



**ШӘКӘРІМ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ  
ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР**

**ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ**

**ВЕСТНИК УНИВЕРСИТЕТА ШАКАРИМА  
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

**BULLETIN OF SHAKARIM UNIVERSITY  
TECHNICAL SCIENCES**

**SCIENTIFIC JOURNAL**

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



**ШӘКӘРІМ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ  
Х А Б А Р Ш Ы С Ы  
ТЕХНИКА ҒЫЛЫМДАР  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ**

---

**В Е С Т Н И К  
УНИВЕРСИТЕТА ШАКАРИМА  
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ  
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

---

**BULLETIN OF SHAKARIM UNIVERSITY  
TECHNICAL SCIENCES  
SCIENTIFIC JOURNAL**

**№ 3 (7) 2022**

**Семей, 2022**

**Ғылыми журнал**  
**«Шәкәрім Университетінің Хабаршысы»**  
**Техникалық ғылымдар сериясы»**

---

№ 3 (7) 2022

---

**Меншік иесі:**

«Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

1997 жылдан бастап шығарылады  
Кезеңділігі: тоқсан сайын (жылына 4 рет)

Журнал Қазақстан Республикасы Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің  
Ақпарат комитетінде тіркелген  
Есепке қою туралы куәлік № KZ93VPY00033663 19.03.2021 ж.

**РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА**

**Бас редактор – Есимбеков Ж.С.**, PhD (Қазақстан, Семей қ.)

**Амирханов К.Ж.** – техника ғылымдарының докторы, «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КЕАҚ профессоры (Қазақстан, Семей қ.)

**Виелеба В.** – техника ғылымдарының докторы, Вроцлав ғылым және технология университетінің профессоры (Польша, Вроцлав қ.)

**Какимов А.К.** – техника ғылымдарының докторы, «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КЕАҚ профессоры (Қазақстан, Семей қ.)

**Лобасенко Б.А.** – техника ғылымдарының докторы, «Кемерово мемлекеттік университетінің» профессоры, Жоғары білім берудің федералды мемлекеттік бюджеттік білім беру мекемесі (Ресей, Кемерово қ.)

**Майоров А.А.** – техника ғылымдарының докторы, федералдық Алтай агроботехнологиялық ғылыми орталығының профессоры (Сібір ірімшік өндіру саласындағы ғылыми зерттеу институты) (Ресей, Барнаул қ.)

**Ребезов М.Б.** – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, Оңтүстік-Орал мемлекеттік университетінің профессоры (Ресей, Челябині қ.)

**Узаков Я.М.** – техника ғылымдарының докторы, Алматы технологиялық университетінің профессоры, (Қазақстан, Алматы қ.)

**Хуторянский В.В.** – профессор, Реддинг университеті (Ұлыбритания, Реддинг қ.)

**Чоманов У.Ч.** – техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі ҒЗИ (Қазақстан, Алматы қ.)

**Драгоев С.Г.** – техника ғылымдарының докторы, Тағамдық технологиялар университетінің профессоры, Болгар Ғылым академиясының корреспондент-мүшес (Болгария, Пловдив қ.)

**Налок Дута** – PhD, Вашингтон Университеті (АҚШ, Вашингтон)

**Жазылу индексі: 76172**

**Редакция құрамы:**

Евлампиева Е.П. – редактор

Семейская З.Т. – редактор

**Редакцияның мекен-жайы:**

071412, ШҚО, Семей қ., Глинки к-сі, 20а, каб.506

Байланыс телефоны: 8(7222)31-32-49

Электрондық пошта: rio@semgu.kz

Қолжазбалар қайтарылмайды. Авторлардың пікірлері редакцияның көзқарасымен сәйкес келмеуі мүмкін. Материалдарды басқа басылымдарда пайдалануға редакцияның жазбаша келісімімен ғана рұқсат етіледі. Ұсынылған материалдардың дұрыстығына автор жауапты болады. Журналға сілтеме міндетті.

© «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғам, 2022

# Научный журнал «Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки»

---

№ 3 (7) 2022

---

## Собственник:

Некоммерческое акционерное общество «Университет имени Шакарима города Семей»

Издается с 1997 года

Периодичность: ежеквартально (4 раза в год)

Журнал зарегистрирован в Комитете информации Министерства информации  
и общественного развития Республики Казахстан

Свидетельство о постановке на учет № KZ93VPY00033663 от 19.03.2021 г.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Главный редактор – Есимбеков Ж.С.**, PhD (Казахстан, г. Семей)

**Амирханов К.Ж.** – доктор технических наук, профессор, НАО «Университет имени Шакарима города Семей» (Казахстан, г. Семей)

**Виелеба В.** – доктор технических наук, профессор, Вроцлавский университет науки и технологии (Польша, г. Вроцлав)

**Какимов А.К.** – доктор технических наук, профессор, НАО «Университет имени Шакарима города Семей» (Казахстан, г. Семей)

**Лобасенко Б.А.** – доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет» (Россия, г. Кемерово)

**Майоров А.А.** – доктор технических наук, профессор, Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий (отдел Сибирского научно-исследовательского института сыроделия) (Россия, г. Барнаул)

**Ребезов М.Б.** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Южно-Уральский государственный университет (Россия, г. Челябинск)

**Узаков Я.М.** – доктор технических наук, профессор, Алматинский технологический университет (Казахстан, г. Алматы)

**Хуторянский В.В.** – профессор, Университет Рединга (Великобритания, г. Рединг)

**Чоманов У.Ч.** – доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский НИИ перерабатывающей и пищевой промышленности (Казахстан, г. Алматы)

**Драгоев С.Г.** – доктор технических наук, профессор, Университет пищевых технологий, член-корреспондент Болгарской Академии наук (Болгария, г. Пловдив)

**Налок Дута** – PhD, Университет штата Вашингтон (США, Вашингтон)

**Подписной индекс: 76172**

## Состав Редакции:

Евлампиева Е.П. – редактор

Семейская З.Т. – редактор

## Адрес редакции:

071412, ВКО, г. Семей, ул. Глинки, 20А, каб. 506

Контакты: телефон: 8(7222)31-32-49

Электронная почта: rio@semgu.kz

Рукописи не возвращаются. Мнения авторов могут не совпадать с точкой зрения редакции. Использование материалов в других изданиях допускается только с письменного согласия редакции. За достоверность представленных материалов ответственность несет автор. Ссылка на журнал обязательна.

© Некоммерческое акционерное общество «Университет имени Шакарима города Семей», 2022

# Scientific journal «Bulletin of Shakarim University. Technical Sciences»

---

№ 3 (7) 2022

---

## Owner:

Non-profit Joint Stock Company «Shakarim University of Semey»

Published since 1997

Frequency: quarterly (4 times a year)

The journal is registered with the Information Committee of the Ministry of Information and Public Development of the Republic of Kazakhstan  
Certificate of registration no. KZ93VPY00033663 dated 03/19/2021

## EDITORIAL BOARD

**Editor-in-chief – Yessimbekov Zhanibek**, PhD (Kazakhstan, Semey)

**Amirkhanov Kumarbek** – Doctor of Technical Sciences, Professor of the NJC «Shakarim University of Semey» (Kazakhstan, Semey)

**Wieleba Wojciech** – Doctor of Technical Sciences, Professor at the Wroclaw University of Science and Technology (Poland, Wroclaw)

**Kakimov Aitbek** – Doctor of Technical Sciences, Professor of the NJC «Shakarim University of Semey», (Kazakhstan, Semey)

**Lobasenko Boris** – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kemerovo State University» (Russia, Kemerovo)

**Mayorov Alexander** – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies (Department of the Siberian Research Institute of Cheese Making) (Russia, Barnaul)

**Rebezov Maxim** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of South Ural State University (Russia, Chelyabinsk)

**Uzakov Yassin** – Doctor of Technical Sciences, Professor of Almaty Technological University (Kazakhstan, Almaty)

**Khutoryanskiy Vitaly** – Professor at the University of Reading (Great Britain, Reading)

**Chomanov Urishbai** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Head of the Department of the Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry (Kazakhstan, Almaty)

**Dragoev Stefan** – Doctor of Technical Sciences, Professor of Engineering at the University of Food Technologies, Corresponding Member of the Bulgarian Academy of Sciences (Bulgaria, Plovdiv)

**Nalok Dutta** – PhD, Washington State University (USA, Washington)

**Subscription index: 76172**

## Editorial staff:

Yevlampiyeva Y. – editor

Semeyskaya Z. – editor

## Editorial Office address:

071412, East Kazakhstan region, Semey, Glinka str.,  
20A, room 506

Contacts: phone: +7 (7222) 31-32-49

Email address: rio@semgu.kz

Manuscripts are not returned. The opinions of the authors may not coincide with the point of view of the editors. The use of materials in other publications is allowed only with the written consent of the editorial board. The author is responsible for the accuracy of the submitted materials. A link to the journal is required.

© Non-profit Joint Stock Company «Shakarim University of Semey», 2022

**Б.С. Гайсина\*, Л.К. Оразжанова, А.Н. Сабитова, Б.Б. Баяхметова, Ж.Ш. Шәріпхан**  
Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,  
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки к-сі, 20 А  
\*e-mail: balzhan-1982@mail.ru

## **БИОҮЙЛЕСІМДІ КРИОГЕЛЬДЕР СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ҚОЛДАНЫЛУ АЙМАҒЫ**

**Аңдатпа:** *Биоүйлесімді криогельдер функционалды материалдарды алу үшін өте перспективтілігі жоғары заттар болып табылады. Макрокеуекті құрылым криогельдерді медицина, катализ және биотехнологияның кейбір салаларында маңызды материалдар ретінде қолдану аясы зор болып келеді. Бұл шолуда авторлар биополимерлерге негізделген криогельдерді, биополимерлердің интерполиэлектролиттік комплекстерін және олардың негізінде композиттік криогельдерді алу әдістеріне назар аударды. Алдымен криогельдердің қасиеттері және биополимерлерге негізделген криогельдерді алу әдістері туралы қысқаша теориялық ақпарат қарастырылады. Шолудың екінші бөлімінде биополимер комплекстері мен композиттік криогельдер негізінде криогель өндірісіндегі соңғы жетістіктер жинақталған. Криогель синтезінің ерекшеліктері және криогель материалдарының қажетті соңғы қасиеттеріне әсер ететін факторлар қарастырылады. Шолудың үшінші бөлігінде биоүйлесімді криогельдерді қолдану биотехнология, катализ және медицинада қарастырылатын типтегі, мұнай және газ кен орындарында криогельдерді қолдану салалары зерттелген. Биотехнологияда криогель материалдары молекулалар мен биологиялық жасушаларды иммобилизациялау үшін, жасушалардың өсуіне негізі ретінде және жасушаларды бөлуге арналған хроматографиялық материалдар ретінде қолданылады. Катализде криогель материалдары металл нанобөлшектері мен ферменттерді иммобилизациялау үшін матрица ретінде қолданылады. Биоүйлесімді криогельдер мен олардың негізіндегі композиттер сүйек пен шеміршек тінін қалпына келтіру үшін, сондай - ақ ағзадағы дәрілік заттардың босауын қамтамасыз ете отырып, дәрілік заттарды дұрыс тасымалдау үшін медицинада кеңінен қолданылады. Мұнай және газ кен орындарында гидробарьерлік экрандарды жасау үшін арматуралық қабат ретінде реттелетін гидрофобты қасиеттері бар криотропты полимерлі композицияларды пайдалану перспективалы болып табылады.*

**Түйін сөздер:** *криогель, биоүйлесімді, биополимер, макрокеуекті, полисахарид, катализ, биотехнология.*

### **Кіріспе**

Криогельдер-кеуекті полимерлі материалдар. Криогель терминін алғаш рет В.И. Лозинский еріткіштің мұздатылған ортасында дайындалған гельдерге қолданды [1]. Криогельдер таза еріткіштің қату температурасынан төмен температурада қолдануға негізделген криогелизация (cryogenic gelation) әдісімен синтезделеді [2]. Жай көзбен қарағанда криогель қоспасы қоймалжың, қатты зат түрінде көрінеді. Мұздатылған препаратты еріту кезінде макрокеуекті криогель түзіледі, оның кеуек түзетін агенттері мұздатылған еріткіштің поликристалдары болып келеді.

Криогельдер синтезінің негізгі шарты элементтердің бастапқы жүйелердегі әр түрлі сипаттағы күштердің (химиялық байланыс түрлері, Ван-дер-ваальс күштері, электростатикалық өзара әрекеттесулер) әсерінен үш өлшемді агрегаттар түзуінде [1, 3]. Алғашқы жүйелерді келесі топтарға жіктейді: 1) коллоидты золдер; 2) мономер ерітінділері; 3) байланыстырушы агенті бар полимер ерітінділері; 4) өзін-өзі орауға қабілетті полимер ерітінділері; 5) полиэлектролит ерітінділері, оның ішінде төмен молекулалы немесе полимерлі қарсы иондар.

Гельдік тордың түйіндерін тұрақтандыратын байланыстардың түріне сәйкес криогельдер төмендегідей бөлінеді:

а) химиялық (ковалентті) көлденең криогельдер, әдетте, жоғары молекулалық прекурсорлардың тиісті функционалды топтарымен өзара әрекеттесетін немесе төмен мұздатылған жүйелердегі радикалды полимерлеу реакциялары арқылы синтезделетін әртүрлі көлденең агенттердің әсерінен жоғары молекулалық прекурсорларды өзара байланыстыру арқылы алынады.

б) физикалық (ковалентті емес) криогельдер құрамында «өздігінен жүретін» синтетикалық және табиғи полимерлер бар жүйелерді криогендік өңдеу нәтижесінде пайда болады. Әдетте, физикалық криогельдердің кеңістіктік гель торының түйіндері поливинил спирті (ПВС) негізіндегі криогельдер [18] сияқты сутегі байланыстарымен немесе прекурсорлық макромолекулалар аймақтары арасындағы гидрофобты өзара әрекеттесу арқылы тұрақтандырылады. Мұндай криогельдердің кеңістіктік торының ковалентті емес түйіндері еріткіштің термодинамикалық сапасының нашарлауынан туындаған полимер прекурсорының коагуляциясы нәтижесінде және жүйеге полимер конформациясының өзгеруіне әкелетін агент енгізілгенде пайда болады.

в) ионотропты (иондық) криогельдер полиэлектрлік иондармен айқасуы нәтижесінде түзіледі. Ақуызға негізделген иондық криогельдер ғылыми әдебиеттерде іс жүзінде кездеспейді.

Криогельдердің полимерлі материалдардың басқа түрлерінен басты айырмашылығы-олардың морфологиялық өзгеруі. Криогельдің кеуекті құрылымы ісінуімен, бұзылумен, температура мен рН сезімталдығымен бірге осы объектілерді әртүрлі салаларда қолдануға кең мүмкіндік береді.

Шығу тегі бойынша кеуекті материалдар 2 топқа бөлінеді [4]: қосылу жүйелері (корпускулалық) және кему жүйелері (губка тәрізді).

Осы мақала да ақырғы жылдағы дереккөздерден биополимерлерге негізделген криогельдерді, яғни полисахаридтерді алу және оларды әртүрлі салаларда қолдану туралы деректер ұсынылады. Біз полимерлер мен биополимерлер комплексінен алынатын криогельдерге тоқталамыз.

Биополимерлерде әдетте зарядталған функционалды топтардың айтарлықтай саны болады. Бұл олардың биожетімділігін, биологиялық ыдырау қабілетін арттырады және тірі ағзада болатын химиялық процестерге қатысуын қамтамасыз етеді. Осылайша, биополимерлер көбінесе полиэлектролиттер болып табылады. Егер бастапқы жүйе ретінде полиэлектролит ерітіндісі пайдаланылса, онда криогельдердің түзілуі полиэлектролит бірліктері арасында жеткілікті тұрақты иондық көпірлердің түзілуі нәтижесінде пайда болады [1, 3].

Декстран мен гиалурон туындыларына негізделген жаңа биоүйлесімді макро кеуекті криогельдерді алу үшін еркін радикалды байланыстағы катодты-сәулелік реакциясы қолданылды [12]. Бұл тәсіл қосымша байланыстырғыш заттарды қолданбай-ақ жоғары кеуектілігі бар өте таза материалдарды алуды қамтамасыз етеді. Қолданылатын сәулелену дозасы мен химиялық құрамы алынған криогель материалдарының қасиеттеріне қатты әсер ететіні анықталды. Алдын ала цитоуыттылығы тексеруден өткен криогельдердің *in vitro* жоғары цитоүйлесімділігін көрсетеді, бұл оларды тіндерді қалпына келтіру процедуралары үшін матрица ретінде қолдануға мүмкіндік береді.

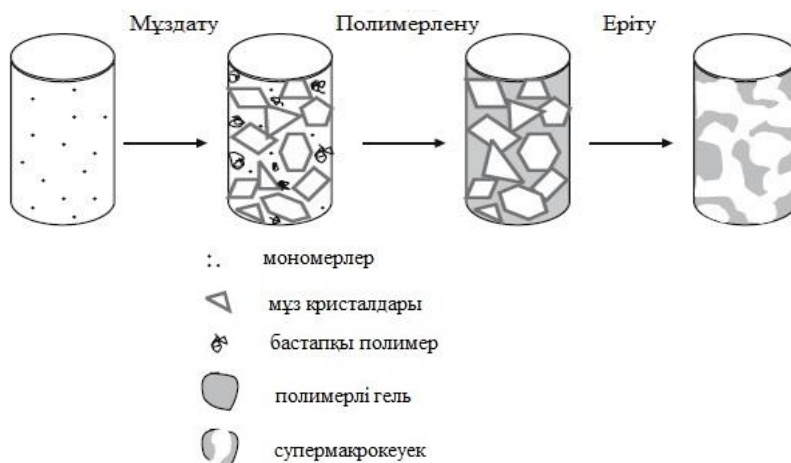
Биоүйлесімді криогельдерді өндіруде улы емес тігісті байланыс агенттерін қолдану да маңызды [12]. Әдебиетте хитозаннан немесе желатиннен криогельдерді алудың бір сатылы әдісін ұсынады. Осы мақсатта тотыққан декстран және 1,1,3,3-тетраметоксипропан сияқты улы емес және биологиялық ыдырайтын тігісті байланыс агенттері қолданылады. Хитозаннан алынған криогельдерінің ыдырау дәрежесі екі сатылы жолмен алынған криогельдерден 2 есе жоғары болды. Сонымен қатар, бұл криогельдер глутаральдегидпен байланысқан криогельдермен (~40 %) салыстырғанда *in vitro* фибробласт жасушаларына қолданғанда олардың жоғары өміршеңдігін (~80%) көрсетті. Осылайша, зиянды тігісті-байланыстырушы агенттерді қолданбай алынған криогельдерді жасушаларды өсіру және басқа биоүйлесімді және биологиялық ыдырайтын тіректерге, биомедициналық қолданбаларға пайдалануға болады.

#### **Биоүйлесімді криогельдерді алу жолдары**

Криотропты гель түзілуі макрокеуекті гидрофильді гельдерді (криогельдер деп аталады, грекше *kryos* бұл аяз немесе мұз дегенді білдіреді) алу үшін қолданылды. Полимер ғылымы тұрғысынан криогель типіндегі материалдар біраз уақыттан бері болғанымен,

оларды биотехнология саласында қолдану жақында ғана жүзеге асырылды. Осылайша, гидрофильді криогельдер биологиялық бөлінудің технологиялық күрделі процестерінде және жоғары өнімді талдауда қолдану үшін арнайы жасалған.

Криогельдер еріткіштің көп бөлігі қатып қалғанда, ал еріген заттар (мономерлер немесе криогельдің полимер прекурсорлары) гелдену орын алатын шағын қатпайтын аймақтарда шоғырланған кезде, нөлден төмен температурада гелдену процестерімен алынады. Кеуекті түзуші қызметін атқаратын еріткіш кристалдары (сулы орта жағдайында мұз) ерігеннен кейін жылжымалы фазаның ағыны үшін арналарды қамтамасыз ететін үздіксіз өзара байланысқан үлкен кеуектер жүйесі пайда болады (1-сурет). Кеуектің мөлшері ерітіндідегі прекурсорлардың бастапқы концентрациясына, олардың физика-химиялық қасиеттеріне және мұздату жағдайларына байланысты.



Сурет 1 – Криогель түзілуінің сызбанұсқасының көрінісі

Криогельдер – кеуектілігі, ісіну қабілеті жоғары және беткі ауданы жоғары өзара байланысқан макрокеуекті гидрогельдер. Криогельдің көптеген қасиеттері қолданылатын полимер мономер құрамын таңдауға байланысты. Криогель қасиеттеріне тігіс, кеуектер өлшемі, қабырға қалыңдығы және толтырғыштар немесе қоспаларды қосу сияқты басқа факторлар да әсер етеді. Криогель қабырғасының қалыңдығы мен тығыздығына, кеуек өлшеміне және кеуек көлемінің таралуына қолданылатын әдіс әсер етуі мүмкін, мысалы, мұздату жылдамдығы артқан сайын кішірек кеуектерді байқауға болады [23].

Криогельдердің бірнеше түрлері бар [24]:

- 1) полимерлеу және поликонденсация реакциялары кезінде түзілетін криогельдер;
- 2) «еріткіш – полимер – тігетін агент» жүйелерінде қалыптасатын криогельдер;
- 3) иондық криогельдер;
- 4) полимерлі фазаның физикалық торы бар криогельдер.

Гельдерді алудың екі негізгі жолы бар: біріншіден, полимердің (блок, пленка, ұнтақ) немесе криогельдің (еріткішсіз тігілген полимерлі тор) қолайлы төмен молекулалық сұйықтықта, екіншіден, сұйық ортада гель қалыптастыру арқылы (ерітінді немесе сәйкес гель жасаушылардың коллоидтық дисперсиясы). Екінші нұсқа-гельдерді қалыптастырудың ең көп таралған тәсілі [25].

#### **Биополимерлерден жасалған күрделі және композициялық криогельдер**

Күрделі, композициялық, гибриді криогельдердің синтезі зерттеушілерге материалдардың механикалық шығымын, заттардың химиялық қасиеттерін жақсартуға қатысты жағдайларды шешуге, сондай-ақ криогельдерге температура, рН сезімталдығымен және иондық күштің өзгеруіне жауап беру қабілетін беруге мүмкіндік береді. Сондықтан таза полимерлерге негізделген криогельдердің қолдану аймағы әлдеқайда аз, сондықтан олар аз қолданысқа ие.

Жұмысында хитозан мен натрий альгинаты негізінде аралық полиэлектролиттік комплексті криогельдерінің түзілу ерекшеліктері зерттелді. Комплекс түзілуі көршілес альгинатты полимер тізбектері мен хитозан амин топтарының L-гулулон қышқылының пираноза циклдерінің қарама-қарсы зарядталған карбоксил топтары арасындағы электростатикалық өзара әрекеттесу механизмі бойынша, сондай-ақ көптеген сутегі



байланыстары арқылы жүреді. Жүйеде артық лиофилизациялаушы компоненттің конформациялық күйі аралық полиэлектролит түзілу механизміне шешуші әсер ететіні көрсетілген. Хитозан мен альгинаттың байланысу дәрежесінің өзгеруі олардың әсерінен криогельдердің ішкі бетінің қалыптасуына айтарлықтай әсер ететіні анықталды. Жүйеде ең дамыған мезопоралық құрылым тығыз гельдер пайда болған уақытта алынады.

Пектин мен хитозан негізіндегі криогельдер криотропты гельдеу әдісімен алынды. 1% пектин ерітіндісі мұздатылған хитозан мен  $\text{CaCl}_2$  ерітіндісіне жанасып, пектин мен хитозанның массалық қатынасы 3: 1 болды. Криогель хитозан мен  $\text{CaCl}_2$  ерітіндісінің баяу еруімен  $15-22^\circ\text{C}$  температурада 4-6 сағат ішінде түзілді. Криогельдерге деацетилденудің жоғары дәрежесі бар хитозандарды қосу олардың деградация уақытын арттырады [5].

Хитозан мен гиалурон қышқылының (0, 10, 20, 30 және 50 мас. % гиалурон қышқылы) әртүрлі композицияларынан тұратын жаңа криогельдер алынды. Морфологиялық зерттеулер криогельдердің кеуектілігі 90-95 % екенін көрсетті. Криогельдердің механикалық қасиеттері таза хитозан криогельдеріне қарағанда жақсы екендігін көрсеткен. Жаңа криогельдер айтарлықтай цитотоксикалық әсерге ие емес және оларды тіндік инженерияда қолдануға болады [6].

### **Биоүйлесімді криогельдерді қолдану**

Криогельдердің физикалық және химиялық қасиеттері, мысалы, макрокеуектілігі, серпімділік, су өткізгіштік және химиялық модификацияның қарапайымдылығы, биотехнологияда, катализде, регенеративті медицина, суды тазарту сияқты әртүрлі салаларда үлкен практикалық қызығушылық тудырды.

Криогельдерді биотехнологияда хроматографиялық материалдар, молекулалар мен жасушаларды иммобилизациялауға арналған матрицалар және жасушалардың өсуіне негіз ретінде пайдалану жоғары биоүйлесімділікпен, уыттылықпен және жоғары механикалық өнімділікпен байланысты [7].

Жоғары кеуектіліктің арқасында криогельдер сұйықтықтардан әртүрлі заттарды сіңіре алады, бұл оларды экологиялық биотехнологияда зиянды қалдықтардың сүзгілері ретінде пайдалануға мүмкіндік береді. Сонымен, *Rhodococcus* түрінің иммобилизацияланған жасушалары бар PVS негізіндегі ковалентті емес криогельдердің мысалында [19], немесе нано-аралас темір және алюминий оксидтерінің бөлшектері [20], мысалы, полиароматты көмірсутектер [21], мышьяк, ауыр металдар [22] сияқты улы заттарды қоршаған ортадан (көбінесе судан) селективті алып тастау үшін осындай криогельдерді қолдану мүмкіндігі көрсетілді [17].

Биоүйлесімді криогельдер мен олардың композиттері медицинада дәрі-дәрмектерді жеткізу, жараларды емдеу және сүйек пен шеміршек тінін қалпына келтіру үшін материалдар ретінде қолданылады [9, 10]. Криогелизация әдісімен жасалған жақтаулар губка тәрізді, кеуектілігі жоғары, механикалық тұрақты, серпімді және кез келген қалаған пішінге оңай кесуге болады. Сондықтан криогель материалдары тіндік инженерия үшін үлкен қызығушылық тудырады.

### **Сүйек пен шеміршекті қалпына келтіру**

Сүйек пен шеміршек тіндердің басқа түрлерімен салыстырғанда салыстырмалы түрде қатаң құрылымдар болып табылады. Сондықтан мұндай тіндерді қалпына келтіруге арналған материалдар тиісті механикалық сипаттамаларға ие болуы керек, сонымен қатар остеоциттердің (сүйек жасушалары) және хондроциттердің (шеміршек жасушалары) өнуіне жарамды болуы керек. Криогельдер кеуектілігі мен функционалдығына байланысты шеміршек пен сүйек инженериясында қолдануға өте перспективалы материалдар болып табылады. Қажетті механикалық беріктікке Бейорганикалық толтырғыштарды енгізу арқылы қол жеткізіледі. Мысалы, [11] авторлар кремний, кальций және фосфор оксидтеріне негізделген нанобиостеклмен модификацияланған хитозан/хондроитин сульфаты полиэлектролит комплексі пайдаланды. Композиттегі нано-әйнектің массалық құрамының артуы композиттің механикалық беріктігінің жоғарылауына және кеуектер мөлшерінің азаюына әкеледі. *In vivo* зерттеулер жоғары биологиялық белсенділікті көрсетті: биоапатиттің жоғарылауы, тері тесігінің мөлшері, кеуектілігі және биологиялық жағдайда қолайлы механикалық беріктігі.

Полисахаридті функционалды компоненттері бар коллаген криогельдері (декстран және карбоксиметилцеллюлоза) жақсы био – және гемосәйкестікті көрсетті. Бұл

криогельдерді тіндік инженерия мен регенеративті медицинада қолдану үшін әлеуетті тірек ретінде пайдалануға болады [10].

Алма пектині мен хитозан негізіндегі криогельдер адгезияға қарсы бөгет материалдары ретінде қолданылады [13]. Адгезияға қарсы әсер алма пектиніне негізделген криогельдердің биодеградациясының қысқа уақытына байланысты қамтамасыз етіледі, хогвид пектиніне негізделген ыдырамайтын криогельдер адгезияға қарсы әсер етпейді [14].

Гликольді хитозан және  $\epsilon$ -полилизин негізіндегі криогельдер сериясы қан кетуді айтарлықтай азайтады. Е-полилизинді қосу көп дәріге төзімді бактериялық инфекцияны жою қабілетін айтарлықтай арттырады. Криогельмен өңделген жараларды емдеу тиімділігі бақылаумен салыстырғанда айтарлықтай жоғары болды. Полисахарид-пептидті криогельдер қан кетуді бақылау және мл-жұқтырған жараларды емдеу үшін бәсекеге қабілетті көп функциялы жара таңғыштарына айналуы мүмкін [14].

Гидроизоляциялық жұмыстар жүргізу үшін, мысалы, Солтүстік өңірлерде мұнай және газ кен орындарында гидробарьерлік экрандарды жасау үшін арматуралық қабат ретінде реттелетін гидрофобты қасиеттері бар криотропты полимерлі композицияларды пайдалану перспективалы болып келеді. Криогель түзетін композициямен бекітілген жер асты қабатының арматуралық қабаты топырақ қабаттарын бір-біріне жылжудан қорғайды, сонымен қатар маусымдық температура ауытқулары кезінде гидрооқшаулағыш ретінде қызмет етеді.

Криотропты материал криогель түзетін композицияның тұтқыр ағынды күйден үлкен қайтымды деформацияларға қабілетті серпімді полимер денесіне (криогель) фазалық ауысуы нәтижесінде мұздату-еріту циклінен кейін түзіледі. Әрбір цикл сайын криогельдің күші артады [15].

Криогель матрицасына әртүрлі толтырғыштарды енгізу жақсартылған гидрооқшаулағыш, жылу оқшаулағыш және механикалық қасиеттері бар материал алуға мүмкіндік береді. Осылайша, криогельдердің жаңа құрамдарын жасау және оларды солтүстік өңірлер жағдайында мұнай-газ кен орындарында қолдану мұнай-газ кен орнының объектілерін бұзылудан қорғайды және олардың қызмет ету мерзімін ұзартады [16].

#### Әдебиеттер

1. Okay O. Production of Macroporous Polymeric Materials by Phase Separation Polymerization // *Macroporous Polymers: Production Properties and Biotechnological / Biomedical Applications*. Mattiasson B. et al. – Boca Raton: CRC Press, 2010. – P. 1-22.
2. Филиппова О. «Умные» полимерные гидрогели / *Природа*. – 2005. – N 8. – С. 11-17.
3. Лозинский В.И. Криогели на основе природных и синтетических полимеров: получение, свойства и области применения / *Успехи химии*. – 2002. – N 71(6). – С. 559-585.
4. Nikanorov V.V. Synthesis and characteristics of cryogels of chitosan crosslinked by glutaric aldehyde / V.V. Nikanorov, R.V. Ivanov, N.R. Kil'deeva, L.N. Bulatnikova, V.I. Lozinsky / *Polymer Science. Series A*. – 2010. – Vol. 52(8). – P. 828-834. (DOI: 10.1134/s0965545x10080092).
5. Alkan H. Antibody purification with protein A attached supermacroporous poly(hydroxyethyl methacrylate) cryogel / H. Al-kan, N. Bereli, Z. Baysal, A. Denizli // *Biochemical engineering journal*. – 2009. – Vol. 45(3). – P. 201-208. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2009.03.013>.
6. Krajnc N. Monolithic macroporous polymers as chromatographic matrices / N. Krajnc, F. Smrekar, V. Frankovic, A. Trancar, A. Podgornik // *Macroporous polymers: production properties and biotechnological/biomedical applications* / Mattiasson B. et al. – Boca Raton: CRC Press. 2010. – P. 291-334. (DOI: 10.1201/9781420084627-c12).
7. Dainiak M. Cryogels as matrices for cell separation and cell cultivation / M. Dainiak, A. Kumar, I. Galaev, B. Mattiasson // *Macroporous polymers: production properties and biotechnological/biomedical applications* / Mattiasson B. et al. – Boca Raton: CRC Press, 2010. – P. 363-404. (DOI: 10.1201/9781420084627-c14).
8. Akilbekova D. Biocompatible scaffolds based on natural polymers for regenerative medicine / D. Akilbekova, M. Shaimerde-nova, S. Adilov, D. Berillo // *International Journal of Biological Macromolecules*. – 2018. – Vol. 114. – P. 324-333. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.03.116>
9. Wu S.Q. Cryogel biocomposite containing chitosan-gelatin/cerium-zinc doped hydroxyapatite for bone tissue engineering / S.Q. Wu, S.Z. Ma, C. Zhang, G.Q. Cao, D.J. Wu, C.Z. Gao, S. Lakshmanan // *Saudi Journal of Biological Sciences*. – 2020. – Vol. 27(10). – P.

2638-2644. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.05.045>.

