $(2^{13}-1, 13)$  have the optimal parameters of the segments length for the decoding of the simplex  $(n, k)$  codes for binary symmetric channels. The noise resistance of the proven decoding method is studied. Calculation difficulties in implementation of developed method are estimated.*

**Keywords:** *false random code, step-by-step search, polychotamel search, fast decoding, binary symmetric channel, simplex code, coherent filter, mirror register, encoder register, pure segment, pulse reactions.*

Жалған кездейсоқ кодтар тізбегінің фазасын анықтаудың қарапайым әдісі - қадамдық іздеу. Тіректі сигнал деп аталатын, берілетін сигналдың көшірмесі қабылдау орнында құрылады. Тіректі сигналдың фазасы таңдалады және тірек пен кіріс қатарларының корреляциясы есептеледі. Егер тіректі сигналдың фазасы кіріс сигналының фазасына сәйкес келсе, онда корреляция интервалының мәні (бұл жағдайда қосынды) белгілі бір шектен асады. Фазаның сәйкес келмеуі жағдайында шекті мәннен аспайды. Бұл жағдайда тіректі генераторының жаңа фазалық мәнін алып, сынақты қайталау қажет [1]

Қадамдық іздеу қарапайым түрде жүзеге асырылады және белгісіздік аймағын тізбекті немесе параллельді түрде – алдын-ала таңдалған тізбекті тәртіппен немесе кездейсоқ дыбысталумен талдайды. Қадамдық іздеудің көптеген түрлері бар, олардың негізгісі – белгіленген үлгі өлшемімен, кешіктірілген шешімімен, жүйелі талдаумен, көп сатылы іздеумен. Қадамдық іздеудің осы және басқа түрлері сипатталған.

Егер қате ықтималдығы (өткізіп жіберу немесе жалған дабыл) нөлге жақын болса, онда бір арналы коррелятормен қадамдық іздеудің орташа уақыты:

$$T = \tilde{T} \sum_{i=1}^n iP_i$$

мұндағы  $T$  – белгісіздік аймағында бір нүктені талдау уақыты,  $P_i$  саны бар фазалық ауысым қабылдағышының кірісіне априори ықтималдығы.

Фазалардың біркелкі таралуымен іздеу орташа есеппен  $n/2$  қадаммен аяқталады. Мысалы, егер  $n = 2^{15}$ , композиттік сигналдың қосалқы элементінің ұзақтығы  $\tau_0 = 1$  мкс болса, және іздеудің әр кезеңіндегі талдау аралығы кезектілік кезеңіне тең болса, онда орташа іздеу уақыты  $n^2 \tau_0 / 2 = 536,9 \approx 9$  мин, бұл қазіргі заманғы радиотехника жүйелерінің байланыс сеансының ұзақтығынан асып кетуі мүмкін [2].

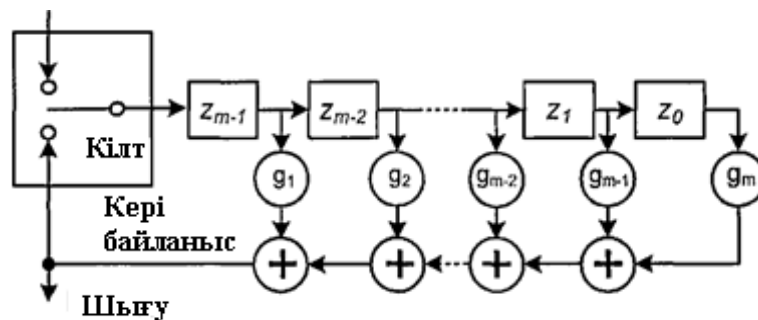
Қадамдық іздеу кезінде жалған-кездейсоқ кодтар тізбегінің фазасын (синхронизация нүктесін) анықтауға арналған әрекеттер санын дихотомия қағидасын қолдану арқылы азайтуға болады, бұл кезде іздеудің әр кезеңінде бүкіл белгісіздік аймағы екі бөлікке бөлінеді, ал детектор фазаның осы бөліктердің біріне жататынын анықтайды. Бұл жағдайда тек «иә» немесе «жоқ» деген екілік жауап берілетін  $\log_2 n$  сұрақ қою керек.

Дихотомияны табиғи жалпылау полихотомия болып табылады - белгісіздік аймағын  $q$  бөліктерге бөлу және  $q$  детекторларын қолдана отырып синхрондау нүктесінің осы бөліктердің біріне жататындығын анықтау. Жеделдету үшін төлем күрделілік болып табылады, яғни детекторлар санының  $q$  дейін көбейту.

Полихотомиялық іздестіру күрделілігі жағынан қадамдық іздеумен тең, бірақ оған аз уақыт қажет. Іздеу уақытының қысқаруы белгісіздік аймағындағы нүктелердің жеке зерттеу нүктелер жиынтығын зерттеумен алмастырылатындығына байланысты болады. Бұл жағдайда іздеу қадамдарының саны  $\log_q n$  тең болады. Әр қадамның ұзақтығы ұлғайтылғанына қарамастан, жалпы іздеу уақыты қадамдар санының күрт азаюына байланысты қысқарады. Мысалы,  $n = 2^{20}$  ұзындықтың екілік тізбегі үшін үдеу шамамен 1700 рет [3]

ТДК әдісі сызықты қайталану тізбегі арқылы пайда болған жалған кездейсоқ кодтарды декодтауға арналған. Осы кодтардың генераторлық сүзгілері үшін нөлдік тізбектің болуы және  $n$  жадысы бар ЖК кодының символдарының қайталану тәуелділігі бізге қатесіз-таза ұзындық қимасында код комбинациясының ұзындығындағы позицияны анықтауға және басқа да белгілерді тура және кері бағытта қалпына келтіруге мүмкіндік береді. Бұл сипат жалған кездейсоқ кодтардың тез декодтауының жаңа әдісін жасауға негіз болды.

Кодтау процесі кодтау  $t$ -биттік регистрде жүзеге асырылады (1-суретті қараңыз). Біз мұндай регистрді *генератор фильтри* деп атаймыз. Еркін ауысымдағы ауысым регистрінің мазмұны, «кілт» арқылы кері байланыс қосылған кезде *код фазасы* деп аталады. Бастапқы уақытта ауысым регистрінің мазмұны *кодтың бастапқы фазасы* деп аталады. Декодтау процедурасын сипаттау үшін 1 суретте көрсетілген декодер тізбегін қолданамыз [4].



1 Сурет – Кодтау регистрі

ТДК әдісі декодтау жұмыстарын төменде көрсетілген қадамдарға сәйкес орындайды.

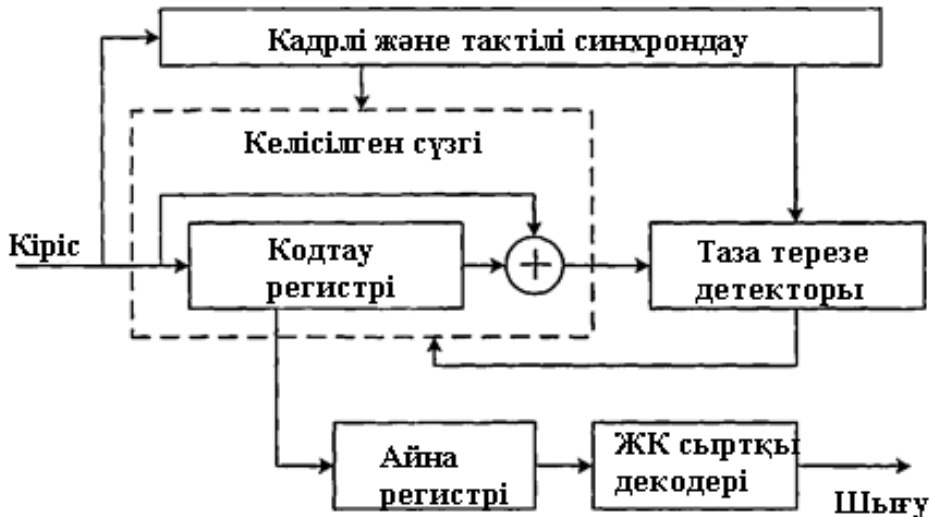
1-қадам. Арналардан алынған  $x'$  код сөзі таңбалармен келісілген сандық фильрге жіберіледі, ол кодтау регистрі болып табылады (2-суретті қараңыз). Келісілген сүзгінің (КС) бірінші  $m$  таңбаларын алғаннан кейін қатесіз ЖК кодтауына жауап - нөлдік тізбекті құрайды.

2-қадам. Сәйкес келетін сүзгінің шығуы таза терезе детекторымен талданады (2 суретті қараңыз). Детектордың міндеті -  $x'$  сөзінің «сенімділік» сегментін анықтау, оның символдары арнада қатесіз қабылданатын болады.

Кодтау тізілімін болжау нәтижелеріне және алынған арна символына байланысты, біз таза терезе детекторының жұмысының үш алгоритмін бөліп аламыз:

1. «Таза сегмент». Кодты  $x'$  сөзін қабылдау үрдісінде, таза терезе детекторы келісілген сүзгінің қатарынан нөлдік шығысын есептейді.

2. «Импульстік реакция».  $X'$  кодын алу кезінде, таза терезе детекторы келісілген сүзгінің шығысындағы тізбекті талдайды және оны ұзындықты жылжыту регистріне жазады ( $m + 1$ ).



