



ISSN (ISSN-L): 2788-7995

**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**

**B U L L E T I N
OF SHAKARIM UNIVERSITY
TECHNICAL SCIENCES
SCIENTIFIC JOURNAL**

№ 2 (10) 2023

Семей, 2023

Ғылыми журнал
«Шәкәрім Университетінің Хабаршысы»
Техникалық ғылымдар сериясы»

№ 2 (10) 2023

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, 2023

Научный журнал «Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки»

№ 2 (10) 2023

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», 2023

Scientific journal «Bulletin of Shakarim University. Technical Sciences»

№ 2 (10) 2023

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», 2023

FTAXP: 20.51.17

А.Д. Абдувалова*, Г.Е. Жидекулова

М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,
080014, Қазақстан Республикасы, Тараз қ., Сулейменова к-сі, 7
*e-mail: abduvalova_ad@mail.ru

МӘТІНДІК АҚПАРАТТЫ ӨНДЕУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУДА ЧАТ-БОТТАРДЫ ҚҰРУ КЕЗІНДЕ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ МОДЕЛІН ҚҰРУ

Аңдатпа: Мақалада чат-боттарды қолданудың өзектілігі мен қолданбалы аспектілері сипатталған. Чат-боттың құрылымдық-функционалды жүйесін талдау жүзеге асырылады. Чат-боттарды құруға арналған платформаларға салыстырмалы сипаттама жасалды. Жүйенің прототипі Telegram әлеуметтік желісінің мысалында функционалды блоктар жасалды. Чат-ботты өзірлеу аясында мәтінмен жұмыс істеудің қажетті және жеткілікті шарты-ботпен қарым-қатынас пен оны оқытудың кіріс элементі ретінде мәтінді талдаудың әртүрлі әдістерін қолдану сипатталған. Мақалада мәтінді талдау және мәтіндік деректерді талдау модельдерін құру үшін қолданылатын бірқатар шешімдер қарастырылды: лемматизация әдістері, мәтінді векторлау, машиналық оқытудың әртүрлі модельдері. Мақалада ұсынылған технологияның ауқымдылығы мен әмбебаптығын және тұтастай болашақ чатбот жұмысының тиімділігін қамтамасыз ететін әртүрлі форматтағы және әртүрлі технологиялардың көмегімен мәтінді өңдеу әдістемесін қарастыруға баса назар аударылады. Мақала бағдарламашылар, мәтіндік талдаушылар және мәтінмен жұмыс істеуге және мәтіндік ақпаратпен жұмыс істеу жүйелерін жасауға қызығушылық танытқандар үшін қызықты болады. Python бағдарламалау тілінде "Telegram" мессенджерінде өзірленген клиенттік қызмет бөлімінің маманының жұмысын автоматтандыратын чат-бот жасалды.

Түйін сөздер: чат-бот, жасанды интеллект, модель, алгоритм, машиналық оқыту.

Кіріспе.

Мекеме қызметкерлерінің көпшілігі корпоративтік сайтты, порталды пайдалану кезінде бірқатар мәселелерге тап болады, атап айтқанда сайтқа үлкен жүктеме жасалынады. Сондықтан да, күнделікті өмірде чат-боттарды қолдану қажеттілігі туындайды. Чат-боттардың ең көп таралған салалары-сату, қолдау және маркетинг саласы. Чат-боттар берілген алгоритмге әкелетін, деректерді іздейтін және біріктіретін, ақпаратты тарататын негізгі операциялармен айналысады. Қазіргі уақытта чат-боттар жиі кездесетін міндеттер тізімі: сұрақтарға жауап беру, берілген ресурстағы деректерді іздеу, ұсыныстар жасау және кеңес беру, келу үшін жазба жасау, келушілердің деректерін жинау, клиенттердің пікірлерін жинау, түгендеу жүргізу және тапсырыстарды қадағалау, қаражат транзакцияларды өңдеу. Егер компания үшін оның сайты тек визит карточкасы ғана емес, қызметкерлер үшін ақпарат тарату құралы болып табылса және жеке кабинеттерді, жеке беттерді, құжаттарды сақтауды және басқаларды қамтылса, онда ең күрделі сайттарды құрудан аулақ болу мүмкін емес. Бұл осы сайттарды пайдалану мәселелеріне әкеледі. Мақалада қалалық емхана мен пациенттің электрондық өзара іс-қимылын ұйымдастыру мүмкіндіктерін жобалау алдындағы зерттеуге арналған.

Цифрландырудың қазіргі жағдайында денсаулық сақтау саласы шетте қала алмайды. Бұл келесі факторларға байланысты:

- ғылыми-техникалық прогресс;
- ақпараттандыру және ұтқырлық (әлемнің кез келген нүктесінен Интернетке шығу мүмкіндігі);
- денсаулықты кешенді басқаруды көздейтін пациенттің қажеттіліктеріне негізделген денсаулық сақтау ұйымының моделі;
- жеке пациенттерді емдеу үшін тиімді шешімдер қабылданатын, сондай-ақ денсаулық сақтауды ұйымдастыру саласындағы шешімдер қабылданатын халықтың денсаулығы туралы мәліметтер массиві [1].