10. Offeddu G.S. Cartilage-like electrostatic stiffening of responsive cryogel scaffolds / G.S. Offeddu, I. Mela, P. Jeggle, R.M. Henderson, S.K. Smoukov, M.L. Oyen // *Scientific Reports*. – 2017. – Vol. 7. – P. 1-10. <https://doi.org/10.1038/srep42948>.
11. Kuo C.-Y. Incorporation of chitosan in biomimetic gelatin/chondroitin-6-sulfate/hyaluronan cryogel for cartilage tissue engineering / C.-Y. Kuo, C.-H. Chen, C.-Y. Hsiao, J.-P. Chen // *Carbohydrate Polymers*. – 2015. – Vol. 117. – P. 722-730.
12. Brovko O.S. Gels of sodium alginate-chitosan interpolyelectrolyte complexes / O.S. Brovko, I.A. Palamarchuk, N.A. Val'chuk, D.G. Chukhchin, K.G. Bogolitsyn, T.A. Boitsova // *Russian Journal of Physical Chemistry A*. – 2017. – Vol. 91(8). – P. 1580-1585. <https://doi.org/10.1134/S0036024417160014>.
13. Shalumon K.T. Rational design of gelatin/nanohydroxyapatite cryogel scaffolds for bone regeneration by introducing chemical and physical cues to enhance osteogenesis of bone marrow mesenchymal stem cells / K.T. Shalumon, H.T. Liao, C.Y. Kuo, C.B. Wong, C.J. Li, P.A. Mini, J.P. Chen // *Materials Science & Engineering C-Materials for Biological Applications*. – 2019. – vol. 104. – P. 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2019.109855>.
14. Klivenko A.N., Mussabayeva B.Kh., Gaisina B.S., Sabitova N. Biocompatible cryogels: preparation and application // *Bulletin of the University of Karaganda – Chemistry*. – 2021. № 3(103). – P. 4-20. (DOI:org/10.31489/2021Ch3/4-20).
15. Лозинский В.И. Криотропное гелеобразование растворов поливинилового спирта / В.И. Лозинский // *Успехи химии*. – 1998. – Т. 67, № 7. – С. 641-655.
16. Алтунина Л.В., Никулин Е.В., Бурков П.В., Фуфаева, М.С. Бурков В.П. Применение криогелей при сооружении объектов нефтегазового сектора / *Neftegaz.RU*. – 2021. – № 12. – С.80-92.
17. S. Bhat, A. Iripathi, A. Kumar. Supermacroporous chitosan agarose genipin cryogels: In vitro characterization and in vivo assessment for cartilage tissue engineering / *J. R. Soc. Interface*. – 2011. – Vol. 8. – No. 57. – P. 540-554.
18. V.M. Gun'ko, I.N. Savina, S.V. Mikhailovsky. Cryogels: morphological, structural and adsorption characterisation / *Adv. Coll. Interface Sci*. – 2013. – Vol. 187-188. – No. 1. – P. 1-46.
19. M.S. Kuyukina, B. Ivshina, M.K. Serebrennikova, A.B. Krivorutchko, E.A. Po-dorozhko, R.V. Ivanov, V.I. Lozinsky. Petroleum-contaminated water treatment in a fluidized-bed bioreactor with immobilized *Rhodococcus* cells / *Int. Biodeterior. Biodegradation*. – 2009 – Vol. 63. – No. 4. – P. 427-432.
20. L. Onnby, C. Svensson, L. Mbundi, R. Busquets, A. Cundy, H. Kirsebom  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-based nanocomposite adsorbents for arsenic (V) removal: Assessing performance, toxicity and particle leakage / *Sci. Total Environ*. – 2013. – Vol. 473. – No. 1. – P. 207-214.
21. A. Gupta, J. Sarkar, A. Kumar. High throughput analysis and capture of benzo [a]pyrene using supermacroporous poly (4-vinyl pyridine-co-divinyl benzene) cryogel matrix / *J. Chromatogr. A*. – 2013. – Vol. 1278. – No. 1. – P. 16-21.
22. L. Onnby, C. Giorgi, F.M. Plieva, B. Mattiasson Removal of heavy metals from water effluents using supermacroporous metal chelating cryogels / *Biotechnol. Prog*. – 2010. – Vol. 26. – No. 5. – P. 1295-1302.
23. Henderson, T. M. A. Cryogels for biomedical applications / T. M. A. Henderson, K. Ladewig, D. N. Haylock, K. M. McLean, A. J. O'Connor // *J. Mater. Chem. B*. – 2013. – № 1. – P. 2682-2695. (DOI:10.1039/c3tb20280a).
24. Лозинский В.И. Криогели на основе природных и синтетических полимеров: получение, свойства и области применения / В.И. Лозинский // *Успехи химии*. – 2002. – № 71. – С. 559-571.
25. Verma, A. Polyelectrolyte complex- an overview / A.Verma, A. Verma // *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. – 2013. – Vol. 4(5). – P. 1684-1691.

## References

1. Okay O. Production of Macroporous Polymeric Materials by Phase Separation Polymerization // *Macroporous Polymers: Production Properties and Biotechnological/Biomedical Applications* / Mattiasson B. et al. – Boca Raton: CRC Press, 2010. – P. 1-22.
2. Filippova O. «Smart» polymer hydrogels // *Nature*. – 2005. – N 8. – С. 11-17. (In Russian)
3. Lozinsky V.I. Cryogels based on natural and synthetic polymers: preparation, properties and

- applications // *Uspekhi khimii*. – 2002. – N 71(6). – С. 559-585 (In Russian).
4. Nikanorov V.V. Synthesis and characteristics of cryogels of chitosan crosslinked by glutaric aldehyde / V.V. Nikanorov, R.V. Ivanov, N.R. Kil'deeva, L.N. Bulatnikova, V.I. Lozinsky // *Polymer Science. Series A*. – 2010. – Vol. 52(8). – P. 828–834. (DOI: 10.1134/s0965545x10080092).
  5. Alkan H. Antibody purification with protein A attached supermacroporous poly(hydroxyethyl methacrylate) cryogel / H. Al-kan, N. Bereli, Z. Baysal, A. Denizli // *Biochemical engineering journal*. – 2009. – Vol. 45(3). – P. 201–208. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2009.03.013>
  6. Krajnc N. Monolithic macroporous polymers as chromatographic matrices / N. Krajnc, F. Smrekar, V. Frankovic, A. Trancar, A. Podgornik // *Macroporous polymers: production properties and biotechnological/biomedical applications* / Mattiasson B. et al. – Boca Raton: CRC Press. 2010. – P. 291-334. (DOI: 10.1201/9781420084627-c12).
  7. Dainiak M. Cryogels as matrices for cell separation and cell cultivation / M. Dainiak, A. Kumar, I. Galaev, B. Mattiasson // *Macroporous polymers: production properties and biotechnological/biomedical applications* / Mattiasson B. et al. – Boca Raton: CRC Press, 2010. – P. 363-404. (DOI: 10.1201/9781420084627-c14).
  8. Akilbekova D. Biocompatible scaffolds based on natural polymers for regenerative medicine / D. Akilbekova, M. Shaimerde-nova, S. Adilov, D. Berillo // *International Journal of Biological Macromolecules*. – 2018. – Vol. 114. – P. 324-333. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.03.116>
  9. Wu S.Q. Cryogel biocomposite containing chitosan-gelatin/cerium-zinc doped hydroxyapatite for bone tissue engineering / S.Q. Wu, S.Z. Ma, C. Zhang, G.Q. Cao, D.J. Wu, C.Z. Gao, S. Lakshmanan // *Saudi Journal of Biological Sciences*. – 2020. – Vol. 27(10). – P. 2638-2644. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.05.045>.
  10. Offeddu G.S. Cartilage-like electrostatic stiffening of responsive cryogel scaffolds / G.S. Offeddu, I. Mela, P. Jeggle, R.M. Henderson, S.K. Smoukov, M.L. Oyen // *Scientific Reports*. – 2017. – Vol. 7. – P. 1-10. <https://doi.org/10.1038/srep42948>.
  11. Kuo C.-Y. Incorporation of chitosan in biomimetic gelatin/chondroitin-6-sulfate/hyaluronan cryogel for cartilage tissue engineering / C.-Y. Kuo, C.-H. Chen, C.-Y. Hsiao, J.-P. Chen // *Carbohydrate Polymers*. – 2015. – Vol. 117. – P. 722-730.
  12. Brovko O.S. Gels of sodium alginate–chitosan interpolyelectrolyte complexes / O.S. Brovko, I.A. Palamarchuk, N.A. Val'chuk, D.G. Chukhchin, K.G. Bogolitsyn, T.A. Boitsova // *Russian Journal of Physical Chemistry A*. – 2017. – Vol. 91(8). – P. 1580-1585. <https://doi.org/10.1134/S0036024417160014>.
  13. Shalumon K.T. Rational design of gelatin/nanohydroxyapatite cryogel scaffolds for bone regeneration by introducing chemical and physical cues to enhance osteogenesis of bone marrow mesenchymal stem cells / K.T. Shalumon, H.T. Liao, C.Y. Kuo, C.B. Wong, C.J. Li, P.A. Mini, J.P. Chen // *Materials Science & Engineering C-Materials for Biological Applications*. – 2019. – vol. 104. – P. 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2019.109855>.
  14. Klivenko A.N., Mussabayeva B.Kh., Gaisina B.S., Sabitova .N. Biocompatible cryogels: preparation and application // *Bulletin of the University of Karaganda – Chemistry*. – 2021. – № 3(103). – P. 4-20. (DOI: [10.31489/2021Ch3/4-20](https://doi.org/10.31489/2021Ch3/4-20)).
  15. Lozinsky V.I. Cryotropic gelation of polyvinyl alcohol solutions / V.I. Lozinsky // *Advances in Chemistry*. – 1998. – V.67, No. 7. – S. 641-655 (In Russian).
  16. Altunina L.V., Nikulin E.V., Burkov P.V., Fufaeva M.S., Burkov V.P. The use of cryogels in the construction of oil and gas facilities // *Neftegaz.RU*. – 2021. – No. 12. – S. 80-92. (In Russian)
  17. S. Bhat, A. Iripathi, A. Kumar. Supermacroporous chitosan agarose genipin cryogels: In vitro characterization and in vivo assessment for cartilage tissue engineering // *J.R. Soc. Interface*. – 2011. – Vol. 8. – No. 57. – P. 540-554.
  18. V.M. Gun'ko, I.N. Savina, S.V. Mikhailovsky. Cryogels: morphological, structural and adsorption characterisation // *Adv. Coll. Interface Sci*. – 2013. – Vol. 187-188. – No. 1. – P. 1-46.
  19. M.S. Kuyukina, B. Ivshina, M.K. Serebrennikova, A.B. Krivorutchko, E.A. Podorozhko, R.V. Ivanov, V.I. Lozinsky. Petroleum-contaminated water treatment in a fluidized-bed bioreactor with immobilized *Rhodococcus* cells // *Int. Biodeterior. Biodegradation*. – 2009 – Vol. 63. – No. 4. – P. 427-432.
  20. L. Onnby, C. Svensson, L. Mbundi, R. Busquets, A. Cundy, H. Kirsebom  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-based nanocomposite adsorbents for arsenic (V) removal: Assessing performance, toxicity and particle leakage // *Sci. Total Environ*. – 2013. – Vol. 473. – No. 1. – P. 207-214.

21. A. Gupta, J. Sarkar, A. Kumar. High throughput analysis and capture of benzo [a]-pyrene using supermacroporous poly (4-vinyl pyridine- co-divinyl benzene) cryogel matrix // J. Chromatogr. A. – 2013. – Vol. 1278 – No. 1. – P. 16-21.
22. L. Onnby, C. Giorgi, F.M. Plieva, B. Mattiasson Removal of heavy metals from water effluents using supermacroporous metal chelating cryogels // Biotechnol. Prog. – 2010. – Vol. 26. – No. 5. – P. 1295-1302.
23. Henderson, T. M. A. Cryogels for biomedical applications / T. M. A. Henderson, K. Ladewig, D. N. Haylock, K. M. McLean, A. J. O'Connor // J. Mater. Chem. B. – 2013. – № 1. – P. 2682-2695. (DOI:10.1039/c3tb20280a).
24. Lozinsky V.I. Cryogels based on natural and synthetic polymers: preparation, properties and applications / V.I. Lozinsky // Uspekhi khimii. – 2002. – No. 71. – pp. 559-571 (In Russian).
25. Verma, A. Polyelectrolyte complex- an overview / A.Verma, A. Verma // International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2013. – Vol. 4(5). – P. 1684-1691.

**Б.С. Гайсина\*, Л.К. Оразжанова, А.Н. Сабитова, Б.Б. Баяхметова, Ж.Ш. Шарипхан**  
 Университет имени Шакарима города Семей,  
 071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки 20 А  
 \*e-mail: balzhan-1982@mail.ru

### **СИНТЕЗ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОСОВМЕСТИМЫХ КРИОГЕЛЕЙ**

*Биосовместимые криогели-это вещества с очень высокой перспективой для получения функциональных материалов. Макропористая структура имеет большое значение для использования криогелей в качестве важных материалов в медицине, катализе и некоторых областях биотехнологии. В этом обзоре авторы сосредоточились на методах получения криогелей на основе биополимеров, интерполиэлектролитных комплексов биополимеров и композитных криогелей на их основе. Сначала будет рассмотрена краткая теоретическая информация о свойствах криогелей и методах получения криогелей на основе биополимеров. Во второй части обзора собраны последние достижения в производстве криогеля на основе биополимерных комплексов и композитных криогелей. Рассматриваются особенности криогельного синтеза и факторы, влияющие на требуемые конечные свойства криогельных материалов. В третьей части обзора изучены области применения биосовместимых криогелей на нефтяных и газовых месторождениях рассматриваемого типа в биотехнологии, катализе и медицине. В биотехнологии криогельные материалы используются для иммобилизации молекул и биологических клеток, в качестве основы для роста клеток и в качестве хроматографических материалов для разделения клеток. В катализе криогельные материалы используются в качестве матрицы для иммобилизации металлических наночастиц и ферментов. Биосовместимые криогели и композиты на их основе широко используются в медицине для восстановления костной и хрящевой ткани, а также для правильного переноса лекарственных средств, обеспечивая высвобождение лекарственных веществ в организме. Перспективным является использование криотропных полимерных композиций с регулируемыми гидрофобными свойствами в качестве армирующего слоя для создания гидробарьерных экранов на нефтяных и газовых месторождениях.*

**Ключевые слова:** криогель, биосовместимый, биополимер, макропористый, полисахарид, катализ, биотехнология.

**B. Gaisina\*, L. Orazzhanova, A. Sabitova, B. Bayakhmetova, Z. Sharipkhan**  
 Shakarim University Semey,  
 071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinka Street  
 \*e-mail: balzhan-1982@mail.ru

### **SYNTHESIS AND APPLICATION OF BIOCOMPATIBLE CRYOGELS**

*Biocompatible cryogels are substances with a very high prospect for obtaining functional materials. The macroporous structure is of great importance for the use of cryogels as important materials in medicine, catalysis and some areas of biotechnology. In this review, the authors*

*focused on methods for producing cryogels based on biopolymers, interpolyelectrolyte complexes of biopolymers and composite cryogels based on them. First, a brief theoretical information on the properties of cryogels and methods for producing cryogels based on biopolymers will be considered. The second part of the review contains the latest achievements in the production of cryogel based on biopolymer complexes and composite cryogels. The features of cryogenic synthesis and factors affecting the required final properties of cryogenic materials are considered. In the third part of the review, the fields of application of biocompatible cryogels in oil and gas fields of the type under consideration in biotechnology, catalysis and medicine are studied. In biotechnology, cryogenic materials are used to immobilize molecules and biological cells, as a basis for cell growth and as chromatographic materials for cell separation. In catalysis, cryogenic materials are used as a matrix for the immobilization of metal nanoparticles and enzymes. Biocompatible cryogels and composites based on them are widely used in medicine to restore bone and cartilage tissue, as well as for the proper transfer of drugs, ensuring the release of drugs in the body. The use of cryotropic polymer compositions with controlled hydrophobic properties as a reinforcing layer for creating hydro barrier screens in oil and gas fields is promising.*

**Key words:** cryogel, biocompatible, biopolymer, macroporous, polysaccharide, catalysis, biotechnology.

#### **Авторлар туралы мәліметтер**

**Балжан Сайлауовна Гайсина\*** – докторант, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, 071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., e-mail: balzhan-1982@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8468-2744.

**Лаззят Каметаевна Оразжанова** – химия ғылымдарының кандидаты, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, 071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., e-mail: lyazzat.7070@mail.ru, ORCID: 0000-0001-7881-0589.

**Альфира Нуржанқызы Сабитова** – PhD, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, 071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., e-mail: alfa-1983@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3360-7998.

**Булбул Баяхметовна Баяхметова** – химия ғылымдарының кандидаты, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, 071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., e-mail: bulbul.bayahmetova@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5663-5107.

**Жанна Шәріпхан** – магистр, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, 071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., e-mail: zhanka\_81@mail.ru, ORCID: 0000-0002-2484-7287.

#### **Сведения об авторах**

**Балжан Сайлауовна Гайсина\*** – докторант кафедры химической технологии и экологии, Университет имени Шакарима города Семей, 071412, Республика Казахстан, г. Семей, e-mail: balzhan-1982@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8468-2744.

**Лаззят Каметаевна Оразжанова** – кандидат химических наук кафедры химической технологии и экологии, Университет имени Шакарима города Семей, 071412, Республика Казахстан, г. Семей, e-mail: lyazzat.7070@mail.ru, ORCID: 0000-0001-7881-0589.

**Альфира Нуржановна Сабитова** – PhD, кафедры химической технологии и экологии, Университет имени Шакарима города Семей, 071412, Республика Казахстан, г. Семей, e-mail: alfa-1983@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3360-7998.

**Булбул Баяхметовна Баяхметова** – кандидат химических наук кафедры химической технологии и экологии, Университет имени Шакарима города Семей, 071412, Республика Казахстан, г. Семей, e-mail: bulbul.bayahmetova@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5663-5107.

**Жанна Шәріпхан** – магистр кафедры химической технологии и экологии, Университет имени Шакарима города Семей, 071412, Республика Казахстан, г. Семей, e-mail: zhanka\_81@mail.ru, ORCID: 0000-0002-2484-7287.

#### **Information about authors**

**Balzhan Saylauovna Gaisina** – doctoral student, Shakarim Semey University, Semey, Kazakhstan, e-mail: balzhan-1982@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8468-2744.

**Lazzat Kametaevna Orazzhanova** – Candidate of Chemical Sciences, Shakarim Semey University, Semey, Kazakhstan, e-mail: lyazzat.7070@mail.ru, ORCID: 0000-0001-7881-0589.

**Alfira Nurzhanovna Sabitova** – PhD, Shakarim Semey University, Semey, Kazakhstan, e-mail: alfa-1983@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3360-7998.

**Bulbul Bayakhmetovna Bayakhmetova** – Candidate of Chemical Sciences, Shakarim Semey University, Semey, Kazakhstan, e-mail: bulbul.bayahmetova@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5663-5107.

**Zhanna Sharipkhan** – master of Chemistry, Shakarim Semey University, Semey, Kazakhstan, e-mail: zhanka\_81@mail.ru, ORCID: 0000-0002-2484-7287.

*Материал 25.05.2022 ж. баспаға түсмі.*

DOI: 10.53360/2788-7995-2022-1(5)-2

МРНТИ: 50.43.19

**А.Д. Золотов\*, А.Ж. Сайлаубекова, Е.А. Оспанов, Д.В. Мясоедов**

Университет имени Шакарима города Семей,  
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

\*e-mail: azol64@mail.ru

## **УПРАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ**

**Аннотация:** Одним из перспективных и эффективных подходов современной теории управления сложных технологических систем в условиях неопределенности, вызванной нечеткостью исходной информации, является подход, основанный на применении методов экспертных оценок и теории нечетких множеств.

В данной статье приведено исследование свойств системы автоматического регулирования с применением псевдолинейного нечеткого ПИД-регулятора, построенного на базе корректирующего устройства с фазовым опережением.

Одним из альтернативных методов построения систем управления и регулирования объектами, нечетко определенными с точки зрения классической теории является использование так называемых контроллеров нечеткой логики.

Поэтому разработка регуляторов нечеткого управления на базе существующих микроконтроллеров является весьма актуальной задачей, так как псевдолинейный нечеткий регулятор, построенный на основе нечетких множеств и нечеткого логического ввода-вывода, в условиях неопределенности возмущающего воздействия, способен обеспечить более высокие показатели качества переходного процесса, чем традиционный ПИД-регулятор.

В качестве псевдолинейных корректирующих устройств (ПКУ) используем: КУ с амплитудным подавлением, с фазовым опережением и с отдельными каналами для амплитуды и фазы, так как один из основных недостатков ПИД-регулятора является наличие фазового запаздывания и высокая чувствительность к помехам в измерительном канале.

**Ключевые слова:** Микроконтроллер, регулятор, псевдолинейное корректирующее устройство, контроллер нечеткой логики, качество переходного процесса.

Одним из перспективных и эффективных подходов современной теории управления сложных технологических систем в условиях неопределенности, вызванной нечеткостью исходной информации, является подход, основанный на применении методов экспертных оценок и теории нечетких множеств [1]. Технологические процессы, характеризующиеся многокритериальностью, функционируют в основном, в нечеткой среде. Поэтому, для оптимального управления режимами работы таких систем, необходимо учесть вектора критериев и нечеткость исходной информации.

По сравнению с традиционными методами анализа и вероятностным подходом методы нечеткого управления позволяют быстро производить анализ задачи и получать результаты с высокой точностью. Основные преимущества применения нечеткой логики для решения

задач автоматизации по сравнению с традиционными подходами теории автоматического управления состоят в следующем [2]:

- значительное повышение быстродействия процессов управления при использовании нечетких контроллеров;
- возможность создания систем управления для объектов, алгоритмы функционирования которых трудно формализуемы методами традиционной математики;
- возможность синтеза адаптивных регуляторов на базе классических ПИД регуляторов;
- повышение точности алгоритмов фильтрации случайных возмущений при обработке информации от датчиков;
- снижение вероятностей ошибочных решений при функционировании управляющих алгоритмов, что позволяет увеличить срок службы технологического оборудования.

Традиционные системы автоматизированного управления технологическими процессами строятся на основе линейных моделей объектов, построенных по некоторым критериям оптимальности. Полученные таким образом регуляторы являются оптимальными и устойчивыми по отношению к заложенным в их основу моделям реальных технологических процессов – объектов управления и регулирования. Однако часто методы упрощения и линеаризации, применяемые к нелинейным, динамическим, нечетко определенным объектам не дают ожидаемых результатов устойчивого управления и желаемого качества управления реальным технологическим процессом. С увеличением сложности структуры объекта и выполняемых им функций становится все сложнее использовать классические методы управления.

Одним из альтернативных методов построения систем управления и регулирования объектами, нечетко определенными с точки зрения классической теории (для которых не получена аналитическая модель), является использование так называемых контроллеров нечеткой логики.

Поэтому разработка регуляторов нечеткого управления на базе существующих микроконтроллеров является весьма актуальной задачей, так как псевдолинейный нечеткий регулятор, построенный на основе нечетких множеств и нечеткого логического вывода-вывода, в условиях неопределенности возмущающего воздействия, способен обеспечить более высокие показатели качества переходного процесса, чем традиционный ПИД-регулятор.

Так как в настоящее время большинство САП строится на базе свободно программируемых промышленных контроллеров, поэтому имеется возможность создать систему с применением нечеткого регулятора.

Рассмотрим синтез нечеткого ПИД регулятора на базе микроконтроллера SIMATIC S7-1200 при помощи пакета прикладных программ MatLab.

Структура нечеткого регулятора совпадает со структурой нечеткой модели с одним выходом и зависит от объекта управления и процесса управления, а также от требований к его качеству. Поскольку сфера применения нечеткого управления очень широка, возможны различные структуры регулятора, отличающиеся числом входов, нечеткими множествами, функциями принадлежности, формой управляющих правил, типами механизмов вывода и методами дефазификации.

На вход регулятора поступает необходимое для решения конкретной задачи число входных сигналов. В нечетком регуляторе происходит процедура фазификации, т.е. исходя из текущего значения четкого сигнала, на основании известных функций принадлежности каждому сигналу четкого вектора присваивается определенное входное значение.

Программа нечеткого логического вывода (FIS-структура) на основании нечеткой базы знаний ставит в соответствие каждому входному вектору значений выходной нечеткий вектор, являющийся результатом нечеткого логического вывода. Значениям лингвистических переменных, составляющих выходной вектор, на основании функций принадлежности ставятся в соответствие определенные четкие значения, образующие выходной четкий вектор, т.е. происходит процедура дефазификации.

В нечетком регуляторе на основе сформулированных правил типа ЕСЛИ-ТО осуществляется формирование логического решения – получение нечеткого множества в форме результирующей функции принадлежности. Перевод текущих значений входных



переменных нечеткого регулятора в лингвистические величины называют процедурой фаззификации.

Структурная схема с нечетким псевдолинейным регулятором приведена на рисунке 1.

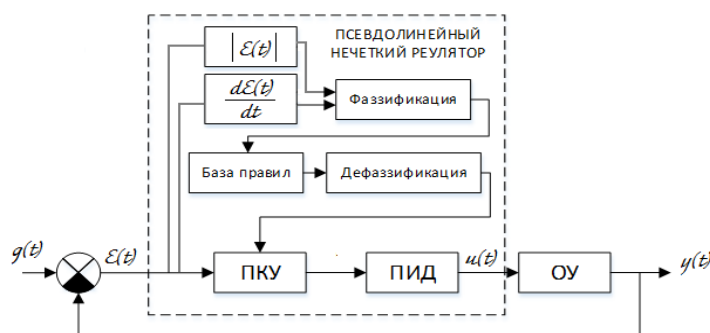
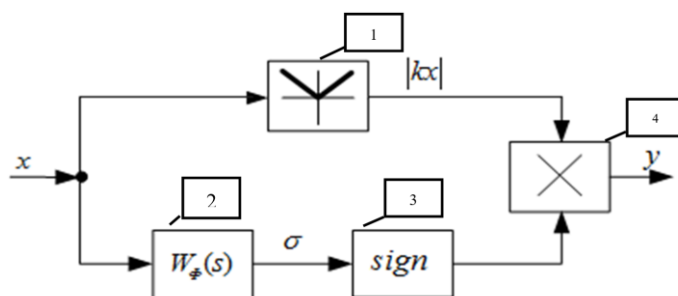


Рисунок 1 – Структурная схема с нечетким псевдолинейным регулятором

Псевдолинейный нечеткий регулятор включает в свой состав нечеткое псевдокорректирующее устройство (рис. 2) последовательно соединенное с классическим ПИД-регулятором. Подстройка параметров ПКУ осуществляется по модулю ошибки и скорости изменения ошибки.



1 – блок определения модуля, 2 – интегро-дифференцирующее звено, 3 – знаковый оператор Sign, 4 – устройство перемножения

Рисунок 2 – Схема псевдолинейного корректирующего устройства с фазовым опережением.

Используем ПКУ с фазовым опережением, так как основным недостатком ПИД-регулятора является наличие фазового запаздывания и высокая чувствительность к помехам в измерительном канале, поэтому он не всегда может дать хорошее качество регулирования [3].

Проверка работоспособности нечеткого регулятора проводилась в пакете Simulink среды MatLab на примере САР одноконтурной системы с ПИД и нечетким регулятором при изменении значения параметра объекта управления (рис. 4).

Моделируем САР в ППП MatLab Simulink (рис. 3).

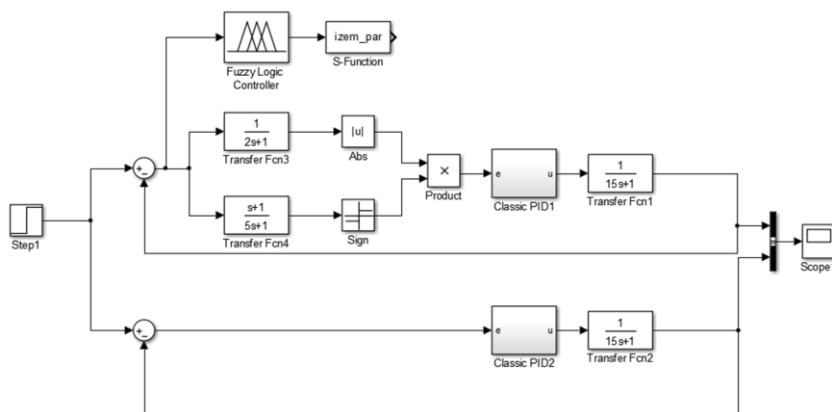


Рисунок 3 – Структурная схема САР

Получаем графики переходных процессов для объекта управления с исходными

изменившимся значением постоянной времени. При этом значения параметров регуляторов обеих систем являются неизменными. На рисунках кривая 1 соответствует системам с псевдолинейным нечетким ПИД-регулятором, а кривая 2 соответствует системам с со стандартным ПИД-регулятором.

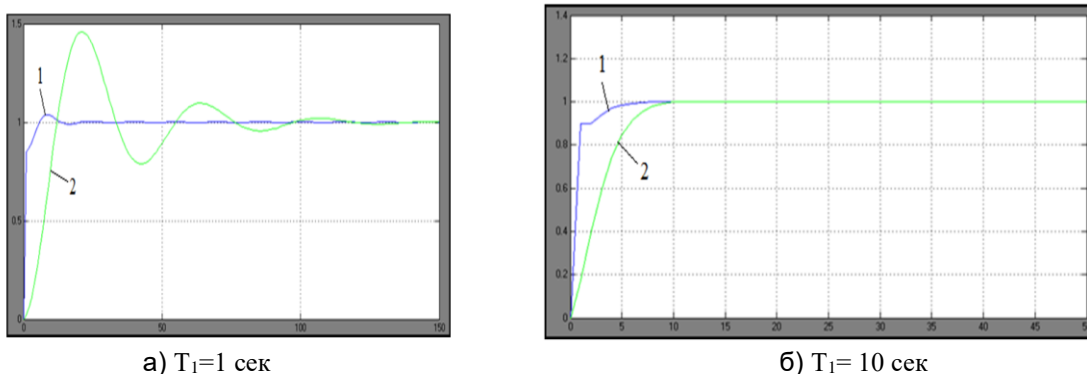


Рисунок 4 – Кривые переходного процесса

Из графиков видно, что качество регулирования системы с псевдолинейным нечетким ПИД-регулятором значительно лучше, чем системы с ПИД-регулятором при изменившихся параметрах объекта управления. Входящее в состав псевдолинейное корректирующее устройство позволяет обеспечить хорошее качество регулирования при изменении параметров объекта управления, что достигается путем определения его параметров на основе аппарата нечеткой логики.

#### Заключение

В результате получившихся показателей качества регулирования получили, что система управления с нечетким регулятором в отличие от традиционного ПИД-регулятора при применении к исследуемому объекту обладает нулевым перерегулированием, меньшей величиной динамической ошибки и меньшим временем регулирования.

#### Список литературы

1. Джарратино Д. Экспертные системы: принципы разработки и программирование / – 4-е изд. – М: ООО «И.Д. Вильямс». – 2007. – 1152 с.
2. Gronostajski Z. The expert system supporting the assessment of the durability of forging tools / International journal of advanced manufacturing technology. – 2016. –V. 82. – № 9. – P. 1973-1991.
3. Скороспешкин М.В., Псевдолинейный регулятор / Автоматика и программная инженерия. – 2013. – № 3(5). – С. 27-29.

#### References

1. Giarratano D. Expert systems: principles of development and programming. / – 4th ed. – M: I.D. Williams LLC. – 2007. – 1152 p. (In Russian).
2. Gronostajski Z. The expert system supporting the assessment of the durability of forging tools / International journal of advanced manufacturing technology. – 2016. – V. 82. – No. 9. – P. 1973-1991.
3. Skorospeshkin M.V., Pseudolinear regulator / Automation and software Engineering. – 2013. – № 3(5). – P. 27-29. (In Russian).

**А.Д. Золотов\*, А.Ж. Сайлаубекова, Е.А. Оспанов, Д.В. Мясоедов**  
Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,  
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки к-сі, 20 А  
\*e-mail: azol64@mail.ru

## **БАСТАПҚЫ АҚПАРАТТЫҢ БЕЛГІСІЗДІГІ ЖАҒДАЙЫНДА КҮРДЕЛІ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ БАСҚАРУ**

*Бастапқы ақпараттың бұлыңғырлығынан туындаған белгісіздік жағдайында күрделі технологиялық жүйелерді басқарудың қазіргі заманғы теориясының перспективалық және тиімді тәсілдерінің бірі-сараптамалық бағалау әдістері мен бұлыңғыр жиынтықтар теориясын қолдануға негізделген тәсіл.*

*Бұл мақалада фазалық ілгерілеуі бар түзету құрылғысының негізінде құрылған жалған сызықты бұлыңғыр PID реттегішін қолдана отырып, автоматты реттеу жүйесінің қасиеттерін зерттеу келтірілген.*

*Классикалық теория тұрғысынан анық анықталмаған объектілерді басқару және реттеу жүйелерін құрудың балама әдістерінің бірі-бұлыңғыр логикалық контроллерлерді қолдану.*

*Сондықтан қолданыстағы микроконтроллерлер негізінде бұлыңғыр басқару реттегіштерін жасау өте өзекті міндет болып табылады, өйткені бұлыңғыр жиындар мен анық емес логикалық енгізу-шығару негізінде құрылған жалған сызықты бұлыңғыр реттегіш, бұзушылық әсердің белгісіздігі жағдайында, дәстүрлі PID реттегішіне қарағанда өтпелі сапаның жоғары көрсеткіштерін қамтамасыз ете алады.*

*Жалған сызықты түзету құрылғылары (PKU) ретінде біз мыналарды қолданамыз: амплитудалық тежелуі бар, фазалық ілгерілеуі бар және амплитудасы мен фазасы үшін бөлек арналары бар КУ, өйткені PID реттегішінің негізгі кемшіліктерінің бірі фазалық кідірістің болуы және өлшеу арнасындағы кедергілерге жоғары сезімталдық.*

**Түйін сөздер:** *Микроконтроллер, реттегіш, жалған сызықты түзету құрылғысы, бұлыңғыр логикалық контроллер, өтпелі сапа.*

**A. Zolotov, A. Sailaubekova, E. Ospanov, D. Myasoedov**  
Shakarim University Semey,  
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinka Street  
\*e-mail: azol64@mail.ru

## **MANAGEMENT OF COMPLEX TECHNOLOGICAL SYSTEMS UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY OF INITIAL INFORMATION**

*One of the promising and effective approaches of the modern control theory of complex technological systems in the conditions of uncertainty caused by the fuzziness of the initial information is an approach based on the use of expert evaluation methods and the theory of fuzzy sets.*

*This article presents a study of the properties of an automatic control system with the use of a pseudo-linear fuzzy PID controller built on the basis of a correction device with phase advance.*

*One of the alternative methods of constructing control and regulation systems for objects that are indistinctly defined from the point of view of classical theory is the use of so-called fuzzy logic controllers.*

*Therefore, the development of fuzzy control controllers based on existing microcontrollers is a very urgent task, since a pseudo-linear fuzzy controller built on the basis of fuzzy sets and fuzzy logical I/O, under the condition of uncertainty of the disturbing effect, is able to provide higher quality indicators of the transient process than a traditional PID controller.*

*As pseudo-linear correction devices (PKU) we use: CU with amplitude suppression, with phase advance and with separate channels for amplitude and phase, since one of the main disadvantages of the PID controller is the presence of phase lag and high sensitivity to interference in the measuring channel.*

**Key words:** *microcontroller, controller, pseudolinear correcting device, fuzzy logic controller, transient quality.*

### Авторлар туралы мәліметтер

**Александр Дмитриевич Золотов\*** – техника ғылымдарының кандидаты, автоматтандыру, ақпараттық технологиялар және қала құрылысы кафедрасының доценті; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: azol64@mail.ru. ORCID: 0000-0001-9751-8161.