2 Сурет – Декодердің құрылымдық сұлбасы

### 3. «Таза сегмент + импульстік реакция»

Бұл жұмыс режимі - бұрын қарастырылған екі режимнің бірлестігі болып табылады. Кодты қабылдау  $x'$  процесінде, таза терезе детекторы келісілген сүзгінің шығуынан ауысым регистріне дейінгі тізбекті жазады. Әрі қарай, таза терезе детекторымен ол нөлдік белгілерді бір уақытта есептеуді бастайды және ауысым регистріндегі реттілікті келісілген сүзгінің импульстік реакциясымен салыстырады.

3-қадам. Айна регистрінің көмегімен бастапқыға оралу

Таза терезе детекторы  $x'$  сөзінде анықтаған кодтың сенімді фазасы айна регистрінде жазылады [5]

Тез декодтау әдісінің шуылға қарсы тұрақтылығын зерттеу үшін MatLAB ортасында ЖК кодын кодтауды, ЕСА арнасы арқылы кодты беруді және оны ТДК декодерімен қалпына келтіруді модельдейтін бағдарламалық модель жасалды. Бағдарламалық жасақтама моделінің құрылымдық сұлбасы 1.3 суретте көрсетілген.

3 суретіне сәйкес бағдарламалық модель төрт модульден тұрады: 1) ЖК кодының кодтау блогы (кодтаушы); 2) деректер арнасын модельдеу блогы (Арна); 3) ЖК кодын тез декодтауға арналған блок (декодер); 4) экспериментті басқару блогы (анализатор).

Эксперимент барысында Анализатор блогы кездейсоқ түрде ақпараттық блокты құрып, оны Кодер блогына өткізеді, онда ол кодтық сөзге айналады. Осыдан кейін кодтық сөз ЕСА арнасын модельдейтін блокқа өтеді, онда оның белгілері бұрмаланып, декодер блогына жіберіледі. Декодер блогы қабылданған арна сөзін ТДК әдісі бойынша өңдейді және Анализаторға декодталған ақпараттық сөзбен бірге «Декодталды - декодтаудан бас тарту» нәтижесі түріндегі шешім беріледі [6]. Декодер декодтаудан бас тартпаған жағдайда, Анализатор блогы шифрланған ақпараттық сөзді берілген кодпен салыстырады және шифрланған хабарламаның дұрыс немесе жалған екендігі немесе шешуден бас тарту туралы шешім қабылдайды.





3 Сурет – ЕСА арнасындағы ЖК кодын декодтауға арналған бағдарламалық үлгінің құрылымы

Анализатор блогы кодтық сөзді бірнеше рет арна арқылы беруді ұйымдастырады, осылайша декодердің нәтижелері туралы статистика жинақталады. Бір кодировканың декодер арқылы берілуі мен декодталуы эксперимент тәжірибесі деп аталады. Барлық эксперименттерді аяқтағаннан кейін анализатор блогы одан әрі өңдеу үшін статистиканы файлға сақтайды.

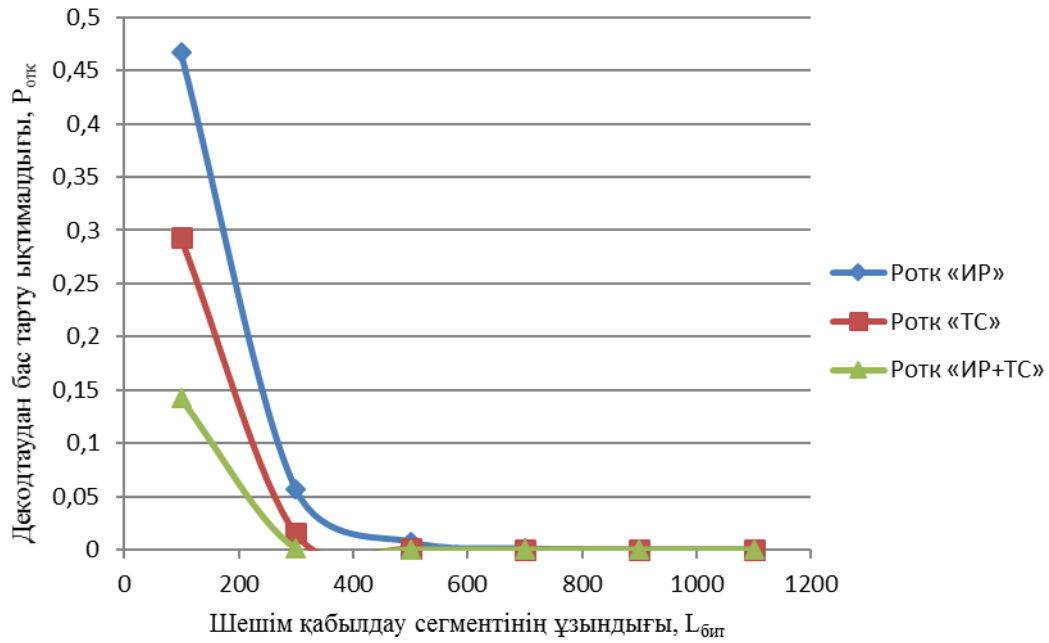
Зерттеу мақсатына жету үшін бірлескен оқиғаның  $Q_{ТДК}(q)$  «Қате декодтау немесе декодтаудан бас тарту» ЕСА арнасындағы символға қатысты қателіктің болу ықтималдығына тәуелділігін алу қажет. Ол үшін ТДК декодерінің бағдарламалық моделін қолдана отырып,  $Q_{ТДК}(q)$  бірнеше  $q$  нүктелерін есептеу керек, ал  $q$  нүктелерінің саны ақпараттық графиканы құру үшін жеткілікті болуы керек. Бағдарламалық жасақтама моделі бір нүктеге модельдеуге мүмкіндік береді және  $P_{отк}$  пен  $P_{ош}$ тың бағасын береді [7]

Осылайша,  $Q_{ТДК}(q) = P_{отк} + P_{ош}$  есептеу қиын емес.  $Q_{ТДК}(q)$  тәуелділігін сипаттау үшін  $N_э$  бірнеше эксперимент жүргізу керек, оның нәтижелері бойынша кесте  $Q_{ТДК}(q_i)$  салынды, онда  $i = 1, 2, \dots, N_э$ . Нүктелерді  $Q_{ТДК}(q_i)$  байланыстыра отырып, біз ТДК декодерінің түзету қабілеттілігінің графикін аламыз, ол декодердің негізгі сипаттамасы болып табылады. Әзірленген әдістің ерекшелігі - код тізбегінің толық емес ұзындығы бойынша шешім қабылдау (декодтау).

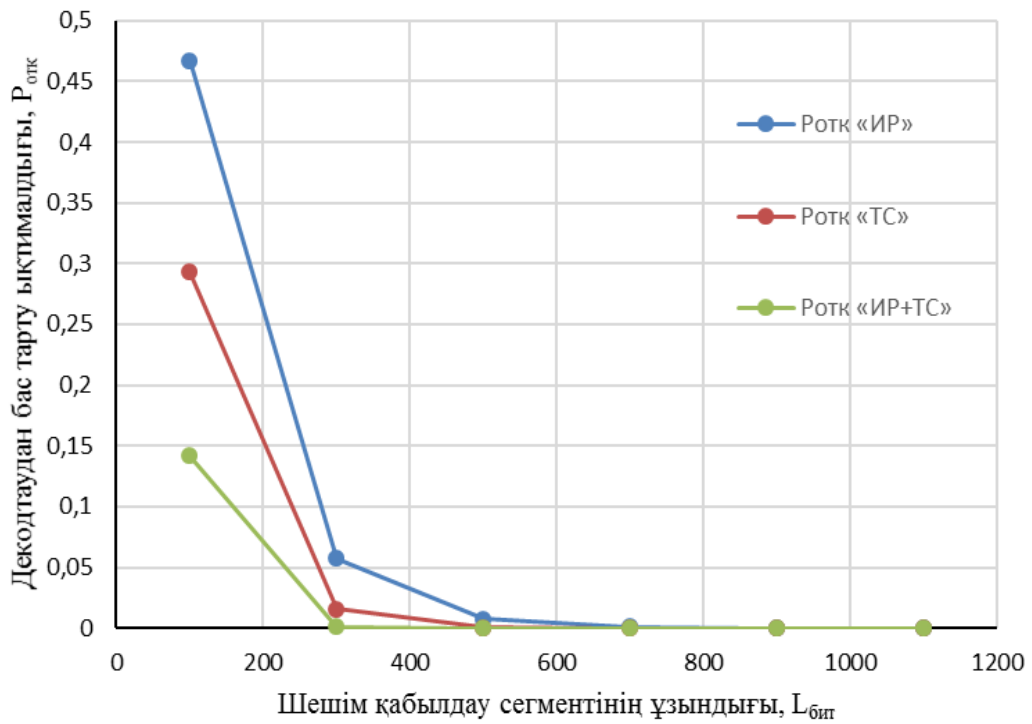
Осыған байланысты, осы ұзындығын анықтау міндеті туындайды - шешім қабылдау сегменті.

Блоктың өлшемі  $n = 8191$  таңба, ал жады  $m = 13$  бит болатын симплексті кодты қарастырайық ( $2^{13} - 1.13$ ). Кодтың мүмкін болатын көпмүшеліктерінің ішінен екеуін таңдаймыз:  $g_1(x) = x^{13} + x^{12} + x^{10} + x^9 + 1$  және  $g_2(x) = x^{13} + x^{12} + x^9 + x^7 + x^4 + x^3 + 1$ . Шешім қабылдау үшін  $L$  сегментінің ұзындығын табамыз. Рәсімге сәйкес жұмыс аймағының шекарасы  $q_{бит} < 0,07$  теңсіздікпен анықталады. Біз ЕСА арнасына символдық қателіктердің ықтималдығын таңдағанда осы шекараға сүйенеміз.