Денсаулық сақтауды цифрландыру процесінің жалпы мақсаты-пациент пен медициналық ұйымның өзара іс-қимылын оңайлату, сондай-ақ ел тұрғындарының барынша көп санын медициналық қызметтермен қамтамасыз етумен, аумақтың ауқымдылығы жағдайында медициналық көмектің қолжетімділігін қамтамасыз етумен байланысты өзекті мәселелерді шешу болып табылады. Мақалада "Оптимер – көз хирургиясы орталығы" ЖШС қажеттілігіне байланысты болып тұр. Пациенттердің чаттарға өтініштерін өңдеу процесін автоматтандыру, қызметкерлердің жұмыс тиімділігін арттыру және ресурстарды қажет ететін шығындарды азайту, сондай-ақ емхана кәсіпорнының клиенттік қызметін арттыру үшін қажет.

Зерттеу әдістері

Жасанды интеллект моделін құру кезеңдері мәтіндік деректердегі сөздерді талдау мүмкін болатын формаға келтіру үшін 1-ші суретке сәйкестендіру қажет, өйткені мәтінді өзінің бастапқы түрінде математикалық модельде қолдануға болмайды. Жасанды интеллект моделін құру кезеңдерін жүзеге асыру үшін технологияны жіктеуге жарамды көптеген құралдар бар. Әрі қарай, осы тапсырмаға сәйкес келетін ең тиімді механизмдер қарастырылады [2,3].



Сурет 1 – Жасанды интеллектке негізделген чат-бот құру кезеңдері

1. Токенизациялау. Бұл кезең өзекті бағдарламалау тілдеріндегі кіріктірілген кітапханалар арқылы жүзеге асырылады. Мысалы, Python тілінде стандартты кітапханалар бар: re (функционалды өрнектермен жұмыс істеуге арналған модуль) және string (жолдарды талдауға қажетті массивтермен және функциялармен жұмыс істеуге арналған модуль)

2. Лемматизациялау. Бағдарламалау тілдерінің негізгі кітапханаларында лемматизация мүмкіндігі жоқ, бірақ еркін таратуда кітапханалары бар. Python тілі үшін ең ыңғайлы және танымал: NLTK, SpaCy және PyMorphu.

3. Тоқтату – сөздерін жою. Бұл кезең шу ретінде анықталған қолда бар массивтен қажетсіз сөздерді (жалғаулар, қосымшаны, шылаулар және т.б.) жою алгоритмін жүзеге асыруды білдіреді. Кітапханаларды пайдалану қажет емес.

4. Векторлау және машиналық оқыту. Жасанды интеллектке негізделген чат – ботты құрудың ең маңызды сәті-векторлау алгоритмін таңдау және әзірлеу, өйткені әртүрлі әдістер әртүрлі қажеттіліктерге сәйкес келеді. Машина мәтінді "түсінбейтіндіктен", білім қорында сақталған мәтіндерден жасалуы керек, ең қол жетімді форматта-сандарды өңдеу үшін деректерді ұсыну қажет. Бұл тапсырма үшін векторлау қолданылады. Ең танымал әдістер: CountVectorizer және TF-IDF. CountVectorizer мәтіндік құжаттарды ұсынудың ең қарапайым және орындаушы әдісі болып табылады [4].

Бұл әдісте кіріс тіркестері төмендетіліп, белгілі сөздердің сөздігі құрылады. Егер әдістің мәнін толығырақ қарастыратын болсақ, онда ерте қалыптасқан білім қорында барлық мәтіндер бірегей индекстелген сөздерге бөлініп, сөздік құрылады, одан кейін кез-келген фразаны қоюға болады. Кіріс фразасы векторға келесідей аударылады: егер сөз сөздікте пайда болса, 1, ал егер жоқ болса, 0 тағайындалады. Шын мәнінде, алынған векторлар сөйлемде кездесетін сөздердің санын білдіреді. Осылайша, кіріс сөйлемінің білім қорынан белгілі бір мазмұнға (классқа) жататындығын анықтауға болады [5].

Чат-боттардың түрлері декларативті болып табылады-қолдау және қызмет көрсету үшін, машиналық оқыту мен табиғи тілді өңдеуді пайдаланады, бірақ мүмкіндіктері шектеулі. Болжамды (виртуалды көмекшілер) – машиналық оқыту және табиғи тілді өңдеу принциптерін де, табиғи тілді түсінуді де қолданады. Сондай-ақ, неғұрлым егжей-тегжейлі балама классификация қолданылады: батырмалық чат-бот: жабық сұрақтары бар сауалнама сияқты жауап нұсқаларының дайын жиынтығынан опцияларды таңдалынады.