**Асель Жумашевна Сайлаубекова** – автоматтандыру, ақпараттық технологиялар және қала құрылысы кафедрасының магистранты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: asel\_sailaubekova@mail.ru.

**Ербол Амангазович Оспанов** – автоматтандыру, ақпараттық технологиялар және қала құрылысы кафедрасының PhD; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: 78oea@mail.ru. ORCID: 0000-0001-5342-274X.

**Дмитрий Викторович Мясоедов** – автоматтандыру, ақпараттық технологиялар және қала құрылысы кафедрасының аға оқытушысы; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: dmitriy880@mail.ru.

### Сведения об авторах

**Александр Дмитриевич Золотов\*** – кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизации, информационных технологий и градостроительства; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: azol64@mail.ru. ORCID: 0000-0001-9751-8161.

**Асель Жумашевна Сайлаубекова** – магистрант кафедры автоматизации, информационных технологий и градостроительства; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: asel\_sailaubekova@mail.ru.

**Ербол Амангазович Оспанов** – PhD кафедры автоматизации, информационных технологий и градостроительства; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: 78oea@mail.ru. ORCID: 0000-0001-5342-274X.

**Дмитрий Викторович Мясоедов** – старший преподаватель кафедры автоматизации, информационных технологий и градостроительства; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: dmitriy880@mail.ru.

### Information about the authors

**Alexander Dmitrievich Zolotov\*** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Automation, Information Technology and Urban Planning; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: azol64@mail.ru. ORCID: 0000-0001-9751-8161.

**Asel Zhumashevna Sailaubekova** – Master's student of the Department "Automation, Information Technologies and Urban Planning"; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: asel\_sailaubekova@mail.ru.

**Yerbol Amangazovich Ospanov** – PhD of the Department "Automation, Information Technologies and Urban Planning"; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: 78oea@mail.ru. ORCID: 0000-0001-5342-274X.

**Dmitry Viktorovich Myasoedov** – Senior Lecturer of the Department "Automation, Information Technologies and Urban Planning"; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: dmitriy880@mail.ru.

*Материал поступил в редакцию 11.02.2022 г.*

MPHTI: 20.51.17

**А.У. Калижанова\*, С.Б. Сейдазимов, З.А. Жилкишбаева**  
 Алматы Технологиялық университеті,  
 050012, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Толе би к-сі, 100  
 \*e-mail: zulfiya.zhilkishbayeva@mail.ru

## **БРЭГГ ТАЛШЫҚТЫ ТОРЛАРҒА НЕГІЗДЕЛГЕН ДАТЧИКТЕРДІҢ МОДЕЛЬДЕРІ МЕН ПАРАМЕТРЛЕРІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ ФИЗИКАЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРДІҢ ТОРЛАРДЫҢ СПЕКТРЛІК СИПАТТАМАЛАРЫНА ӘСЕРІ**

**Аңдатпа:** Жобаның нәтижелері медициналық мекемелер мен денсаулық сақтау объектілері, ірі өнеркәсіптік кәсіпорындар, автомобиль өнеркәсібі, тамақ, ауыл шаруашылығы және мал шаруашылығы өнеркәсібі, сондай-ақ өнеркәсіптік техника, металлургия өнеркәсібі; мұнай және газ өнеркәсібі сияқты әртүрлі салаларда кең практикалық қолданысқа ие.

Массивтерге негізделген фазалық интерферометриялық датчиктерде (ФИД) сезімтал элемент – бұл өзіндік құнның айтарлықтай төмендеуіне әкеледі. Екі тордың арасындағы ОВ сегменті – Фабри-Перо интерферометрі.

Деформация мен акустикалық тербелістердің әсерінен сигналдардың фазалық айырмашылығы екі іргелес Брэгг торларынан өзгереді. Интерферометриялық датчиктер сыртқы факторлардың әсерінен талшық ұзындығының өзгеруіне үлкен сезімталдыққа ие.

Қарапайым жағдайда (бір ФИД жағдайында) ФИД негізіндегі таратылған талшықты-оптикалық өлшеу кешендерінің жұмыс принципі 1-суретте көрсетілген және келесідей. Брэгг торларының әрқайсысы РБ1 және РБ2 сенсор импульстік лазерден оған түсетін импульсті Брэггтың бірдей толқын ұзындығында көрсетеді.

Бұл жағдайда шағылысқан импульстар арасындағы уақыт кідірісі сенсордың сезімтал элементінде – торлар арасында орналасқан талшықта жарықтың таралу уақытының екі есе артуына тең.

Шағылысқан импульстар компенсаторлық интерферометрге (КИ) түседі, ол өз кезегінде олардың әрқайсысын екіге бөледі. 1-ші иыққа қатысты 2-ші иық импульстарының таралуына енгізілген кідіріс 2-ші иық шығысында РБ1 торынан шағылысқан импульстің және 1-ші иық шығысында РБ2 торынан шағылысқан импульстің уақыт бойынша қабаттасуын және олардың  $\phi_0 = \pi / 2$  фазасында ығысуын қамтамасыз етеді.

**Түйін сөздер:** Брэгг талшықтары, виброакустикалық бақылау, Брэгг торы, деформация, резонанстық толқын, фазалық интерферометриялық датчиктер.

### **Кіріспе**

Телекоммуникациялық және ақпараттық-өлшеу жүйелерінің дамуымен ортаның сыну коэффициентін өлшеу үшін Брэгг талшықты торларына (БТТ) негізделген оптикалық датчиктердің интеррогациялық жүйелерін зерттеу қажеттілігі туындады.

Көптеген елдердің ғалымдары Брэггтың көлбеу торларының спектрінің өзгеру қарқындылығымен айналысып, ортаның сыну көрсеткішінің шамасын өлшеу Zheng, J., Dong, X., Ji, J., su, H., Shum, PP жазбаларында көрініс тапты.

Жарық көздерінің элементтерін, анықтау жүйелерін және оптикалық талшықтардың өздерін белгілі бір қолдану үшін оларда жазылған өлшеу құрылымдарымен, сондай-ақ талшықты-оптикалық датчиктердің құнын бейімдеу қажеттілігіне байланысты конвенциялық электр жүйелерін қолдану мүмкін емес жерлерде нақты өлшеу жүйелерін құруға мүмкіндік береді.

Тор батырылған Мыстың сыну индексінің өзгеруіне байланысты Брэггтың көлбеу тор спектрінің параметрлерін өзгертуге арналған әдістер спектрометриялық өлшеулерді немесе басқа күрделі және қымбат өлшеу әдістерін қолдануды қажет етеді [1].

### Зерттеу әдістері

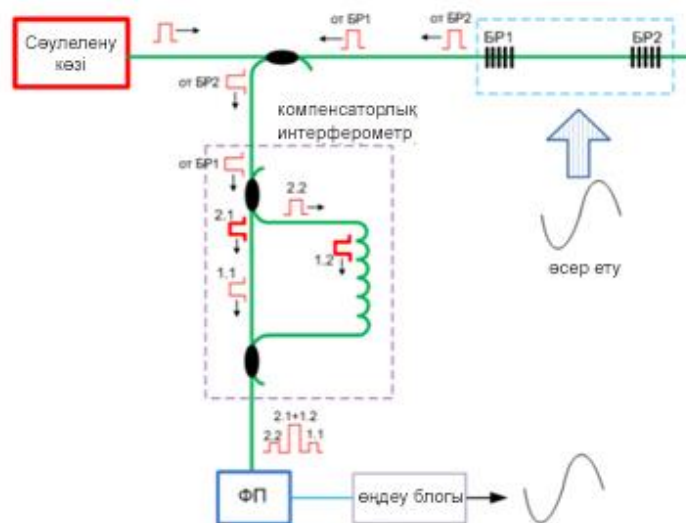
Сыртқы әсер ету нәтижесінде сенсордың сезімтал элементінің деформация уақытының өзгеруі кедергі импульстарының фазалық айырмашылығының өзгеруіне әкеледі. Соңғысы фотодетектормен (ФП) ток шамасының өзгеруіне айналады.

Кедергі импульстары арасындағы  $\phi = 0 = \pi / 2$  фазаларының қосымша ығысуы фотодетектордың максималды 54тік учаскеде жұмыс істеуін қамтамасыз етеді, ал кедергі импульстарының қарқындылығының теңдігі фотодетектордың шығысында сигналдың максималды амплитудасын алуға мүмкіндік береді (1-сурет).

Бір талшықта датчиктер массивін құру үшін уақытша (егер ВБР бірдей шағылысу толқын ұзындығына ие болса) және спектрлік тығыздау қолданылады (бірлік датчиктер әр түрлі шағылысу толқын ұзындығында жұмыс істейтін ВБР-ден тұрады).

Бір талшықта датчиктер массивін құру үшін уақытша (егер ВБР бірдей шағылысу толқын ұзындығына ие болса) және спектрлік тығыздау қолданылады (бірлік датчиктер әр түрлі шағылысу толқын ұзындығында жұмыс істейтін ВБР-ден тұрады).

Арнаны қалыптастыру үшін Брэгг талшықты торларын пайдалану бір кабельде көптеген сенсорларды, айырмашылықтарды біріктіруге мүмкіндік береді сигналдар толқын ұзындығы бойынша жеке гидрофондардан [4] уақытша қолданылады.



1 сурет – Брэгг торларына негізделген виброакустикалық бақылаудың талшықты-оптикалық жүйесінің жұмыс принципі

### Зерттеу нәтижелері

Талшықты Брэгг торының резонанстық толқын ұзындығы тиімді ПП жарық өткізгіштің өзегіне және ПП модуляция кезеңіне байланысты. Өз кезегінде, бұл екі параметр сыртқы деформациялық кернеулер мен температураға байланысты. (1) өрнегін қолдана отырып, деформация мен температураның әсерінен шағылыстың орталық толқын ұзындығын келесідей жазуға болады [3]:

$$\Delta\lambda_{BG} = 2 \left( \Lambda \frac{\partial n_{eff}}{\partial l} + n_{eff} \frac{\partial \Lambda}{\partial l} \right) \Delta l + 2 \left( \frac{\partial n_{eff}}{\partial T} + n_{eff} \frac{\partial \Lambda}{\partial T} \right) \Delta T \quad (1)$$

Өрнектегі бірінші термин (1) деформацияның талшыққа әсерін көрсетеді. Оның физикалық мәні серпімді-оптикалық әсерден туындаған тор мен ПП кезеңінің өзгеруінде. Бұл әсерді келесі өрнекпен сипаттауға болады:

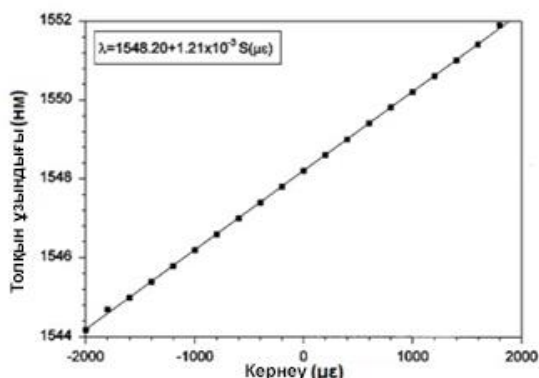
$$\Delta\lambda_{BG} = \lambda_{BG} (1 - p_e) \varepsilon(Z) \quad (2)$$

мұндағы  $p_e$  – тиімді серпімді-оптикалық тұрақты, ретінде анықталады: мұндағы  $p_{11}$  и  $p_{12}$  – серпімді-оптикалық тензордың компоненттері,  $n$  – ПП өзегі,  $\nu$  – Пуассона коэффициенті. Параметрлері бар стандартты бір режим үшін  $p_{11} = 0,113$ ,  $p_{12} = 0,252$ ,  $\nu = 0,16$  и

$n = 1,482$  шағылысуының толқын ұзындығы кезінде ВБР  $\lambda_{B0} \approx 1550$  нм деформацияға болжамды сезімталдық салыстырмалы ұзарту кезінде  $1,2$  пм құрайды  $\epsilon(z)=10^{-6}$  [5].

### Ғылыми нәтижелерді талқылау

Брэггиялық толқын ұзындығының деформациядан шағылысуының (созылу/қысу) зерттеудің эксперименттік нәтижелері 2-суретте көрсетілген.

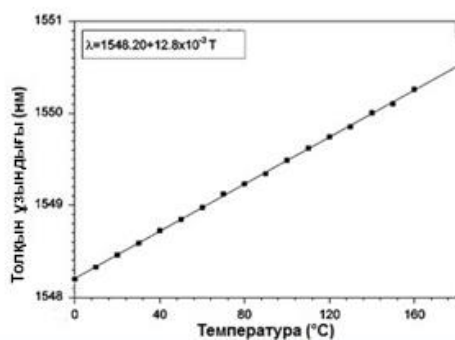


2 сурет – Брэгг толқынының приложысуының қолданылатын деформацияға тәуелділігі

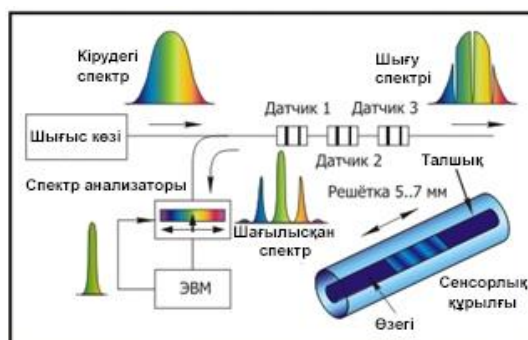
Өрнектегі екінші термин (2) Брэгг торына температураның әсерін көрсетеді. Брэгг толқын ұзындығының мен ығысуы кварцтың температуралық кеңеюіне байланысты, бұл тор кезеңінің өзгеруіне, сондай-ақ талшықтың ПП өзгеруіне әкеледі.

$\Delta T$  температурасының өзгеруіндегі  $\lambda_{B0}$ -ге ұқсас орын ауыстыруды келесідей жазуға болады: мұндағы  $\alpha = (1/\lambda)(\delta\lambda/\delta T)$  – термиялық кеңею коэффициенті (кварц үшін  $\alpha = 0,55 \times 10^{-6}$ ),  $\xi = (1/n)(\delta n/\delta T)$  – термооптикалық коэффициент (германий қоспалары бар талшықтар үшін шамамен  $8,6 \times 10^{-6}$  тең).

ПП өзгерісі басым әсер екенін көруге болады. Теңдеуден бір режимді оптикалық талшықтағы Брэгг торының температуралық ығысуы  $\sim 13,7$  пм / °C деп есептеуге болады, 3-суретте талшықты Брэгг торының резонанстық толқын ұзындығының температураға тәуелділігі көрсетілген [6,7].



3 сурет– Резонанстық толқын ұзындығының температураға тәуелділігі



4 сурет – Спектроанализатор

### **Қорытынды:**

Эксперименттен кейін алынған спектрлік сипаттамаларға сәйкес сезімталдықтың алынған сипаттамаларын ғана емес, сонымен қатар тәжірибе процесінде шыңның өзін қалай ұстайтынын да байқауға болады, яғни, өлшемдері мен пішіндерінің өзгеруі бойынша шыңдар спектрлеріне салыстырмалы талдау жүргізу. Осы спектрлерді талдай отырып, шыңдардың пішіні мен мөлшері өзгермейді немесе шамалы өзгереді деп айтуға болады.

Осының нәтижесінде БТТ-дағы спектрлік сипаттамалар температураның өзгеруіне төзімді деген қорытынды жасауға болады, бұл талшықты оптикалық датчиктер мен температураны бақылау жүйелерін өндіруде БТТ-ны сезімтал элемент ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

### **Әдебиеттер тізімі**

1. Фрейнд Р.М., Ньютонның шектеусіз оңтайландыру әдісі, ақпан / <https://studylib.net/doc/13620658/newton's--method--for--unconstrained--optimization>: 08.05.2018
2. Ма Ч., Цзян Л., Левенберг – Маркварт әдісі бойынша сызықты емес теңдеулер бойынша кейбір зерттеулер / Қолданбалы математика және есептеу. – 2013. – № 184. – Р 1032-1040.
3. Райт А.Х., Нақты параметрді оңтайландырудың генетикалық алгоритмдері // Генетикалық алгоритмдердің негіздері. – 2014. – Р. 205-218.
4. Kashyap R. Fiber Bragg торлары. / Сан-Диего, Академиялық баспасөз. – 2012.
5. Видра Михал; Кисала Пиотр; Харасим Дамиан. Шырылдаған талшықты Брагг торлары бар қарапайым оптомеханикалық жүйені пайдалану арқылы әуе электр беру желісінің құлауын бағалау / <https://www.mdpi.com/1424-8220/18/1/309>: 05/07/2018.
6. Қашағанова Г.Б., Қалижанова А.У. Талшықты Брэгг торлары негізіндегі дисперсиялық компенсация // ҚазҰТУ хабаршысы. – 2018. – No 2(126). – С. 147-150.
7. Cieszczyk Sławomir, Harasim Damian, Kisała Piotr, TFBG және толық оптикалық ратиометриялық сұрауға негізделген жаңа бұралу өлшеу әдісі / Журнал сенсорлары мен жетектері. – 2018. – No 272. – Р. 18-22.

### **References**

1. Freund R.M., Newton's method for unconstrained optimization, February / <https://studylib.net/doc/13620658/newton's--method--for--unconstrained--optimization>: 08.05.2018 (In Kazakh).
2. Ma Ch., Jiang L., Levenberg – Some studies on nonlinear equations by the Marquardt method / Applied mathematics and computing. – 2013. – № 184. – P 1032-1040 (In Kazakh).
3. Wright A.H., Genetic algorithms for real parameter optimization / Fundamentals of genetic algorithms. – 2014. – R 205-218 (In Kazakh).
4. Kashyap R. Fiber Bragg Gratings. – San Diego, Academic Press. – 2012 (In Kazakh).
5. Vidra Michal; Kisała Piotr; Harasim Damian. Assessment of overhead power line collapse using a simple optomechanical system with chirped fiber Bragg gratings // <https://www.mdpi.com/1424-8220/18/1/309>: 07/05/2018 (In Kazakh).
6. Kashaganova G.B., Kalizhanova A.U. Dispersion compensation based on fiber Bragg gratings // Bulletin of KazNTU. – 2018. – No. 2(126). – P. 147-150 (In Kazakh).
7. Cieszczyk Sławomir, Harasim Damian, Kisała Piotr, TFBG and a new torsion measurement method based on all-optical ratiometric interrogation. // Journal Sensors and Actuators. – 2018. – No 272. – P.18-22 (In Kazakh).

**А.У. Калижанова\*, С.Б. Сейдазимов, З.А. Жилкишбаева**

Алматынський технологический университет,  
050012, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Толе би, 100  
\*e-mail: zulfiya.zhilkishbayeva@mail.ru

### **АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ И ПАРАМЕТРОВ СЕНСОРОВ НА ОСНОВЕ СЕТОК БРЕГГА И ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕТОК**

*Результаты проекта имеют широкое практическое применение в различных отраслях, таких как медицинские учреждения и объекты здравоохранения, крупные промышленные предприятия, в автомобильной промышленности, пищевой,*



сельскохозяйственной и животноводческой промышленности, а также в промышленной технике, металлургической промышленности; нефтяной и газовой промышленности.

В фазовых интерферометрических датчиках (ФИД) на основе массивов чувствительным элементом выступает само ОВ, что ведет к значительному снижению себестоимости. Отрезок ОВ между двумя решетками представляет собой интерферометр Фабри-Перо. Под воздействием деформации и акустических колебаний меняется разность фаз сигналов от двух соседних брэгговских решеток. Интерферометрические датчики обладают наибольшей чувствительностью к изменению длины отрезка волокна под воздействием внешних факторов.

Принцип действия распределенных волоконно-оптических измерительных комплексов на основе ФИД в простейшем случае (в случае одного ФИД) показан на рисунке 3.6 и заключается в следующем [4]. Каждая из решеток Брэгга РБ1 и РБ2 датчика отражает импульс, поступающий на нее от импульсного лазера, на одной и той же длине волны Брэгга.

При этом временная задержка между отраженными импульсами равна удвоенному времени распространения света в чувствительном элементе датчика – волокне, заключенном между решетками.

Отраженные импульсы поступают в компенсирующий интерферометр (КИ), который, в свою очередь, также раздваивает каждый из них. Задержка, вносимая в распространение импульсов плечом 2 КИ по отношению к плечу 1, обеспечивает перекрытие во времени импульса, отраженного от решетки РБ1, на выходе плеча 2 и импульса, отраженного от решетки РБ2, на выходе плеча 1 и сдвиг их по фазе на  $\phi_0 = \pi/2$ .

**Ключевые слова:** Брэгговские волокна, виброакустический контроль, брэгговская решетка, деформация, резонансная волна, фазовые интерферометрические датчики.

**A. Kalizhanova\*, S. Seidazimov, Z. Zhilkishbaeva**

Almaty Technological University,  
050012, Republic of Kazakhstan, Almaty, st. Tole bi, 100  
\*e-mail: zulfiya.zhilkishbayeva@mail.ru

## **ANALYSIS OF MODELS AND PARAMETERS OF SENSORS BASED ON BRAGG GRIDS AND THE INFLUENCE OF PHYSICAL PARAMETERS ON THE SPECTRAL CHARACTERISTICS OF GRIDS**

*The results of the project have a wide practical application in various industries, such as medical institutions and healthcare facilities, large industrial enterprises, in the automotive industry, food, agricultural and livestock industries, as well as in industrial technology, the metallurgical industry; oil and gas industry.*

*In phase interferometric sensors (PID) based on arrays, the optical element itself acts as a sensitive element, which leads to a significant reduction in cost. The OB segment between two gratings is a Fabry-Perot interferometer. Under the influence of deformation and acoustic vibrations, the phase difference of signals from two adjacent Bragg gratings changes. Interferometric sensors are most sensitive to changes in the length of a fiber segment under the influence of external factors.*

*The principle of operation of distributed fiber-optic measuring complexes based on PID in the simplest case (in the case of one PID) is shown in Figure 3.6 and is as follows [4]. Each of the Bragg gratings RB1 and RB2 of the sensor reflects the pulse coming to it from the pulsed laser at the same Bragg wavelength.*

*In this case, the time delay between the reflected pulses is equal to twice the propagation time of light in the sensitive element of the sensor – a fiber enclosed between the gratings.*

*The reflected pulses enter the compensating interferometer (CI), which, in turn, also bifurcates each of them. The delay introduced into the propagation of pulses by the arm 2 of the CI with respect to arm 1 ensures the overlap in time of the pulse reflected from the grating RB1 at the output of arm 2 and the pulse reflected from the grating RB2 at the output of arm 1 and their phase shift by  $\phi_0 = \pi/2$ .*

**Key words:** Bragg fibers, vibroacoustic monitoring, Bragg lattice, deformation, resonant wave, phase interferometric sensors.

#### Авторлар туралы мәліметтер

**Алия Уалиевна Калижанова\*** – физика-математика ғылымдарының кандидаты, «Ақпараттық технологиялар» кафедрасының қауымдастырылған профессоры; Алматы Технологиялық университеті, Қазақстан; \*e-mail: kalizhanova\_aliya@mail.ru. ORCID: 0000-0002-5979-9756

**Сырым Сейдазимов** – магистр, «Ақпараттық технологиялар» кафедрасының ассистенті; Алматы Технологиялық университеті, Қазақстан; e-mail: syreken.ss@gmail.com. ORCID: 0000-0002-7042-6301

**Зульфия Ардаковна Жилкишбаева** – «Ақпараттық технологиялар» кафедрасының магистранты; Алматы Технологиялық университеті, Қазақстан; e-mail: zulfiya.zhilkishbayeva@mail.ru. ORCID: 0000-0002-7042-6301

#### Сведения об авторах

**Алия Уалиевна Калижанова\*** – кандидат физико-математических наук, ассоциированный профессор кафедры "Информационные технологии"; Алматинский технологический университет, Казахстан; e-mail: kalizhanova\_aliya@mail.ru. ORCID: 0000-0002-5979-9756

**Сырым Сейдазимов** – магистр, ассистент кафедры "Информационные технологии"; Алматинский технологический университет, Казахстан; e-mail: syreken.ss@gmail.com. ORCID: 0000-0002-7042-6301

**Зульфия Ардаковна Жилкишбаева** – магистрант кафедры "Информационные технологии"; Алматинский технологический университет, Казахстан; e-mail: zulfiya.zhilkishbayeva@mail.ru. ORCID: 0000-0002-7042-6301

#### Information about the authors

**Aliya Ualievna Kalizhanova\*** – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Information Technologies; Almaty Technological University, Kazakhstan; \*e-mail: kalizhanova\_aliya@mail.ru. ORCID: 0000-0002-5979-9756

**Surum Seidazimov** – master, assistant of the department "Information technologies"; Almaty Technological University, Kazakhstan; e-mail: syreken.ss@gmail.com. ORCID: 0000-0002-7042-6301

**Zulfiya Ardakovna Zhilkishbayeva** – master's student of the Department of Information Technology; Almaty Technological University, Kazakhstan; e-mail: zulfiya.zhilkishbayeva@mail.ru. ORCID: 0000-0002-7042-6301

*Материал 25.05.2022 ж. баспаға түсмі.*

DOI: 10.53360/2788-7995-2022-1(5)-4

МРНТИ: 28.23.33

**С.Т. Сулейменова<sup>1</sup>, Н.П. Кабулов<sup>1\*</sup>, Ж. Мүсіріпша<sup>1</sup>, Е.А. Оспанов<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, 010008, Республика Казахстан, г. Астана, ул. К. Сатпаева, 2

<sup>2</sup>Университет имени Шакарима города Семей, 071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

\*e-mail: 780ea@mail.ru

#### ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В УПРАВЛЕНИИ МАЛЫМИ ГЭС

**Аннотация:** Проблема обеспечения дешевой электроэнергией как промышленных предприятий, так и поселений, был и остается весьма актуальным. Более 1 миллиона человек живут в зонах децентрализованного электроснабжения. Это особенно важно для отдаленных районов южного Казахстана, где нет развитой сети ЛЭП, а население

получает электроэнергию по 3-4 часа в сутки от дизель-электрической станции (ДЭС). Строительство малых гидроэлектростанций (МГЭС) может изменить условия жизни этих людей, обеспечить энергетическую безопасность регионов и способствуют развитию экономики.

В настоящее время при решении задач, связанных с реконструкцией и строительством новых малых ГЭС, необходимо применять недорогие и эффективные решения по автоматизации и дистанционному управлению работой электростанций без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

Для эффективного контроля и защиты МГЭС должно быть предусмотрено относительно большое количество функциональных возможностей по сравнению с более крупными электростанциями. Стандартизованное интеллектуальное электронное устройство (ИЭУ) может обеспечить автономную работу и определить приоритетность безопасного управления водой. ИЭУ должен быть компактным и интегрированным с контролем электрических и механических элементов, включая систему подачи воды, связи, мониторинга и защиты для малых гидроэлектростанций.

**Ключевые слова:** малые ГЭС, гидроэнергетический потенциал, интеллектуальные сети, алгоритм работы, электроэнергетическая система, система дистанционного управления, гидротурбина, система возбуждения, синхронный генератор, моделирование.

## **Введение**

В наши дни в мире все чаще поднимается вопрос о глобальной энергетической организации. Одной из задач такой организации является обеспечение доступности электричества для каждого потребителя. Снабжение электричеством потребителей в удаленных регионах целесообразно осуществлять от локальных источников электроэнергии. Гидроэнергетический мощь МГЭС оценивается в 345,7 млрд. квтч/год. На огромных территориях проблемой является транспортировка электричества, для осуществления которого необходимо сооружение целой электросетевой инфраструктуры, что не всегда рентабельно и скорее всего в комплексных ландшафтах. Если также учитывать уменьшение ущерба после аварии при работе станции в изолированной среде, то использование малых ГЭС несет в себе экономическую выгоду.

На сегодняшний день в мире накоплен огромный опыт строительства и эксплуатации МГЭС. По сравнению с шестидесятыми годами прошлого века удельные затраты и издержки на 1кВт мощности значительно снизились. Уменьшились затраты на обслуживающий персонал. Также капитальные вложения за счет более современных строительных технологии тоже уменьшились. В то же время имеются свои недостатки МГЭС:

- зависимость выработки электроэнергии от гидроэлектрических условия;
- недостаточная изученность гидрологии малых рек.

Основные капитальные вложения будут заложены в потребление гидроагрегатов и сооружение машинного зала в теле плотины.

Проблема обеспечения электричеством как промышленных предприятий, так и поселений, был и остается весьма актуальным. Больше четверти населения Казахстана живут в зонах децентрализованного электроснабжения. Это особенно важно для отдаленные районы южного Казахстана, где нет развитой сети ЛЭП, а население получает электричество по несколько часов в сутки от дизель-электрическая станция (ДЭС). Строительство малых гидроэлектростанций (МГЭС) может изменить условия жизни этих людей, обеспечить энергетическую безопасность регионов и способствуют развитию экономики.

Единственный источник получения электроэнергии в таких условиях – это дизель – электрические станции. Однако известно, что для получения 1 квтч электричества при этом расходуется около 250 г. Дизельного топлива, которое постоянно дорожает. Сегодня, например, себестоимость 1 квтч, произведенной на ДЭС, на одном из предприятий южного региона уже достигает 100 тенге. При такой цене электроэнергии значительно возрастают эксплуатационные затраты, и по этой причине многие месторождения становятся нерентабельными для освоения. В мире существует много факторов, которые способствуют повышенному вниманию к развитию малой гидроэнергетики, но главным фактором является

уже достигнутый высокий уровень освоенной части гидроэнергетических ресурсов, которые используются при строительстве крупных ГЭС.

Как в процессе строительства, так и во время эксплуатации МГЭС сохраняет природный ландшафт и не оказывает влияния на окружающую среду.

#### **Методы исследования**

В настоящее время при решении задач, связанных с реконструкцией и строительством новых малых ГЭС, необходимо применять недорогие и эффективные решения по автоматизации и дистанционному управлению работой электростанций без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

Для эффективного контроля и защиты МГЭС должно быть предусмотрено относительно большое количество функциональных возможностей по сравнению с более крупными электростанциями. Стандартизованное интеллектуальное электронное устройство (ИЭУ) может обеспечить автономную работу и определить приоритетность безопасного управления водой. ИЭУ должен быть компактным и интегрированным с контролем электрических и механических элементов, включая систему подачи воды, связи, мониторинга и защиты для малых гидроэлектростанций.

Целесообразно использовать коммуникационный блок, с дополнительными методами дистанционной связи на удаленном персональном компьютере (ПК) или в диспетчерского оператора. Функциональность, требуемая для управления малой гидроэлектростанцией, обеспечивается функциональными блоками, как показано на рисунке 1.

Функциональные блоки имеют параметры, которые позволяют адаптироваться к электростанции.

Для получения схематической модели гидроэлектростанции с помощью базовых функциональных блоков используется Simulink в Matlab. Такое решение лучше, чем использование компиляции программного кода, как в других программах. Библиотека программных продуктов Simulink включает функциональные блоки, которые можно связать и отредактировать.

Другие достижения в области искусственного интеллекта – создание искусственных нейронных систем (ИНС), который был описан как «инструмент искусственного интеллекта», который пытается имитировать физический процесс, на котором базируется интуиция – то есть, путем моделирования процесса адаптивного биологического обучения. ИНС, по сути, представляет собой сеть компьютеров, которые сгруппированы воедино способами, подобными конфигурации мозга в области биологической обработки.

Существует несколько применений искусственных нейронных сетей для электрических систем, поскольку они являются отличной альтернативой решению проблем управления, прогнозирования, обслуживания и оптимизации в нелинейных сложных электрических системах. В электрических системах одним из основных применений ИНС является прогнозирование нагрузки и спроса, поскольку ключевая задача предприятия – предлагать своим клиентам качественную электроэнергию. Правильное прогнозирование нагрузки важно для оптимизации работы ГЭС. Спрос напрямую связан с потреблением электрической энергии, следовательно, с переменными, которые непосредственно влияют на количество производимой электроэнергии.

Интеллектуальная основа для управления малой ГЭС должна иметь соответствующий комплекс алгоритмов и программ, реализованных в управляющих устройствах (контроллерах и датчиках). На рынке электроэнергии с участием МГЭС соответствующие устройства используются для контроля своего режима при ограниченном притоке воды, что позволяет достичь максимальной выработки электроэнергии и доходов.

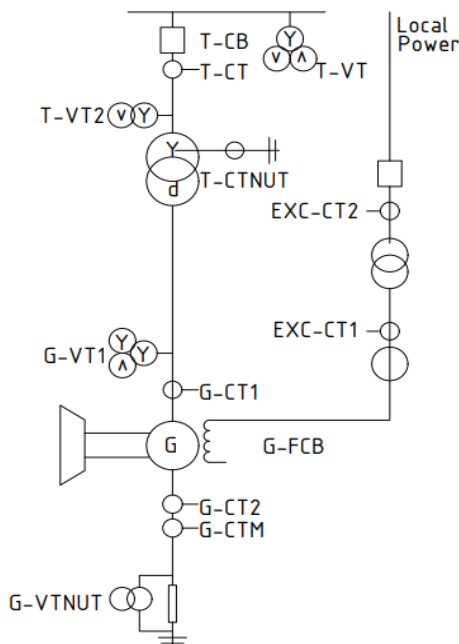


Рисунок 1 – Схема с функциональными блоками для управления МГЭС

Функциональные блоки имеют параметры, которые позволяют адаптироваться к электростанции.