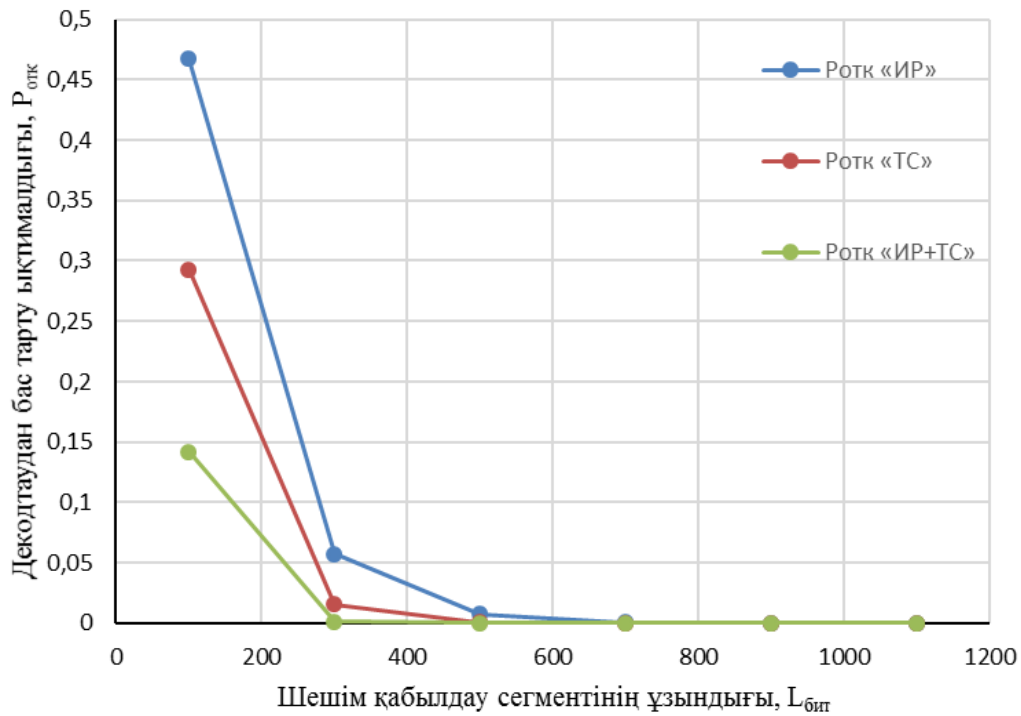
4–6 суретте ЕСА арнасындағы символдық қатенің төрт ықтималдығына шешім сегментінің ұзындығына байланысты декодтаудан бас тарту ықтималдылығының эксперименттік тәуелділігі көрсетілген [8,9].



4 сурет – «Импульстік реакция» негізінде симплекс декодерінің кодын зерттеу



5 сурет – «Импульстік реакция және таза сегмент» негізінде симплекс декодерінің кодын зерттеу



6 Сурет – «Таза сегмент » негізінде симплекс декодерінің кодын зерттеу

1 кестесінде үш ТДК декодерлерінің 100-ден 3000-ға дейінгі шешім сегментінің ұзындығына арналған ықтималдық сипаттамалары бейнеленген. Кестенің әр нүктесі  $N = 106$  тәжірбиелі үш экспериментпен есептелген. Кестелер мен графиктерден шешім қабылдау сегментінің ұзындығының ұлғаюымен, ақаулардың шешілмеу ықтималдығының нөлге ұмтылатындығын көруге болады. Бұл декодердің  $m$  символдарының ұзындығының қатесіз сегментін анықтауы немесе ұзын сегментте импульстік реакцияны табу ықтималдығы артуымен түсіндіріледі.

1–3 Кестесінде үш ТДК декодерлерінің 100-ден 3000-ға дейінгі шешім сегментінің ұзындығына арналған ықтималдық сипаттамалары бейнеленген. Кестенің әр нүктесі  $N = 106$  тәжірбиелі үш экспериментпен есептелген. Кестелер мен графиктерден шешім қабылдау сегментінің ұзындығының ұлғаюымен, ақаулардың шешілмеу ықтималдығының нөлге ұмтылатындығын көруге болады. Бұл декодердің  $m$  символдарының ұзындығының қатесіз сегментін анықтауы немесе ұзын сегментте импульстік реакцияны табу ықтималдығы артуымен түсіндіріледі.

*Қорытынды:* ТДК әдісі сызықты қайталану тізбегі арқылы пайда болған жалған кездейсоқ кодтарды декодтауға арналған. Осы кодтардың генераторлық сүзгілері үшін нөлдік тізбектің болуы және жадысы бар ЖК кодының символдарының қайталану тәуелділігі бізге код комбинациясының ұзындығындағы позицияны анықтауға және басқа да белгілерді тура және сол күйінде қалпына келтіруге мүмкіндік береді. Бұл сипат жалған кездейсоқ кодтардың тез декодтауының жаңа әдісін жасауға негіз болды.

1 – Кесте.  $q_{\text{канал}}=0.1$  ЕСА арнасындағы симплекс-код декодерлерін зерттеу

L	$P_{\text{отк}} \langle \text{ИР} \rangle$	$P_{\text{отк}} \langle \text{ТС} \rangle$	$P_{\text{отк}} \langle \text{ИР+ТС} \rangle$
100	$6,39\text{E-}01 \pm 7,50\text{E-}03$	$5,66\text{E-}01 \pm 6,86\text{E-}03$	$3,82\text{E-}01 \pm 8,94\text{E-}03$
300	$2,05\text{E-}01 \pm 1,18\text{E-}02$	$1,38\text{E-}01 \pm 2,59\text{E-}03$	$3,45\text{E-}02 \pm 5,06\text{E-}03$
500	$6,42\text{E-}02 \pm 5,49\text{E-}03$	$3,37\text{E-}02 \pm 5,82\text{E-}03$	$3,36\text{E-}03 \pm 1,57\text{E-}03$
700	$2,09\text{E-}02 \pm 6,93\text{E-}04$	$8,02\text{E-}03 \pm 6,27\text{E-}04$	$3,13\text{E-}04 \pm 1,75\text{E-}04$
900	$7,19\text{E-}03 \pm 9,64\text{E-}04$	$2,00\text{E-}03 \pm 4,32\text{E-}04$	$1,00\text{E-}05 \pm 5,72\text{E-}05$
1100	$2,25\text{E-}03 \pm 8,27\text{E-}04$	$4,57\text{E-}04 \pm 8,73\text{E-}05$	$0 \pm 0$
1300	$7,00\text{E-}04 \pm 5,45\text{E-}04$	$9,33\text{E-}05 \pm 1,19\text{E-}04$	$0 \pm 0$
1500	$3,50\text{E-}04 \pm 3,45\text{E-}04$	$0 \pm 0$	$0 \pm 0$
1800	$4,67\text{E-}05 \pm 3,30\text{E-}05$	$0 \pm 0$	$0 \pm 0$
2000	$1,67\text{E-}05 \pm 3,30\text{E-}05$	$0 \pm 0$	$0 \pm 0$
2500	$0 \pm 0$	$0 \pm 0$	$0 \pm 0$

2 – Кесте.  $q_{\text{канал}}=0.12$  ЕСА арнасындағы симплекс-код декодерлерін зерттеу

L	$P_{\text{отк}} \langle \text{ИР} \rangle$	$P_{\text{отк}} \langle \text{ТС} \rangle$	$P_{\text{отк}} \langle \text{ИР+ТС} \rangle$
100	$7,61\text{E-}01 \pm 9,80\text{E-}03$	$7,11\text{E-}01 \pm 8,73\text{E-}03$	$5,50\text{E-}01 \pm 5,88\text{E-}03$
300	$3,64\text{E-}01 \pm 9,61\text{E-}03$	$3,03\text{E-}01 \pm 4,39\text{E-}03$	$1,24\text{E-}01 \pm 4,86\text{E-}03$
500	$1,75\text{E-}01 \pm 9,40\text{E-}03$	$1,28\text{E-}01 \pm 5,89\text{E-}03$	$2,79\text{E-}02 \pm 4,70\text{E-}03$
700	$8,17\text{E-}02 \pm 7,60\text{E-}03$	$5,43\text{E-}02 \pm 4,22\text{E-}03$	$6,34\text{E-}03 \pm 6,00\text{E-}04$
900	$4,10\text{E-}02 \pm 7,00\text{E-}04$	$2,33\text{E-}02 \pm 1,80\text{E-}03$	$1,40\text{E-}03 \pm 3,72\text{E-}04$
1100	$1,89\text{E-}02 \pm 7,00\text{E-}04$	$9,70\text{E-}03 \pm 2,64\text{E-}03$	$3,77\text{E-}04 \pm 2,01\text{E-}04$
1300	$9,40\text{E-}03 \pm 1,90\text{E-}03$	$4,23\text{E-}03 \pm 7,10\text{E-}04$	$8,67\text{E-}03 \pm 8,73\text{E-}04$
1500	$4,00\text{E-}03 \pm 1,90\text{E-}03$	$1,83\text{E-}03 \pm 7,10\text{E-}04$	$0 \pm 0$
1800	$1,50\text{E-}03 \pm 2,00\text{E-}04$	$4,77\text{E-}04 \pm 2,31\text{E-}04$	$0 \pm 0$
2000	$8,00\text{E-}04 \pm 4,00\text{E-}04$	$1,97\text{E-}04 \pm 1,84\text{E-}04$	$0 \pm 0$
2500	$1,00\text{E-}04 \pm 2,00\text{E-}04$	$0 \pm 0$	$0 \pm 0$
3000	$0 \pm 0$	$0 \pm 0$	$0 \pm 0$