Зерттеу нәтижесі

Жасанды интеллект моделін пайдалану арқылы чат-боттарды әртүрлі бағдарламалау тілдерде жазуға болады: PHP, JavaScript, Python. Пациент пен медициналық мекеменің өзара әрекеттесуі үшін Python тілі таңдалды. Осындай жобаларды орындау үшін оның

танымалдылығына, сондай-ақ масштабтаудың қарапайымдылығына байланысты қолданбалар және көптеген кітапханалар қолданылады. Python-да көптеген әртүрлі кітапханалар бар, олардың бірі боттардың дамуын білуге арналған ең қарапайым және түсінікті кітапханалардың ішінде pyTelegramBotAPI немесе telebot. Бірақ бұл кітапхана негізінен қарапайым жобаларға жарамды [6]. Бот жасаушылар арасында Python-дағы ең жақсы кітапхана AIOgram болып саналады. Ол асинхронды, декораторларды қолданады және төмендегі мүмкіншіліктері бар:

- асинхронды, бұл оны кейбір тапсырмаларда тезірек орындалуында;
- Python 3.7 + қолдайды;
- кодтың оқылуын жақсартатын көптеген "көмекшілер";
- жедел жаңартулар;
- дұрыс және үздіксіз жұмыс істейтін polling;
- жақсы іске асырылған FSM соңғы автоматты механизмі.

Қызметкерлер үшін барлық ақпарат компанияның сайттарында болғандықтан және боттың жұмысын бастау үшін "бақылау" сайтынан "кезекте" көрсеткішті қадағалау, сондай-ақ консультанттардың ауысымдары мен мәртебелері туралы ақпаратты білу қажет, мұны істеуге мүмкіндік беретін жалғыз әдіс-парсинг. Сайт парсингі-бұл веб-сайттардан ақпарат алу әдісі. Бұл әдіс негізінен құрылымдалмаған деректерді, HTML форматында Интернетте құрылымдық деректерге түрлендіруге бағытталған: мәліметтер базасы немесе электрондық кестелер. Веб-сайтты талдау Интернетке тікелей HTTP немесе веб-шолушы арқылы қол жеткізуді қамтиды.

AIOgram кітапханасы Python-да түймелердің орналасуымен ерекшеленетін екі түрлі пернетақталарды жасауға мүмкіндік береді:

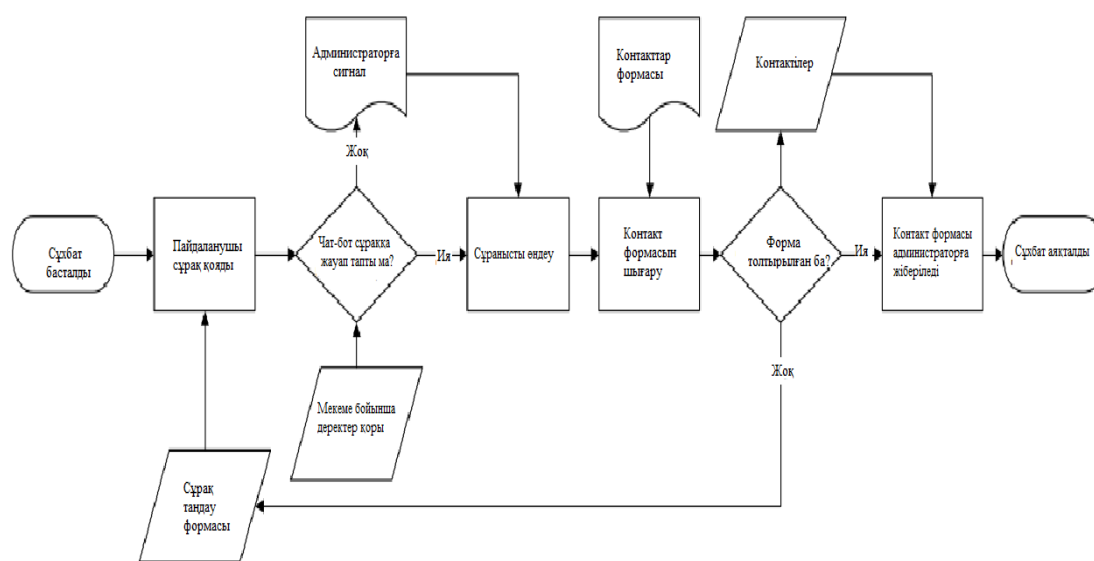
– Reply-экрандағы негізгі пернетақтаның орнына бекітілген шаблондық жауаптарға арналған түймелер. Чат-боттарда мәзір ретінде жиі қолданылады. ReplyKeyboardMarkup әдісі арқылы жасалады.

– Чат хабарламаларымен байланысты онлайн түймелер. Бұл жағдайда пайдаланушы негізгі пернетақтаны көреді. InlineKeyboardMarkup әдісі арқылы жасалады.

Мәзір құру. Telegram эхо-ботта тек мәтіндік хабарларды жіберуге және оларды қайтаруға мүмкіндік береді. Оны жаңартып, енгізудің қажеті жоқ дайын хабарламалары бар түймелерді қосуда, reply түймелері болады [7].