Блок связи предназначен для работы в качестве шлюза между сетью станций и глобальной сетью для обеспечения безопасного дистанционного управления. Необходимо добавить дополнительную функциональность сервера, чтобы включить локальный графический интерфейс, используя только стандартный веб-браузер в качестве дисплея. Веб-браузер можно установить на постоянно установленном сенсорном экране или, альтернативно, на ноутбуке, который пользователь имеет при посещении станции. Для электрической защиты эта сеть основана на оптически локальных сетях для обеспечения гальванической изоляции.

### Результаты исследований

Чтобы проверить предлагаемое решение управления и проиллюстрировать поведение, реализация была выполнена с точки зрения модели Simulink. Была добавлена модель, моделирование проводилось в соответствии с различными режимами работы – непрерывным контролем уровня, контролем уровня до пределов и прерывистой работой. На рисунке 2 показан случай прерывистой работы, когда приток воды в резервуар остается постоянным.

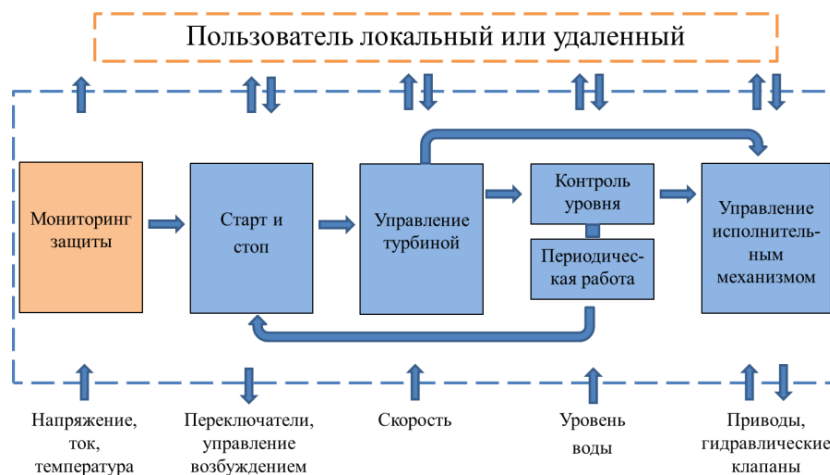


Рисунок 2 – Схема прерывистой работы



Рисунок 3 – Управление уровня в пределах

На рисунке 3 показан случай контроля уровня в пределах, где искусственный шаг нарушает приток резервуара.

Шкала контроля непрерывного уровня (на рисунке 4) применяется, когда нет резервуара или он очень маленький. Здесь приток становится достаточно высоким в течение короткого периода времени, чтобы потребовать открытия аварийного затвора. Стандартизированной интегрированной (автоматизированной) концепцией предусматривается значительное снижение издержек и выгод (таблица 1).

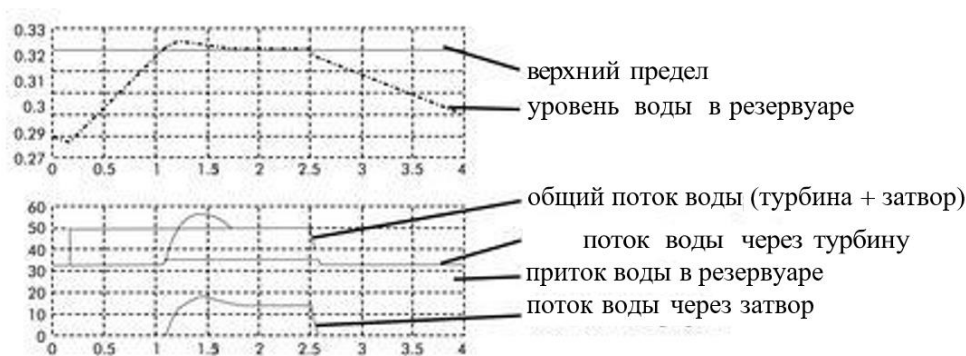


Рисунок 4 – Управление непрерывного уровня

Таблица 1 – Преимущества стандартизированной интегрированной концепции от установленного в настоящее время оборудования на МГЭС

Категория	Установка	Эксплуатация	Обслуживание	Анализ
Полностью интегрированный (автоматизация системы)	50%	20%	20%	10%
Автономный (без подключения к локальной сети)	10%	10%	10%	5%
Новые функции (добавление в оборудование функциональные блоки)	5%	10%	10%	10%
Связь (дистанционное управление)	-	10%	-	50%

### Заключение

Южные регионы имеют высокий гидроэнергетический потенциал. Благодаря совершенствованию и развитию новых технологий можно значительно повысить энергоснабжение и уровень энергетической независимости за счет производства электроэнергии с использованием водных ресурсов.

Интеллектуальная основа для управления малой ГЭС должна иметь соответствующий комплекс алгоритмов и программ, реализованных в управляющих устройствах (контроллерах и датчиках). На рынке электроэнергии с участием МГЭС

соответствующие устройства используются для контроля своего режима при ограниченном притоке воды, что позволяет достичь максимальной выработки электроэнергии и доходов.

Соответствующие методы математического программирования позволяют выбрать наиболее подходящий алгоритм для управления работой МГЭС при ограниченных водных ресурсах.

### Список литературы

1. Берг Л. Гидроэнергетика как фактор устойчивого развития. Гидроэнергетика. / Новые разработки и технологии: шеста научно-техническая конференция, доклады и выступления. Санкт-Петербург. Изд-во «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева». – 2012. – С.130-167.
2. Михайлов, Л.П., Фельдман, Б.Н., Марканова, Т.К., и др. Малая гидроэнергетика. / М.: Энергаториздат. – 1989. – 184 с.
3. Малые ГЭС в Латвии и интеллектуализация их систем управления. // Small hydropower in Latvia and intellectualization of its operating system. Mahnitko F., Linkevics J., Umbrasko J. Latv. J. Phys. and Techn. Sci. – 2013, 56. – № 6. – с. 3-15.
4. Волков Д.Р., Анакин С.Ю., Коньков С.А., Кулагин А.Г. Опыт разработки и внедрения систем автоматического управления и дистанционного контроля малых ГЭС // Гидротехника. 2016. – №1. – С. 10-11.
5. Искусственный интеллект для управления малыми ГЭС. AI / Balgardl., Lidberg V. (ABBAB, CorpateResearch, Vasteras 721 78 Sweden)/Int. – 2004. 56, – № 8. – с. 20-22.

### References

1. Berg L. Hydropower as a factor of sustainable development. Hydropower. New developments and technologies: sixth scientific and technical conference, reports and speeches. St. Petersburg. Publishing house "VNIIG im. B. E. Vedeneeva. 2012. P.130-167. (In Russian).
2. Mikhailov, L.P., Feldman, B.N., Markanova, T.K., et al. Small hydropower. / Moscow: Energatomizdat. – 1989. – 184 p. (In Russian).
3. Small HPPs in Latvia and intellectualization of their control systems. // Small hudropower in Latvia and intellectualization of its operating system. Mahnitko F., Linkevics J., Umbrasko J. Latv. J. Rhys. and Techn. sci. – 2013. 50, – no. 6. – p. 3-15. (In English).
4. Volkov D.R., Anakin S.Yu., Konkov S.A., Kulagin A.G. Experience in the development and implementation of automatic control and remote control systems for small HPPs // Hydrotechnics. – 2016. – No. 1. – pp. 10-11. (In Russian).
5. Artificial intelligence for managing small hydropower plants. AI. / Balgardl., Lidberg V. (ABBAB, Corpate Research, Vasteras 721 78 Sweden) Int. – 2004. 56. – no. 8. – p. 20-22. (In English).

**С.Т. Сулейменова<sup>1</sup>, Н.П. Кабулов<sup>1</sup>, Ж. Мүсіріпша<sup>1</sup>, Е.А. Оспанов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,  
010008, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Қ. Сатпаев к-сі., 2

<sup>2</sup>Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,  
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки к-сі, 20 А

\*e-mail: iamkabulov@gmail.com

### ШАҒЫН СУ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫН БАСҚАРУДАҒЫ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ

*Өнеркәсіптік кәсіпорындарды да, елді мекендерді де арзан электр энергиясымен қамтамасыз ету мәселесі өте өзекті болды және болып қала береді. Орталықтандырылмаған электрмен жабдықтау аймақтарында 1 миллионнан астам адам тұрады. Бұл әсіресе дамыған ЭБЖ желісі жоқ, ал халық электр энергиясын тәулігіне 3-4 сағаттан дизель-электр станциясынан (ДЭС) алатын оңтүстік Қазақстанның шалғай аудандары үшін маңызды. Шағын су электр станцияларының (ШСЭС) құрылысы бұл адамдардың өмір сүру жағдайларын өзгерте алады, өңірлердің энергетикалық қауіпсіздігін қамтамасыз етеді және экономиканың дамуына ықпал етеді.*

*Қазіргі уақытта жаңа шағын СЭС реконструкциялауға және салуға байланысты міндеттерді шешу кезінде қызмет көрсетуші персоналдың тұрақты қатысуынсыз электр станцияларының жұмысын автоматтандыру және қашықтан басқару бойынша арзан әрі тиімді шешімдер қолдану қажет.*

*ШСЭС тиімді бақылау және қорғау үшін ірі электр станцияларымен салыстырғанда функционалдық мүмкіндіктердің салыстырмалы түрде көп саны көзделуге тиіс. Стандартталған интеллектуалды электронды құрылғы (ИЭҚ) автономды жұмысты қамтамасыз ете алады және суды қауіпсіз басқарудың басымдылығын анықтай алады. ИЭҚ шағын және шағын су электр станциялары үшін су беру, байланыс, мониторинг және қорғау жүйесін қоса алғанда, электр және механикалық элементтерді бақылаумен интеграцияланған болуы тиіс.*

**Түйін сөздер:** *шағын СЭС, гидроэнергетикалық әлеует, интеллектуалды желілер, жұмыс алгоритмі, электр энергетикалық жүйе, қашықтан басқару жүйесі, гидротурбина, қоздыру жүйесі, синхронды генератор, модельдеу.*

**S.T. Suleimenova<sup>1</sup>, N.P. Kabulov<sup>1</sup>, Zh. Musiripsha<sup>1</sup>, Ye.A. Ospanov<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup>L.N.Gumilyov Eurasian National University,  
010008, Republic of Kazakhstan, Astana, 2 K. Satpaev Street

<sup>2</sup>Shakarim University of Semey,  
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinka Street  
\*e-mail: iamkabulov@gmail.com

## **ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR CONTROL SMALL HYDROELECTRIC POWER PLANTS**

*The problem of providing cheap electricity to both industrial enterprises and settlements has been and remains very relevant. More than 1 million people live in decentralized power supply zones. This is especially important for the remote areas of southern Kazakhstan, where there is no developed power transmission network, and the population receives electricity for 3-4 hours a day from a diesel-electric power station (DPP). The construction of small hydroelectric power plants (SHPPs) can change the living conditions of these people, ensure the energy security of the regions and contribute to the development of the economy.*

*At present, when solving problems related to the reconstruction and construction of new small hydropower plants, it is necessary to apply inexpensive and effective solutions for automation and remote control of power plants without the constant presence of maintenance personnel.*

*To effectively control and protect SHPPs, a relatively large amount of functionality must be provided compared to larger power plants. A standardized intelligent electronic device (IED) can provide autonomous operation and prioritize safe water management. The IED shall be compact and integrated with the control of electrical and mechanical elements, including the water supply, communication, monitoring and protection system for small hydro power plants.*

**Key words:** *small hydropower plants, hydropower potential, smart grids, operation algorithm, electric power system, remote control system, hydraulic turbine, excitation system, synchronous generator, simulation.*

### **Сведения об авторах**

**Саламат Темирбековна Сулейменова** – PhD кафедры «Системный анализ и управления»; Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Республика Казахстан; e-mail: salamat\_ka@mail.ru.

**Нурсултан Пернебаевич Кабулов** – магистрант кафедры «Системный анализ и управления»; Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Республика Казахстан; e-mail: janasy\_1999@mail.ru.

**Жанасыл Мүсіріпша** – магистрант кафедры «Системный анализ и управления»; Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Республика Казахстан; e-mail: janasy\_1999@mail.ru

**Ербол Амангазович Оспанов\*** – PhD кафедры «Автоматизация, информационные технологии и градостроительство»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: 78oea@mail.ru



### Авторлар туралы мәліметтер

**Саламат Темирбековна Сулейменова** – «Жүйелік талдау және басқару» кафедрасының PhD; Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: salamat\_ka@mail.ru.

**Нурсултан Пернебаевич Кабулов** – «Жүйелік талдау және басқару» кафедрасының магистранты; Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: janasy1\_1999@mail.ru.

**Жанасыл Мүсіріпша** – «Жүйелік талдау және басқару» кафедрасының магистранты; Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: janasy1\_1999@mail.ru.

**Ербол Амангазович Оспанов\*** – «Автоматтандыру, ақпараттық технологиялар және қала құрылысы» кафедрасының PhD; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: 78oea@mail.ru

### Information about the authors

**Salamat Temirbekovna Suleimenova** – PhD, of the Department «System analysis and management»; L.N. Gumilyov Eurasian National University, Republic of Kazakhstan; e-mail: salamat\_ka@mail.ru.

**Nursultan Pernebayevich Kabulov** – Master's student of the Department «System analysis and management»; L.N. Gumilyov Eurasian National University, Republic of Kazakhstan; e-mail: janasy1\_1999@mail.ru.

**Zhanasul Musiripsha** – Master's student of the Department «System analysis and management»; L.N. Gumilyov Eurasian National University, Republic of Kazakhstan; e-mail: janasy1\_1999@mail.ru

**Yerbol Amangazovich Ospanov\*** – PhD of the Department "Automation, Information Technologies and Urban Planning"; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: 78oea@mail.ru.

*Материал поступил в редакцию 14.06.2022 г.*

DOI: 10.53360/2788-7995-2022-1(5)-5

MPHTI: 50.43.15

**D.M. Taskarā\*, B.K. Sinchev**

International Information Technology University,  
050008, Almaty, Kazakhstan, 34a Manas Street  
\*e-mail: taskaradina1@gmail.com

## DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL FOR BUSINESS PROCESS AUTOMATION

**Abstract:** *The article discusses the main elements of creating an ideal mathematical model of the operating procedure of the budget department for IT enterprises. The main technical problems arising in the context of deteriorating business conditions and economic instability are analyzed from the point of view of strategy. The introduction of information technology and the creation of specialized programs and modules are the primary methods for resolving the issues associated with the automation of business processes. By using such systems in various functional divisions, it is possible to reduce the amount of human factor and unneeded paperwork while also making the information gathered at the organization clear, accessible, and organized. Business process management modeling, which is a numerical optimization synthesis of the structure, components, and parameters of a business process, is incredibly important yet is still in its infancy. The cost of an IT project is the primary concern of the developed principles of mathematical modeling of business process management. The baseline data for the generated model, as well as its structure and the findings obtained, can alter dramatically throughout the simulation depending on the nature and peculiarities of each specific project. The research under discussion is aimed at increasing competitiveness in the market and maximizing the overall strategy of the organization.*

*When constructing a mathematical model, the author pays special attention to the methods of mathematical modeling of a business process based on the principles of queuing theory. The created model will allow budget departments of IT companies to evaluate and improve their activities.*

**Key words:** *IT company, intelligent systems, financial planning, IT technologies, mathematical model, business process automation.*

## **Introduction**

The administration of business processes needs to be given extra consideration in order for the organization to be efficient. To achieve this, models and digital solutions are gathered, audits are performed, and their efficacy is assessed. Due to automation, it is possible to reduce the workload of employees aimed at supporting business – processes. It is possible to automate both one process and several processes, while creating a single information space in the enterprise. Employees of the enterprise, without whom it is impossible to produce any products, take direct participation in the creation, maintenance, control of all processes, but the degree of human participation in business processes can be reduced by automation. Automation, which exempts a person from direct involvement in industrial processes, is the application of technology means, procedures, and control systems [1].

Automation aims to boost labor productivity and efficiency, enhance product quality, and create better working circumstances for people. Automating company operations is a task that is getting more and more important. This is as a result of the analysis of business process effectiveness and the identification of the root causes of the detected inconsistencies. Most often, it turns out that the absence of automation and databases for systematizing acquired information is the primary issue facing contemporary businesses. Routine tasks that require a significant amount of manual entry, searching, and data analysis result in errors, wasted time, and generally lower employee engagement [2].

The introduction of information technology and the creation of specialized programs and modules are the primary methods for resolving the issues associated with the automation of business processes. By using such systems in various functional divisions, it is possible to reduce the amount of human factor and unneeded paperwork while also making the information gathered at the organization clear, accessible, and organized.

## **Key research findings**

### *Tasks for automating business processes*

The continual management of processes and their optimization constitute the primary criterion for the success of the process approach. Three categories of business processes are identified: 1) Main procedures. They act as the company's cornerstone. Processes give the consumer more value. Manufacturing, logistics, marketing and sales, procurement, etc. are a few examples. 2) Support techniques. They offer the primary processes' activity. For instance, bookkeeping, hiring, staffing, upkeep of the equipment, etc. 3) Control procedures. The management of the business is its primary duty. Consider financial planning, developing a strategy, documentation [3].

All corporate business operations are covered by automation. Both local tasks at the level of a single small business function and larger tasks encompassing an entire web of interconnected business processes can be solved using it. The automation of accounting, client accounting, and document management was the most prevalent since these processes are directly related to the processing of massive amounts of data. Three categories, which are shown in Figure 1, can be used to categorize business process automation procedures.

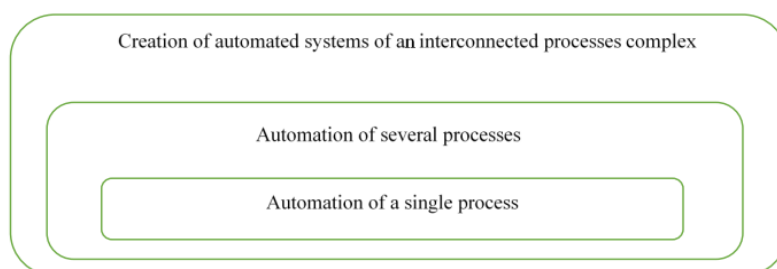


Figure 1 – Types of business process automation

1) Automation of the process. In this instance, one department resolves one or two specific tasks linked to streamlining work with individual papers. For instance, the creation of software modules that display graphs, provide tooltips, format spreadsheet cells based on the parameters entered, generate reports, archive files, instantly send emails, etc.

2) Automation of several processes. This kind of automation involves two or more processes, and it is accomplished through specially created programs. These programs typically include a database for gathering and storing data, forms for data entry and exchange, reports for analyzing this data, and databases for gathering and exchanging data. For order administration, procurement, internal audit documentation, statistical data processing, production planning, etc., businesses separately design client-server programs.

3) Automation that involves designing and putting in place specialized systems to handle a complex network of interconnected business activities. Such automation technologies enable us to fully automate all business activities, track the status of production in real time, and effectively manage the company for maximum profit [4].

Some heads of design institutes consider the business process of drawing up estimates as a time-consuming and complex process. Evaluation engineers involved in implementing this process are dealing with a huge amount of data that cannot always be processed quickly, and consequently, they make the best use of the application software products that ensure the success of this process. However, such software products are just an engineering tool, but the quality of the process is not always ideal. If we analyze these actions, collect modeling data and find optimal solutions, then all this together will serve as a powerful tool for rational management and implementation of this process

#### **Materials and methods**

Mathematical modeling and optimization are necessary for high-quality design of business processes. While business process modeling typically takes the shape of texts, tables, diagrams, and other tools (notations) to explain work processes and information, it is descriptive in nature. Business process modeling in this context is understood to be the control of processes, their documentation, and the associated paperwork, whereas the optimization of business processes, according to various IT company manuals, entails the implementation of specific actions aimed at their coordination and partial improvement. It is not possible to refer to the adoption of such organizational activities for the management and operation of the business as optimization. All these steps do not provide the best management of specific business processes, according to a recent study. It is impossible to optimize and automate business processes using descriptive modeling using well-known designations like IDEF0, DFD, and BPMN. The business process should be mathematically modelled so that optimization can be done while the business process is being explicitly investigated and given in the form of a model. All the relevant criteria for the business process model's optimization will also be added. The scientific community does not pay much attention to mathematical modeling [5].

The major objective of any business process is to optimize the estimate documentation, which includes evaluating the amounts of resources and output (estimates, tariffs, and services) at each step of the process and across the whole business process (production, maintenance, service, distribution, etc.). A suitable optimization business process must be carried out under conditions of future uncertainty due to the uncertainty of prospective demand for the final product (because of which the business process is organized), uncertainty of future sales and purchase prices for production resources, uncertainty of investments and their effects, and more. Establishing criteria that reflect future uncertainty and probable business process outcomes is important in order to construct a mathematical model of business process optimization. Only in the future, both in terms of the financial outcomes and the end result of the entire procedure, should all these criteria be updated [6].

#### **The evaluated business process's model structure and its mathematical interpretation**

The researched business process' structural model takes into account every part of the work involved in this form of activity. The model is built on process links (each distinct operation) and has two input flows for resources, requirements, and other regulatory elements:  $Z = \{X; Y\}$ . Flow vector  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  at the input to the  $i$ -process link includes the flows of production factors or external requirements; flow vector  $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  includes products, services, and operations

performed within the previous  $i$ -process links, which serve as input production resources within the given  $i$ -link. Within the model, such flows of resources are expressed as circles, process production links as rectangles, service links as rhombuses, influx of resources and/or products as arrows (Fig. 2a).

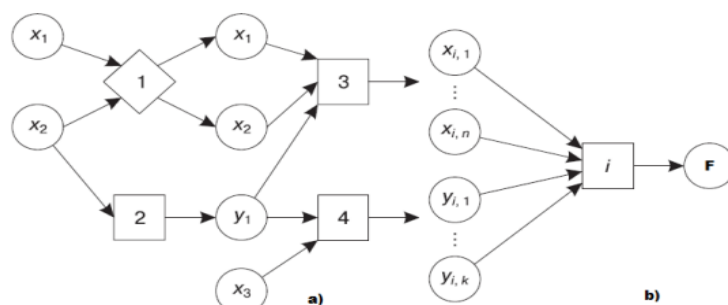


Figure 2 – (a) business process structural model (sample); (b) process link model

The production function (PF) may serve as the mathematical model of production activity on resource processing, which occurs within a production link at its input to the output product [7]. For process link  $i$  with  $X$  and  $Y$  resources at the input and one product made within the  $i$ -link at the output (Fig. 1b), the mathematical model represents a multiple-factor PF:

$$F_i = f_i\{x_1, x_2, \dots, x_n; y_1, y_2, \dots, y_k\}. \quad (1)$$

Using the regressive econometric method and available statistical data pertinent to both the IT product process and the applicable technology in this link, a specific PF type is established for each link and operation (activity). Physical transformation of production factors getting into the input of a process link to the output product is simultaneously followed by a cost increase of the input flow by the costs of work performance in a link (further costs are understood as the so-called average costs or unit costs [8]. Considering that the resources coming to  $i$ -link in volumes  $x_1, x_2, \dots, x_n$  and  $y_1, y_2, \dots, y_k$  have costs (per unit volume)  $p_1, p_2, \dots, p_n$  and  $q_1, q_2, \dots, q_k$  respectively, it is possible to get the overall cost of resources incoming to  $i$ -process link:

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i + \sum_{i=1}^k q_i y_i \quad (2)$$

In each  $i$ -link of a business process, the cost (2) of the input flow will be transformed into the cost at the output flow caused by expenses  $\Delta q_i$  incurred by production within the  $i$ -link. Then, the overall cost of the output flow of an  $i$ -link can be presented as follows

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i + \sum_{i=1}^k q_i y_i + \Delta q F_i \quad (3)$$

When modeling a business process for further optimization, the best requirements for production inputs must be taken into account in order to get the desired result. Demand for production factors and their pricing are unpredictable and unknown in advance [9]. The actual source data will comprise aspects of the financial and economic situation, as well as the developed market circumstances required for price and cost estimate documentation  $c_1, c_2, \dots, c_i$  for production factors  $x_1, x_2, \dots, x_n$  and sales prices  $c_i$  of the final product received at the output of final  $i$ -process link, known quantity of financial resources  $j$  assigned for the business process. In the assumption that the structure of a business process and the structure of the corresponding organizational units are chosen, the following optimization problem is solved: to define the optimal cost of the final product – cost estimate  $F_j$  at the output of the final  $i$ -link and optimal volumes of production factors  $x_1, x_2, \dots, x_n$  maximizing the profit of the entire business process. The corresponding mathematical model is as follows:

$$c_i * F_i(x_1, x_2, \dots, x_i) - (c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_i x_i) \rightarrow \max$$

To ensure optimization, the output of final product  $F_j$  shall be preliminary expressed through PF of all previous links of a business process and contain finite dependence on volumes of

production factors  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . This is achieved through the composition (inclusion of one into another) of PF of the previous links into PF of final link  $F_j(x_1, x_2, \dots, x_n)$  in the sequence, which begins with PF of the last process link and ends with PF of the first link.

### Conclusion

The optimization of the business process should be carried out as a system for the complete structural model of the process as a whole since this business process is meant to achieve a global goal that encompasses the release of the final product (cost estimate). Additionally, the owner of the business process controls variables that are used in the mathematical model's optimization, such as the output volume, selling price, and volume of factors purchased for the IT product. Economic theory and the process management framework are both included in this mathematical understanding of business process management. If specific technological connections are met, all values obtained will be applicable. It should be mentioned that when researching this topic, it is important to consider both the economic aspects of business process management and the overall efficiency of all process divisions.

Business process management modeling, which is a numerical optimization synthesis of the structure, components, and parameters of a business process, is incredibly important yet is still in its infancy. The cost of an IT project is the primary concern of the developed principles of mathematical modeling of business process management. The baseline data for the generated model, as well as its structure and the findings obtained, can alter dramatically throughout the simulation depending on the nature and peculiarities of each specific project.

### References

1. Hamidullin R.I., Senkevich L.B. About necessity of mathematical modeling of the business process of cost estimate calculations in the construction of oil and gas facilities // Higher educational institutions news. Neft i Gaz, 2017. – № 6. – P. 139-145 (In Russian)
2. Bataev A.V. Analysis of the application of big data technologies in the financial sphere // Paper presented at the Proceedings of the 2018 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies", 2018. – P. 568-572. (DOI:10.1109/ITMQIS.2018.8525121).
3. Aytasova A., Selezneva Z., Belinskaia I., & Evdokimov K. (2019). Development of the process map "research and development" for agricultural organizations // Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019. – 666(1). (DOI:10.1088/1757-899X/666/1/012072).
4. Kaluarachchi Y. Potential advantages in combining smart and green infrastructure over silo approaches for future cities // Front. Eng. Manag, 2020. – 8(1). P. 101-108. (DOI:10.1007/s42524-020-0136-y).
5. Hofacker I. and Vetschera R. Algorithmical approaches to business process design // Computers & Operations Research, 2021. – 28. – P. 1253-1275.
6. Madera A. Interval uncertainty of estimates and judgments of subject in decision making in multi-criteria problems // International Journal of the Analytic Hierarchy Process, 2015. – 7(2). – P. 337-348.
7. Hamidullin R.I., Senkevich L.B. Automation of the work price calculation engineer construction of estimated LLC «Tobolstroy servis» // Fundamental research, 2015. – 11(1). P. 110-114. (In Russian).
8. Turner C.J., Tiwari A., Olaiya R. and Xu Y. Business process mining: From theory to practice. Business // Process Management Journal, 2012 – 18(3). P. 493-512.
9. Meshcheryakova A. Organization of energy consumption management at the enterprise // Energy saving, 2015. – No. 6. – P. 64-67.

**Д.М. Тасқара\*, Б.К. Синчев**  
Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті,  
050008, Алматы, Қазақстан, Манас көшесі, 34а  
\*e-mail: taskaradina1@gmail.com

## **БИЗНЕС-ПРОЦЕСТІ АВТОМАТТАНДЫРУ ҮШІН МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬ ЖАСАУ**

*Мақалада АТ кәсіпорындары үшін бюджеттік бөлімнің жұмыс процедурасының идеалды математикалық моделін құрудың негізгі элементтері қарастырылады. Бизнес жағдайының нашарлауы және экономикалық тұрақсыздық жағдайында туындайтын негізгі техникалық проблемалар стратегия тұрғысынан талданады. Ақпараттық технологияларды енгізу және мамандандырылған бағдарламалар мен модульдерді құру бизнес-процестерді автоматтандыруға байланысты мәселелерді шешудің негізгі әдістері болып табылады. Мұндай жүйелерді әртүрлі функционалдық бірліктерде қолдану арқылы адам қателігі мен қажетсіз қағазбастылық көлемін азайтуға, сондай-ақ ұйымда жиналған ақпаратты түсінікті, қолжетімді және жүйеленген етуге болады. Бизнес-процестің құрылымын, құрамдас бөліктерін және параметрлерін сандық оңтайландыру синтезі болып табылатын бизнес-процестерді басқаруды модельдеу өте маңызды, бірақ әлі де бастапқы сатысында.*

*IT-жобаның құны бизнес-процестерді басқарудың математикалық модельдеу әзірленген принциптерінің негізгі міндеті болып табылады. Жасалған модель үшін кіріс деректері, сондай-ақ оның құрылымы және алынған нәтижелер әрбір нақты жобаның сипаты мен сипаттамаларына байланысты модельдеу процесі кезінде күрт өзгеруі мүмкін. Талқыланған зерттеу нарықтағы бәсекеге қабілеттілікті арттыруға және ұйымның жалпы стратегиясын барынша арттыруға бағытталған. Математикалық модельді құру кезінде автор жаппай қызмет көрсету теориясының принциптеріне негізделген бизнес-процесті математикалық модельдеу әдістеріне ерекше назар аударады. Құрылған модель АТ-компаниялардың бюджеттік бөлімшелеріне өз қызметін бағалауға және жетілдіруге мүмкіндік береді.*

**Түйін сөздер:** АТ компаниясы, интеллектуалды жүйелер, қаржылық жоспарлау, ат технологиялары, математикалық модель, бизнес-процестерді автоматтандыру.

**Д.М. Тасқара\*, Б.К. Синчев**  
Международный университет информационных технологий,  
050008, Алматы, Казахстан, ул. Манаса, 34а  
\*e-mail: taskaradina1@gmail.com

## **РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА**

*В статье рассматриваются основные элементы создания идеальной математической модели процедуры работы бюджетного отдела для ИТ-предприятий. Основные технические проблемы, возникающие в условиях ухудшения условий ведения бизнеса и экономической нестабильности, анализируются с точки зрения стратегии. Внедрение информационных технологий и создание специализированных программ и модулей являются основными методами решения вопросов, связанных с автоматизацией бизнес-процессов. Используя такие системы в различных функциональных подразделениях, можно уменьшить количество человеческого фактора и ненужной бумажной работы, а также сделать информацию, собираемую в организации, понятной, доступной и систематизированной. Моделирование управления бизнес-процессами, представляющее собой численный оптимизационный синтез структуры, компонентов и параметров бизнес-процесса, невероятно важно, но все еще находится в зачаточном состоянии. Стоимость ИТ-проекта является первостепенной задачей разработанных принципов математического моделирования управления бизнес-процессами. Исходные данные для сгенерированной модели, а также ее структура и полученные результаты могут резко меняться в процессе моделирования в зависимости от характера и особенностей каждого конкретного проекта. Обсуждаемое исследование направлено на*

повышение конкурентоспособности на рынке и максимизацию общей стратегии организации. При построении математической модели автор уделяет особое внимание методам математического моделирования бизнес-процесса, основанным на принципах теории массового обслуживания. Созданная модель позволит бюджетным подразделениям ИТ-компаний оценивать и совершенствовать свою деятельность.

**Ключевые слова:** ИТ-компания, интеллектуальные системы, финансовое планирование, ИТ-технологии, математическая модель, автоматизация бизнес-процессов.

#### **Авторлар туралы мәліметтер**

**Дина Мирахметовна Тасқара\*** – магистрант, ақпараттық технологиялар факультеті, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті; e-mail: taskaradina1@gmail.com.

**Бахтгерей Куспанович Синчев** – Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, ақпараттық жүйелер кафедрасы техника ғылымдарының кандидаты, профессор, доцент; e-mail: sinchev@mail.ru. ORCID: 0000-0001-8557-8458.

#### **Сведения об авторах**

**Дина Мирахметовна Тасқара\***, магистрант группы ИТМ-214 кафедры Информационных технологий, Международного университета информационных технологий.

**Бахтгерей Куспанович Синчев** – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры информационных систем Международного университета информационных технологий; e-mail: sinchev@mail.ru. ORCID: 0000-0001-8557-8458.

#### **Information about the authors**

**Dina Mirakhmetovna Taskara\*** – master's student of the Department of Information Technologies, International University of Information Technologies; e-mail: taskaradina1@gmail.com.

**Bakhtgery Kuspanovich Sinchev** – PhD, professor, Information Systems Department, International Information Technology University; e-mail: sinchev@mail.ru. ORCID: 0000-0001-8557-8458.