3 – Кесте.  $q_{\text{канал}}=0.07$  ЕСА арнасындағы симплекс-код декодерлерін зерттеу

L	$P_{\text{отк}} \langle \text{ИР} \rangle$	$P_{\text{отк}} \langle \text{ТС} \rangle$	$P_{\text{отк}} \langle \text{ИР+ТС} \rangle$
100	$4,67\text{E-}01 \pm 1,01\text{E-}02$	$2,93\text{E-}01 \pm 6,62\text{E-}03$	$1,42\text{E-}01 \pm 5,89\text{E-}03$
300	$5,72\text{E-}02 \pm 7,10\text{E-}03$	$1,55\text{E-}02 \pm 2,33\text{E-}03$	$1,22\text{E-}03 \pm 1,29\text{E-}03$
500	$7,40\text{E-}03 \pm 1,50\text{E-}03$	$7,97\text{E-}04 \pm 2,31\text{E-}04$	$6,67\text{E-}06 \pm 3,30\text{E-}05$
700	$1,00\text{E-}03 \pm 7,00\text{E-}04$	$3,67\text{E-}05 \pm 8,73\text{E-}05$	$0 \pm 0$
900	$1,00\text{E-}04 \pm 1,00\text{E-}04$	$0 \pm 0$	$0 \pm 0$
1100	$0 \pm 0$	$0 \pm 0$	$0 \pm 0$

Декодтау үрдісі екі кезеңнен тұрады: а) сәйкес келмеген сүзгінің шығысындағы импульстік реакцияны талдау негізінде қатесіз сегментті алу моментін бекіту; б) айналы регистрді қолдана отырып, қайтару әдісімен ЖК кодын декодтау ( $w$  кодтау биттерін анықтау).

ЖК кодын ТДК әдісі арқылы декодтау кезінде екі ықтималды оқиға болады: а) декодтау орын алды; б) кодтан бас тарту.

L параметрі - ТДК декодерінің жұмысы.

Кодтық блокты декодтаудың кідірісі айна регистрінің ығысу тездығына толықтай байланысты. Кодтың сенімді фазасын анықтау арна белгілерін қабылдау кезінде пайда болады және іс жүзінде декодтаудың кідіруіне әсер етпейді.

Ұзындығы  $n = 2^{13}-1$  және  $n = 2^{42}-1$  ұзындықтағы симплекс кодтары үшін екілік симметриялы арнада ТДК әдісінің шуылға қарсы тұрақтылығын зерттеу бұл әдіс шу мен үздіксіз хаотикалық импульстік шудың бір мезгілде әсеріне төзімді екенін көрсетті.

**Әдебиеттер:**

1. Колесник В.Д., Полтырев Г.Ш. Курс теории информации. М.: Наука, 2006. – 416 с.
2. Морелос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение / пер. с англ. В.Б. Афанасьева. – М.: Техносфера, 2006. – 320 с.
3. Ковалгин Ю.А., Вологдин Э. И. Цифровое кодирование звуковых сигналов. Издательство: Корона-Принт, 2004. – 240с.
4. Дьяконов В. VisSim+Mathad+Matlab – визуальное математическое моделирование. – М.: Солон- Пресс, 2004. – 384 с.
5. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение: 2-е изд. /Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2003. – 1104 с.
6. Душин В.К. Теоретические основы информационных процессов и систем: Учебник. – М.: Издательство – торговая корпорация «Данников и К», 2014. – 348 с.
7. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: Учебник для вузов. – М.:Вильямс, 2002. – 606 с.
8. Прокис Дж. Цифровая связь. Радио и связь, 2000. – 797с.
9. Bossert M. Channel Coding for Telecommunications. – Chichester: John Wiley and Sons, 1999. – 512 p.

Поступила 3 февраля 2020 г.

МРНТИ 81.93.29

УДК 004.75

## TECHNOLOGY ANALYSIS FOR SMART CONTRACT PLATFORMS

*Sharapov N.A., Panchenko S.V., Semenyakin N.V., Sosnin K.A.*

*Almaty university of power engineering and telecommunications named after Gumarbek Daukeev  
Almaty, Republic of Kazakhstan  
e-mail: n24sharapov@gmail.com*

*Smart contract platforms paired with blockchain technology obtain various potential aspects of implementation in the industries in which the matter of security and safe storage has significant influence. The information is changing in rapid form and probably on the targets is to get rid of intermediate parties in the relation between two parties. The advantage can have some type possibly intangible such things as vulnerable info as well as the people required might not be well-known to one another. The recent rapid growth and adoption into real life allow to increase the demand and to challenge traditional methods of data storage. Hence, it is extremely important to pay attention on the analysis of different technologies for the smart contract platforms construction. The various platforms indicate different features and the ideas on which the platforms are working. This paper provides with actual statistics, data charts in order to investigate the advantages of analyzed platforms.*

**Keywords:** *blockchain technology, smart contracts, block, scheme, platform, public, private.*

*Ақылды келісімшарт платформалары blockchain технологиясымен үйлесе отырып, қауіпсіздікті қамтамасыз ету және деректерді сенімді сақтау маңызды болып табылатын салаларда қолданудың әртүрлі аспектілері бар. Ақпарат ағыны үлкен жылдамдықпен өзгеріп отырады, мүмкін, әзірленген платформалардың мақсаттарының бірі - үшінші тараптардың екіжақты мәмілелерден шығарылуы. Бұл жағдайда үшінші тарапты алып тастаудың артықшылығы - ең осал деректердің құпиялылығы. Технологияны жетілдіру және оны нақты өмірде қолдану сұранысты арттырып, деректерді сақтаудың дәстүрлі әдістеріне қарсы тұра алады. Сондықтан ақылды келісімшарт платформаларын құруға арналған әртүрлі технологияларды талдауға назар аудару өте маңызды. Әр түрлі платформалар әртүрлі мүмкіндіктер мен идеялармен сипатталады, олар платформалардың жұмысына негізделеді. Бұл мақалада талданған платформалардың артықшылықтарын зерттеу үшін тиісті статистика, деректер кестесі берілген.*

**Тірек сөздер:** *blockchain технологиясы, смарт контракт, блок, схема, платформа, қоғамдық, жеке.*

*Платформы смарт-контрактов в комбинации с технологией blockchain обладают различными потенциальными аспектами применения в отраслях, в которых вопрос безопасности и надежного хранения данных имеет существенное значение. Поток информации меняется с большой скоростью и, возможно, одной из целей разработанных платформ является исключение третьих сторон из двусторонних сделок. В данном случае, преимуществами исключения третьих сторон является конфиденциальность наиболее уязвимых данных. Усовершенствование технологий и внедрение в реальную жизнь позволяют повысить спрос и бросить вызов традиционным методам хранения данных. Поэтому крайне важно обратить внимание на анализ различных технологий для построения платформ смарт-контрактов. Различные платформы характеризуются*

разнообразными возможностями и идеями, на которых основывается работа платформ. В данной статье приведены актуальные статистические данные, графики данных для исследования преимуществ анализируемых платформ.

**Ключевые слова:** технология blockchain, смарт контракт, блок, схема, платформа, публичный, закрытый.

*Introduction.* These days blockchain technology attracts a lot of interest from social media representatives and business-related people. As you may know, people are messing blockchain technology with Bitcoin [1]. Blockchain is not much more that a brand-new kind of information system however it represents far more that Bitcoin cryptocurrency.

Among the crucial options that come with blockchain is the reliable decentralized delivery of general-purpose computation within the type of smart contracts, that are envisioned having a broad range of uses at financial to the Internet of Things (IoT). There are a lot of research papers which investigates the technological problems that smart contract developers face. However, only few of them speaks about smart contracts itself with comparison tables of different types of smart contracts.

This research paper introduces smart contracts and describes characteristics of systems that could change the construction principles of various types of transactions. In order to understand the basic principles of smart contracts the familiarity with components is essential, therefore so Part One provides a summary of what blockchain is and how it works and explains how blockchain is being used in recent days, how it may be used in the near and long term, and why it is important to people and organizations far from the front lines of technology. Part Two provides with information on the various types of smart contract platforms and the applicability in modern life.

In order to understand smart contract, exploring the motivation behind its creation is essential to understand basis of blockchain. The term blockchain refers to “chain of blocks” in Nakamoto’s paper. This particular technological innovation allows digital cash to become expended from a single get-together to the next with no participation associated with a third party. Within an extensive feeling, blockchain is actually an immutable, append only linked listing of blocks which are actually chained combinations within such a manner that this modification of an obstruct will modify the consecutive blocks. Fig. 1 represents blockchain and how it works. Each block in a blockchain contains transactions in blocks that are hashed with previous block’s hash. This way, the hashes are actually connected collectively, rendering some modification of prior blocks additionally have to modify the subsequent block.