Ғылыми нәтижені талқылау

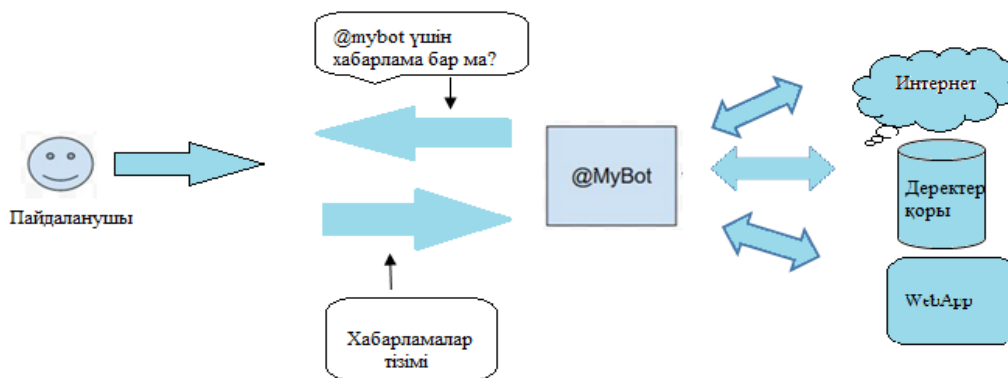
Чат-бот жұмысының негізгі мақсаты клиенттердің клиника қызметі туралы ақпарат беруден басқа оқуға өтінімдерді жинау болып табылады, диалог процесінде талапкердің байланыс деректерін алуға және оларды өтінімді әрі қарай өңдеу үшін әкімшіге жіберуге мүмкіндік беретін жұмыс алгоритмі жасалды. Алгоритм 2-ші суретте көрсетілген.



Сурет 2 – Чат-бот алгоритмі

Алгоритмде чат-бот сұрақтар аяқталған кезде пайдаланушыдан келетін барлық сұрақтарға жауап береді, чат-бот өтініш қалдыруды және телефон арқылы сөйлесуді

жалғастыруды ұсынады. Сонымен қатар, егер чат-бот пайдаланушының сұрағына жауап бере алмаса, онда әкімшіге сигнал келіп түседі, ол байланысты жалғастыра алады. Пайдаланушы жағымды әсер қалдырады және контактілерді қалдыруға дайын. Әрбір бот-бұл дербес тәуелсіз бағдарлама, ол ең алдымен негізгі ботқа (@fatherbot) тіркелуі керек [8,9]. Жеделхат-боттың жұмыс диаграммасы 3-ші суретте келтірілген.



Сурет 3 – Чат-боттың жұмыс диаграммасы

Жасанды интеллекттің дамуымен чатботтардың коммуникативті мүмкіндіктері адам деңгейіне жақындай бастайды. Бірегей жауаптар жасай алатын ботты құру үшін әлі де машиналық оқыту модельдерін өз бетінше құруға, оларды бағдарламалық кодқа біріктіруге және т. б. жүгіну керек. Мұндай бағдарламаларды әзірлеу- шартты түрде бірнеше бөлікке бөлуге болады: мәтіндік деректерді жинау; "сұрақ-жауап" қағидаты бойынша белгіленген деректер массивін қалыптастыру; үлгідегі сөздерді морфологиялық талдау (сөздерді "қалыпты" формаға келтіру); тұтас модель құру үшін машиналық оқытудың қолданыстағы немесе сапалы жаңа статистикалық формулаларын талдау; оқыту кезінде қолданбаған деректер үлгісінде модельге тестілеу жүргізу, әзірленген модельді қолданбалы бағдарламалық кодқа интеграциялау. Бағдарламаның бастапқы қосымшасы үшін Python тілінде жазылған код, кітапханалар мен Bot байланысын импорттау арқылы жасалған, message handler индукциясы арқылы функциямен орындалуы 4-ші суретте көрсетілген.

```

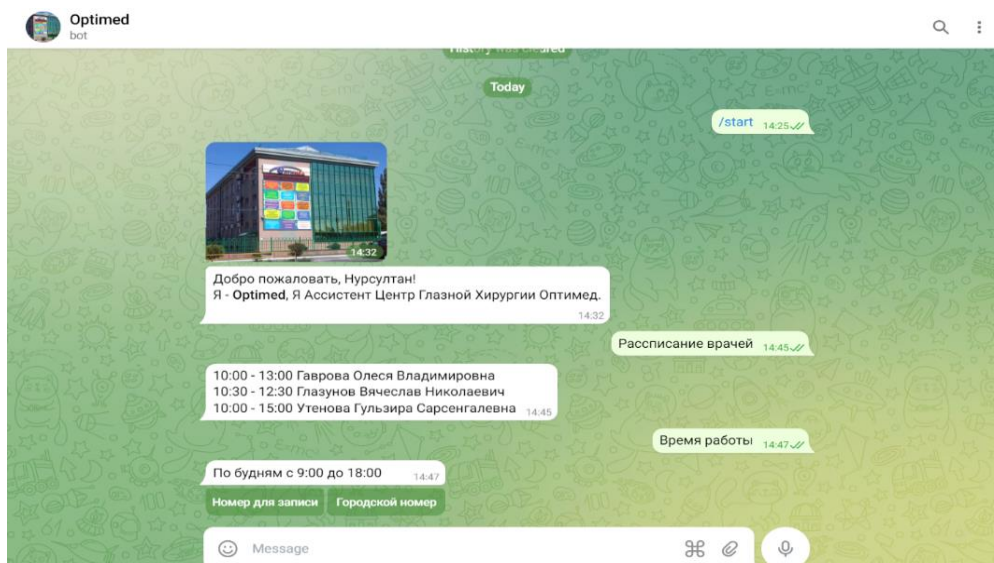
Registratura > botPOLIC.py > callback_inline
1  from email import message
2  import telebot
3  import configPOLIC
4  import sqlite3
5  import datetime
6
7
8  from telebot import types
9
10
11 bot = telebot.TeleBot(configPOLIC.TOKEN)
12
13 @bot.message_handler(commands=['start'])
14 def welcome(message):
15     sti = open('Registratura/static/CRH.webp', 'rb')
16     bot.send_sticker(message.chat.id, sti)
17
18     # keyboard
19     markup = types.ReplyKeyboardMarkup(resize_keyboard=True)
20     item1 = types.KeyboardButton("Расписание врачей")
21     item2 = types.KeyboardButton("Время работы")
22     item3 = types.KeyboardButton("Записаться на прием")
23     item4 = types.KeyboardButton("Адрес клиники")
24
25
26     markup.add(item1, item2, item3, item4)
27
28     bot.send_message(message.chat.id, "Добро пожаловать, {0.first_name}!".format(message.from_user.first_name),
29                       parse_mode='html', reply_markup=markup)
30
31 @bot.message_handler(content_types=['text'])
32 def lalala(message):
33     if message.chat.type == 'private':
34         if message.text == "Расписание врачей":
35             bot.send_message(message.chat.id, '10:00 - 13:00 Гав')
36         elif message.text == "Время работы":
37             markup = types.InlineKeyboardMarkup(row_width=2)
38