*Material received on 02.06.2022 г.*

DOI: 10.53360/2788-7995-2022-1(5)-6

FTAХР: 31.23

**А.К. Какимов<sup>1\*</sup>, А.А. Майоров<sup>2</sup>, Г.А. Жумадилова<sup>1</sup>, А.М. Муратбаев<sup>1</sup>, М.М. Ташыбаева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>«Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КеАҚ,  
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки көш., 20А

<sup>2</sup>«Федералдық Алтай агроботехнологиялық ғылыми орталығы» ФМБФМ,  
656910, Ресей Федерациясы, Барнаул қ., Советской Армии көш., 66

\*e-mail: bibi.53@mail.ru

#### **МИКРОКАПСУЛАЛАУ – ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ МЕН ӘДІСТЕРІ**

**Аңдатпа:** Мақалада қазіргі фармацевтикада және тамақ өнеркәсібінде микрокапсулалар технологиялары мен әдістерін қолдану көрсетілген. Денсаулық сақтаудың маңызды міндеттерінің бірі – халықты қауіпсіз, тиімді, сапалы және қолжетімді дәрілік заттармен қамтамасыз ету болып табылады. Қазақстанның фармацевтикалық нарықтағы отандық дәрілік препараттардың негізгі даму қарқынын талдау өзекті болып қалуда. Микрокапсулалау физикалық, химиялық, физика-химиялық түрлеріне талдау жасалған. Микрокапсулалау көмегімен келесі мәселелерді шешуге болады: дәрілік заттардың реактивтілігін төмендету, тұрақсыз және тез бұзылатын дәрілік заттардың жарамдылық мерзімін ұзарту, заттың уыттылығын төмендету, затқа жаңа физикалық қасиеттер беру, құбылмалылықты азайту, тығыздықты өзгерту,

түсін, дәмін, иісін жасыру. Микрокапсулалар дәрілік препараттардың ұзақ әсер етуін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Микрокапсулалау арқылы мыналарға қол жеткізіледі: тұрақсыз дәрілік заттарды қоршаған ортаның әсерінен қорғау (дәрумендер, антибиотиктер, ферменттер, вакциналар, сарысулар және т.б.); ащы дәрілік заттардың дәмін жасыру; асқазан-ішек жолдарының қажетті бөлігінде дәрілік заттарды шығару (ішекте еритін микрокапсулалар); қажетті ортада еритін, емдік әсерін сақтайтын және сонымен қатар тұтынушының талаптарына сәйкес келетін (пайдалану ыңғайлылығы, тиімділігі, қолайлы құны) қасиеттері мен сипаттамалары бар жоғары сапалы капсулаларды алу мәселесі әлі күнге дейін ашық күйінде қалып отыр.

**Түйін сөздер:** микрокапсулалау, түйіршіктеу, бүрку, мұздату, кептіру, коацервация.

"Микрокапсулалау" термині технологиялық әдебиеттерде 60-жылдардың басында пайда болды. Содан бері дәрілік заттардың микрокапсулаларын алу мәселелеріне қызығушылықтың өсу үрдісі байқалды [1; 2; 3; 4; 5; 6].

Микрокапсулалар – құрамында 1-ден 2000 мкм-ге дейін, құрамында қосымша заттар қосылған немесе қосылмаған қатты немесе сұйық белсенді заттар бар полимерлі немесе басқа материалдан жасалған, сфералық немесе дұрыс емес пішінді жұқа қабықтан тұратын капсулалар [7]. Көбінесе мөлшері 100-ден 500 мкм-ге дейінгі микрокапсулалар қолданылады [8].

Қазіргі уақытта микрокапсулалар әртүрлі салаларда қолданыла бастады. Ауыл шаруашылығында және тұрмыста кеңінен қолданылады [3]. Витаминдер, эфир майлары және майлары бар микрокапсулалар әртүрлі косметиканың (кремдер, гелдер, сарысулар) бөлігі болып табылады [9]. Микрокапсулаланған пробиотиктер ветеринарияда және жем қоспаларында қолданылады [10].

Алайда, фармацевтика өнеркәсібінде микрокапсулалар мұндай кең практикалық қолдануды таба алмайды, дегенмен оларды қолданудың айқын перспективасы бар. Микрокапсулалау көмегімен келесі мәселелерді шешуге болады: дәрілік заттардың реактивтілігін төмендету, тұрақсыз және тез бұзылатын дәрілік заттардың жарамдылық мерзімін ұзарту, заттың уыттылығын төмендету, затқа жаңа физикалық қасиеттер беру – құбылмалылықты азайту, тығыздықты өзгерту, түсін, дәмін, иісін жасыру. Микрокапсулалар дәрілік препараттардың ұзақ әсер етуін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді [8,11].

Дәрілік заттардың тұрақтылығын арттыру үшін микрокапсуляцияны қолданудың мысалы ретінде дәрілік өсімдік шикізаты сығындыларының қабықшаларына қорытынды жасауға болады [12].

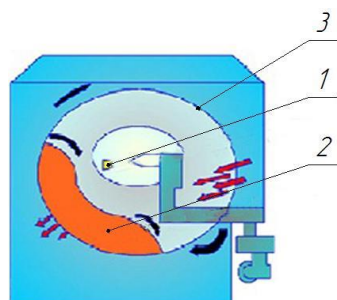
Капсулалау (лат. capsula-қорап) – тығыз заттың, түйіршіктердің, түрлі сұйықтықтардың ең ұсақ бөлшектерін белгіленген сипаттамалары бар (өткізгіштігі, балқу температурасы, ерігіштігі және т.б.) берік қабыққа салу. Фармацевтикада келесі капсулалау технологиялары бар: желатинді капсулалау (үлкен капсулалар – 5÷15 мм); микрокапсулалар (капсулалар – 10-1÷10-5 мм) [13-15].

Микрокапсулалау әдістері – физикалық, физика-химиялық, химиялық әдістер болып бөлінеді. Физикалық әдістерге – түйіршіктеу, бүрку, бүріккіш кептіру, бүріккіш мұздату жатады.

Түйіршіктеу әдісі қатты дәрілік заттарды микрокапсулалау үшін қолданылады, олар біркелкі кристалды масса түрінде (бөлшектердің қажетті мөлшерімен) айналмалы түйіршіктеу қазандығында пленка түзетін ерітіндімен шашыратылады. Алынған пленкалар қазандықта берілген қыздырылған ауа ағынында кебеді [16].

Түйіршіктеу – шағын, бөлшектерді немесе қапталған таблеткаларды өндірудің классикалық технологиясы 1-суретте көрсетілген [16], әдіс фармацевтикалық және тамақ өнеркәсібінде кеңінен қолданылады.





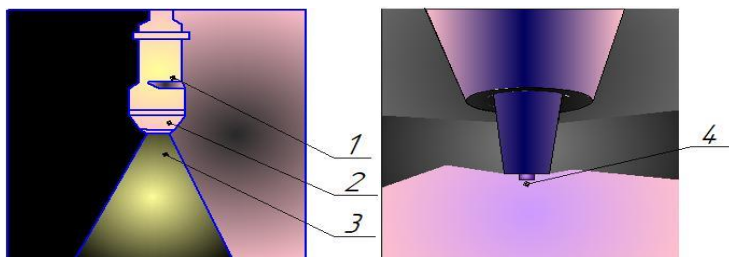
1 – материалдың ерітіндісі; 2 – түйіршіктеу материалы; 3 – айналмалы барабан

Сурет 1 – Түйіршіктеу әдісі

Технологияға сәйкес, қабықты құрайтын 1 материалдың ерітіндісі айналмалы барабанда 3 араластырылған 2 түйіршіктеу қоспасын үстіне баяу шашыратады. Әрі қарай, қарастырылып отырған технологияға сәйкес, пленка түзетін еріткіш буланып, зат қабықпен жабылады, ал технология әртүрлі қасиеттері бар бірнеше қабықшалардың пайда болуын қамтамасыз етеді [17].

Бұрку әдісі әдетте қатты заттарды микрокапсулалау үшін қолданылады, олар бұған дейін жұқа суспензия күйіне, майлы заттардың ерітіндісінде немесе балқымасында (балауыз, цетил спирті, глицерин моно - немесе дистеараты және т.б.), содан кейін бүріккіш кептіргіште суспензияны бұрку және кептіру үшін қолданылады. Технологияда бүріккіш саптамалар қолданылады, 2-суретке сәйкес бүріккіш пистолет және атомизациялық дискілер ретінде жұмыс істейді [16].

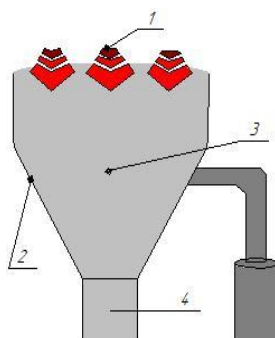
Айналмалы диск – бүріккіш кептіруге немесе мұздатуға арналған атомизацияның басқа әдісі. Бастапқыда 1-ші қоректендіру құбырына эмульсия алынады, онда капсулаланған материал дисперсті фазада болады. Содан кейін бұрку технологиясына сәйкес эмульсия айналмалы дискіге 4, форсунка 2 және шашатын шам 3 арқылы бөлшектерді атомизациялайды. Үздіксіз фазадан шыққан эмульсия тамшылары айналу кезінде сфералық пішінге ие болады, ол кептірілген кезде бекітіледі [18, 19].



1 – қоректендіру құбыры; 2 – форсунка; 3 – бүріккіш алау; 4 – айналмалы диск

Сурет 2 – Бұрку

Бүріккіш кептіру өнімді және танымал (85% дейін) капсулалау әдісі 3-суретте көрсетілген [16, б.18; 20, б.18].



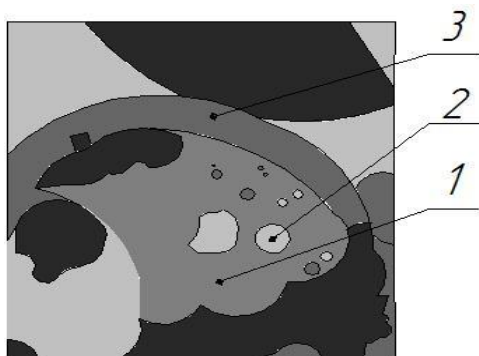
1 - ыстық ауа; 2 – кіріс тесігі; 3-капсулалық материалды бұрку; 4-капсулалар

Сурет 3 – Бүріккіш кептіру

Ыстық ауа ағынында 1, кіріс тесігі 2 арқылы берілетін эмульсия шашырай бастайды. Капсулаланған материалдың 3 бөлшектері шар пішінін құрайды, су буланған кезде қабық материалы қатая бастайды және 4 капсула жасайды. Капсуланың тиімділігін қамтамасыз етуде май фазасының бөлшектерінің мөлшері маңызды рөл атқарады, олар ұсақ болуы керек [21, 22].

Бүріккіш мұздату – бүріккіш кептіру технологиясының кері технологиясы, 4-суретте көрсетілген [16, б.18].

Бұл технологияда матрица 1 майдан 2 немесе балауыздан түзіледі. 4-суретте май бөлшектері бар капсула көрсетілген. Су фазасы қосылыс ретінде қызмет етеді. Бүріккіш кептіру әдісіндегідей, мұнда бөлшектер кептірілмейді, олар қатып қалады. Технология капсулаланған затты 3 қабықтың көмегімен ылғалдан қорғау және белгілі бір температурада босату қажет болған жағдайда қолданылады. Салқын ауа ағынында эмульсия шашырайды, балауыз қатаяды, капсулаланған зат тамшыларының қосылуы пайда болады [23, 24].

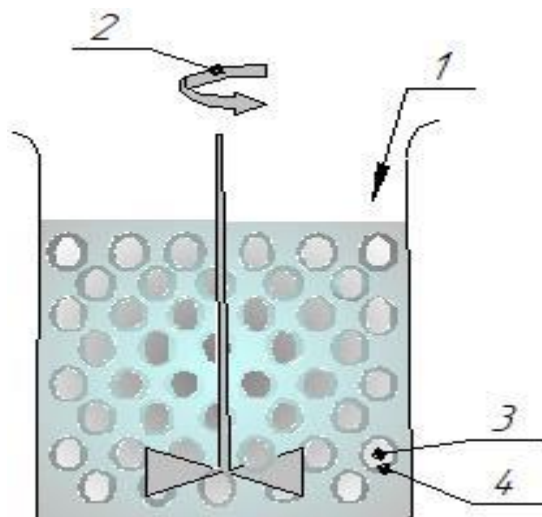


1 – матрица; 2 – май; 3 – қабық

Сурет 4 – Бүріккіш мұздату әдісімен алынған капсула

Физика-химиялық әдістер. Микрокапсуланың негізгі физика-химиялық әдісі – коацервация әдісі жатады.

Коацервация – капсулалау технологиясы, оған сәйкес судағы май түріндегі эмульсияның май фазасына орналастырылған капсулаланған зат 5-суретке сәйкес полимердің жұқа ерімейтін жабынымен қапталған [16].



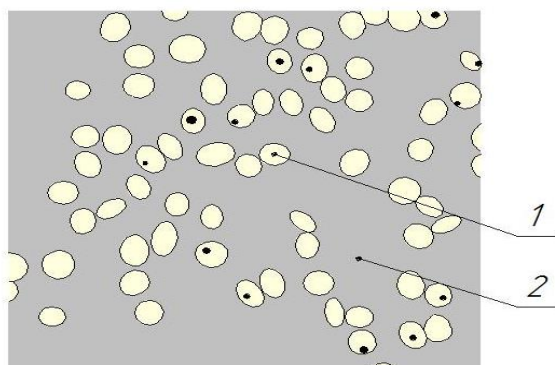
1 – сірке қышқылын қосу; 2 – баяу араластыру; 3 – май тамшысы; 4 – полимерлі жабын

Сурет 5 – Коацервация

Осы технологияға сәйкес, май фазасы 3 құрамында коацерваттар бар 4 полимер ерітіндісіне қосылады. Коацерваттар, электростатикалық күштердің әсерінен, сіркеқышқылы 1 қосылған кезде, май фазасын жабады, біртекті, жартылай сұйық қабық түзеді. Осы технологияға сәйкес, құрылым салқындатылады, бұл тамшы қабығының қатаюына әкеледі, баяу 2 араластырылған кезде. Кептіру процесінің алдында дымқыл капсулаларды бір-біріне

жабыстырмас үшін құрылымға қосымша енгізіледі (мысалы, кремний диоксиді). Коацервация технологиясы бойынша шағын капсулалар бүріккіш кептіру технологиясында қолданылады. Өлшемі 100 мкм-ден асатын үлкен капсулаларды сүзіп, жалған қайнаған қабаттағы ауа ағынында кептіру керек [25, 26].

Химиялық әдістер. Микросфералар – биополимер 2 гелінен тұратын (жиналатын) 1 белсенді заты бар шағын сфералар (диаметрі 0,2-5,0 мм) 6 - суретте көрсетілген [16].



1 – белсенді зат; 2 – биополимер гелі

Сурет 6 – Альгинатты гель бөлшектері

Бұл әдіске сәйкес, көп жағдайда белсенді зат микросфера пайда болғанға дейін енгізіледі.

Түйіршіктеу әдісі капсулаланған бөлшектердің салыстырмалы түрде үлкен мөлшеріне байланысты диаметрі бойынша ұсақ капсулаларға қол жеткізуге мүмкіндік бермейді.

Бүрку атомызациялық дискілердің көмегімен реактивті ағынды "кесу" кезінде бөлшектердің қажетті мөлшерін алудың нақты мүмкіндігі бар, бірақ жылдам айналу кезінде материал қатты шашырайды, нәтижесінде капсулаланған заттың шығыны артады. Технологияның артықшылығы – суспензия жағдайында саптамадан айырмашылығы диск бітелмейді.

Кептіру кезінде ламинарлы ауа ағыны бар үлкен камера болған кезде бөлшектер контур бойымен біркелкі және бір өлшемді болады, ал циклонды кептіргіштегі турбулентті ағынмен бөлшектер бір-біріне жабыса бастайды, осылайша материалды капсулалауға жол бермейді.

Бүріккіш кептіргіште бөлшектер дұрыс пішінге ие болады, бірақ циклонды кептіргіштерде бір-біріне жабысып қалуы мүмкін.

Бүріккіш мұздату технологияның артықшылығы – капсулаланған материалдың барлық пайдалы заттары мұздату арқылы сақталады, бірақ пішіні мен диаметрі бойынша олар біркелкі емес.

Коацервация әдісімен алынған капсулалар дәрілік препараттарды капсулалау үшін өте жақсы жұмыс істейді. Алайда, жабысуға қарсы қоспалар болмаса, капсулалар өздігінен бөлінбейді.

Эмульсия әдісінің қадамдары: калий хлориді ерітіндісі альгинат ерітіндісінің эмульсиясына енгізіледі. Бұл тәсіл шағын көлемді микросфераларды өндіруге мүмкіндік береді. Калий хлориді ерітіндісінде ұзақ уақыт болғаннан кейін альгинатты микросфералардың қабығы қатайды.

Кальций альгинатты гельді қолдана отырып, микросфераларды алу технологиясы, әдіске сәйкес, өте ыңғайлы. Сонымен, капсула қабығының қалыңдығын реттеуге болады.

Капсулалау технологиясы өнеркәсіптің көптеген салаларында кең таралды: тамақ, фармацевтика, косметика, ауыл шаруашылығы. Шолу мақаласында микрокапсулалау процесінің мәні қарастырылды.

Капсулалау – бұл химиялық қосылыстардың биожетімділігі мен биоактивтілігіне оң әсер етуі мүмкін әдіс, өйткені ол белсенді компонентті мембранамен қорғауды, материалдың ядросын ас қорыту жолының белгілі бір бөлігіне мақсатты түрде жеткізуді және оның біртіндеп бөлінуін қамтамасыз етеді. Микрокапсулалау процесі белсенді агентті қоршаған ортаның қолайсыз әсерінен жедел қорғауды қамтамасыз етеді және денеде мақсатты материалдың сіңуіне ықпал етеді.

Микрокапсулалау әдісімен дайындалған диеталық қоспалар функционалды тағамның тиімді компоненті бола алады. Сапалы капсулалау қоспаларды өндіру үшін ең маңыздысы жабын материалын және микрокапсулалау процесінің әдісін таңдау болып табылады. Микрокапсулалау технологиясы әлі де тамақтану индустриясында пайдалы тағамдарды әзірлеудің жалпы қабылданған құралына айналған жоқ, оған көп салалы зерттеу тәсілі және өнеркәсіптік талаптар мен шектеулерді ескеру арқылы қол жеткізуге болады.

#### Әдебиеттер тізімі

1. Степанова Э.Ф., Ким М.Е., Мурзагулова К.Б., Евсеева С.Б. Микрокапсулы: перспективы использования в современной фармацевтической практике / Современные проблемы науки и образования, 2014. – № 5
2. Изучение параметров микрокапсулирования при получении пролонгированной формы налтрексона / Е.А. Петрова и др. / Хим.-фармац. ж., 2014. – 31. – С. 50-53.
3. Койн Боб Микрокапсулы // Патент РФ № 2359662, 27.06.2009.
4. Муравьев И.А., Андреева И.Н. Влияние микрокапсулирования на скорость высвобождения теofilлина из таблеток // Фармация, 1987. – № 2. – С. 19-21.
5. Полковникова Ю.А., Степанова Э.Ф. Выбор вспомогательных веществ для микрокапсулирования афобазола // 2 междунар. науч.-практ. конф. «Молодые ученые в решении актуальных проблем науки»: сб. науч. тр. – Владикавказ, 2011. – Ч.1. – С. 289-291.
6. Тираспольская С.Г. Разработка технологии и способов анализа микрокапсул фенкарола // Разработка, исследование и маркетинг фармацевтической продукции: сб. науч. тр. – Пятигорск, 2005. – Вып. 60. – С. 290-291.
7. ОСТ 91500.05.001-00. Стандарты качества лекарственных средств. Основные положения. – М.: МЗ РФ, 2000. – 38 с.
8. Чуешов В.И., Чернов Н.Е. Промышленная технология лекарств: в 2 т. – Харьков: Основа, 1999. – Т. 2. – 704 с.
9. Федеральный реестр разрешенных БАД: сайт «О БАД.ру» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://obad.ru/>. (дата обращения: 20.12.2022).
10. Чем заменить пробиотики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://subtilis.ru> (дата обращения: 20.12.2022).
11. Михель Шнайдер, Филипп Буссат Микрокапсулы, способ изготовления и их применение // Патент РФ №96117128/14, 1995.11.21.
12. Автина Н.В. Разработка состава и технологии микрокапсул с экстрактом черемухи поздней // Современные проблемы науки и образования, 2012. – № 4. – Режим доступа: [www.science-education.ru/104-6650](http://www.science-education.ru/104-6650) (дата обращения: 20.12.2022).
13. Какимов А.К., Какимова Ж.Х., Жарыкбасова К.С., Бепеева А.Е., Мирашева Г.О., Джумажанова М.М., Жумадилова Г.А. Инкапсулирование биологически активных добавок и их использование при производстве пищевых продуктов: монография. – РГП на ПХВ Государственный университет имени Шакарима города Семей. – Алматы, 2017. – 218 с.
14. Krasaekoopt W., Bhandari B. Properties and applications of different probiotic delivery systems // Woodhead Publishing Limited, 2012. – № 5. – P. 541-594.
15. Vivek K. B. Use of encapsulated probiotics in dairy based foods // International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences, 2013. – Vol.3 (1). – P. 188-199.
16. Жумадилова Г.А. Исследование процесса инкапсулирования пробиотиков с целью создания оборудования: дисс. ...PhD – 6D072400. – Семей: ГУ имени Шакарима города Семей, 2020. – С.132.
17. Jackson L.S. and K. Lee, Microencapsulation and the food industry // Lebensmittel-Wissenschaft Technologie, 1991 – 24(4). – P. 289-297.
18. Patent Number: 2,809,895 – US, Int. CL: A23 L27/70 Solid flavoring composition and method of preparing the same / Horton E Swisher; Current Assignee: Sunkist Growers Inc – Appl. №.: 519,719; Filed: July 5, 1955; Date of Patent: Oct. 15, 1957. – P.4.
19. Витман Л.А., Кацнельсон Б.Д., Палеев И.И. Распыливание жидкости форсунками – М: Государственное энергетическое издательство, 1962. – 272 с.
20. Солодовник В.Д., Микрокапсулирование – М.: Химия, 1980 – 216 с.
21. Patent Number: 5,124,162 – US, Int. CL: A23L 1/211 Spray-dried fixed flavorants in a carbohydrate substrate and process / Marijan A. Boskovic, Susan M. Vidal, Fouad Z. Saleeb;

Current Assignee: Kraft Foods Global Brands LLC – Appl. № 798,332; Filed: Nov. 26, 1991; Date of Patent: Jun. 23, 1992.

22. Хамагаева И.С. Биотехнология заквасок пропионово – кислых бактерий / И.С. Хамагаева. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2006. – 172 с.

23. Patent Number: 3,314,803-US, Int. CL: A23 L27/70 Mannitol fixed flavor and method of making same / Jr Charles Dame, Robert E Smiles; Current Assignee: General Foods Corp – Appl. №.: 523,038; Filed: Jan. 26, 1966, Date of Patent: Apr. 8, 1967.

24. Гордиенко М.Г., Сомов Т.Н., Юсупова Ю.С., Чупикова Н.И., Меньшутина Н.В. Получение микрочастиц из биodeградируемых природных и синтетических полимеров для применения их в области регенеративной медицины. / Тонкие химические технологии, 2015. – 10(5). – С. 66-76.

25. Zuidam N. J, Nedovic V. A, Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing // Springer Science, 2010. – P. 391

26. Ubbink, J. Physical approaches for the delivery of active ingredients in foods. [Text] / J. Ubbink, J. Kreger // Trends Food Sci Technol, 2006. – № 17. – P. 244-254

### References

1. Stepanova E.F., Kim M.E., Murzagulova K.B., Evseeva S.B. Microcapsules: prospects of use in modern pharmaceutical practice /Modern problems of science and education, 2014. – № 5 (In Russian)

2. Study of microcapsulation parameters in obtaining a prolonged form of naltrexone / E.A. Petrova et al. // Chemical-pharmaceutical. zh., 2014. – 31. – pp. 50-53 (In Russian)

3. Coin Bob Microcapsules // Patent of the Russian Federation No. 2359662, 27.06.2009 (In Russian)

4. Muravyev I.A., Andreeva I.N. The effect of microcapsulation on the release rate of theophylline from tablets // Pharmacy, 1987. – No. 2. – pp. 19-21 (In Russian)

5. Polkovnikova Yu.A., Stepanova E.F. The choice of excipients for afobazole microcapsulation // 2 International scientific and practical conference "Young scientists in solving urgent problems of science": collection of scientific tr. – Vladikavkaz, 2011. – Part 1. – pp.289-291 (In Russian)

6. Tiraspolskaya S.G. Development of technology and methods of analysis of microcapsules of fencarol // Development, research and marketing of pharmaceutical products: collection of scientific tr. – Pyatigorsk, 2005. – Issue 60. – pp. 290-291. (In Russian)

7. OST 91500.05.001-00. Quality standards of medicines. Basic provisions. – M.: Ministry of Health of the Russian Federation, 2000. – 38 p. (In Russian)

8. Chueshov V.I., Chernov N.E. Industrial technology of medicines: in 2 vols. – Kharkiv: Osnova, 1999. – Vol. 2. – 704 p. (In Russian)

9. Федеральныереестр разрешенных БАД: сайт «О БАД.ру» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://obad.ru/>. (дата обращения: 20.12.2022) (In Russian)

10. How to replace probiotics [Electronic resource]. – Access mode: <http://subtilis.ru> (accessed: 20/12/2022) (In Russian)

11. Michael Schneider, Philippe Bousso Microcapsules, manufacturing method and their application // Patent of the Russian Federation No. 96117128/14, 1995.11.21 (In Russian)

12. Avtina N.V. Development of the composition and technology of microcapsules with late cherry extract // Modern problems of science and education, 2012. – No. 4. – Access mode: [www.science-education.ru/104-6650](http://www.science-education.ru/104-6650) (date of application: 20.12.2022) (In Russian)

13. Kakimov A.K., Kakimova Zh.Kh., Zharykbasova K.S., Bepeeva A.E., Mirasheva G.O., Dzhumazhanova M.M., Zhumadilova G.A. Encapsulation of biologically active additives and their use in food production: monograph. – RSE on PCV Shakarim State University of Semey. – Almaty, 2017. – 218 s (In Russian)

14. Krasaekoopt W., Bhandari B. Properties and applications of different probiotic delivery systems//Woodhead Publishing Limited, 2012. – № 5. – P. 541-594 (In Russian)

15. Vivek K. B. Use of encapsulated probiotics in dairy based foods//International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences, 2013. – Vol.3 (1). – P. 188-199.

16. Zhumadilova G.A. Investigation of the process of encapsulation of probiotics in order to create equipment: diss. ...PhD – 6D072400. – Semey: Shakarim State University of Semey, 2020. p.132 (In Russian)

17. Jackson L.S. and K. Lee, Microencapsulation and the food industry // Lebensmittel-Wissenschaft Technologie, 1991 – 24(4). – P. 289-297.

18. Patent Number: 2,809,895 – US, Int. CL: A23 L27/70 Solid flavoring composition and method of preparing the same / Horton E Swisher; Current Assignee: Sunkist Growers Inc – Appl. №.: 519,719; Filed: July 5, 1955; Date of Patent: Oct. 15, 1957. – P. 4.
19. Vitman L.A., Katsnelson B.D., Paleev I.I. Spraying liquid with nozzles – M: State Energy Publishing House, 1962. – 272 p. (In Russian)
20. Solodovnik V.D., Microcapsulation – M.: Chemistry, 1980 – 216 p. (In Russian)
21. Patent Number: 5,124,162 – US, Int. CL: A23L 1/211 Spray-dried fixed flavorants in a carbohydrate substrate and process / Marijan A. Boskovic, Susan M. Vidal, Fouad Z. Saleeb; Current Assignee: Kraft Foods Global Brands LLC - Appl. № 798,332; Filed: Nov. 26, 1991; Date of Patent: Jun. 23, 1992.
22. Khamagaeva I.S. Biotechnology of starter cultures of propionic acid bacteria / I.S. Khamagaeva. – Ulan-Ude: Publishing House of VSSTU, 2006. – 172 p. (In Russian)
23. Patent Number: 3,314,803-US, Int. CL: A23 L27/70 Mannitol fixed flavor and method of making same / Jr Charles Dame, Robert E Smiles; Current Assignee: General Foods Corp – Appl. №.: 523,038; Filed: Jan. 26, 1966, Date of Patent: Apr. 8, 1967.
24. Gordienko M.G., Somov T.N., Yusupova Y.S., Chuprikova N.I., Menshutina N.V. Obtaining microparticles from biodegradable natural and synthetic polymers for their use in the field of regenerative medicine. / Fine chemical technologies, 2015. – 10(5). – pp. 66-76.
25. Zuidam N. J, Nedovic V. A, Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing // Springer Science. – 2010. – P. 391.
26. Ubbink, J. Physical approaches for the delivery of active ingredients in foods. [Text] / J. Ubbink, J. Kreger // Trends Food Sci Technol, 2006. – № 17. – P. 244-254.

**А.К. Какимов<sup>1\*</sup>, А.А. Майоров<sup>2</sup>, Г.А. Жумадилова<sup>1</sup>, А.М. Муратбаев<sup>1</sup>, М.М. Ташыбаева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>НАО «Университет имени Шакарима города Семей»,  
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20А

<sup>2</sup>ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробιοтехнологий»,  
656910, Российская Федерация, г. Барнаул, ул. Советской Армии, 66

\*e-mail: bibi.53@mail.ru

## **МИКРОКАПСУЛИРОВАНИЕ – ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ**

*В статье представлено применение технологий и методов микрокапсул в современной фармацевтике и пищевой промышленности. Одной из важнейших задач здравоохранения является обеспечение населения безопасными, эффективными, качественными и доступными лекарственными средствами. Актуальным остается анализ основных темпов развития отечественных лекарственных препаратов на фармацевтическом рынке Казахстана. Микрокапсулирование анализируется на физические, химические, физико-химические формы. С помощью микрокапсуляции можно решить следующие задачи: снизить реактивность лекарственных средств, продлить срок годности нестабильных и скоропортящихся лекарственных средств, снизить токсичность вещества, придать веществу новые физические свойства, уменьшить летучесть, изменить плотность, скрыть цвет, вкус, запах. Микрокапсулы позволяют обеспечить длительное действие лекарственных препаратов. Микрокапсулированием достигается: защита нестабильных лекарств от воздействия окружающей среды (витамины, антибиотики, ферменты, вакцины, сыворотки и т. д.); скрытие вкуса горьких лекарственных средств; выделение лекарственных средств в желаемой части желудочно-кишечного тракта (кишечнорастворимые микрокапсулы); до сих пор остается открытым вопрос получения высококачественных капсул со свойствами и характеристиками, которые растворяются в желаемой среде, сохраняют лечебный эффект и в то же время соответствуют требованиям потребителя (удобство использования, эффективность, приемлемая стоимость).*

**Ключевые слова:** микрокапсулирование, гранулирование, распыление, замораживание, сушка, коацервация.

**A.K. Kakimov<sup>1\*</sup>, A.A. Mayorov<sup>2</sup>, G.A. Zhumadilova<sup>1</sup>, A.M. Muratbayev<sup>1</sup>, M.M. Tashybaeva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>NJSC «Shakarim University of Semey» ,

071412, Republic of Kazakhstan, Semey, Glinka st., 20A

<sup>2</sup>Federal State Budget Scientific Institution Federal Altai Scientific Center for Agrobiotechnologies ,  
656910, Russian Federation, Barnaul, Sovetskoy Armii st., 66

\*e-mail: bibi.53@mail.ru

## **MICROCAPSULATION – TECHNOLOGIES AND METHODS**

*The article presents an overview of the application of technologies and methods of microcapsules in modern pharmaceuticals and the food industry. One of the most important tasks of healthcare is to provide the population with safe, effective, high-quality and affordable medicines. The analysis of the main rates of development of domestic medicines in the pharmaceutical market of Kazakhstan remains relevant. Microcapsulation is analyzed for physical, chemical, physico-chemical forms. With the help of microcapsulation, the following tasks can be solved: to reduce the reactivity of medicines, extend the shelf life of unstable and perishable medicines, reduce the toxicity of the substance, give the substance new physical properties, reduce volatility, change density, hide color, taste, smell. Microcapsules make it possible to ensure the long-term effect of medicines. Microcapsulation achieves: protection of unstable drugs from environmental influences (vitamins, antibiotics, enzymes, vaccines, serums, etc.); hiding the taste of bitter medicines; isolation of medicines in the desired part of the gastrointestinal tract (intestinal-soluble microcapsules); the question of obtaining high-quality capsules with properties and characteristics that dissolve in the desired environment, retain the therapeutic effect and at the same time meet the requirements of the consumer (ease of use, efficiency, reasonable cost) is still open.*

**Key words:** microcapsulation, granulation, spraying, freezing, drying, coacervation.

### **Авторлар туралы мәліметтер**

**Айтбек Калиевич Какимов\*** – техника ғылымдарының докторы, «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының профессоры; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: bibi.53@mail.ru. ORCID: 0000-0002-9607-1684

**Александр Альбертович Майоров** – техника ғылымдарының докторы, Федералдық Алтай агроботехнологиялық ғылыми орталығы ФМБФМ профессоры; Ресей Федерациясы; e-mail: maiorov.alex@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1237-2907

**Гульмира Амангазыевна Жумадилова** – PhD, «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының меңгерушісі; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: zhumadilovaga@mail.ru. ORCID: 0000-0003-0722-8860

**Алибек Манарбекович Муратбаев** – PhD, «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының аға оқытушысы; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: great\_mister@mail.ru. ORCID: 0000-0002-0830-5007

**Маржан Мейрамбекқызы Ташыбаева** – «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының докторанты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: marzhan06081990@gmail.com. ORCID: 0000-0001-7408-5906

### **Сведения об авторах**

**Айтбек Калиевич Какимов\*** – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: bibi.53@mail.ru. ORCID: 0000-0002-9607-1684.

**Александр Альбертович Майоров** – доктор технических наук, профессор ФГБНУ Федеральный Алтайский научный центр агроботехнологий, Россия; e-mail: maiorov.alex@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1237-2907.

**Гульмира Амангазыевна Жумадилова** – PhD, заведующая кафедрой «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: zhumadilovaga@mail.ru. ORCID: 0000-0003-0722-8860.

**Алибек Манарбекович Муратбаев** – PhD, старший преподаватель кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: great\_mister@mail.ru. ORCID: 0000-0002-0830-5007.