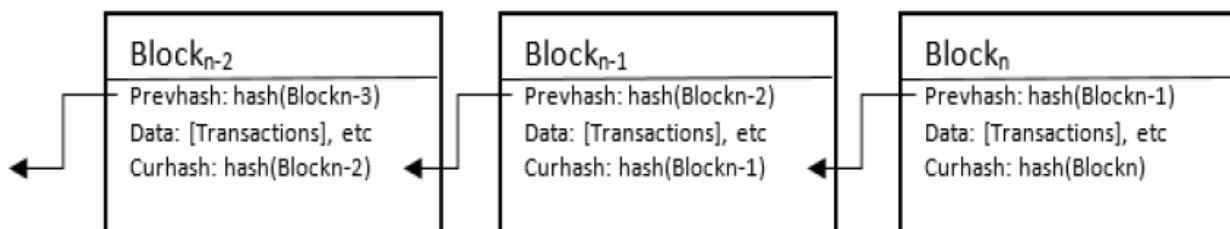


Figure 1 – Illustration of a blockchain

In the proposal paper of Bitcoin, Nakamoto proposed blockchain as a solution for double spending problem by creating a cryptographically-secured immutable digital ledger that is stored in a peer-to-peer manner by all involving party. Because Bitcoin aimed to be decentralized peer-to-peer digital cash, it has to avoid double spending problem and to consider the possibility of sybil-attack to its network. The network is secured from the sybil-attack by using a consensus protocol based on-albeit, not limited to—proof-of-work algorithm to make the attack very expensive to be performed [2].

It converts available the identical technological innovation which underlies Bitcoin as peer-to-peer electric cash, the blockchain, could be put on to a lot of additional areas like fiscal providers, healthcare, industry and business, IoT, as well as authorized providers. Precisely, a number of tries are produced on a number of instances like a public notary, correct managing, document 's proof-of-existence, authentication process, storage space, anti-counterfeit, as well online apps [3].

However, if we consider blockchain as the technology we have to mention about the fundamentals on which the blockchain technology is raised. By the word “fundamentals” we define the platforms that instruct the users to develop structure on the basis of blockchain technology named smart contracts.

According to US computer scientist Nick Szabo, the basic idea of smart contracts is that many kinds of contractual clauses (such as liens, bonding, delineation of property rights, etc.) can be embedded in the hardware and software we deal with, in such a way as to make breach of contract expensive (if desired, sometimes prohibitively so) for the breacher. A canonical real-life example, which we might consider to be the primitive ancestor of smart contracts, is the humble vending machine. Within a limited amount of potential loss (the amount in the till should be less than the cost of breaching the mechanism), the machine takes in coins, and via a simple mechanism, which makes a beginner's level problem in design with finite automata, dispense change and product fairly. Smart contracts go beyond the vending machine in proposing to embed contracts in all sorts of property that is valuable and controlled by digital means.

### **The concept of smart contract**

Smart contracts reference that property in a dynamic, proactively enforced form, and provide much better observation and verification where proactive measures must fall short. And where the vending machine, like electronic mail, implements an asynchronous protocol between the vending company and the customer, some smart contracts entail multiple synchronous steps between two or more parties [4].

Figure 2 represent the basic structure of the blockchain platform with implementation of the smart contract mechanisms. Smart contracts often involve trusted third parties, exemplified by an intermediary, who is involved in the performance, and an arbitrator, who is invoked to resolve disputes arising out of performance (or lack thereof). Privity implies that we want to minimize vulnerability to third parties.

As we mentioned to acquaint about smart contracts and its implementation in the real life, we need to investigate the types of smart contracts that are already developed, what key features they have and what are their main benefits in usage comparing to another smart contract platforms. The criteria of accessibility are one of the main features that smart contract developers should consider before developing the “product”.



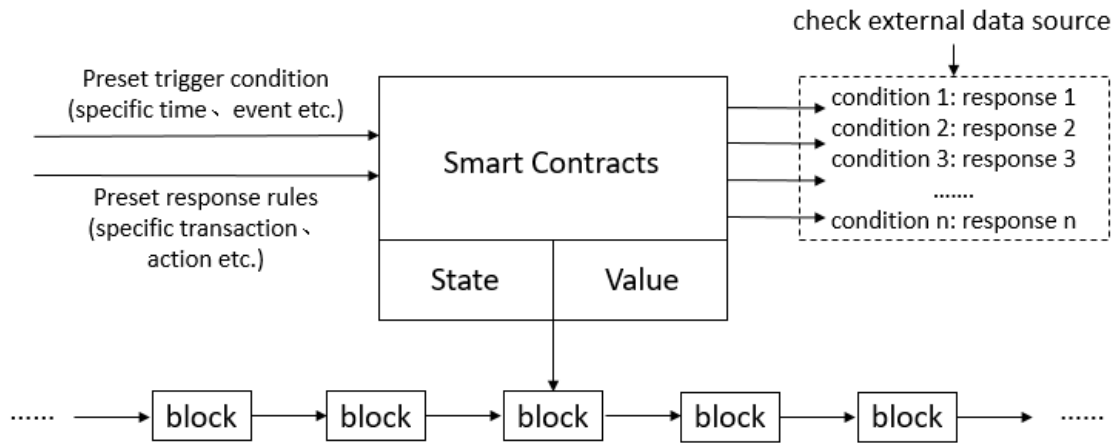


Figure 2 – Structure of the blockchain platform

So, what are the main two types of blockchain structures? Blockchain structure can be divided into two types: public and private (permissioned) blockchain.

A Public blockchain is decentralized network. The access to this network can be granted to almost every user since literally anyone can join the network. Users can connect their PC to this peer-to-peer (P2P) network as nodes [5]. Every node has a record of the blockchain, which is stored on their computer.

The red spots on Figure 3 represent anonymous users and each user has a copy of the ledger and participates in confirming transactions independently. The blue spots represent non-anonymous users. Permission is required for users to have a copy of the ledger and participate in confirming transactions.

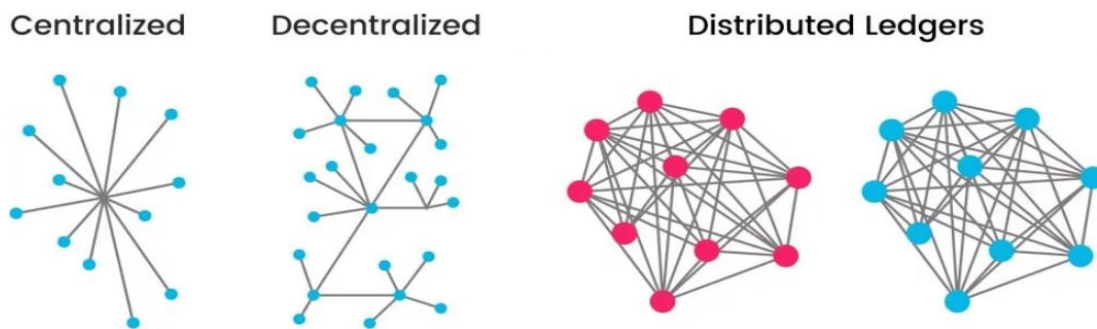


Figure 3 – Examples of ledgers for smart contracts

Almost all cryptocurrencies operate on public blockchains. Public blockchains include Bitcoin and Ethereum [6]. The main features of the public blockchain are the following: (i) far more protected transactions; (ii) immutable ledgers; (iii) no one has ever hacked public blockchain structures like Bitcoin or Ethereum; (iv) there is no centralized controlling system.

Smart contracts can be used as a tool to create engagement agreements (contracts) on a blockchain and execute them. However, blockchain is the system that cannot be corrected once initialized. Therefore, you cannot change any information once you deploy it in the blockchain.

Several aspects of public blockchains make them unsuitable for mass adoption by big businesses. This includes:

- Long term process: every node on the Bitcoin blockchain is necessary to verify each transaction;
- Big data: every node on the network goes with the traffic history of the entire information;
- Companies could suffer from major storage space restrictions;
- Time consuming: some of the public blockchain platforms are working via proof of work (POW) [7] consensus algorithm, that requires a “mining” procedure to be included. By term “mining” we understand the research process of the hash of the prior block in order to create a new block;
- There is no governmental control to set up some standards or requirements for public blockchain usage.

Private blockchain structures represent the following features:

- Private access: Only appointed users are allowed to enter the private blockchain structures.
- Performance: The enterprises that implement private blockchain structures can hardly process with large amount of transactions per second (TPS). Thus, private blockchains have to scale so they can send general performance appropriately.
- Security: Private blockchains can follow up public blockchains on some of the hash standards to personalize transactions and increase the authentication level of the structure.
- Centralization: Private blockchain structures losses the blockchain feature of “decentralized” system. As the nodes in the system should be only trusted private blockchain structure losses the one of the main blockchain features of “decentralized” system.
- Support: Private blockchain structure should be supportable. Support should include administration, troubleshooting, bug fixing.
- Implementation: Private blockchain structures should have some sort of programming interface (APIs) [8] in order to have the bridge between users and business itself. Some of the platforms with comparison table are listed in Table 1 below.
- Regulation: Every business should develop methods, standards, procedures and tools to operate with private blockchain.

Figure 4 represent the brief information about blockchain platforms that give user an opportunity to evaluate the type of platform that may ideally fit to their purposes. Table compares these platforms in different feature include consensus method, network type, smart contract language [14]. The following are a few examples of private blockchains from the types provided in the above table that are most commonly used nowadays.