```

Сурет 4 – Бағдарлама коды

Бот сұрақты іздеуге және сұрағыңызды қоюға болатын жиі қойылатын сұрақтар туралы ақпарат беруі керек. Сондай-ақ, сұраққа жауап беруге арналған интерфейс. Жиі қойылатын

сұрақтар бойынша статистика болып табылады. Telegram ботының прототипінің нәтижесі 5-ші суретте келтірілген [10].



Сурет 5 – Telegram бот

Telegram-бот – бұл дерекқорда сақталған барлық ақпаратты жинақтау және пайдаланушыларға ақпаратты жеткізу мүмкіндігі болып табылады. Бот көптеген сұрауларға 1 секундтан аз уақыт ішінде жауап бере алады.

Қорытынды

Чат-боттарды жасау кезінде жасанды интеллект модельдерін қолдану олардың тиімділігін едәуір арттырды. Мәтінді өңдеудің озық әдістері мен жасанды интеллект модельдерін қолдана отырып, чатботтар адамға ұқсас жауаптар жасай алады және пайдаланушыларға жеке тәжірибе бере алады. Технология дамып келе жатқандықтан, чатботтар күнделікті өмірде одан да жетілдірілген және барлық жерде болады деп күтуге болады. Болашақта чат-боттармен қарым-қатынас адамдармен қарым-қатынастан өзгеше болмайды, сондай-ақ мұндай қарым-қатынас арқылы адамның оқыту, тауарлар сатып алу, қызметтерге тапсырыс берудегі әр түрлі қызметі жүзеге асырылады. Заманауи мессенджерлерде чат-боттарды құру мүмкіндіктерін талдау және заманауи чат-боттарды іске асыру үшін ең қолайлы құрылымды, API немесе кітапханаларды анықтау, "Көз хирургиясы орталығы" ЖШС клиенттердің чаттарға өтініштерін өңдеу процесін автоматтандыру, қызметкерлер жұмысының тиімділігін арттыру және ресурстық шығындарды азайту, сондай-ақ кәсіпорынның клиенттік сервисін арттыру үшін оңтайлы болып табылады.

Әдебиеттер тізімі

1. Гниденко И.Г. Технология разработки программного обеспечения: учеб. пособие для СПО / И.Г. Гниденко, Ф.Ф. Павлов, Д.Ю. Федоров. – М. : Издательство Юрайт, 2017. – 235 с.
2. Златопольский Д.М. Основы программирования на языке Python. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 284 с.
3. Гэддис Т. Начинаем программировать на Python. – 4-е изд.: Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2019. – 768 с.
4. Рассел Джесси. Гибкая методология разработки / Джесси Рассел. – М.: VSD, 2017. – 179 с.
5. Рынок чат-ботов в цифрах и фактах. Инфографика // Журнал ПЛАС [Электронный ресурс] URL: <https://plusworld.ru/daily/tehnologii/403076-2/> (дата обращения: 2.05.2022).
6. Документация Telegram: боты. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://tlgm.ru/docs/bots>
7. Aarathi Ganitha N., Vaishnavee V., Oviya K., Jayaseelan J. Salem. Implementation of Chatbot in Trading Application Using SQL and Python // Bioscience Biotechnology Research Communications, 2020. – Vol. 13. – No. 2. – p. 111-115.
8. Documentation SQLite3 [Электронный ресурс] / URL: <https://www.sqlite.org/docs.html>
9. Ho C.Chun, Lee H.L., Lo W.K., Lui K.F.A. Developing a Chatbot for College Student Programme Advisement // International Symposium on Educational Technology (ISET). 2018. Pp. 52-56.