**Маржан Мейрамбекқызы Ташыбаева** – докторант кафедрасы «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: marzhan06081990@gmail.com. ORCID: 0000-0001-7408-5906.

#### **Information about the authors**

**Aitbek Kalievich Kakimov\*** – doctor of technical sciences, professor of the department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: bibi.53@mail.ru. ORCID: 0000-0002-9607-1684.

**Alexander Albertovich Mayorov** – doctor of technical sciences, professor Federal State Budget Scientific Institution Federal Altai Scientific Center for Agrobiotechnologies; Russian Federation; e-mail: maiorov.alex@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1237-2907.

**Gulmira Amangazievna Zhumadilova** – PhD, Head of the Department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: zhumadilovaga@mail.ru. ORCID: 0000-0003-0722-8860.

**Alibek Manarbekovich Muratbayev** – PhD, senior teacher of the Department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: great\_mister@mail.ru. ORCID: 0000-0002-0830-5007.

**Marzhan Meirambekovna Tashybaeva** – doctoral student of the department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: marzhan06081990@gmail.com. ORCID: 0000-0001-7408-5906.

*Материал 25.05.2022 ж. баспаға түсті.*

DOI: 10.53360/2788-7995-2022-1(5)-7

FTAXP: 81.93.29

**А.Т. Төлеушова\*<sup>1</sup>, Д.М. Уйпалакова<sup>1</sup>, А.Б. Имансакипова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Алматы Технологиялық Университеті,

Қазақстан Республикасы, Алматы қ, Төле Би к-сі, 100

<sup>2</sup>Қазақ халықаралық қатынастар және әлем тілдері университеті,

Қазақстан Республикасы, Алматы қ, Муратбаев к-сі, 200

\*e-mail: ainurka19\_95@bk.ru

#### **ҚОЛТАҢБАНЫ ТАҢУ АЛГОРИТМДЕРІ. БЕЗЪЕ АЛГОРИТМІ**

**Аңдатпа:** Бұл мақалада адам мен машина интерфейсіні жетілдіруге көп көңіл бөлінеді, ол деректер мен білімнің қарапайым, жылдам және қолжетімді жолдармен тиімді өңдеуін қамтамасыз етуі керек. Оны ұйымдастыру тәсілдерінің бірі – қолжазбаны енгізу (мәтінді енгізу, суреттер, сызбалар және т.б.). Қолжазбалық қолтаңбалар қолжазбалық сөздер ретінде қарастырылуы мүмкін, бірақ олар сызбаларға көбірек сәйкес келеді, себебі қол қоюшы өзінің қолтаңбасын бірегей етіп жасауға тырысады, тек бірінші және соңғы атауларын ғана емес, қосымша графикалық элементтерді де пайдаланады. Қолтаңбаны жасау өте қарапайым, дегенмен, жазу жылдамдығын қайталау мүмкін емес.

Қолтаңба бұрыннан бері құжаттардың түпнұсқалығын қуәландыру және жеке тұлғаны верификациялау (түпнұсқалығын тексеру) үшін пайдаланылады. Негізінде қолтаңбалық сараптама сот сараптамасы кезінде қолданылады. Қолтаңбаны тану әрбір белгілі тұлғаға қолтаңбаны дәйекті тексеру арқылы жүзеге асырылуы мүмкін. Қолтаңбаны тану әдістемесі верификациялау әдістемесін және верификация нәтижелерін өңдеуді қамтиды. Интерфейсті жетілдірудің заманауи бағыттарының бірі – қолтаңбаны тану және көрнекілендіру үшін бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу және зерттеу.

Компьютерге қазіргі заманғы енгізу құралдарының пайда болуы нәтижені емес, қолтаңбаны жасау процесін сипаттайтын онлайн – қолтаңбаның жаңа түрінің пайда болуына әкелді. Сонымен қатар сызықтағы нүктелердің координаттары ғана емес, сондай-ақ қозғалыстың қысымы, бағыты мен жылдамдығы, қаламды бейімдеу бұрышы



және қолтаңба уақытының әрқайсысы үшін параметр мәндерінің векторларының тізбегі болып табылады.

**Түйін сөздер:** верификация, функция, алгоритм, бинаризация, қолтаңба.

## **Кіріспе**

Әрбір адам үшін қолтаңбаны жазу кезінде бірегей сипаттамаларды анықтауға болады. Биометрия саласындағы зерттеулер нақты адам үшін екі биометриялық объектіні салыстырудың оңтайлы тәсілін таңдайды. Мысалы, бір адам үшін өткір шыңдары мен ойпаттары бар қолды жылдам жазу, ал екіншісі үшін – қаламға үнемі күшті қысым мен сызықтың тегістігі тән. Қолдың әр түрлі сипаттамаларын анықтау және оларды салыстыру алгоритмдерінің жеткілікті саны бар. Әр түрлі алгоритмдер қолтаңбаның әр түрлі қасиеттерін көрсетеді, сондықтан жалпы жағдайда алгоритмдерді өзара салыстыруға болмайды.

## **Зерттеу әдістері**

*Бейнелерді тануға негізделген алгоритм.* Бейнелерді тану теориясының танымал техникасы қолтаңбаны тану үшін де қолданылады. Мысалы, жасырын маркалық модель және уақытты динамикалық өзгерту алгоритмі (DTW алгоритм). Қолтаңба төмендегідей бөлімдерге бөлінеді. Бүкіл қолдың геометриялық центрінің координаттары есептеледі, содан кейін қол массаның центріне қатысты екі бөлімге бөлінеді. Әрі қарай бөлім әр учаскеде жалғасады. Бөлу аяқталғаннан кейін қолдың әр бөліміне инерция эллипсі белгіленеді. Бұл жағдайда инерция эллипсі – бұл қолтаңба аймағының геометриялық центрімен сәйкес келетін эллипс, ал эллипстің өзі физикалық дененің инерциясының эллипсіне ұқсас етіп, қол қою нүктесінің массасын бірлік ретінде алады [1]. Осылайша, қолтаңбаның пирамидалық бейнесі эллиптикалық примитивтермен жасалады. Кейін қол қоюды салыстыру жүргізіледі. *Қашықтық матрицасын есептеуге негізделген алгоритмі.* Алгоритм әрекетінің нәтижесі жылжуға, бұрылуға және масштабтың өзгеруіне қатысты инвариантты қашықтық матрицасы. Басқаша айтқанда, егер қол қою үлгісін алса, содан кейін қолын созса, бұрап, жылжытса, онда қашықтықтың матрицасы бастапқы қол қоюдағыдай болады. Матрица келесі әрекеттермен есептеледі:

1. Орташа мәнге қатысты бастапқы деректер жинақталады:  $x_i := x_i - x_c$
2. Ең үлкен мәні бар элементке нормаланған координаттар есептеледі:  
 $x_i := x_i / \max(x)$

Одан әрі екі қолтаңбаның қашықтығының матрицалары салыстырылады.

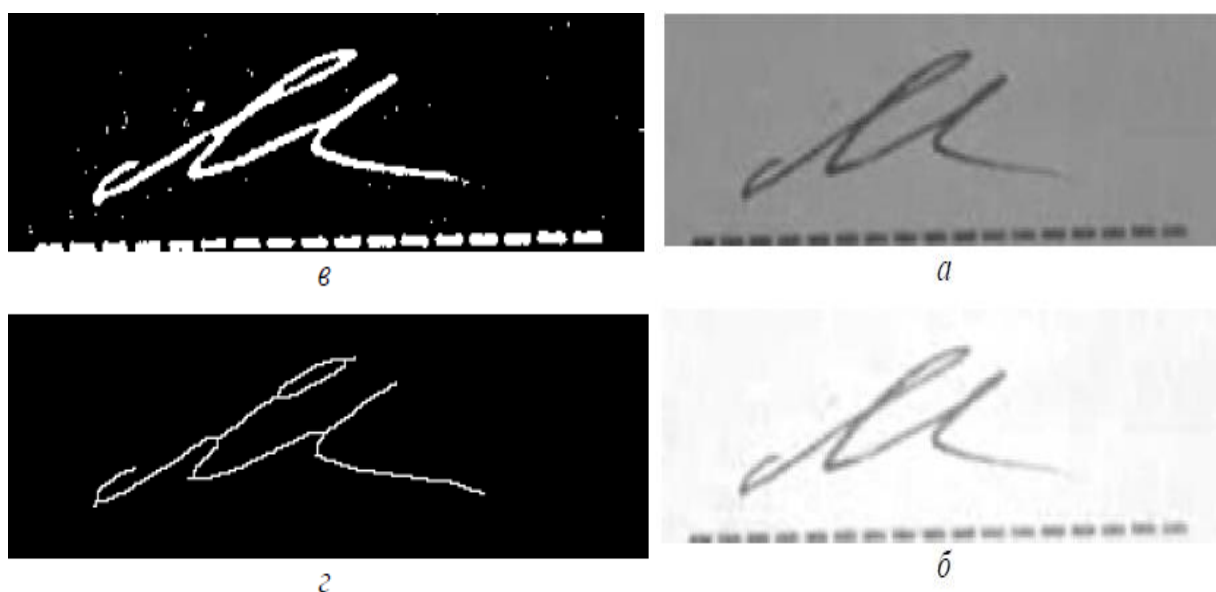
*Жергілікті экстремумдарды салыстыру алгоритмі.* Қолтаңбаны тану адам сөзін тануға қатысты өте ұқсас міндет болып табылады. Сондықтан сөйлеуді тану саласындағы қазіргі әдістер кейбір толықтырулары бар қолжазба мәтінін тануға қолданылады [4]. Верификациялаудың негізгі әдістерінің бірі нейрондық желілерді қолдану арқылы жақындау және динамикалық қисықтардың нүктелерін уақытша шкаланың динамикалық трансформациясы әдісімен салыстыру болып табылады. DTW әдісі кейбір кемшіліктерге ие: есептеудің еңбек сыйымдылығы және тіпті жасанды қолтаңбаны эталондық түрге келтіру. Осы кемшіліктерді жою үшін экстремалды нүктелердің (extreme points warping, EPW) сәйкестігін іздеу негізінде қолтаңбаларды салыстыру әдісі ұсынылды. Тәуелділіктен  $x(t)$  және  $y(t)$  бөлінеді реттілігі максимумдар мен минимумдар. Сондықтан тиісті минимум мен максимум арасында жасалған нүктелер арасында сәйкестікті табу керек. Бір қол қою нүктелерінің басқа қол қою нүктелеріне сәйкестігі жасалғаннан кейін бір-біріне тікелей сәйкес келетін түрлі қол қою нүктелері салыстырылады [2].

*$X(t)$ ,  $Y(t)$ ,  $P(t)$  функциялардың қатарға ыдырауына негізделген алгоритмі.* Қатарға бөлу қол қою деректерін бастапқы қалпына келтіру мүмкіндігімен жинақы сақтауға мүмкіндік береді және қолтаңбаның жазу динамикасын көрсетеді.  $X(t)$ ,  $Y(t)$ ,  $P(t)$  функциялары Фурье немесе вейвлет-ыдырау коэффициенттері бойынша бөлінуі мүмкін. Әрі қарай қолдарды салыстыру ыдырау коэффициенттерінің тиісті массивтерін салыстырумен жүргізіледі.

*Безье алгоритмі.* Оқу құрылғысынан қолтаңба нүктелерінің координаттары есептеледі. Мысалы, жергілікті экстремумдарды бөлу принципі бойынша нүктелердің массивін учаскелерге бөлу немесе қол қою сызықтарының қиылысу нүктелерімен бөлу. Осыдан кейін әрбір учаскеде учаске нүктелерін теру негізінде Безье қисығы жүргізіледі. Осылайша, әрбір учаскеге Безье қисығын беретін коэффициенттер массиві салыстырылады [3]. Екі қолтаңбаны салыстыру тиісті қол қою учаскелерін салыстырумен және учаскелердегі

аппроксимациялайтын көп қырлы Безье кезіндегі коэффициенттерді одан әрі салыстырумен жүзеге асырылады.

*Қолтаңбаны алдын ала өңдеу процесі.* Қолтаңбаны алдын ала өңдеу кезеңдері қолтаңбаның кескін сапасына тікелей байланысты. Нақты жағдайда, кескінді алдын-ала өңдеусіз өңдеуге болады, бірақ көбінесе қолтаңбаның кескін сапасын жақсарту үшін әртүрлі операцияларды орындау қажет. Сүзгілердің нақты және белгілі бір жұмыс тәртібі жоқ, пайдаланушы оны өзі таңдай алады, бірақ соңғы операция бинаризация болуы тиіс, өйткені қолтаңбаны одан әрі өңдеу үшін дәл бинаризацияланған кескін қажет. Бастапқы сурет (1-сурет), а) төмен сапалы камерадан алынды және сондықтан алдын ала сүзгілермен өңдеуді қажет етеді. Бастау үшін сызықсыз түсті түзету қолданылады, б) мынадай формула бойынша:  $I = c \cdot \lg(I + 1)$ , мұндағы  $I$  – пиксель жарықтығының мәні;  $c$ -коэффициент сызықтық емес түзету (бұл мысалда коэффициент 2,2 тең). Түс түзетуін қолданғаннан кейін  $3 \times 3$  маскасымен Гаусс сүзгісімен кескінді өңдейміз және Лаплас сүзгісі мен бинаризацияны қолданамыз. Көріп отырғанымыздай, бейнеде әлі де артық объектілер қалады. Бұл объектілерді қаңқаның ең төменгі өлшемін қойып, тікелей қаңқалау кезеңінде өзгертуге болады. Алгоритмді қолданғаннан кейін қолдың қаңқасы ғана қалады.



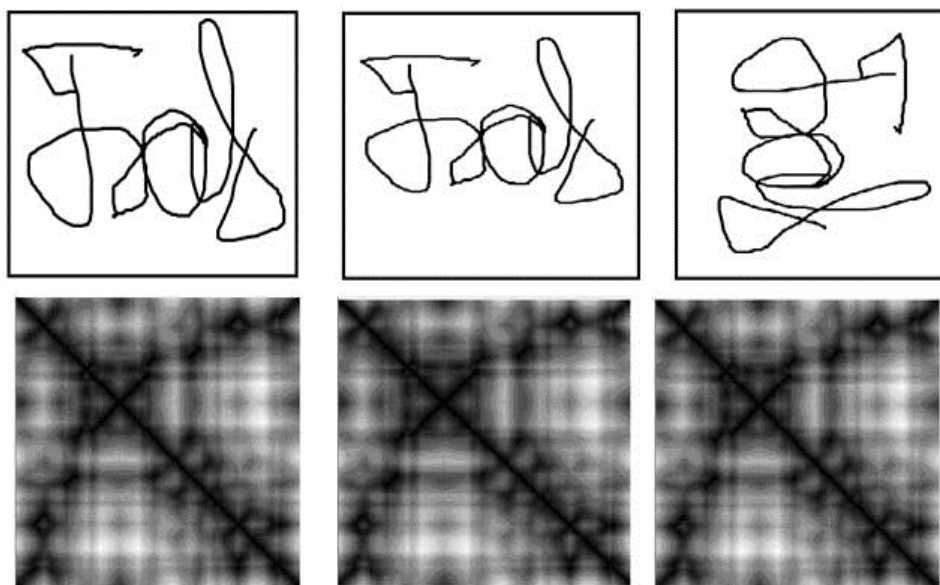
1 сурет – Суретті алдын-ала өңдеу: а – түпнұсқа сурет; б – сызықты емес түсті түзету; в – екілік кескін; г – шуды алып тастағаннан кейінгі сурет

*Қашықтықты түрлендіру.* Объектінің скелетті суретін алу үшін Distance Transform алгоритмі қолданылады. Бұл алгоритм объектінің ішкі нүктелері мен объектінің контурында жатқан нүктелер арасындағы қашықтықты есептеуге негізделген. Қашықтықты үш метрдің бірі бойынша есептеуге болады, мысалы, евклидтік метрика бойынша қашықтық мынадай формула бойынша есептеледі.  $D = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2$ , мұнда  $x_1$  және  $y_1$ -бірінші нүкте координаттары;  $x_2$  және  $y_2$  екінші нүкте координаттары. Таңдалған метрика негізінде нүктелер есептеледі. Бұл метриканың ең үлкен мәні бар нүктелер. Метрика деректерін есептеп шығарғаннан кейін осы нүктелердің қалуы үшін қажет морфологиялық тарылу операцияларының санын есептеу қажет.

*Қолтаңбаның графикалық сипаттамасы.* Қаңқалы суретті алғаннан кейін қолтаңбаның графикалық сипаттамаларын есептеуге кірісуге болады. Бұл тәсілде қашықтық матрицасын негізгі графикалық сипаттама ретінде пайдалану ұсынылады. Тәжірибеде танылатын бейне және үлгі-эталон, әдетте, бір-бірінен масштабпен, бұрылыспен және жылжумен ерекшеленеді. Егер эталондық бейненің барлық мүмкін болатын геометриялық түрлендірулерін (бұрылыс, жылжу және масштабтың өзгеруі) дәйекті түрде орындаса және бұл ретте түрлендірудің нәтижесін танылатын түрде салыстырса, онда соңында ұқсастық шараларының ең жоғары мәні болатын түрлендірулердің параметрлерін тіркеуге болады. Белгілі болғандай, жазықтықтағы екі нүкте арасындағы қашықтық синхронды жылжу және бұрылу кезінде өзгермейді. Бұл сипат екілік кескіндерде контурлық бейнелердің

инварианттарын құру кезінде пайдалануға болады. Инварианттар класы контурлық бейненің нормаланған координаттары арасындағы қашықтық ретінде есептеледі.

Қашықтықтың матрицасының мәнін көрсету көрнекілігі үшін 0...255 диапазонында нормаланған және матрицаның элементтеріне пиксельдердің жарықтылық мәндері берілген суреттер шығарылды (2 сурет).



2 сурет – Бір адамның қол қою үлгілері және олардың қашықтық матрицалары

### **Зерттеу нәтижелері**

Алынған қашықтық матрицаларын өзара салыстыра отырып, олардың барлығы дерлік бірдей екенін атап өтуге болады. Олардың арасындағы өзара корреляция 1-ге тең. Бұл ретте әрбір контурды айналып өту пункті әртүрлі болса да, өзара корреляцияның мәні өзгермейді, ал оның шыңы контурларды айналып өту басталатын пункттердің реттік нөмірлеріндегі айырмашылыққа сәйкес келетін жолдар мен бағандар санына жылжытылады. Қолжазба мәтіндерін тану – бұл компьютерде адамның қолымен жазылған мәтіндерді алу және түсіндіру қабілеті. Тану қағазда жазылған символдардан жасалған "оффлайндық" әдістермен немесе қалам ұшының қозғалысын оқу кезінде "онлайн" әдістермен жүргізілуі мүмкін, мысалы, арнайы компьютерлік экрандардың беті бойынша. Танудың оффлайндық тәсілі көптеген қолжазба құжаттарын өңдеу қажеттілігі бар қызмет саласында табысты қолданылады. Оффлайн режимінде қол қоюды растау және тануды қолдану. Қолтаңбаны тексеру және тану – зерттеудің жаңа саласы. Соңғы бірнеше жыл ішінде біз адамның әртүрлі жеке сипаттарына негізделген әртүрлі ауқымды ерекшеліктерін көрдік. Аутентификация үшін қолданылатын ең көп тараған сипаттамаларға дауыс, еріннің қозғалысы, қол геометриясы, бет, иіс, жүру, торлы және саусақ іздері кіреді. Барлық осы психологиялық және мінез-құлық сипаттамалары биометрия деп аталады. Қолтаңбаны верификациялау және тану басқа биометриялық әдістердің алдында көптеген артықшылықтарға ие. Әрі қарай әр түрлі белгілерді шығару арқылы автономды қолтаңбаны верификациялау әдісі қарастырылады. Бұл әдіс сигналдарды компьютерге сканерлеуден басталады, содан кейін қалыпқа келтіру әдістерін пайдалана отырып, кейін белгілерді шығарып, нейрондық желіні оқытумен тану және верификациялау әдістерін енгізумен аяқталады. Сонымен қатар, қолтаңбаны тануды аутентификациялау әдісі ретінде пайдалану қазіргі заманғы портативті компьютерлер мен дербес сандық көмекшілердің көпшілігі қолжазба енгізулерін пайдаланады. Қолдарды тексеру жүйесі және қолданылатын әдістер үшін оны екі түрге бөлуге болады: онлайн және оффлайн.

Онлайн жүйеде аталған қолтаңбаларды электрондық планшеттен алуға болады. Қолтаңбаны тексеру қолтаңба үлгісіндегі өзгерістердің болмайтынын біле отырып, үлгіні танудың әдеттегі міндетіне айналады; қолтаңбаны аутентификациялау міндеті шынайы өзгеру диапазонының шегін анықтауға мүмкіндік береді.

Оффлайн қолтаңбаны тексеру әдістерінде қағазға жазылған қолдардың суреттері сканер немесе камера көмегімен алынады. Ғаламдық қолтаңбаларды тексеру саласы соңғы бірнеше онжылдықта үлкен назар аударды. Бұл жүйеде біз көптеген жылдар бойы ұсынылған верификация жүйелерінің топтамасын ұсынамыз. Тегіс белгіні алу үшін екі тәсіл ұсынылған. Қиылысу әдісі штрихтың әрбір сегментін екінші ретті текше сплайнын тегістеу операциясын орындау арқылы алынған тегістелген нұсқамен салыстыруды қамтиды. Екінші әдіс оның тегістігін бағалау үшін әрбір штрих сегментінің өлшемін пайдаланады. Алынған тегістік белгісі содан кейін форманың түрлі жаһандық белгілерімен біріктіріледі. Оларға сигналдар жақтарының арақатынасы, тік проекцияның базалық желісінің ығысуы, оң көлбеу шекаралық пиксельдердің пайызы, сондай-ақ тік көлбеу шекаралық пиксельдердің пайызы жатады. Тексеру Махаланобис қашықтығына негізделген SDK көмегімен жүзеге асырылады. Белгілер қолтаңбаның суретін геометриялық орталықта орналасқан көлденең және тік осьтер бойымен ішкі суреттерге рекурсивті түрде бөлу арқылы алынады. Ақырғы ішкі суреттердің геометриялық орталықтары кейіннен кеңістіктік объектілердің векторын құрайды. Coetzer (2005) DTW-ді білікті және қарапайым қолданысты анықтауға бағытталған верификация жүйесін құру үшін қолданылады. Эксперимент 22 автордан жинақталған, ол 30 түпнұсқа қолтаңбадан, 6 қарапайым жалған және 6 жасанды жалған жазушыға тиесілі. Қолтаңбаның деректер базасы. Деректер базасында 150 жеке тұлға, оның ішінде 75 түпнұсқа және жалған қолтаңбалар болады. Жеке қолдар жеке адамдардан 25 шынайы адамның үш дифференциалды қолымен бір күнде жиналған. Қолдан жасалғандар шынайы қолтаңбалардың статикалық бейнелерінен жасалған. Қолдан жасаудың үш түрі бар: қарапайым, кездейсоқ және біліктілік болып табылады. Қарапайым: қол қою қол қоюшының аты-жөнін біле отырып, қол қоюға негізделген; кездейсоқ: түпнұсқа қолды білмей қол қою; біліктілігі: адам түпнұсқа қолтаңбаның қалай қойылғанын нақты біледі.

#### **Қорытынды**

Қолтаңбаны өңдеу. Жоғарыда айтылғандай, желідегі қолтаңбалар жіктеуге қосымша қосылатын динамикалық мүмкіндіктерді (уақытқа байланысты) сипаттайды. Сигналдарды автономды тексеру және тану салыстырмалы түрде күрделі міндет болып табылады, өйткені ол классификаторға тану нәтижелерін жақсартуға көмектесетін уақытша аймақ туралы ақпаратты бермейді. Эксцентриситет объектідегі орталық нүкте ретінде анықталады. Қол қойылған жағдайда эксцентриситет қол қоюдың орталық нүктесі болып табылады. Бұл ерекшеліктің маңыздылығы бейненің орталық нүктесін білу керек, бұл қолдың ықтимал имитациясын көрсететін болады, бірақ бұл өзі жеткілікті дәлел емес. Орталық нүкте бейненің басты және екінші дәрежелі осьтерінің арақатынасын қолдану арқылы алынады.

#### **Әдебиеттер тізімі**

1. Tolosana, R. Biometric Signature Verification Using Recurrent Neural Networks / R. Tolosana, R. Vera Rodriguez, J. Fierrez, J. Ortega-Garcia // Proceedings of the International Conference on Document Analysis and Recognition, 2018. – Vol. 1. – pp. 652-657.
2. Iranmanesh, V. Online Handwritten Signature Verification Using Neural Network Classifier Based on Principal Component Analysis / V. Iranmanesh, S.M.S. Ahmad, W.A.W. Adnan, S. Yussof, O.A. Arigbabu, F.L. Malallah // The Scientific World Journal, 2014. – Vol. 2014. – pp. 1-8.
3. Spalka, K. New method for the on-line signature verification based on horizontal partitioning / K. Spalka, M. Zalasinski, L. Rutkowski // Pattern Recognition, 2014. – Vol. 47. – pp. 2652-2661.
4. Calik, N. Signature recognition application based on deep learning / N. Calik, O.C. Kurban, A.R. Yilmaz // 25th Signal Processing and Communications Applications Conference, 2017.
5. Anikin, I.V. Handwritten signature recognition method based on fuzzy logic / I.V. Anikin, E.S. Anisimova // 2016 Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines, Dynamics 2016.

#### **References**

1. Tolosana, R. Biometric Signature Verification Using Recurrent Neural Networks / R. Tolosana, R. Vera Rodriguez, J. Fierrez, J. Ortega-Garcia // Proceedings of the International Conference on Document Analysis and Recognition, 2018. – Vol. 1. – pp. 652-657.
2. Iranmanesh, V. Online Handwritten Signature Verification Using Neural Network Classifier Based on Principal Component Analysis / V. Iranmanesh, S.M.S. Ahmad, W.A.W. Adnan, S. Yussof, O.A. Arigbabu, F.L. Malallah // The Scientific World Journal, 2014. – Vol. 2014. – pp. 1-8.

3. Spalka, K. New method for the on-line signature verification based on horizontal partitioning / K. Spalka, M. Zalasinski, L. Rutkowski // Pattern Recognition, 2014. – Vol. 47. – pp. 2652-2661.
4. Calik, N. Signature recognition application based on deep learning / N. Calik, O.C. Kurban, A.R. Yilmaz // 25th Signal Processing and Communications Applications Conference, 2017.
5. Anikin, I.V. Handwritten signature recognition method based on fuzzy logic / I.V. Anikin, E.S. Anisimova // 2016 Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines, Dynamics 2016.

**А.Т.Төлеушова<sup>1\*</sup>, Д.М.Уйпалакова<sup>1</sup>, А.Б.Имансакипова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Алматынський технологічний університет,

Республіка Казахстан, г. Алматы, ул. Толе Би 100

<sup>2</sup>Казахський університет міжнародних відносин і мовних мов імені Абылай хана  
Республіка Казахстан, г. Алматы, ул. Муратбаева, 200

\*e-mail: ainurka19\_95@bk.ru

## **АЛГОРИТМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ПОДПИСИ. АЛГОРИТМ БЕЗЬЕ**

*В этой статье основное внимание уделяется совершенствованию человеческого и машинного интерфейса, который должен обеспечивать эффективную обработку данных и знаний простыми, быстрыми и доступными способами. Один из способов его организации – введение рукописи (ввод текста, рисунков, рисунков и т.д.). Рукописные подписи можно рассматривать как рукописные слова, но они больше подходят для рисунков, потому что подписывающий пытается сделать свою подпись уникальной, используя не только свои первые и последние названия, но и дополнительные графические элементы. Создать подпись довольно просто, хотя невозможно воспроизвести скорость записи.*

*Подпись уже давно используется для удостоверения подлинности документов и верификации (проверки подлинности) личности. В принципе, фирменная экспертиза применяется при судебной экспертизе. Распознавание подписи может осуществляться путем последовательной проверки подписи каждого известного человека. Методика распознавания подписи включает методику верификации и обработку результатов верификации. Одним из современных направлений совершенствования интерфейса является разработка и исследование программного обеспечения для распознавания и визуализации подписи.*

*Появление современных средств ввода в компьютер привело к появлению нового типа онлайн-подписи, описывающей процесс создания подписи, а не результат. Причем не только координаты точек на линии, но и последовательность векторов значений параметров для каждого из значений давления, направления и скорости движения, угла адаптации пера и времени подписи.*

**Ключевые слова:** верификация, функция, алгоритм, бинаризация, подпись.

**A.T.Toleushova<sup>1\*</sup>, D.M.Uypalakova<sup>1</sup>, A.B.Imansakipova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan, Almaty,

<sup>2</sup>Kazakh Ablai Khan University of International Relations and World Languages

\*e-mail: ainurka19\_95@bk.ru

## **SIGNATURE RECOGNITION ALGORITHMS. BEZIER ALGORITHM**

*This article focuses on improving the human and machine interface, which should ensure efficient processing of data and knowledge in simple, fast and accessible ways. One of the ways to organize it is the introduction of the manuscript (entering text, drawings, drawings, etc.). Handwritten signatures can be considered as handwritten words, but they are more suitable for drawings, because the signer tries to make his signature unique, using not only his first and last names, but also additional graphic elements. Creating a signature is quite simple, although it is impossible to reproduce the recording speed.*

*The signature has long been used to certify the authenticity of documents and verify (authenticate) an individual. In principle, the signature examination is used during the forensic examination. Signature recognition can be carried out by sequential verification of the signature to each known person. The signature recognition methodology includes a verification methodology*

and processing of verification results. One of the modern areas of interface improvement is the development and research of software for signature recognition and visualization.

The advent of modern computer input tools has led to the emergence of a new type of online signature describing the signature creation process, not the result. Moreover, not only the coordinates of points on the line, but also a sequence of vectors of parameter values for each of the values of pressure, direction and speed of movement, the angle of adaptation of the pen and the signature time.

**Key words:** verification, function, algorithm, binarization, signature.

#### **Авторлар туралы мәліметтер**

**Айнур Төлендиевна Төлеушова\*** – жаратылыстану ғылымдарының магистрі, Ақпараттық технологиялар кафедрасының ассистенті, Алматы Технологикалық Университеті, Алматы қ, Қазақстан. e-mail: ainurka19\_95@bk.ru

**Динара Мукановна Уйпалакова** – Ақпараттық технологиялар кафедрасының лекторы, Алматы Технологикалық Университеті, Алматы қ, Қазақстан. e-mail: dinaraatu2020@gmail.com

**Аяғоз Бекетовна Имансакипова** – Ақпараттық технологиялар кафедрасының лекторы, Қазақ халықаралық қатынастар және әлем тілдері университеті, Алматы қ, Қазақстан. e-mail: dinaraatu2020@gmail.com

#### **Сведения об авторах**

**Айнур Толендиевна Төлеушова\*** – магистр естественных наук, ассистент кафедры информационных технологий, Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан. e-mail: ainurka19\_95@bk.ru

**Динара Мукановна Уйпалакова** – лектор кафедры информационных технологий, Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан. e-mail: dinaraatu2020@gmail.com

**Аяғоз Бекетовна Имансакипова** – лектор кафедры информационных технологий, Казахский университет международных отношений и мировых языков, г. Алматы, Казахстан. e-mail: dinaraatu2020@gmail.com

#### **Information about the authors**

**Ainur Tolendievna Toleshova\*** – Master of Natural Sciences, Assistant of the Department of Information Technology, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan. e-mail: ainurka19\_95@bk.ru

**Dinara Mukanovna Uypalakova** – Lecturer of the Department of Information Technologies, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan. e-mail: dinaraatu2020@gmail.com

**Ayagoz Beketovna Imansakipova** – Lecturer of the Department of Information Technologies, Kazakh University of International Relations and World Languages, Almaty, Kazakhstan. e-mail: dinaraatu2020@gmail.com

*Материал 03.03.2022 ж. баспаға түсті.*

МРНТИ 29.01.01

**С.Л. Елистратов<sup>1</sup>, А.Р.Хажидинова<sup>2</sup>, О.А. Степанова<sup>2</sup>, А.С. Хажидинов<sup>3</sup>, Д.Н. Нурғалиев<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Новосибирский государственный технический университет,  
Российская Федерация, Новосибирск, просп. Карла Маркса, 20<sup>2</sup>Университет имени Шакарима города Семей,  
071412, Республика Казахстан, Семей, ул. Глинки, 20 А<sup>3</sup>Центр ядерной медицины и онкологии города Семей,  
071400, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Кутжанова, 3

\*e-mail: nadyrova.akbota@mail.ru

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ РАДИОАКТИВНОГО ЙОДА 131 ПРИ ЛЕЧЕНИИ РАКА ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**Аннотация:** Настоящая статья посвящена проблеме высокого уровня онкологических заболеваний населения Республики Казахстан. Анализ представленных статистических данных свидетельствует о ежегодном росте числа выявления зарегистрированных онкологических заболеваний у населения Республики Казахстан. Применительно к нашему региону, ежегодный рост числа обнаружения онкологических заболеваний у населения Абайской области, что, несомненно, связано с последствиями существования на данной территории бывшего Семипалатинского ядерного полигона, приводит к необходимости проведения исследований методик и терапий, направленных на улучшение прогнозирования процесса лечения пациентов с онкологическими заболеваниями.

В настоящее время, представленная в работе, методика радиойодтерапии хорошо зарекомендовала себя во всем мире, в нашей стране она только начинает применяться для лечения онкологических заболеваний, и в частности рака щитовидной железы. Данная методика лечения позволяет уничтожать раковые клетки, хирургическое удаление которых не представляется возможным. Точный расчет активности йода 131 позволяет достичь необходимой дозовой нагрузки на щитовидную железу пациента без излишек радиации. В работе представлены формулы, которые используются для расчета активности йода 131. Данная методика лечения проводится в отделении «Радионуклидной терапии» Центра ядерной медицины и онкологии города Семей.