*Quorum.* Quorum is the open-source version of Ethereum created by JPMorgan Chase&Co. Quorum was developed for rapid transfer of assets into tokens with the help of blockchain technology. The developed blockchain by JPMorgan should avoid third party’s involvement such as brokers or broker’s boards. The essential differences from standard Ethereum protocol are: (i) transaction privacy; (ii) new consensus mechanisms; (iii) efficiency.

Table – Blockchain platform comparative analysis

Platform	Consensus	Public or Private	Supports Smart Contracts	Smart Contract Language
Bitcoin	PoW	Public	Yes	Ivy, RSK, BitML
Ethereum	PoW and PoS [12]	Both	Yes	Solidity, Flint, SCILLA
Hyperledger [9]	PBFT [13]	Private	Yes	Go, Node.js, Java
Quorum [10]	Raft-based and Istanbul BFT	Private	Yes	Solidity
R3 Corda [11]	Flexible plug-in feature for consensus	Private	Yes	Kotlin

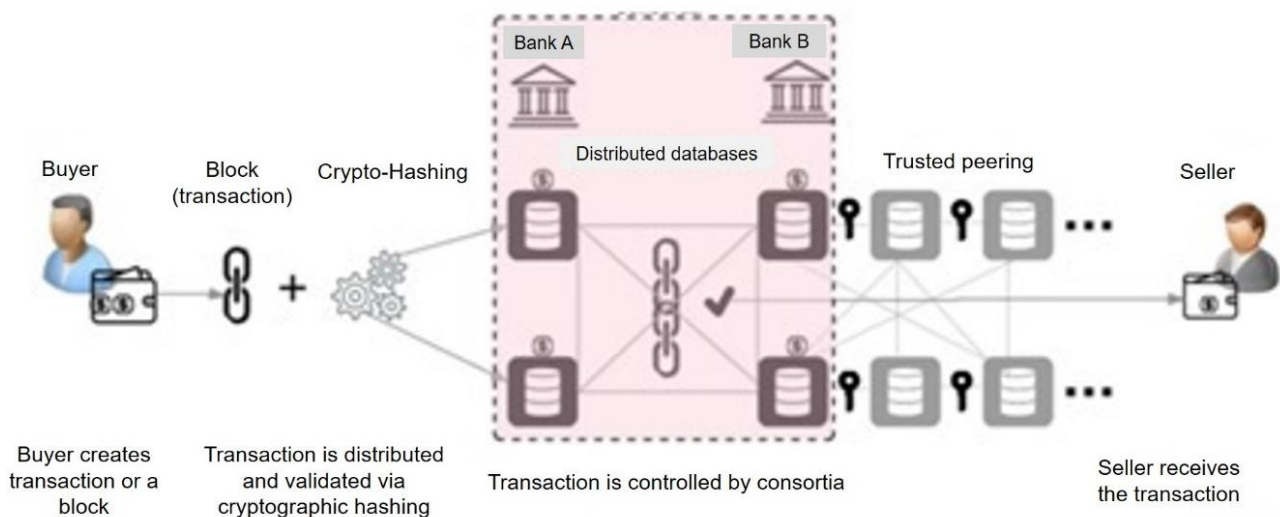


Figure 4 – Private blockchain

*Hyperledger Fabric.* Hyperledger Fabric is a group founded by the Linux Foundation. Hyperledger Fabric is actually made on a modular architecture that divides transaction processing into 3 phases: distributed logical processing and agreement ("chain code"), ordering of transactions, and confirmation and verification of transactions. This separation provides several advantages: for node types, fewer levels of trust and verification are actually required, and network decentralization and performance are actually optimized (Figure 5).

The consensus mechanism explains the enterprise requirements and encompasses the entire transaction lifecycle. It works as follows: (i) client nodes invoke transactions; (ii) ordered nodes provide updates to the transaction data; (iii) peer nodes receive the update from the "orderer" and maintain the distributed ledger; (iv) endorser nodes are peers who validate transaction validity such as digital signatures.

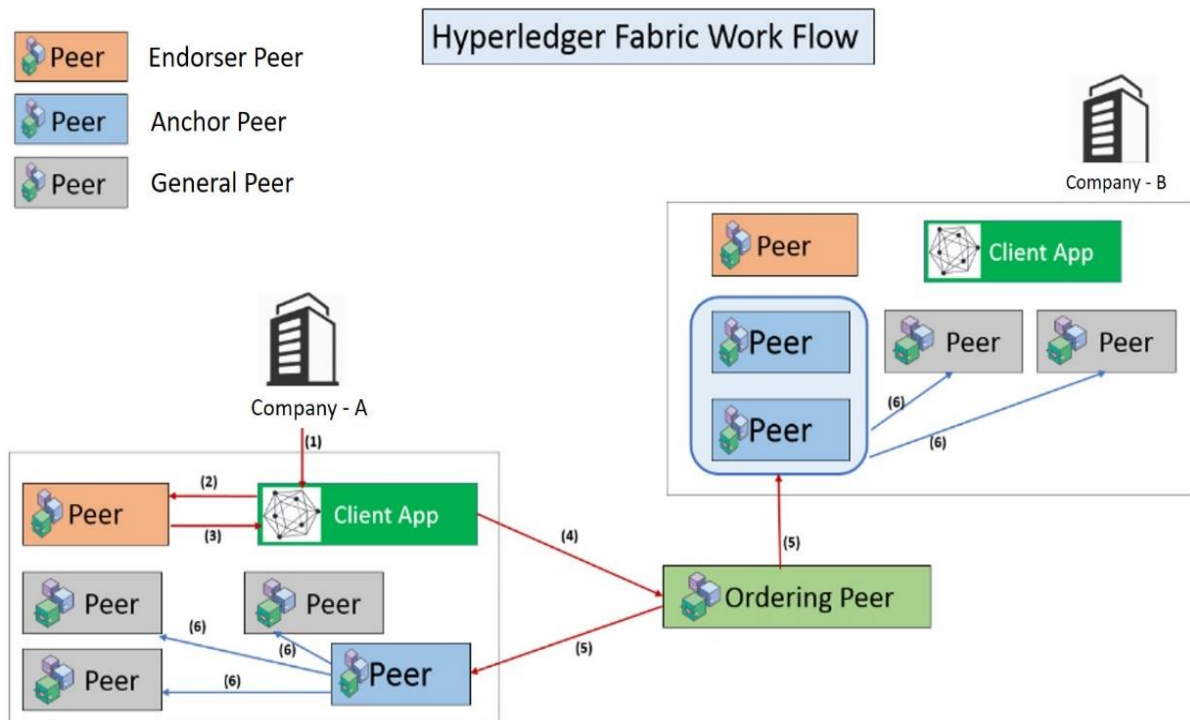


Figure 5 – Hyperledger Fabric work flow

A platform specifically designed for the financial service industry is called R3 Corda. It is a permissioned blockchain, with different access levels for different category of nodes that operate according to different organizational roles and responsibilities.

Corda uses smart contracts, and a notable feature is that smart contracts in this platform have specific legal expressions. This industry operates under stringent regulatory frameworks, therefore, the legal expressions in the smart contracts are designed to give sufficient coverage and legitimacy.

The consensus mechanism involves ascertaining transaction validity and uniqueness. Smart contracts address the validity portion. To ensure uniqueness, the protocol program in Corda checks whether any other transaction has used any of the input states of this transaction. If no other transaction has used any of the input states, that this transaction is unique.

*Conclusion.* As the result of this paper work we consider analysis of the modern smart contract platforms. We studied about the (i) history of blockchain; (ii) initials of the smart contracts; (iii) types of smart contracts; (iv) analysis of smart contract platform; (v) provide with comparative table of smart contract platforms.

Smart contracts are gaining an increasing popularity in both public and private domains as they enable peer-to-peer operation on public blockchains and have the potential to improve efficiency and transparency in business collaborations. However, the current form of smart contracts is still limited in their ability to full fill all expectations and more beneficial study is required in decision making process to select the most suitable blockchain-based smart contract application to be adopted in the environment.

**Literature:**

1. Nakamoto S., Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System // Bitcoin magazine. –2018. – № 1. – P. 1–8.
2. Crosby M., Nachiappan Pattanayak P., Verma S., Kalyanaraman V., Blockchain Technology: Beyond Bitcoin, Appl. Innov. Rev // Blockchain magazine. – 2016. – N 2. – P.10–16.
3. Szabo N., Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets // Alamut Bastion of peace and information. – 1996. – N 16. – P. 15–20.
4. Ghasemkhani H., Yung-Mung Li, Moinzadeh K., Young Tan. Contracting Models for P2P Content Distribution // Special Issue on Operations Management and Information Systems Interface. – 2018. – N 27. – P. 45–48.
5. Wood G., Ethereum: a secure decentralised generalised transaction ledger // Ethereum Proj. Yellow Paper. – 2014. – N 1. – P. 1–32.
6. Riri Fitri Sari, Gemeliarana K., Evaluation of Proof of Work (POW) Blockchains Security Network on Selfish Mining // IEEE Xplore Digital Library Magazine. – 2019. – N 1. – P. 1–5.
7. Beal V., Information portal webopedia // API - application program interface. – 2019. – N 1. – P. 1–2.
8. Groetsema A., Sahdev N., Salami N., What is Hyperledger // Linux Foundation Research Web Magazine. – 2019. – N 1. – P. 3–8.
9. Variankaval R., Junek E., Saperia A., Richards H., Moy C., Blockchain and the decentralized revolution // J.P.Morgan’s Corporate Finance Advisory Journal. – 2019. – N 1. – P. 6–15.
10. Hearn M. Corda: A distributed ledger // Corda Technical White Paper. – 2016. – N 1.– P. 17–37.
11. dos Santos R.P. PoW, PoS, & Hybrid protocols: A Matter of Complexity // Researchgate web magazine. – 2019. – N 1. – P. 1–8.
12. Castro M., Liskov B., Practical byzantine fault tolerance and proactive recovery // ACM Trans. Computer Systems. – 2002. – N 20. – P. 345–460.
13. Dinc C. Nguyen, Ming Ding, Seneviratne A., Integration of Blockchain and Cloud of Things: Architecture, Applications and Challenges // IEEE Communications Surveys&Tutorials. – 2019. – N 1. – P. 5–30.