10. Skjuve M., Folstad A., Fostervold K.I., Brandtzaeg P.B. My Chatbot Companion – a Study of Human-Chatbot Relationships. International Journal of Human-Computer Studies, 2021, Vol. 149, May, 102601.

References

1. Gnidenko I.G. Tehnologiya razrabotki programmogo obespecheniya: ucheb. posobie dlya SPO / I.G. Gnidenko, F.F. Pavlov, D.Yu. Fedorov. – M.: Izdatelstvo Yurajt, 2017. – 235 s. (In Russian).
2. Zlatopolskij D.M. Osnovy programmirovaniya na yazyke Python. – M.: DMK Press, 2017. – 284 s. (In Russian).
3. Geddis T. Nachinaem programmirovat na Python. – 4-e izd.: Per. s angl. – SPb.: BHV-Peterburg, 2019. – 768 s. (In Russian).
4. Rassel Dzhesi. Gibkaya metodologiya razrabotki / Dzhesi Rassel. – M.: VSD, 2017. – 179 c. (In Russian).
5. Rynok chat-botov v cifrah i faktah. Infografika // Zhurnal PLAS [Elektronnyj resurs] URL: <https://plusworld.ru/daily/tehnologii/403076-2/> (data obrasheniya: 2.05.2022). (In Russian).
6. Dokumentaciya Telegram: boty. [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <https://tigrm.ru/docs/bots>. (In Russian).
7. Aarthi Ganitha N., Vaishnav V., Oviya K., Jayaseelan J. Salem. Implementation of Chatbot in Trading Application Using SQL and Python // Bioscience Biotechnology Research Communications, 2020. Vol. 13. No. 2. Pp. 111–115. (In English).
8. Documentation SQLite3 [Электронный ресурс] / URL: <https://www.sqlite.org/docs.html>. (In English).
9. Ho C.Chun, Lee H. L., Lo W.K., Lui K.F.A. Developing a Chatbot for College Student Programme Advisement // International Symposium on Educational Technology (ISET). 2018. Pp. 52-56. (In English).
10. Skjuve M., Folstad A., Fostervold K.I., Brandtzaeg P.B. My Chatbot Companion – a Study of Human-Chatbot Relationships. International Journal of Human-Computer Studies, 2021, Vol. 149, May, 102601. (In English).

А.Д. Абдувалова*, Г.Е. Жидекулова

Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати,
080014, Республика Казахстан, г.Тараз, ул.Сулейменова, 7
*e-mail: abduvalova_ad@mail.ru

СОЗДАНИЕ ЧАТ-БОТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

В статье рассмотрены актуальность и прикладные аспекты использования чат-ботов. Проведен анализ структурно-функциональной системы чат-бота. Сделано сравнительное описание платформ для создания чат-ботов. Функциональные блоки созданы на примере социальной сети Telegram, прототипа системы. В рамках разработки чат-бота описано необходимое и достаточное условие работы с текстом - использование различных методов анализа текста в качестве входного элемента для взаимодействия с ботом и его обучения. В статье рассмотрены ряд решений, используемых для анализа текста и создания моделей анализа текстовых данных: методы лемматизации, векторизации текста, различные модели машинного обучения. В статье основное внимание уделяется рассмотрению методологии обработки текста в разных форматах и с помощью разных технологий, что обеспечивает масштабируемость и универсальность предлагаемой технологии и общую эффективность будущей работы чат-бота. Статья будет интересна программистам, текстовым аналитикам и всем, кто интересуется работой с текстом и созданием систем для работы с текстовой информацией. В мессенджере Telegram на языке программирования Python создан чат-бот, автоматизирующий работу специалиста по работе с клиентами.

Ключевые слова: чат-бот, искусственный интеллект, модель, алгоритм, машинное обучение

A.D. Abduvalova*, G.E. Zhidekulova
Taraz Regional University named after M.H. Dulati,
080014, Republic of Kazakhstan, Taraz, 7 Suleimenova Street
*e-mail: abduvalova_ad@mail.ru

CREATING A CHATBOT USING TEXT INFORMATION PROCESSING METHODS

The article considers the relevance and applied aspects of the use of chatbots. The structural and functional system of the chatbot is analyzed. A comparative description of the platforms for creating chatbots has been made. The functional blocks are based on the example of the Telegram social network, a prototype of the system. As part of the chatbot development, the necessary and sufficient condition for working with text is described - the use of various text analysis methods as an input element for interacting with the bot and its training. The article discusses a number of solutions used for text analysis and creation of text data analysis models: lemmatization methods, text vectorization, various machine learning models. The article focuses on the consideration of the methodology of text processing in different formats and using different technologies, which ensures the scalability and versatility of the proposed technology and the overall effectiveness of the future work of the chatbot. The article will be of interest to programmers, text analysts and anyone interested in working with text and creating systems for working with text information. A chatbot has been created in the Telegram messenger in the Python programming language that automates the work of a customer service specialist.