**Ключевые слова:** онкологические заболевания, щитовидная железа, радиойодтерапия, поглощенная доза.

**Введение**

Медицинская физика в настоящее время позиционируется как «наука будущего». Это связано в первую очередь с широким спектром направлений медицинской физики охватывающих области ядерной медицины, радиационной защиты, радиационной онкологии, диагностической и интервенционной радиологии. Ежегодно растёт число выявленных онкологических заболеваний. Согласно статистическим данным в Республике Казахстан в 2021 году зарегистрировано более тридцати шести тысяч новых случаев онкологических заболеваний, что почти на четыре тысячи больше в сравнении с предыдущим годом [1]. На рисунке 1 представлена картограмма заболеваемости злокачественными новообразованиями (без рака кожи) в 2021 году на 100 000 населения.



Рисунок 1 – Картограмма заболеваемости злокачественными новообразованиями (без рака кожи) в 2021 году на 100 000 населения

На картограмме подробно показан высокий, средний и низкий уровень заболеваемости населения злокачественными новообразованиями в разрезе регионов страны. Наиболее высокие показатели заболеваемости населения злокачественными новообразованиями на 100 тысяч населения в Северо-Казахстанской области – 287,3; в Павлодарской области – 281,5; в Восточно-Казахстанской области – 255,3. Представленные статистические данные свидетельствуют о необходимости проведения дальнейших исследований в области медицинской физики с целью повышения качества жизни населения Республики Казахстан.

До разделения областей 8 июня 2022 года территория Абайской области входила в состав Восточно-Казахстанской области, поэтому показатели числа онкобольных за 2019-2021 года представлены по ВКО.

Высокий уровень заболеваемости населения Абайской области согласно представленным статистическим данным связан с расположением на ее территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона (СИП). Статистическое число онкобольных на территории Восточно-Казахстанской области (за каждые первые 10 месяцев последних лет представлено на рисунке 2 [2]:

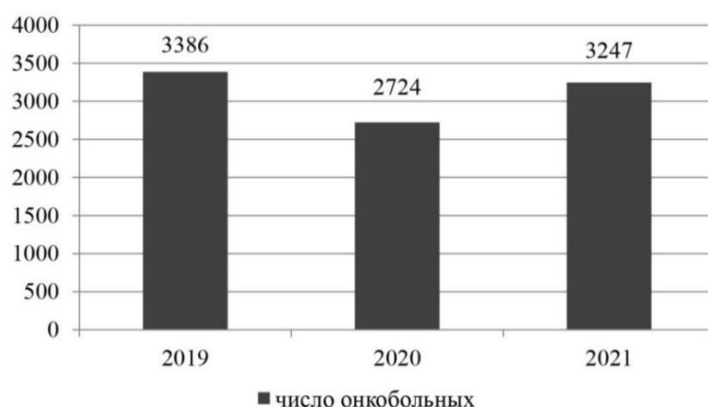


Рисунок 2 – Число онкобольных за каждые первые 10 месяцев 2019-2021 годов

Как видно на рисунке 2 число онкобольных по-прежнему остаётся большим. Необходимость повышения качества жизни и доступности медицинской помощи пациентам с онкологическими заболеваниями ставит задачу развития медицинской физики именно в этом направлении.

#### Принципиальное решение обозначенных проблем

Создание и внедрение современного высокотехнологичного медицинского оборудования позволяет совершить революционный прогресс в здравоохранении.



Выявление онкологических заболеваний на ранних стадиях позволяет предотвращать тяжёлые последствия болезни, своевременно и эффективно проводить лечение.

В отделении «Радионуклидной терапии» Центра ядерной медицины и онкологии города Семей для лечения заболевания щитовидной железы (ЩЖ) применяется радиоiodтерапия, при которой рассчитывается активность изотопа йода  $I^{131}$  с целью получения нужной терапевтической дозы [3, 4].

**Цель настоящей работы** – определение активности йода  $I^{131}$  для минимизации избыточного воздействия радиации на организм пациента и повышения эффективности лечения рака щитовидной железы.

Для лечения рака щитовидной железы метод радиоiodтерапии апробирован во всем мире, в Республике Казахстан данный метод лечения только начинает применяться. Первый опыт проведения радиоiodтерапии для лечения рака щитовидной железы населения Республики Казахстан получен в 2021 году [4]. По-прежнему актуальным остается вопрос снижения вредного воздействия радиоiodтерапии на организм пациента. **Новизна работы** заключается в том, что в настоящей работе впервые представлен алгоритм мероприятий направленных на определение активности йода  $I^{131}$ , необходимой для достижения рекомендуемых доз облучения.

#### **Методика проведения исследования**

Эффективность радиоiodтерапии обусловлена особенностями быстрого захвата щитовидной железой изотопов йода  $I^{131}$  из кровеносной системы при введении пациенту радиоактивного вещества и его быстрого усвоения в желудке. Йод принимается в капсулярном или жидкостном виде перорально. Среднее время усвоения 90% радиопрепарата составляет 1 час. Помимо вышеупомянутого перорального введения радиопрепарата существует возможность и внутривенного введения изотопа йода  $I^{131}$  в виде йодида, который накапливается в щитовидной железе [5-9].

Крайне важное значение имеет продолжительность жизни изотопа  $I^{131}$ , что составляет порядка 193 часов. В результате распада выделяются высоко-проникающие  $\beta$ -частицы и  $\gamma$ -лучи. Большая часть энергии во время распада, 95%, приходится на  $\beta$ -излучение, что способствует лучшему проникновению радиопрепарата к раковым клеткам. В месте применения соответствующего бета-излучателя достигается локальное действие радионуклида, которое не может быть достигнуто посредством внешней лучевой терапии [5 ÷ 9].

При применении комбинированного бета- и гамма-излучателя (например,  $I^{131}$ ) предоставляется возможность проследить биокинетику лечебного действия бета-излучения, внешне количественно измеряя дополнительную гамма-компоненту излучения [5-9].

Поскольку гамма-лучи можно зарегистрировать снаружи, появляется возможность определить накопление активности и эффективный период полувыведения предварительно до лечения (предварительный тест для вычисления дозы), так же как и во время лечения (определение фактической эффективной дозы). Но терапевтический эффект, по существу, будет вызван бета-компонентой излучения [5-9].

#### **Дозиметрическое планирование радионуклидной терапии**

Приближенно величина используемой дозы  $D$  [Гр] может быть вычислена по формуле Маринелли [3]:

$$D = \frac{A \cdot T_{1/2eff} \cdot I^{131} - Uptake}{V \cdot k} \quad (1)$$

где  $A$  – активность, необходимая для получения желаемой дозы в очаге, МБк;

$T_{1/2eff}$  – эффективный период полувыведения железы в днях, из щитовидной железы;

$I^{131} - Uptake$  – максимальное накопление  $I^{131}$  щитовидной железой или аденомой в процентах от использованной активности, %;

$V$  – общий объем щитовидной железы (например, при Базедовой болезни) или скинтиграфически горячего узла щитовидной железы (автономная аденома), который будет подвержен облучению, мл;

$k$  – константа, зависит от того, в каких единицах указана активность (МБк) или доза (Гр). При использовании единиц СИ (МБк и Гр)  $k = 25$ .

В ежедневном опыте иногда используют старые (мКи) и новые единицы (Гр), так как они являются наиболее широко распространёнными; в этом случае  $k = 0,67$ . Максимальное накопление активности и эффективный период полувыведения из щитовидной железы получаются с помощью радиойодного теста.

Для расчёта терапевтической поглощённой дозы используются средние значения, в соответствии с таблицей 1 [10, 11], стандартных периодов полувыведения изотопа йода  $^{131}$ . При этом имеет значение форма и функциональное состояние щитовидной железы.

Таблица 1 – Средняя стандартная продолжительность полувыведения йода  $^{131}$  (сут.)

ФА щитовидной железы	Гипертироз, сутки	Эутироз, сутки
УФА (унифокальная автономия) БФА (бифокальная автономия)	4,2	4,8
МФА (мультифокальная автономия)	4,8	5,5
ДА (диссеминированная автономия)	4,6	5,5

Представленные средние стандартные периоды вполне достаточны для определения полувыведения йода  $^{131}$  из щитовидной железы, но если существует необходимость повышения точности определения времени полувыведения йода, используют измерения  $I^{131} - Uptake$  (максимального захвата изотопа щитовидной железой, %) через 4, 6, 8 и 48 часов.

#### Алгоритм выполнения радиойодтеста

Суточный радиойодтест для расчета  $I^{131} - Uptake$  необходимо проводить за сутки до радиойодтерапии. Пациенту вводятся диагностические капсулы, активность которых составляет  $1 \div 3$  МБк. Для измерения дозы облучения применяется гаммарадиометр, в качестве которого используются аппараты пик по энергии, у которых 364 килоэлектронвольт и окном в 20%.

При проведении радиойодтеста расстояние от шеи пациента или фантома с капсулой до аппарата выдерживается на уровне  $15 \div 24$  см. Продолжительность измерений занимает 1 минуту. Процедура выполнения радиойодтеста представлена на рисунке 3, определения максимального захвата изотопа щитовидной железой по формуле 2.

1. Измерение активности диагностической капсулы в калибраторе активности изотопов
2. Измерение количества импульсов диагностической капсулы гаммарадиометром в фантоме шеи
3. Прием натоцкал перроорально диагностической капсулы пациентом (запить $1 \div 2$ стаканами воды)
4. Измерение активности фонового излучения гаммарадиометром с фантома шеи (число импульсов)
5. Измерение активности щитовидной железы пациента гаммарадиометром через 24 часа (число импульсов)
6. Определение максимального захвата изотопа щитовидной железой, % по формуле 2

Рисунок 3 – Процедура выполнения радиойодтеста

Максимальный захват изотопа щитовидной железой, % определяется по формуле:

$$I^{131} - Uptake = \frac{N_{щж} - N_{\phi}}{N_{к} - N_{\phi}} \cdot 100 \quad (2)$$

где  $N_{щж}$  – число импульсов с области щитовидной железы;

$N_{\phi}$  – число импульсов естественного фонового излучения;

$N_{к}$  – число импульсов от диагностической капсулы с  $I^{131}$ .

### Определение размеров щитовидной железы

Для диагностики размеров и массы органов – мишеней и подвергающихся облучению органов используют методы рентгенографии, компьютерной томографии, ультразвукового исследования, сцинтиграфии или другого возможного исследования. Чаще всего, на практике используются данные анатомических атласов при упрощенном дозиметрическом планировании [3].

Размеры долей щитовидной железы и узловых образований определяются по формуле эллипсоида:

$$V = \frac{\pi \cdot a \cdot b \cdot c}{6} \quad (3)$$

здесь  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – длина, ширина и толщина одной доли или узлового образования без объема кистозных изменений.

### Заключение.

Лечение онкологических заболеваний методом радиойодтерапии позволяет уничтожать раковые клетки, хирургическое удаление которых труднодоступно или не представляется возможным. Эффективность лечения во многом будет зависеть от проведения качественных расчётов активности радиоизотопа йода 131 принимаемого пациентом. Расчет оптимальной активности йода 131 предполагает определение размеров щитовидной железы и проведения процедур радиойодтеста, которые учитывают состояние организма, влияющие на скорость выведения йода из организма онкобольного. Правильно подобранная активность йода 131 позволяет снизить негативные последствия лечения при радиойодтерапии. В работе впервые представлен алгоритм мероприятий направленных на определение активности йода 131, необходимой для достижения рекомендуемых доз облучения.

### Список литературы

1. [https://www.inform.kz/ru/svyshe-194-tys-kazahstancev-stradayut-ot-nkozabolevaniy\\_a3922896](https://www.inform.kz/ru/svyshe-194-tys-kazahstancev-stradayut-ot-nkozabolevaniy_a3922896)
2. <https://yk-news.kz/news/B-BKO-увеличилось-количество-онкологических-больных>.
3. <https://www.google.com/search?client=opera&q=радиойодтерапия&sourceid=opera&ie=UTF-8&oe=UTF-8>
4. Белихина Т.И., Сандыбаев М.Т., Атантаева Б.Ж., Есболатова Н.С. Первый опыт проведения радиойодтерапии у пациентов с дифференцированными формами рака щитовидной железы // Сб. тез. VIII съезда онкологов и радиологов Казахстана с межд. уч. – Туркестан, 2021 г.
5. Данилова Л.И., Валуевич В.В. Радиойодтерапия доброкачественных заболеваний щитовидной железы. Проблемы Эндокринологии, 2006. – 52(2):43-47. <https://doi.org/10.14341/probl200652243-47>
6. Braga M., Walpert N, Burch H. B. et al. // Thyroid. – 2002. – Vol. 12. – P. 135-139.
7. Фархутдинова Л.М. Радиойодтерапия папиллярного рака щитовидной железы, осложненная лучевым миелитом. Клинический случай. Арх. внутр. Медицины, 2018. – 8(3):223-230. <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2018-8-3-223-230>
8. Mountford P.J., Temperton D.H. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection 1990 // Eur. J. Nucl. Med., 1992. – No 9. – 77-79.
9. Ванушко В.Э., Кузнецов Н.С., Гарбузов П.И., Фадеев В.В. Рак щитовидной железы // Проблемы эндокринологии, 2005. – Т.51. – № 4. – С.43-53.
10. Гарбузов П.И. Алгоритмы диагностики и лечения высокодифференцированного рака щитовидной железы // Клиническая тиреоидология, 2003. – Т.1. – № 3. – С.63-67.
11. «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности» от 27 февраля 2015 года № 155. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 10 апреля 2015 года № 10671.
12. «Санитарно-эпидемиологические требования к радиационно-опасным объектам» от 27 марта 2015 года № 260. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 5 июня 2015 года № 11204.

### References

1. [https://www.inform.kz/ru/svyshe-194-tys-kazahstancev-stradayut-ot-onkozabolevaniy\\_a3922896](https://www.inform.kz/ru/svyshe-194-tys-kazahstancev-stradayut-ot-onkozabolevaniy_a3922896)

2. <https://yk-news.kz/news/В-ВКО-увеличилось-количество-онкологических-больных> (In Russian)
3. <https://www.google.com/search?client=opera&q=радиоiodтерапия&sourceid=opera&ie=UTF-8&oe=UTF-8>
4. Belikhina T.I., Sandybaev M.T., Atantayeva B.Zh., Esbolatova N.S. The first experience of radioiodine therapy in patients with differentiated forms of thyroid cancer. abstract VIII Congress of oncologists and radiologists of Kazakhstan with int. uch. – Turkestan. – 2021/ (In Russian)
5. Danilova L.I., Valuyevich V.V. Radioiodine therapy for benign thyroid diseases. Problems of Endocrinology. 2006;52(2):43-47. (In Russ.) <https://doi.org/10.14341/probl200652243-47/> (In Russian)
6. Braga M., Walpert N, Burch H. B. et al.//Thyroid. -2002. -Vol. 12. -P. 135-139.
7. Farkhutdinova L.M. RADIOIODINE THERAPY OF PAPILLARY THYROID CANCER, COMPLICATED BY A RADIAL MYELITIS. CLINICAL CASE. The Russian Archives of Internal Medicine. 2018;8(3):223-230. <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2018-8-3-223-230/> (In Russian)
8. Mountford P.J., Temperton D.H. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection 1990 // Eur. J. Nucl. Med. 1992. No 9, 77-79.
9. Vanushko V.E., Kuznetsov N.S., Garbuzov P.I., Fadeev V.V. Thyroid cancer // Problems of endocrinology. 2005, V.51, No. 4. pp.43-53. (In Russian)
10. Garbuzov P.I. Algorithms for the diagnosis and treatment of highly differentiated thyroid cancer. Clinical thyroidology. 2003. V.1, No. 3, S.63-67. (In Russian)
11. “Sanitary and epidemiological requirements for ensuring radiation safety” dated February 27, 2015 № 155. Registered with the Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan on April 10, 2015 № 10671. (In Russian)
12. “Sanitary and epidemiological requirements for radiation hazardous facilities” dated March 27, 2015 № 260. Registered with the Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan on June 5, 2015 № 11204. (In Russian)

**С.Л.Елистратов<sup>1</sup>, А.Р.Хажидинова<sup>2</sup>, О.А. Степанова<sup>2</sup>, А.С. Хажидинов<sup>3</sup>, Д.Н. Нурғалиев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Новосибирск қаласының мемлекеттік техникалық университеті,  
Ресей Федерациясы, Новосибирск, Карл Маркс, 20 даңғылы

<sup>2</sup> Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,  
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ. Глинка к-сі, 20 А

<sup>3</sup> Семей қаласының ядролық медицина және онкология орталығы,  
071400, Қазақстан Республикасы, Семей қ. Кутжанов к-сі, 3

\*e-mail: nadyrova.akbota@mail.ru

## **ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ХАЛҚЫНЫҢ ҚАЛҚАНША ТӘРІЗДІ БЕЗІ ОБЫРЫН ЕМДЕУІНЕ АРНАЛҒАН РАДИОАКТИВТІ 131 ЙОДТЫҢ ОҢТАЙЛЫ БЕЛСЕНДІЛІГІН АНЫҚТАУ**

*Осы мақала Қазақстан Республикасы халқының онкологиялық ауруларының жоғары деңгейі мәселелеріне арналған. Ұсынылған статистикалық деректерді талдау Қазақстан Республикасы халқында тіркелген онкологиялық ауруларды анықтау санының жыл сайынғы өсуін айғақтайды. Біздің өңірге қатысты Қазақстан Республикасы Абай облысының тұрғындарында онкологиялық ауруларды анықтау санының жыл сайынғы өсуі, бұл, сөзсіз, осы аумақта бұрынғы Семей ядролық полигонының болуымен байланысты, онкологиялық аурулармен ауыратын науқастарды емдеу процесін болжауды жақсарту үшін одан әрі зерттеулер жүргізу қажеттілігіне алып келеді.*

*Қазіргі уақытта жұмыста ұсынылған радиодиодты терапия әдісі онкологиялық ауруларды, атап айтқанда қалқанша безінің қатерлі ісігін емдеу үшін белсенді қолданылады. Бұл емдеу әдісі хирургиялық алып тастау мүмкін емес рак клеткаларын жоюға мүмкіндік береді. Науқас қабылдауы керек препараттың белсенділігін дәл есептеу пациенттің дозалық жүктемесін азайтуға және сонымен бірге қажетті терапиялық әсерге қол жеткізуге мүмкіндік береді. Жұмыста қалқанша безінің қатерлі ісігін сәтті емдеу үшін пациенттердің сәулелену дозасын есептеу үшін қолданылатын формулалар ұсынылған. Бұл емдеу әдісі Семей қаласының ядролық медицина және онкология орталығының «Радионуклидтік терапия» бөлімшесінде жүргізіледі.*

**Түйін сөздер:** Онкологиялық аурулар, қалқанша без, радиоидте-рапия, сіңірілген доза.

**S.L. Elistratov<sup>1</sup>, A.R. Khazhidinova<sup>2</sup>, O.A. Stepanova<sup>2</sup>, A.S. Khazhidinov<sup>3</sup>,  
D.N. Nurgaliev<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Novosibirsk State Technical University,  
Russian Federation, Novosibirsk, ave. Karl Marx, 20

<sup>2</sup>Shakarim University of Semey,  
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, Glinka str., 20 A

<sup>3</sup>Center for Nuclear Medicine and Oncology of Semey,  
071400, Republic of Kazakhstan, Semey, Kutzhanova Street, 3

\*e-mail: nadyrova.akbota@mail.ru

## **DETERMINATION OF OPTIMAL ACTIVITY OF RADIOACTIVE IODINE 131 AT TREATMENT OF THYROID CANCER OF POPULATION OF REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

*This article is devoted to the problem of a high level of oncological diseases of the population of the Republic of Kazakhstan. The analysis of the presented statistical data indicates an annual increase in the number of detection of registered oncological diseases in the population of the Republic of Kazakhstan. With regard to our region, the annual increase in the number of cancer detection in the population of the Abai region, which is undoubtedly due to the existence of the former Semipalatinsk nuclear test site on this territory, leads to the need for further research to improve the prediction of the treatment process of patients with cancer.*

*Currently, the method of radioiodotherapy presented in the work is actively used for the treatment of oncological diseases, and in particular thyroid cancer. This method of treatment allows you to destroy cancer cells, surgical removal of which is not possible. An accurate calculation of the activity of the drug to be taken by the patient allows you to reduce the dose load on the patient and at the same time achieve the desired therapeutic effect. The paper presents formulas that are used to calculate the radiation dose of patients for the successful treatment of thyroid cancer. This method of treatment is carried out in the department of "Radionuclide Therapy" of the Center for Nuclear Medicine and Oncology of Semey.*

**Key words:** *oncological diseases, thyroid gland, radiotherapy, absorbed dose.*

### **Сведения об авторах**

**Сергей Львович Елистратов** – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Тепловые электрические станции»; Новосибирский Государственный Технический Университет, Российская Федерация, Новосибирск; e-mail: elistratov.sl@yandex.ru

**Акбота Рыспековна Хажидинова\*** – PhD, и.о. ассоциированного профессора кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика»; НАО «Университет имени Шакарима города Семей», Казахстан, Семей; e-mail: nadyrova.akbota@mail.ru № ORCID: 0000-0001-8802-1559

**Ольга Александровна Степанова** – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Техническая физика и теплоэнергетика»; НАО «Университет имени Шакарима города Семей», Казахстан, Семей; e-mail: aug11@mail.ru

**Азамат Сагинаевич Хажидинов** – магистр, инженер – циклотрона Центра ядерной медицины и онкологии города Семей, Казахстан, Семей; e-mail: khazhidinov@mail.ru

**Данияр Нуржанович Нургалиев** – магистр, старший преподаватель кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика»; НАО «Университет имени Шакарима города Семей», Казахстан, Семей; e-mail: daniarsemei@mail.ru

### **Авторлар туралы мәліметтер**

**Сергей Львович Елистратов** – т.ғ.д., профессор, «Жылу электр станциялары» кафедра меңгеруші; Новосибирск Мемлекеттік Техникалық Университеті, Ресей Федерациясы, Новосибирск қ.; e-mail: elistratov.sl@yandex.ru

**Акбота Рыспековна Хажидинова** – PhD, «Техникалық физика және жылуэнергетика» кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а; «Семей қаласының

Шәкәрім атындағы университеті» КЕАҚ, Қазақстан, Семей қ.; e-mail: nadyrova.akbota@mail.ru № ORCID: 0000-0001-8802-1559

**Ольга Александровна Степанова** – т.ғ.к., доцент, «Техникалық физика және жылуэнергетика» кафедра меңгеруші; «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КЕАҚ, Қазақстан, Семей қ.; e-mail: aug11@mail.ru

**Азамат Сагинаевич Хажидинов** – магистр, циклотрон – инженері, Семей қаласының Ядролық медицина және онкология орталығы, Қазақстан, Семей қ.; e-mail: khazhidinov@mail.ru

**Данияр Нуржанович Нұрғалиев** – магистр, «Техникалық физика және жылу энергетикасы» кафедрасының аға оқытушысы; «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КЕАҚ, Қазақстан, Семей; e-mail: daniyarsemei@mail.ru

#### **Information about the authors**

**Sergey Lvovich Elistratov** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head. department «Thermal power plants»; Novosibirsk State Technical University, Russian Federation, Novosibirsk; e-mail: elistratov.sl@yandex.ru

**Akbota Ryspekovna Khazhidinova** – PhD, acting associate professor of the department "Technical physics and heat power engineering"; «Shakarim University of Semey», Kazakhstan, Semey; e-mail: nadyrova.akbota@mail.ru, ORCID: 0000-0001-8802-1559

**Olga Alexandrovna Stepanova** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head. Department of «Technical Physics and heat Power Engineering»; "Shakarim University of Semey", Kazakhstan, Semey; e-mail: aug11@mail.ru

**Azamat Saginaevich Khazhidinov** – master, cyclotron – engineer of «Center for Nuclear Medicine and Oncology of Semey», Kazakhstan, Semey; e-mail: khazhidinov@mail.ru

**Daniyar Nurzhanovich Nurgaliyev** – master, senior Lecturer of the department «Technical Physics and heat Power Engineering»; «Shakarim University of Semey», Kazakhstan, Semey; e-mail: daniyarsemei@mail.ru

*Материал поступил в редакцию 16.04.2022 г.*

## **АВТОРЛАРҒА АРНАЛҒАН ЕРЕЖЕ**

Ғылыми мақала бұрын жарияланбаған және жаңалығы бар авторлық әзірлемелерді, қорытындыларды, ұсыныстарды қамтитын ғылыми зерттеудің, эксперименттік немесе аналитикалық қызметтің бастапқы, аралық немесе түпкілікті нәтижелерінің мәтіндік материалы болуы тиіс. Ғылыми мақалаға жалпы тақырыппен байланысты бұрын жарияланған ғылыми нәтижелерді зерттеуге және талдауға арналған жұмыс кіреді (шолу мақаласы), онда жалпылама тұжырымдар мен ұсыныстар келтірілген.

«Шәкәрім университетінің хабаршысы. Техникалық ғылымдар бөлімі» ғылыми журналы қазақ, орыс, ағылшын тілдеріндегі қолжазбаларды қабылдайды.

Журналдың жиілігі-тоқсанына 1 рет (жылына 4 Нөмір).

Мақала электрондық форматта (.doc, .docx, .rtf) tech.vestnik.shakarim.kz журнал веб-сайтының жүктеу функционалдығы арқылы беріледі.

Порталмен жұмыс істеу үшін tech.vestnik.shakarim.kz сайтына тіркелу қажет.

Журналға жариялау үшін келесі бағыттар бойынша мақалалар қабылданады:

- Автоматтандыру және есептеу техникасы
- Инженериядағы математикалық және статистикалық әдістер, техника және технологиялар
- Машина жасау және механика
- Өндірістік және өңдеу салалары
- Тамақ инженериясы және биотехнология
- Жылу энергетикасы
- Техникалық физика
- Химиялық технология

### **Материалдарды ресімдеуге қойылатын талаптар**

Мақала жиектердің келесі өлшемдерімен ресімделеді: парақтың шетінен шегініс – 2,0 см. Қаріп өлшемі – 11, жоларалық интервал – 1,0, қаріп гарнитурасы – Arial.

### **Ғылыми мақаланың құрылымы**

Структура научной статьи должна включать следующие элементы:

Ғылыми мақаланың құрылымы келесі элементтерді қамтуы керек:

- ГТАХА индексі (ғылыми-техникалық ақпараттың халықаралық айдары) – беттің сол жақ шетінен көрсетіледі. ГТАХА индексінің мақаласын тағайындау үшін [www.grnti.ru](http://www.grnti.ru) сайты пайдалану қажет).
- Авторлар туралы мәлімет – ортадағы жол арқылы жазылады:
  - мақала авторының аты-жөні және тегі (алдымен аты-жөні, содан кейін тегі-А. К. Қалиев), қаріп-қалың;
  - автордың (лардың) жұмыс орны-ЖОО (ұйымның), қаланың, елдің атауы;
  - корреспондент-автордың байланыс ақпараты (e-mail).
- Мақаланың атауы (тақырыбы) – жол арқылы, қалың қаріппен, ортасына тураланады. Ол мазмұнды дәл көрсетуі керек, қысқа және нақты болуы керек. Тақырыптағы сөздерді қысқартуға жол берілмейді.
- Аннотация – зерттеудің негізгі мәнінің, зерттеу әдістері мен объектілерінің қысқаша мазмұнын, ең маңызды нәтижелерін, олардың маңыздылығын, ғылыми және тәжірибелік құндылығын қысқаша баяндайды. Аннотация мақала атауынан кейінгі жол арқылы курсивпен орналастырылады. Аннотация көлемі-150-300 сөз.
- Түйін сөздер – мақаланы іздеуге және оның тақырыптық аймағын анықтауға арналған. Түйін сөздердің саны-5-8, курсивпен жазылады.
- Мақаланың негізгі мәтіні – жол арқылы:
  - Кіріспе – өзектіліктің көрінісі;
  - Зерттеу шарттары мен әдістері;

- Зерттеу нәтижелері;
- Ғылыми нәтижелерді талқылау;
- Қорытынды;
- Пайдаланылған әдебиеттер тізімі – мақала жазылған тілде және ағылшын тілінде рәсімделеді.
- Қаржыландыру туралы ақпарат (бар болса).
- Мақаланың соңында автордың (авторлардың) аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы, жұмыс орны; ЖОО-ның (ұйымның), қаланың, елдің атауы; әрбір автор үшін байланыс ақпараты (e-mail); мақаланың тақырыбы (атауы); аннотация; мақала тілінен ерекшеленетін екі тілдегі түйінді сөздер келтіріледі (қазақ/орыс, ағылшын).

Материалдардың көлемі, әдетте, мәтінді, суреттерді, кестелерді қоса алғанда, 3 беттен кем болмауы және 8 беттен аспауы тиіс.

Авторлар саны 5 адамнан аспауы керек.

**Суреттерді**, карталарды, фотосуреттерді, кестелерді, формулаларды компьютерлік техниканың қолдана отырып орындау және олар туралы айтылғандай мақалада орналастыру ұсынылады. Суреттердің реттік нөмірлері араб цифрларымен белгіленеді, суреттің атауы суреттің астында ортасына келтіріледі (1-сурет-суреттің атауы).

**Кестелер** мақаланың мәтінінде бірінші сілтемеден кейін немесе келесі бетте көрсетіледі. Кестенің нөмірі мен атауы беттің сол жағында келтірілген (1 – кесте-кестенің атауы). Кестені келесі бетке ауыстырған жағдайда бағандар нөмірленеді және келесі бетте оң жағында кестенің жалғасы (1-кестенің жалғасы) көрсетіледі.

#### **Әдебиеттерді рәсімдеу тәртібі:**

- литература располагается по мере упоминания в тексте;
- Әдебиет мәтінде айтылғандай орналастырылады;
- мәтін бойынша квадрат жақшада сілтеме берілген жұмыстың реттік нөмірі көрсетіледі;
- әдебиеттерді рәсімдеу МЕМСТ 7.1-2003 «Библиографиялық жазба. Библиографиялық сипаттама. Құрастырудың жалпы талаптары мен ережелері»;
- анықтамалық әдебиеттерді дайындау кезінде басылым авторларының толық тізімін (басқаларынсыз) көрсетіңіз.

#### **Әдебиеттер тізімін құрастыру мысалдары**

*Мерзімді басылымнан алынған мақала:*

1 Аксартов Р.М., Айзиков М.И., Расулова С.А. Леукомизинді сандық анықтау әдісі // ҚазҰУ Хабаршысы. Сер. хим. – 2003. – Т. № 8. – Б.40-41.

*Кітап:*

2 Курмуков А.А. Леуомизиннің ангиопротекторлық және гипополипидемиялық белсенділігі. – Алматы: Бастау, 2007. – 148 б.

*Конференция материалдарынан (семинар, симпозиум), еңбектер жинағынан жариялау:*

3 Абимильдина С.Т., Сыдыкова Г.Е., Оразбаева Л.А. Қант өндірісі инфрақұрылымының жұмыс істеуі және дамуы //Қазақстанның аграрлық секторындағы Инновация: Матер. Халықарал. конф. /ҚазҰУ. Әл-Фараби атындағы қазуу. – Алматы, 2010. – Б.10-13.

*Электрондық қор:*

4 Соколовский Д.В. Өзін-өзі реттейтін камера жетектерінің механизмдерін синтездеу теориясы [Электрондық ресурс]. – 2006. – URL: [http://bookchamber.kz/stst\\_2006.htm](http://bookchamber.kz/stst_2006.htm) (қарау күні 12.03.2009).

Автор мақаланы жібергеннен кейін журнал редакциясы ұсынылған жұмысты екі апта ішінде оның талаптарға сәйкестігін тексеру мақсатында (антиплагиат, дизайн, рецензия және т.б.) қарайды.

Журнал редакциясы мақаланы қабылдау туралы оң шешім қабылдаған жағдайда, авторларға жарияланымға ақы төлеу үшін тиісті хабарлама жіберіледі.

Мақала журнал талаптарына сәйкес келмеген жағдайда авторлар электрондық поштаға хабарлама арқылы хабарланатын болады.



**Журналдың редакциясы келіп түскен жұмысты рецензиялауға дербес жібереді.** Журнал мақаланы авторын жасырып (*Double-blind review*), екі рецензиялаудан өткізеді.

Журналдың редакциясы мақаланың ұқсастығының бар-жоғына тексеруді жүзеге асырады (лицензиялық бағдарламалық қамтамасыз ету пайдаланылады). Мәтіннің өзіндік ерекшелігі **көмінде 75%** болуы керек. Мақалалардағы өзін-өзі сілтеме жасау үлесі 15%-дан аспауы керек. Түпнұсқалықтың қажетті пайызын алмаған мақала авторға пысықтауға жіберіледі. Бірінші және екінші тексерулер тегін, үшінші тексеру – 2000 теңге. Үшінші тексеруден кейін теріс нәтиже алынған жағдайда, мақала журналға жариялауға жіберілмейді.

### Мақаланы рәсімдеу үлгісі

ФТАХА: 32.61.11

**М.А. Смагулов<sup>1\*</sup>, С.А. Зайцев<sup>2</sup>, М.М. Исакова<sup>1</sup>, А.К. Каримов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,  
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А  
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

<sup>2</sup>Мәскеу мемлекеттік университеті,  
119991, Ресей Федерациясы, Мәскеу, Ленин таулары, 1-үй

<sup>3</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,  
050040, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Әл-Фараби даңғылы, 71

\*e-mail: smagulov@mail.ru

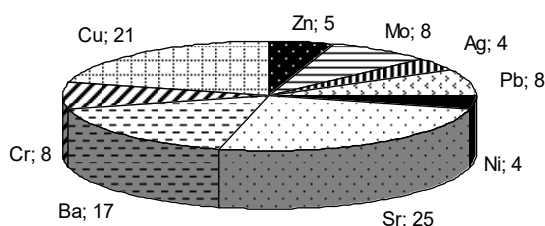
### АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ БИОГЕОХИМИЯЛЫҚ МИГРАЦИЯСЫ ЖӘНЕ ЖИНАҚТАЛУЫ

**Аннотация:** Мақалада зерттеу нәтижелері келтірілген.....

**Түйін сөздер:** қоршаған орта, биолог, табиғат,.....

#### Кіріспе

Ландшафт компоненттерінің Биогеохимиялық қасиеттерін қалыптастыруда атмосфералық, су және биогендік көші-қон маңызды рөл атқарады. Барлық табиғи сулардың ішінде жауын-шашында айтарлықтай өзгерістер байқалады. Қардағы элементтердің шоғырлануы ауа температурасына, ластану көзіне қатысты жел бағытының бағытына, одан қашықтығына, жер бедеріне байланысты [1]. Жауын-шашынның химиялық құрамындағы айырмашылықтар ауа массаларының күрделі қозғалыстарына байланысты. 1-суретте су қоймаларының мұзындағы ауыр металдардың құрамы көрсетілген.