*Поступила 9 февраля 2020 г.*

**ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ**



***КОГАЙ ГАЛИНА ДАВЫДОВНА***

***доктор философии (PhD) по техническим  
дисциплинам, профессор кафедры  
«Информационно-вычислительные системы»  
Карагандинского государственного технического  
университета,  
профессор Российской Академии Естествознания,  
академик Международной Академии Информатизации***

*Галина Давыдовна Когай родилась 17 марта 1940 года в г. Караганда. В 1962 году окончила Карагандинский государственный педагогический институт. С 1967 года ее жизнь неразрывно связана с Карагандинским государственным политехническим институтом, ныне – Карагандинским государственным техническим университетом, где она работала заведующей кафедрой информатики и далее – кафедрой вычислительной техники и программного обеспечения.*

*За активную научно-педагогическую деятельность Галина Давыдовна награждена Почетными грамотами МОН РК, медалью "Ветеран труда", юбилейной медалью «60 лет КарГТУ», золотой медалью «За новаторскую работу в области высшего образования» Российской Академией Естествознания (РАЕ). Ей присвоено звание «заслуженный работник КарГТУ».*

***Дорогая Галина Давыдовна!***

***НТО «КАХАК» поздравляет Вас со славным Юбилеем – 80-летием!  
Желаем крепкого здоровья, творческих успехов и долгих лет жизни!***



**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

1. Абилов Ж. А.  
Abilov Zh.A. – доктор химических наук, профессор факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
2. Абуталип М.  
Abutalip M. – преподаватель факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
3. Аликулов А.Ж.  
Alikulov A.Zh. – докторант PhD факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
4. Бурашева Г.Ш.  
– доктор химических наук, профессор факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
5. Байпакбаева С.Т.  
Baipakbaeva S.T. – научный сотрудник Института информационных и вычислительных технологий МОН РК
6. Болаткызы Н.  
Bolattkzy N. – студентка факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
7. Витулёва Е.С.  
Vitulyova Ye.S. – докторант PhD кафедры телекоммуникационных сетей и систем Алматинского университета энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева
8. Евстифеев В.Н.  
Yevstifejev V.N. – магистрант кафедры телекоммуникационных сетей и систем Алматинского университета энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева
9. Егембердиева З.М.  
– инженер Института информационных и вычислительных технологий МОН РК
10. Гришина А.В.  
– кандидат психологических наук, доцент кафедры психологии Севастопольского государственного университета, Севастополь, Российская Федерация
11. Джамила Нури  
Jamila Noory – магистрант факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
12. Жумагалиева Ш.Н.  
Zhumagalyeva Sh.N., – доктор химических наук, доцент факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
13. Замахов А.В.  
– магистрант Алматинского университета энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева
14. Игликов И.В.  
– докторант PhD Алматинского университета энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева
15. Изембаева А.К.  
– магистр наук, преподаватель Казахского автомобильно-дорожного института им. Л.Б. Гончарова

- |     |  |  |
|-----|--|--|
| 16. | Иминова Р. С.<br>Iminova R.S.                | – кандидат химических наук, и.о. доцента факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби   |
| 17. | Кабдушев Ш.Б.                                | – научный сотрудник Национальной инженерной академии РК  |
| 18. | Кайралапова Г.Ж.<br>Kairalapova G. Zh.,      | – кандидат химических наук, старший преподаватель факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби  |
| 19. | Каламгали Т.О.<br>Қаламғали                  | – студент факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби  |
| 20. | Косцова М.В.<br>Kostsova M.V.                | – кандидат психологических наук, доцент кафедры общей психологии Севастопольского экономико-гуманитарного института – филиала Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского, Симферополь, Российская Федерация  |
| 21. | Кравцова В.Д.                                | – доктор химических наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории синтеза и физикохимии полимеров Института химических наук им. А.Б.Бектурова  |
| 22. | Кудайбергенова Б. М.<br>Kudaibergenova B. M. | – Ph.D., старший преподаватель факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби   |
| 23. | Ли С.В.                                      | – доктор технических наук, профессор Казахского автомобильно-дорожного института им. Л.Б. Гончарова  |
| 24. | Лигай Г.А.                                   | – соискатель PhD Казахского автомобильно-дорожного института им. Л.Б. Гончарова, главный специалист АО СП «Белкамит»   |
| 25. | Литвиненко Ю.А.                              | – кандидат химических наук, и.о. доцента, заместитель заведующего кафедрой химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби, ведущий научный сотрудник Центра физико-химических методов исследования и анализа КазНУ им. аль-Фараби |
| 26. | Мун Г.А.<br>MunG.A.                          | – доктор химических наук, профессор, академик Национальной инженерной академии РК, заведующий кафедрой химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби   |



27. Мухамбеткали Ж.Н. – магистрант кафедры телекоммуникационных сетей и систем Алматинского университета энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева
28. Окшин В.П. – магистрант Алматинского университета энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева
29. Панченко С.  
Panchenko S.V., – магистр наук по специальности РЭТ, доцент кафедры телекоммуникационных сетей и систем Алматинского университета энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева
30. Рахметуллаева Р.К.  
Rakhmetullayeva R.K. – кандидат химических наук, старший преподаватель факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
31. Сагинтаев Ж. – инженер ТОО “ICT Labs”
32. Сайдинбаева Н.Д. – магистр наук, старший преподаватель Казахского автомобильно-дорожного института им. Л.Б. Гончарова
33. Сариева Р.Б. – кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории синтеза и физикохимии полимеров Института химических наук им.А.Б.Бектурова
34. Сарсенгали П.С.  
Sarsengali P.S. – магистрант факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
35. Сейтимова Г.А. – PhD, и.о. доцента кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров факультета химии и химической технологии Казахского национального университета имени аль-Фараби, старший научный сотрудник Центра физико-химических методов исследования и анализа КазНУ им. аль-Фараби
36. Семенякин Н.В.  
Semenyakin N.V. – PhD, доцент кафедры телекоммуникационных сетей и систем Алматинского университета энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева
37. Соснин К.А.  
Sosnin K.A. – магистрант Алматинского университета энергетики и связи МОН РК
38. Сулейменов И.Э.  
Suleimenov I.E. – доктор химических наук, кандидат физико-математических наук, профессор, академик Национальной инженерной академии РК, ведущий научный сотрудник Института информационных и вычислительных технологий МОН РК
39. Темырканова Э.К. – PhD, академик МАИН, ассоциированный профессор, заведующая кафедрой телекоммуникационных сетей и систем Алматинского университета энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева

40. Туманбаева К.Х. – кандидат технических наук, профессор кафедры телекоммуникационных сетей и систем Алматинского университета энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева
41. Уванисканова Ж.Н. – магистрант факультета химии и химической технологии Казахского национального университета имени аль-Фараби, младший специалист Центра физико-химических методов исследования и анализа КазНУ им. аль-Фараби
42. Умерзакова М.Б. – доктор химических наук, профессор, заведующая лабораторией синтеза и физикохимии полимеров Института химических наук им.А.Б.Бектурова
41. Чезимбаева К.С. – кандидат технических наук, доцент кафедры телекоммуникационных сетей и систем Алматинского университета энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева
43. Шарапов Н.А.  
Sharapov N.A. – магистрант Алматинского университета энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева
44. Ысқақ Г.Е. – бакалавр факультета химии и химической технологии Казахского национального университета имени аль-Фараби

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

**СУЛЕЙМЕНОВ И.Э., ТЕМЫРКАНОВА Э.К., ЕГЕМБЕРДИЕВА З.,  
БАЙПАКБАЕВА С.Т., ГРИШИНА А.В., КОСЦОВА М.В.**

Трансформации профессиональной коммуникационной среды на современном этапе и ее влияние на формирование компетенций ..... 4

### ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

**ҚАЛАМҒАЛИ Т.О., БУРАШЕВА Г.Ш.**

Қырмызыгүлдің дәрілік түрі мен сәлбен шөбінің дәрілік түрінен даярланған композицияның фитоталдауы ..... 14

**БОЛАТКЫЗЫ Н., ИМИНОВА Р. С., КАЙРАЛАПОВА Г. Ж.,  
КУДАЙБЕРГЕНОВА Б. М., ЖУМАГАЛИЕВА Ш. Н., АБИЛОВ Ж. А.**

Синтез полиакриламид-глинистых криосорбентов и исследование их сорбционных свойств ..... 23

**СӘРСЕНҒАЛИ П.С., ӘБУТӘЛІП М., РАХМЕТУЛЛАЕВА Р.К., АЛИКУЛОВ А.Ж.,  
ДЖАМИЛА НУРИ**

Создание новых полимерных композитных материалов на основе акриловой кислоты ..... 33