Key words: chatbot, artificial intelligence, model, algorithm, machine learning

Авторлар туралы мәліметтер

Айнур Джумабаевна Абдувалова* – техника ғылымдарының кандидаты, «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының доценті; М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Қазақстан; abduvalova_ad@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4683-7821>.

Гулкыз Егеновна Жидекулова – техника ғылымдарының кандидаты, «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының доценті; М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Қазақстан; gul2006@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-6962-2188>.

Сведения об авторах

Айнур Джумабаевна Абдувалова* – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные системы»; Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, республика Казахстан; abduvalova_ad@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4683-7821>

Гулкыз Егеновна Жидекулова – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные системы»; ¹Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, Республика Казахстан; gul2006@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6962-2188>.

Information about the authors

Ainur Abduvalova* – candidate of technical sciences, associate professor Department of Information Systems, Taraz Regional University named after M.Kh. Dulaty, Taraz, Kazakhstan; abduvalova_ad@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4683-7821>.

Gulkiz Zhidekulova – candidate of technical sciences, associate professor Department of Information Systems, Taraz Regional University named after M.Kh. Dulaty, Taraz, Kazakhstan; gul2006@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-6962-2188>.

Материал 01.05.2023 ж. баспаға түсті.

MPHTI: 55.22.23

**А.Ж.Жасулан*, Ж.Б.Сагдолдина, Е.М. Мухаметов, К.Д. Орманбеков,
А.Б. Шынарбек**

Университет имени Шакарима города Семей,
Научный центр «Модификация поверхности материалов»
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Физкультурная, 4в
*e-mail: ainur.99.99@mail.ru

КАЛЬЦИЙ-ФОСФАТНЫЕ ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ МЕТОДОМ МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ (ОБЗОР)

Аннотация: В этом литературном обзоре рассматривается тема микродугового оксидирования кальций-фосфатных покрытий, которой в последние годы уделяется значительное внимание в связи с ее потенциальным применением в биомедицинских и инженерных областях. Описаны преимущества метода микродугового оксидирования для получения защитных покрытий. Основное внимание уделяется формированию покрытий при различных режимах процесса микродугового оксидирования и при помощи электролитов, содержащих взвешенные порошки различных элементов и концентрации. В обзоре рассматриваются различные аспекты технологии, включая основополагающие принципы, типы покрытий, которые могут быть получены, и методы, используемые для определения характеристик. Кроме того, в обзоре рассматриваются потенциальные применения микродугового оксидирования в покрытиях из фосфата кальция в различных областях, таких как биомедицинские имплантаты, аэрокосмические компоненты и тканевая инженерия. В нем обсуждаются преимущества покрытий, такие как улучшенная остеоинтеграция, коррозионная стойкость и защита от износа, а также потенциал включения биоактивных молекул в покрытия для дальнейшего повышения их эксплуатационных характеристик. В целом, в обзоре сделан вывод о том, что кальций-фосфатные покрытия обладают большим потенциалом для различных применений, но необходимы дальнейшие исследования, чтобы полностью понять потенциал этой инновационной технологии и оптимизировать ее производительность для конкретных применений.

Ключевые слова: микродуговое оксидирование; кальций-фосфатные покрытия; электролит; биосовместимость; износостойкость; коррозия.

Введение. В настоящее время получение многофункциональных покрытий является одним из основных задач современной науки. Материалы с такими покрытиями применяются в различных областях промышленности и техники, таких как машиностроение, медицина, авиастроение и др [1-4]. Существуют различные способы формирования покрытий, но необходимо учитывать область его применения. Покрытия должны быть устойчивыми в биологической среде, обладать высокой адгезионной прочностью с материалом основания. Технологии, связанные с нанесением покрытий из кальций-фосфата (КФ), является одним из наиболее актуальных направлений для получения новых материалов. Большой интерес к КФ-покрытиям вызван уникальным сочетанием их свойств: высокие значения показателей твердости и адгезионной прочности, обладают хорошей биосовместимостью, сверхтонкие и плотные. Однако, чтобы получить эти свойства различные фосфаты кальция надо использовать или смешивать вместе с другими материалами. Метод микродугового оксидирования позволяет получать эти покрытия, а также проводить эксперименты для определения (МДО) влияние различных составов электролита на структурно-фазовые состояния и трибологические свойства металлов и их сплавов. Как известно, МДО является одним из наиболее широко распространённых способов получения покрытий [5].

Основная часть

Представления о методе микродугового оксидирования

Явления разряда, связанные с электролизом, были открыты более века назад. В 30-х годах учеными А. Гюнтершульце и Г. Бетц подробно изучалось это явление. В 60-х годах У.

Макнейл и Л. Грасс использовали искровой разряд для осаждения ниобата кадмия на кадмиевый анод в Nb-содержащий электролит. После исследований в 1970-х годах Марков [6] изучал осаждение оксида на алюминиевом аноде в условиях дугового разряда. Этот метод был дополнительно усовершенствован и получил название «микродуговое оксидирование». Микродуговое оксидирование быстро развивается в течение последних лет и в настоящее время стал одним из самых востребованных методов получения покрытий на вентильных металлах и их сплавов.