1-сурет – Москворецкий жүйесінің су қоймаларының мұзында ауыр металдар құрамының таралуы

#### Зерттеу әдістері

Мәтін.....

#### Зерттеу нәтижелері

Жаңбыр сулары құрамы бойынша сульфатты-бикарбонатты- және сульфатты-хлоридті-кальцийлі. Атмосферада шаңның шоғырлануына байланысты олардың минералдануы жоғары. Ландшафттың аудан бірлігіне жауын-шашынға есептелген ауыр металдардың басымдылығы қармен салыстырғанда жаңбырда (Sr, Pb, Cr, Zn, Ni) анықталды (1-кесте).

1-кесте – қар мен жаңбырдағы ауыр металдардың құрамы, кг / га

№	Ауыр металдар	Қар	Жауын
1	Pb	$0,5 \times 10^{-6}$	$0,2 \times 10^{-4}$
2	Cr	$0,4 \times 10^{-6}$	$1,6 \times 10^{-3}$
3	V	$8,5 \times 10^{-5}$	–

*Ескертпе \**

### Ғылыми нәтижелерді талқылау

Мәтін.....

### Қорытынды

Мәтін.....

### Әдебиеттер тізімі

1. Курмуков А.А. Леуомизиннің ангиопротекторлық және гиполлипидемиялық белсенділігі. – Алматы: Бастау, 2007. – 148 б.
2. Хрусталева М.А. Табиғи және антропогендік ландшафт компоненттеріндегі ауыр металдардың Биогеохимиялық көші-қоны және жинақталуы // 3-ші Халықаралық ғылыми конференцияның ғылыми еңбектер жинағы: 1-Том. – Семей қ.: СМУ баспасы. Шәкәрім, 2012. – Б. 368-373.
3. ....

### References

1. Kurmukov A.A. Angioprotekornaya i gipolipidemicheskaya aktivnost' leuomizina. – Almaty: Bastau, 2007. – 148 s.
2. Hrustaleva M.A. Biogeoхимическая миграция i аккумуляция tyazhelyh metallov v komponentah prirodnyh i antropogennyh landshaftov // Sbornik nauchnyh trudov 3-j Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii: Tom 1. – g. Semey: Izd-vo SGU im. SHakarima, 2012. – S. 368-373.
3. ...

**М.А. Смагулов<sup>1\*</sup>, С.А. Зайцев<sup>2</sup>, М.М. Искакова<sup>1</sup>, А.К. Каримов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Университет имени Шакарима города Семей,  
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

<sup>2</sup>Московский государственный университет,  
119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1

<sup>3</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
050040, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71  
\*e-mail: smagulov@mail.ru

### БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ МИГРАЦИЯ И АККУМУЛЯЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

**Аннотация:** В статье приведены результаты исследования.....

**Ключевые слова:** среда, биолог, природа, .....

**M. Smagulov<sup>1\*</sup>, S. Zaitsev<sup>2</sup>, M. Iskakov<sup>1</sup>, A. Karimov<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Shakarim University of Semey,  
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinka Street

<sup>2</sup>Moscow State University, Moscow, Russia  
119991, Russian Federation, Moscow, 1 Leninskie gory Street

<sup>3</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan, Almaty  
050040, Republic of Kazakhstan, Almaty, 71 Al-Farabi Avenue  
\*e-mail: smagulov@mail.ru

### BIOGEOCHEMICAL MIGRATION AND ACCUMULATION HEAVY METALS

*This article discusses the characteristics of the development of eco-geochemical changes in the biosphere. Analyzed discretely, and in particular the relationship of environmental, geochemical and ecological changes. We present the laws of development of ecological-geochemical changes in the biosphere.....*

**Key words:**.....

#### **Авторлар туралы мәліметтер**

**Максат Ануарбекович Смагулов\*** – техника ғылымдарының докторы, «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының профессоры; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: smagulov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6369-3690>.

**Сергей Александрович Зайцев** – «Физика және математика» кафедрасының физика-математика ғылымдарының кандидаты; Мәскеу мемлекеттік университеті, Ресей Федерациясы; e-mail: zaisev@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7057-0461>.

**Маржан Муратовна Искакова** – «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының докторанты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: iskakova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4787-4966>.

**Айтбек Калиевич Каримов** – «Автоматтандыру» кафедрасының аға оқытушысы; әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан; e-mail: karimov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5378-2266>.

#### **Сведения об авторах**

**Максат Ануарбекович Смагулов\*** – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: smagulov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6369-3690>.

**Сергей Александрович Зайцев** – кандидат физико-математических наук кафедры «Физика и математика»; Московский государственный университет, Российская Федерация; e-mail: zaisev@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7057-0461>.

**Маржан Муратовна** – докторант кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: iskakova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4787-4966>.

**Айтбек Калиевич** – старший преподаватель кафедры «Автоматизация»; Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан; e-mail: karimov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5378-2266>.

#### **Information about the authors**

**Maksat Smagulov\*** – doctor of technical sciences, professor of the department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: smagulov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6369-3690>.

**Sergei Zaitsev** – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Department of Physics and Mathematics; Moscow State University, Russian Federation; e-mail: zaisev@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7057-0461>.

**Marjan Iskakova** – doctoral student of the department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: iskakova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4787-4966>.

**Aitbek Karimov** – senior teacher at the Department of Automation; Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan; e-mail: karimov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5378-2266>.

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

---

Научная статья должна представлять собой текстовый материал начальных, промежуточных или окончательных результатов научного исследования, экспериментальной или аналитической деятельности, содержащий авторские разработки, выводы, рекомендации, ранее не опубликованные и обладающие новизной. К научной статье относится также работа, посвященная изучению и анализу ранее опубликованных научных результатов, связанных общей темой (обзорная статья), в которой приводятся обобщающие выводы и рекомендации.

В научный журнал «Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки» принимаются рукописи на казахском, русском, английском языках.

Периодичность журнала – 1 раз в квартал (4 номера в год).

Статья подается в электронном формате (.doc, .docx, .rtf) посредством загрузки через функционал веб-сайта журнала [tech.vestnik.shakarim.kz](http://tech.vestnik.shakarim.kz)

Для работы с порталом необходимо зарегистрироваться на сайте [tech.vestnik.shakarim.kz](http://tech.vestnik.shakarim.kz)

Для публикации в журнал принимаются статьи по следующим направлениям:

- Автоматизация и вычислительная техника
- Математические и статистические методы в инженерии, технике и технологии
- Машиностроение и механика
- Производственные и обрабатывающие отрасли
- Пищевая инженерия и биотехнология
- Теплоэнергетика
- Техническая физика
- Химическая технология

### Требования к оформлению материалов

Статья оформляется со следующими размерами полей: отступ от края листа – 2,0 см. Кегль шрифта – 11, межстрочный интервал – 1,0, гарнитура шрифта – Arial.

### Структура научной статьи

Структура научной статьи должна включать следующие элементы:

- Индекс МРНТИ (международный рубрикатор научно-технической информации) – указывается с левого края страницы. Для присвоения статье индекса МРНТИ необходимо использовать сайт [www.grnti.ru](http://www.grnti.ru).
- Сведения об авторах – пишутся через строку по центру:
  - инициалы и фамилия автора(-ов) статьи (сначала инициалы, затем фамилия – А.К. Калиев), шрифт – полужирный;
  - место работы автора(-ов) – название вуза (организации), города, страны;
  - контактная информация (e-mail) автора-корреспондента.
- Название статьи (заголовок) – через строку, выделяется полужирным шрифтом, выравнивание по центру. Должно точно отражать содержание, быть кратким и лаконичным. Сокращение слов в заглавии не допускается.
- Аннотация – краткое изложение основной сути исследований, методов и объектов исследований, наиболее важных результатов, их значимость, научная и практическая ценность. Аннотация размещается через строку после названия статьи курсивом. Объем аннотации – 150-300 слов.
- Ключевые слова – предназначены для поиска статьи и определения ее предметной области. Количество ключевых слов – 5-8, оформляются курсивом.
- Основной текст статьи – через строку:
  - Введение – отражение актуальности;
  - Условия и методы исследования;
  - Результаты исследований;
  - Обсуждение научных результатов;

- Заключение;
  - Список литературы – оформляется на языке написания статьи и на английском языке.
  - Информация о финансировании (при наличии).
  - В конце статьи приводятся инициалы и фамилия, ученая степень, звание, место работы автора(-ов); название вуза (организации), города, страны; контактная информация (e-mail) для каждого автора; заглавие (название) статьи; аннотация; ключевые слова на двух языках, отличимых от языка статьи (казахский/русский, английский).
- Объем материалов, как правило, не должен быть менее 3 страниц и не более 8 страниц, включая текст, рисунки, таблицы.
- Количество авторов не должно превышать 5 человек.

**Рисунки**, карты, фотографии, таблицы, формулы рекомендуется выполнять с помощью компьютерной техники и размещать в статье по мере их упоминания. Порядковые номера рисунков обозначаются арабскими цифрами, название рисунка приводятся по центру под рисунком (Рисунок 1 – Название рисунка).

**Таблицы** отражаются в тексте статьи после первой ссылки или на следующей странице. Номер и название таблицы приводятся с левой стороны страницы (Таблица 1 – Название таблицы). В случае переноса таблицы на следующую страницу, столбцы нумеруются и на следующей странице с правой стороны указывается продолжение таблицы (Продолжение таблицы 1).

#### **Порядок оформления литературы:**

- литература располагается по мере упоминания в тексте;
- по тексту в квадратных скобках указывается порядковый номер работы, на которую дается ссылка;
- оформление литературы должно производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления»;
- при оформлении пристатейной литературы приводить полный перечень авторов издания (без др.).

#### **Примеры оформления списка литературы**

*Статья из периодического издания:*

1. Аксартон Р.М., Айзиков М.И., Расулова С.А. Метод количественного определения леукомизина // Вестник КазНУ. Сер. хим. – 2003. – Т.1. № 8. – С. 40-41.

*Книга:*

2. Курмуков А.А. Ангиопротекторная и гиполлипидемическая активность леуомизина. – Алматы: Бастау, 2007. – 148 с.

*Публикация из материалов конференции (семинара, симпозиума), сборников трудов:*

3. Абимильдина С.Т., Сыдыкова Г.Е., Оразбаева Л.А. Функционирование и развитие инфраструктуры сахарного производства // Инновация в аграрном секторе Казахстана: Матер. Междунар. конф. / КазНУ им. аль-Фараби. – Алматы, 2010. – С. 10-13.

*Электронный ресурс:*

4. Соколовский Д.В. Теория синтеза самоустанавливающихся кулачковых механизмов приводов [Электрон. ресурс]. – 2006. – URL: [http://bookchamber.kz/stst\\_2006.htm](http://bookchamber.kz/stst_2006.htm) (дата обращения: 12.03.2009).

После представления автором статьи редакция журнала рассматривает поступившую работу в течение двух недель с целью проверки ее соответствия предъявляемым требованиям (антиплагиат, оформление, рецензирование и т.д.).

В случае положительного решения редакции журнала о принятии статьи, авторам направляется соответствующее сообщение для произведения оплаты публикации.

В случае несоответствия статьи требованиям журнала авторы будут извещены сообщением на электронную почту.

Редакция журнала самостоятельно направляет поступившую работу на рецензирование. В журнале применяется двойное слепое рецензирование (*Double-blind review*), то есть конфиденциально.

Редакция журнала осуществляет проверку статьи на наличие заимствований (используется лицензионное программное обеспечение). Оригинальность текста должна составлять **не менее 75%**. Доля самоцитирования в статьях не должна превышать 15%. Статья, не набравшая необходимый процент оригинальности, направляется автору на доработку. Первая и вторая проверки осуществляются бесплатно, третья проверка – 2000 тенге. В случае получения отрицательного результата после третьей проверки, статья не допускается к публикации в журнале.

### Образец оформления статьи

МРНТИ: 32.61.11

**М.А. Смагулов<sup>1\*</sup>, С.А. Зайцев<sup>2</sup>, М.М. Исакова<sup>1</sup>, А.К. Каримов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Университет имени Шакарима города Семей,  
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

<sup>2</sup>Московский государственный университет,  
119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1

<sup>3</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
050040, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71

\*e-mail: smagulov@mail.ru

### БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ МИГРАЦИЯ И АККУМУЛЯЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

**Аннотация:** В статье приведены результаты исследования.....

**Ключевые слова:** среда, биолог, природа,.....

#### Введение

В формировании биогеохимических свойств компонентов ландшафта важную роль играет атмосферная, водная и биогенная миграция. Из всех природных вод наиболее заметные изменения наблюдаются в атмосферных осадках. Концентрация элементов в снеге зависит от температуры воздуха, направления розы ветров по отношению к источнику загрязнения, удаленности от него, рельефа местности [1]. Различия химического состава атмосферных осадков обусловлены сложными перемещениями воздушных масс. На рисунке 1 отображено содержание тяжелых металлов во льду водохранилищ Москворецкой системы

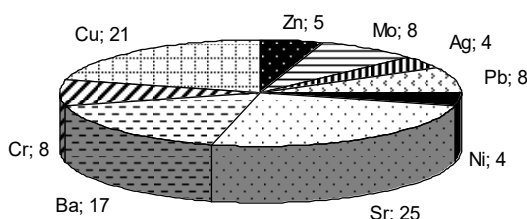


Рисунок 1 – Распределение содержания тяжелых металлов во льду водохранилищ Москворецкой системы

#### Методы исследования

Текст.....

#### Результаты исследований

Дождевые воды по составу сульфатно-гидрокарбонатно- и сульфатно-хлоридно-кальциевые. Минерализация их выше за счет концентрации в атмосфере пыли. Выявлено преобладание тяжелых металлов, рассчитанных при выпадении на единицу площади ландшафта, в дожде (Sr, Pb, Cr, Zn, Ni) по сравнению со снегом (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов в снеге и дожде, кг/га

№	Тяжелые металлы	Снег	Дождь
1	Pb	$0,5 \times 10^{-6}$	$0,2 \times 10^{-4}$
2	Cr	$0,4 \times 10^{-6}$	$1,6 \times 10^{-3}$
3	V	$8,5 \times 10^{-5}$	–

*Примечание:* \*

### Обсуждение научных результатов

Текст.....

### Заключение

Текст.....

### Список литературы

1. Курмуков А.А. Ангиопротекторная и гиполлипидемическая активность леуомизина. – Алматы: Бастау, 2007. – 148 с.
2. Хрусталева М.А. Биогеохимическая миграция и аккумуляция тяжелых металлов в компонентах природных и антропогенных ландшафтов // Сборник научных трудов 3-й Международной научной конференции: Том 1. – г. Семей: Изд-во СГУ им. Шакарима, 2012. – С. 368-373.

### References

1. Kurmukov A.A. Angioprotekturnaya i gipolipidemicheskaya aktivnost' leuomizina. – Almaty: Bastau, 2007. – 148 s.
2. Hrustaleva M.A. Biogeoхимическая migraciya i akkumulyaciya tyazhelyh metallov v komponentah prirodnyh i antropogennyh landshaftov // Sbornik nauchnyh trudov 3-j Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii: Tom 1. – g. Semey: Izd-vo SGU im. SHakarima, 2012. – S. 368-373.

**М.А. Смагулов<sup>1\*</sup>, С.А. Зайцев<sup>2</sup>, М.М. Искакова<sup>1</sup>, А.К. Каримов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,  
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А

<sup>2</sup>Мәскеу мемлекеттік университеті,  
119991, Ресей Федерациясы, Мәскеу, Ленин таулары, 1-үй

<sup>3</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,  
050040, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., әл-Фараби даңғылы, 71

\*e-mail: smagulov@mail.ru

### АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ БИОГЕОХИМИЯЛЫҚ МИГРАЦИЯСЫ ЖӘНЕ ЖИНАҚТАЛУЫ

*Бұл мақалада биосферадағы экологиялық-геохимиялық өзгерістердің даму сипаттамасы қаралады. Қоршаған геохимиялық және экологиялық-геохимиялық өзгерістердің әсерлері бөлек және жеке талданды. Біз биосферадағы экологиялық-геохимиялық өзгерістердің дамуының заңдылығын ұсынамыз. ....*

**Түйін сөздер:**.....

**M. Smagulov<sup>1\*</sup>, S. Zaitsev<sup>2</sup>, M. Iskakov<sup>1</sup>, A. Karimov<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Shakarim University of Semey,  
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinka Street

<sup>2</sup>Moscow State University, Moscow, Russia  
119991, Russian Federation, Moscow, 1 Leninskie gory Street

<sup>3</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan, Almaty  
050040, Republic of Kazakhstan, Almaty, 71 Al-Farabi Avenue

\*e-mail: smagulov@mail.ru

### BIOGEOCHEMICAL MIGRATION AND ACCUMULATION HEAVY METALS

*This article discusses the characteristics of the development of eco-geochemical changes in the biosphere. Analyzed discretely, and in particular the relationship of environmental, geochemical and ecological changes. We present the laws of development of ecological-geochemical changes in the biosphere.....*

**Key words:**.....

#### **Сведения об авторах**

**Максат Ануарбекович Смагулов\*** – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: smagulov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6369-3690>.

**Сергей Александрович Зайцев** – кандидат физико-математических наук кафедры «Физика и математика»; Московский государственный университет, Российская Федерация; e-mail: zaisev@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7057-0461>.

**Маржан Муратовна** – докторант кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: iskakova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4787-4966>.

**Айтбек Калиевич** – старший преподаватель кафедры «Автоматизация»; Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан; e-mail: karimov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5378-2266>.

#### **Авторлар туралы мәліметтер**

**Максат Ануарбекович Смагулов\*** – техника ғылымдарының докторы, «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының профессоры; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: smagulov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6369-3690>.

**Сергей Александрович Зайцев** – «Физика және математика» кафедрасының физика-математика ғылымдарының кандидаты; Мәскеу мемлекеттік университеті, Ресей Федерациясы; e-mail: zaisev@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7057-0461>.

**Маржан Муратовна Искакова** – «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының докторанты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: iskakova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4787-4966>.

**Айтбек Калиевич Каримов** – «Автоматтандыру» кафедрасының аға оқытушысы; әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан; e-mail: karimov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5378-2266>.

#### **Information about the authors**

**Maksat Smagulov\*** – doctor of technical sciences, professor of the department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: smagulov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6369-3690>.

**Sergei Zaitsev** – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Department of Physics and Mathematics; Moscow State University, Russian Federation; e-mail: zaisev@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7057-0461>.

**Marjan Iskakova** – doctoral student of the department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: iskakova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4787-4966>.

**Aitbek Karimov** – senior teacher at the Department of Automation; Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan; e-mail: karimov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5378-2266>.



## RULES FOR AUTHORS

---

A scientific article should be a textual material of the initial, intermediate or final results of a scientific research, experimental or analytical activity, containing author's developments, conclusions, recommendations that have not been previously published and have novelty. A scientific article also includes a work devoted to the study and analysis of previously published scientific results related to a common theme (review article), which provides generalizing conclusions and recommendations.

In the scientific journal "Bulletin of Shakarim University". Series of technical sciences" accepts manuscripts in Kazakh, Russian, English.

Periodicity of the journal - 1 time per quarter (4 issues per year).

The article is submitted in electronic format (.doc, .docx, .rtf) by downloading through the functionality of the journal website [tech.vestnik.shakarim.kz](http://tech.vestnik.shakarim.kz)

To work with the portal, you need to register on the site [tech.vestnik.shakarim.kz](http://tech.vestnik.shakarim.kz)

Articles in the following areas are accepted for publication in the journal:

- Automation and computer technology
- Mathematical and statistical methods in engineering, technique and technology
- Engineering and mechanics
- Manufacturing and Processing Industries
- Food engineering and biotechnology
- Thermal power engineering
- Technical Physics
- Chemical Technology

### Requirements for the formalization of materials

The article is drawn up with the following margins: indent from the edge of the sheet – 2.0 cm. Font size – 11, line spacing – 1.0, typeface – Arial.

### Structure of a scientific article

- ISTIR index (international scientific and technical information rubric) – indicated from the left edge of the page. To assign an ISTIR index to an article, you need to use the site [www.grnti.ru](http://www.grnti.ru).
- Information about the authors - written on the next line in the center
  - initials and surname of the author (s) of the article (first write the initials, then the surname – A. Kaliev), font selection – bold;
  - place of work of the author(s) – the name of the university (organization), city, country;
  - contact information (e-mail) of the corresponding author.
- Title of the article (title) – next line, highlighted in bold, center alignment. It should accurately reflect the content, be short and concise. Shortening of words in the title is not allowed.
- Annotation - a summary of the main essence of research, methods and objects of research, the most important results, their significance, scientific and practical value. The annotation is placed one line after the title of the article in italics. The volume of the abstract is 150-300 words.
- Keywords are designed to search for an article and determine its subject area. The number of keywords - 5-8, are written in italics.
- The main text of the article – through the line:
  - Introduction - a reflection of relevance;
    - Conditions and methods of research;
    - Research results;
    - Discussion of scientific results;
    - Conclusion;
    - The list of references is drawn up in the language of writing the article and in English.
- Funding information (in the presence).
- At the end of the article, the initials and surname, academic degree, title, place of work of the author(s) are given; the name of the university (organization), city, country; contact information (e-

mail) for each author; title (heading) of the article; annotation; keywords in two languages distinct from the language of the article (Kazakh/Russian, English).

The volume of materials, as a rule, should not be less than 3 pages and not more than 8 pages, including text, figures, tables.

The number of authors should not exceed 5 people.

**Drawings**, maps, photographs, tables, formulas are recommended to be done using computer technology and placed in the article as they are mentioned. Sequential numbers of figures are indicated by Arabic numerals, the name of the figure is given in the center under the figure (Figure 1 – The title of the figure).

**Tables** are reflected in the text of the article after the first link or on the next page. The number and title of the table are given on the left side of the page (Table 1 – The title of the table). If the table is transferred to the next page, the columns are numbered and on the next page, on the right side, the continuation of the table is indicated (Continuation of table 1).

#### **The order of registration of literature:**

- literature is arranged as it is mentioned in the text;
- the text in square brackets indicates the serial number of the work to which the link is given;
- the design of the literature should be carried out in accordance with the requirements of GOST 7.1-2003 “Bibliographic record. Bibliographic description. General requirements and rules for drafting”;
- when preparing referenced literature, provide a complete list of the authors of the publication (without others).

#### **Examples of designing a list of references**

*Article from the periodical:*

1. Aksartov R.M., Aizikov M.I., Rasulova S.A. Method for the quantitative determination of leucomizin // Bulletin of KazNU. Ser. chem. – 2003. – V.1. No. 8. – 40-41 p.

*Book:*

2. Kurmukov A.A. Angioprotective and hypolipidemic activity of leucomizin. – Almaty: Bastau, 2007. – 148 p.

*Publication from the materials of the conference (seminar, symposium), collections of works:*

3. Abimuldina S.T., Sydykova G.E., Orazbaeva L.A. Functioning and development of the infrastructure of sugar production // Innovation in the agrarian sector of Kazakhstan: Mater. International conf. / KazNU named after al-Farabi. – Almaty, 2010. – 10-13 p.

*Electronic resource:*

4. Sokolovsky D.V. Theory of synthesis of self-aligning cam mechanisms of drives [Electron. resource]. – 2006. – URL: [http://bookchamber.kz/stst\\_2006.htm](http://bookchamber.kz/stst_2006.htm) (date of access: 12.03.2009).

After the submission of the article by the author, the editors of the journal review the submitted work within two weeks in order to check its compliance with the requirements (anti-plagiarism, design, review, etc.).

In case of a positive decision of the editorial board of the journal to accept the article, the authors are sent a corresponding message to pay for the publication.

In case of non-compliance of the article with the requirements of the journal, the authors will be notified by e-mail.

#### **The editorial board of the journal independently sends the received work for review.**

The journal uses *double-blind review*, that is, it is confidential.

The editorial board of the journal checks the article for borrowings (licensed software is used). The originality of the text must be **at least 75%**. The share of self-citations in articles should not exceed 15%. An article that does not reach the required percentage of originality is sent to the author for revision. The first and second checks are free of charge, the third check is 2000 tenge. If a negative result is obtained after the third check, the article is not allowed for publication in the journal.

## Sample design of the article

ISTIR: 32.61.11

**M. Smagulov<sup>1</sup>, S. Zaitsev<sup>2</sup>, M. Iskakova<sup>1</sup>, A. Karimov<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Shakarim University of Semey  
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A, Glinki str.

<sup>2</sup>Moscow State University,  
119991, Russian Federation, Moscow, Leninskiye Gory, 1, str.

<sup>3</sup>Kazakh al-Farabi National University  
050040, Republic of Kazakhstan, Almaty, al-Farabi Ave., 71

\*e-mail: smagulov@mail.ru

### BIOGEOCHEMICAL MIGRATION AND ACCUMULATION HEAVY METALS

**Annotation:** The article presents the results of the study.....

**Key words:** environment, biologist, nature, .....

#### Introduction

Atmospheric, water, and biogenic migration plays an important role in the formation of the biogeochemical properties of landscape components. Of all natural waters, the most noticeable changes are observed in precipitation. The concentration of elements in the snow depends on the air temperature, the direction of the wind rose in relation to the source of pollution, the distance from it, and the terrain [1]. Differences in the chemical composition of precipitation are due to complex movements of air masses. Figure 1 shows the content of heavy metals in the ice of reservoirs.

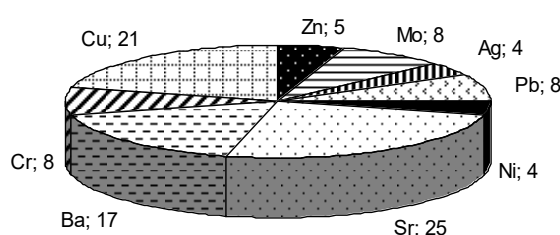


Figure 1 – Distribution of heavy metals in the ice of reservoirs of the Moskvoretskaya system

#### Research methods

Text.....

#### Research results

Rain waters are sulfate-bicarbonate- and sulfate-chloride-calcium in composition. Their mineralization is higher due to the concentration of dust in the atmosphere. The predominance of heavy metals calculated for precipitation per unit area of the landscape was revealed in rain (Sr, Pb, Cr, Zn, Ni) compared to snow (Table 1).

Table 1 – Content of heavy metals in snow and rain, kg/ha

№	Heavy Metals	Snow	Rain
1	Pb	$0,5 \times 10^{-6}$	$0,2 \times 10^{-4}$
2	Cr	$0,4 \times 10^{-6}$	$1,6 \times 10^{-3}$
3	V	$8,5 \times 10^{-5}$	–

Note: \*

#### Discussion of scientific results

Text.....

#### Conclusion

Text.....

## References

1. Kurmukov A.A. Angioprotekornaya i gipolipidemicheskaya aktivnost' leuomizina. – Almaty: Bastau, 2007. – 148 s.
2. Hrustaleva M.A. Biogeoхимическая миграция i аккумуляция tyazhelyh metallov v komponentah prirodnyh i antropogennyh landshaftov // Sbornik nauchnyh trudov 3-j Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii: Tom 1. – g. Semey: Izd-vo SGU im. SHakarima, 2012. – S. 368-373.
3. ...

**М.А. Смагулов<sup>1\*</sup>, С.А. Зайцев<sup>2</sup>, М.М. Исакова<sup>1</sup>, А.К. Каримов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,  
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А

<sup>2</sup>Мәскеу мемлекеттік университеті,  
119991, Ресей Федерациясы, Мәскеу, Ленин таулары, 1-үй

<sup>3</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,  
050040, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., әл-Фараби даңғылы, 71

\*e-mail: smagulov@mail.ru

## АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ БИОГЕОХИМИЯЛЫҚ МИГРАЦИЯСЫ ЖӘНЕ ЖИНАҚТАЛУЫ

*Бұл мақалада биосферадағы экологиялық-геохимиялық өзгерістердің даму сипаттамасы қаралады. Қоршаған геохимиялық және экологиялық-геохимиялық өзгерістердің әсерлері бөлек және жекеше талданды. Біз биосферадағы экологиялық-геохимиялық өзгерістердің дамуының заңдылығын ұсынамыз. ....*

**Түйін сөздер:**.....

**М.А. Смагулов<sup>1\*</sup>, С.А. Зайцев<sup>2</sup>, М.М. Исакова<sup>1</sup>, А.К. Каримов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Университет имени Шакарима города Семей,  
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинка, 20 А

<sup>2</sup>Московский государственный университет,  
119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1

<sup>3</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
050040, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71

\*e-mail: smagulov@mail.ru

## БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ МИГРАЦИЯ И АККУМУЛЯЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

**Аннотация:** В статье приведены результаты исследования.....

**Ключевые слова:** среда, биолог, природа,.....

### Information about the authors

**Maksat Smagulov\*** – doctor of technical sciences, professor of the department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: smagulov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6369-3690>.

**Sergei Zaitsev** – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Department of Physics and Mathematics; Moscow State University, Russian Federation; e-mail: zaisev@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7057-0461>.

**Marjan Iskakova** – doctoral student of the department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: iskakova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4787-4966>

**Aitbek Karimov** – senior teacher at the Department of Automation; Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan; e-mail: karimov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5378-2266>

### Сведения об авторах

**Максат Ануарбекович Смагулов\*** – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: smagulov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6369-3690>.

**Сергей Александрович Зайцев** – кандидат физико-математических наук кафедры «Физика и математика»; Московский государственный университет, Российская Федерация; e-mail: zaisev@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7057-0461>.

**Маржан Муратовна** – докторант кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: iskakova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4787-4966>.

**Айтбек Калиевич** – старший преподаватель кафедры «Автоматизация»; Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан; e-mail: karimov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5378-2266>.

### Авторлар туралы мәліметтер

**Максат Ануарбекович Смагулов\*** – техника ғылымдарының докторы, «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының профессоры; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: smagulov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6369-3690>.

**Сергей Александрович Зайцев** – «Физика және математика» кафедрасының физика-математика ғылымдарының кандидаты; Мәскеу мемлекеттік университеті, Ресей Федерациясы; e-mail: zaisev@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7057-0461>.

**Маржан Муратовна Искакова** – «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының докторанты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: iskakova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4787-4966>.

**Айтбек Калиевич Каримов** – «Автоматтандыру» кафедрасының аға оқытушысы; әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан; e-mail: karimov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5378-2266>.

## МАЗМҰНЫ – СОДЕРЖАНИЕ

---

<b>Б.С. Гайсина, Л.К. Оразжанова, А.Н. Сабитова, Б.Б. Баяхметова, Ж.Ш. Шәріпхан</b> БИОҮЙЛЕСІМДІ КРИОГЕЛЬДЕР СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ҚОЛДАНЫЛУ АЙМАҒЫ.....	5
<b>А.Д. Золотов, А.Ж. Сайлаубекова, Е.А. Оспанов, Д.В. Мясоєдов</b> УПРАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	14
<b>А.У. Калижанова, С.Б. Сейдазимов, З.А. Жилкишбаева</b> БРЭГГ ТАЛШЫҚТЫ ТОРЛАРҒА НЕГІЗДЕЛГЕН ДАТЧИКТЕРДІҢ МОДЕЛЬДЕРІ МЕН ПАРАМЕТРЛЕРІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ ФИЗИКАЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРДІҢ ТОРЛАРДЫҢ СПЕКТРЛІК СИПАТТАМАЛАРЫНА ӘСЕРІ.....	20
<b>С.Т. Сулейменова, Н.П. Кабулов, Ж. Мүсіріпша, Е.А. Оспанов</b> ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В УПРАВЛЕНИИ МАЛЫМИ ГЭС.....	25
<b>D.M. Taskara, B.K. Sinchev</b> DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL FOR BUSINESS PROCESS AUTOMATION.....	32
<b>А.К. Какимов, А.А. Майоров, Г.А. Жумадилова, А.М. Муратбаев, М.М. Ташыбаева</b> МИКРОКАПСУЛАЛАУ – ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ МЕН ӘДІСТЕРІ.....	38
<b>А.Т. Төлеушова, Д.М. Уйпалакова, А.Б. Имансакипова</b> ҚОЛТАҢБАНЫ ТАҢУ АЛГОРИТМДЕРІ. БЕЗЬЕ АЛГОРИТМІ.....	47
<b>С.Л. Елистратов, А.Р.Хажидинова, О.А. Степанова, А.С. Хажидинов, Д.Н. Нургалиев</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ РАДИОАКТИВНОГО ЙОДА 131 ПРИ ЛЕЧЕНИИ РАКА ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН.....	54
<b>АВТОРЛАРҒА АРНАЛҒАН ЕРЕЖЕ.....</b>	62
<b>ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ.....</b>	67
<b>RULES FOR AUTHORS.....</b>	72

Басуға жіберілген күні 23.09.2022 ж. Пішімі 60x84 1/8  
Шартты баспа табағы 4,8  
Таралымы 100 дана. Бағасы келісімді.

---

Техникалық редакторы: Евлампиева Е.П.  
Маман: Семейская З.Т.  
Безендіруші: Мырзабеков С.Т.

Журнал Қазақстан Республикасы Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің  
Ақпарат комитетінде тіркелген  
Есепке қою туралы куәлік № KZ93VPY00033663 19.03.2021 ж.

Жылына 4 рет шығады

Құрылтайшысы: «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғам

Семей қаласының Шәкәрім атындағы университетінің  
баспаханасында басылды

---

Редакцияның мекен-жайы: 071412, Абай облысы,  
Семей қаласы, ул. Глинки 20 А  
Тел.: +7 (7222) 31-32-49, эл.почта: rio@semgu.kz