**УМЕРЗАКОВА М.Б., КРАВЦОВА В.Д., САРИЕВА Р.Б.**

Окрашенные (со)полиимиды и их исследование ..... 41

**ЫСҚАҚ Г.Е., УВАНИСКАНОВА Ж.Н., СЕЙТИМОВА Г.А.,  
ЛИТВИНЕНКО Ю.А., БУРАШЕВА Г.Ш.**

Сравнительный анализ химического состава некоторых видов тыквы (*cucurbita*) ..... 49

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ

**ЗАМАХОВ А.В., СЕМЕНЯКИН Н.В., ПАНЧЕНКО С.В.**

Определение числа возможных участников распространения информации в интернете в регионах РК ..... 55

**ИГЛИКОВ И.В., ОКШИН В.П., ТУМАНБАЕВА К.Х., САГИНТАЕВ Ж.**

Вероятностное тематическое моделирование данных мониторинга ..... 62

**ЛИ С.В., ЛИГАИ Г.А., САЙДИНБАЕВА Н.Д.**

Многоцелевые машины строительного производства для строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог ..... 69

<b>ЛИ С.В., ЛИГАИ Г.А., САЙДИНБАЕВА Н.Д., ИЗЕМБАЕВА А.К.</b>	
Новая конструкция рабочего органа погрузчика с циклоидальным движением ковшей ...	77
<b>МУН Г.А., БАЙПАКБАЕВА С.Т., КАБДУШЕВ Ш.Б., ЕВСТИФЕЕВ В.Н., СУЛЕЙМЕНОВ И.Э.</b>	
Новые подходы к разработке систем аддитивной печати .....	82
<b>СОСНИН К. А., ШАРАПОВ Н. А., СЕМЕНЯКИН Н. В.</b>	
Сравнительный анализ производительности платформ блокчейн .....	94
<b>ЧЕЖИМБАЕВА К.С., МУХАМБЕТКАЛИ Ж.Н.</b>	
Ұзын жалған кездейсоқ кодтарды жылдам декодтау әдісін зерттеу және талдау .....	101
<b>ШАРАПОВ Н.А., ПАНЧЕНКО С.В., СЕМЕНЯКИН Н.В., СОСНИН К.А.</b>	
Анализ технологий для построения платформ умных контрактов .....	110
 <b><u>ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ</u></b>	
<b>Когай Галина Давыдовна – 80 лет</b> .....	118
<b>СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ</b> .....	119

## CONTENTS

### MATHEMATICS AND INFORMATICS

- SULEIMENOV I.E., TEMYRKANOVA E.A., EGEMBERDIEVA Z.M.,  
BAIPAKBAYEVA S.T., GRISHINA A.V., KOSTSOVA M.V.** 4  
Transformation of the professional communication environment at the present stage and its impact on the formation of competencies .....

### CHEMICAL SCIENCES

- KALAMGALI T.O., BURASHEVA G.Sh.** 14  
Phytoanalysis of composition from Calendula Officinalis L. And Salvia Officinalis L. ....
- BOLATKYZY N., IMINOVA R.S., KAIRALAPOVA G. ZH., KUDAIBERGENOVA B. M.,  
ZHUMAGALYEVA SH. N., ABILOV ZH. A.** 23  
Synthesis of polyacrylamide-clay cryosorbents and study of their sorption properties .....
- SARSENGALI P.S., ABUTALIP M., RAKHMETULLAYEVA R.K., ALIKULOV A.Zh.,  
JAMILA NOORY** 33  
Creation of new polymer composite materials based on acrylic acid .....
- UMERZAKOVA M. B., KRAVTSOVA V. D., SARIEVA R. B.** 41  
Colored (co)polyimides and their study .....
- YSKAK G.E., UVANISKANOVA ZH.N., SEITIMOVA G.A., LITVINENKO YU.A.,  
BURASHEVA G.Sh.** 49  
Comparative analysis of the chemical composition of some species of pumpkin (*cucurbita*) ....

### ENGINEERING SCIENCE AND TECHNOLOGY

- ZAMAKHOV A.V., SEMENYAKIN N.V., PANCHENKO S.V.** 55  
Determining the number of possible participants of distribution of information on the internet in the regions of RK .....
- IGLIKOV I.V., OKSHIN V. P., TUMANBAYEVA K. KH., SAGINTAYEV ZH.** 62  
Probabilistic topic modelling of monitoring data .....
- LEE S.V., LIGAY G.A., SAYDINBAEVA N.D.** 69  
Multi-purpose construction machines for construction, repair and maintenance of roads .....
- LEE S.V., LIGAY G.A., SAYDINBAEVA N.D., IZEMBAEVA A.K.** 77  
New design of the working body of a loader with a cycloidal movement of a duck .....

**MUN G. A., BAIPAKBAYEVA S.T, KABDUSHEV Sh.B., YEVSTIFEYEV V.N.,  
SULEIMENOV E.I.**

New approaches to the development of additive printing systems ..... 82

**SOSNIN K.A., SHARAPOV N.A., SEMENYKIN N.V.**

Comparative analysis of blockchain platform performance ..... 94

**CHEZHIMBAYEVA K.S., MUHAMBETKALI J.N.**

Research and analysis of the fast decoding method of long pseudo-random codes ..... 101

**SHARAPOV N.A., PANCHENKO S.V., SEMENYAKIN N.V., SOSNIN K.A.**

Technology analysis for smart contract platforms ..... 110

### **JUBILEE DATE**

**Kogay Galina Davydovna - 80** ..... 118

**THE INFORMATION ABOUT AUTHORS**..... 119

## ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

1. Журнал «ИзвестияНТО «Кахак» публикуетнаписанные на русском, казахском, английском и корейском языках оригинальные статьи, обзоры. Журнал дает информацию, связанную с деятельностью общества.

2. В оригинальных статьях могут рассматриваться результаты как теоретических, так и прикладных НИР.

3. Авторы, желающие опубликовать обзорную статью, должны предварительно согласовать ее тематику, представив аннотацию на 1–2 стр. В обзорах следует освещать темы, представляющие достаточно общий интерес по выбранной тематике или отражающие какой-либо важный аспект применения в промышленности, сельском хозяйстве, медицине и т.д. Допускается обобщение результатов многолетних исследований научных коллективов.

4. Объем статьи не должен превышать 10 страниц формата А4. Статья должна начинаться с введения. В нем должны быть даны: содержательная постановка рассматриваемого в статье вопроса, краткие сведения по его истории, отличие предлагаемой задачи от уже известных, или преимущество излагаемого метода по сравнению с существующим. Основная часть статьи должна содержать формулировку задачи и предлагаемый метод ее решения, заключительная часть – краткое обсуждение полученных результатов и, если возможно, пример, иллюстрирующий их эффективность и способы применения.

5. Все статьи проходят именованное рецензированиене менее чем двумя независимыми учеными по соответствующей тематике, не входящими в состав редакционной коллегии.

6. Требования к этике публикаций: Авторы несут ответственность за достоверность и значимость научных результатов, и актуальность научного содержания работ. Рукописи статей, опубликованных ранее, или переданных в другие издания не принимаются.

7. Авторы могут представить электронную версию своей статьи по адресу: [izv.ntokaxak@mail.ru](mailto:izv.ntokaxak@mail.ru).

### Требования к оформлению рукописей

Статьи представляются в электронном виде в текстовом редакторе Word 97, формулы набираются с помощью редактора MSequation 3.0 (2.0) или ChemDraw.

Шрифт Times New Roman 12 pt. Межстрочный интервал одинарный. Поля: верхнее – 2,0см, нижнее – 2,0 см, левое – 2,0 см, правое – 2,0 см. Абзац – красная строка – 0,5 см

Текст статьи должен начинаться с указания:

*с левой стороны–индексов МРНТИ и УДК, ниже* приводятся:

- название статьи (прописные буквы, форматирование по центру),
- фамилии и инициалы авторов (прописные/светлые, форматирование по центру),
- название организации и ее местонахождение,
- e-mail авторов
- резюме (краткое изложение содержания статьи, дающее представление о теме и структуре текста, а также основных результатах, **7–10 предложений**),
- ключевые слова, обеспечивающие полное раскрытие содержания статьи (**7–10 слов**),
- текст статьи,
- список литературы,
- Ф.И.О. авторов, название статьи, резюме, ключевые слова на трех языках (на казахском, английском и русском).

Рисунки должны быть представлены в отдельном файле.

Статья представляется в *doc* или *docx* формате, а также идентичная копия в *pdf* формате, на электронный адрес журнала, в отдельных файлах дублируются рисунки, таблицы, графики, схемы, а также приводятся сведения об авторах (имя, отчество, ученая степень, ученое звание, служебный адрес, место работы, должность и телефоны для связи).

Ссылки на литературные источники в тексте приводятся в квадратных скобках. Библиографический список оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1–2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание: общие требования и правила составления».

Компьютерный набор и макетирование Ли У.П.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Курмангазы, 40 (Дом Дружбы), офис 34  
Тел. 8(727)272-67-74

Подписано в печать 26.03.2020  
Печать трафаретная. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная № 1.  
Тираж 500 экз.

Отпечатано в «Print Express. Издательство и полиграфия»  
Алматы, ул. Байтурсынова, 85  
Тел. 8(727)-292-10-95, 8(727)-292-14-28