МДО – это процесс получения защитных покрытий на поверхности электропроводящего материала, погруженного в электролит. Технология МДО имеет ряд преимуществ по сравнению с другими методами получения покрытий. Основные преимущества МДО заключаются в следующем:

1. Возможность получения покрытий, превосходящих по своим механическим характеристикам (твердость, износостойкость, адгезия к металлическим подложкам, сопротивление усталости), физико-химическим свойствам (удельное сопротивление, напряжение пробоя, устойчивость к тепловому удару и защита от перегрева) и коррозионной стойкости;
2. Возможность получения покрытий на всех формах изделий, вплоть до внутренней части;
3. Возможность применения в медицине и создания новых защитных слоев на импланты;
4. Электрохимический процесс МДО позволяет получать покрытия даже на самых маленьких материалах. Диапазон получения покрытий от кв.мм до нескольких м;
5. Процесс является довольно безвредным с экологической точки зрения, поскольку используемый в нем водный раствор вносит в экосистему относительно небольшие концентрации нетоксичных химических компонентов.

Процесс МДО состоит из нескольких последовательных стадий: анодирование, искрение, микродуговой разряд, дуговой разряд (рис. 1) [7].

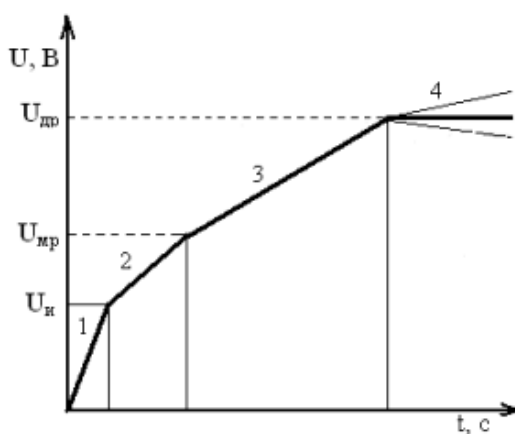


Рисунок 1 – Кривая процесса микродугового оксидирования и его стадий [7].

Рисунок 2 иллюстрирует принципиальную схему установки МДО. В качестве анода используется вентильный металл, который погружают в перемешанный электролит.

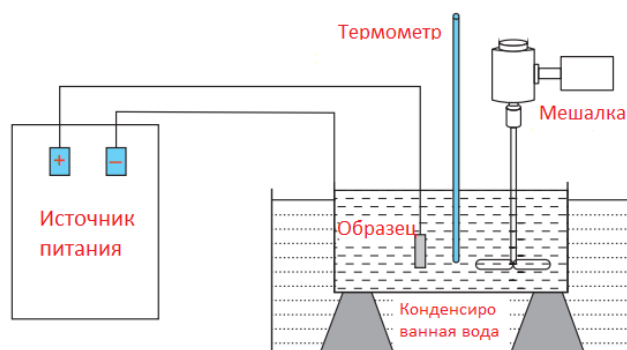


Рисунок 2 – Принципиальная схема экспериментальной установки МДО [8].

В качестве электролитического элемента и катода выбран контейнер из нержавеющей стали. Электрический ток подается от источника питания МДО. Температура электролита регулируется ниже 40°C с помощью конденсированной воды [8].

Свойства кальций-фосфатных покрытий, полученных методом МДО

МДО являются наиболее перспективным методом из-за наличия необходимого оборудования для осуществления технологического процесса, возможностей равномерного покрытия, а также способности использовать подложки сложной геометрической формы. Кроме того, КФ-покрытия, полученные этими методами, обладают хорошими механическими свойствами, коррозионной стойкостью и прочной адгезией. На исследование кальций-фосфатных покрытий, полученных методом МДО посвящено большое количество работ [9-18].

Так, в работе [9] исследована структура, фазовый и элементный состав аморфно-кристаллических КФ-покрытий с включением La и Si (La-Si-CaP) на титановой подложке, нанесенных методом МДО при различных импульсных напряжениях в диапазоне 200-350 В.

Изучение покрытий La-Si-CaP, нанесенных при различных напряжениях окисления показало, что морфология поверхности представлена (рис. 3а, б) сфероидальными элементами с открытыми порами.

Покрытие La-Si-CaP, сформированное при напряжении 200 В, однородно по толщине 50 мкм и имеет шероховатость R_a 3,0-3,5 мкм (рис. 3с и 4а). Повышение напряжения до 350 В приводит к увеличению интенсивности микродуговых разрядов. В этом случае толщина, шероховатость, пористость поверхности и средние размеры пор и сфер линейно увеличиваются в диапазонах 50-130 мкм, 3-8 мкм, 18-24%, 4,5-8,0 мкм и 16-26 мкм соответственно (рис. 3б, 3д и 4).

Кроме того, увеличение напряжения приводит к частичному разрушению структурных элементов на поверхности покрытия, образованию кристаллов в форме пластинок в разрушенных полусферах (рис. 3б) и образованию макропор с размерами 15-30 мкм (рис. 3д). Увеличение толщины и пористости покрытий обычно сопровождается увеличением остаточных напряжений, которые снижают прочность сцепления покрытия с подложкой с 24 до 14 МПа (рис. 4с).

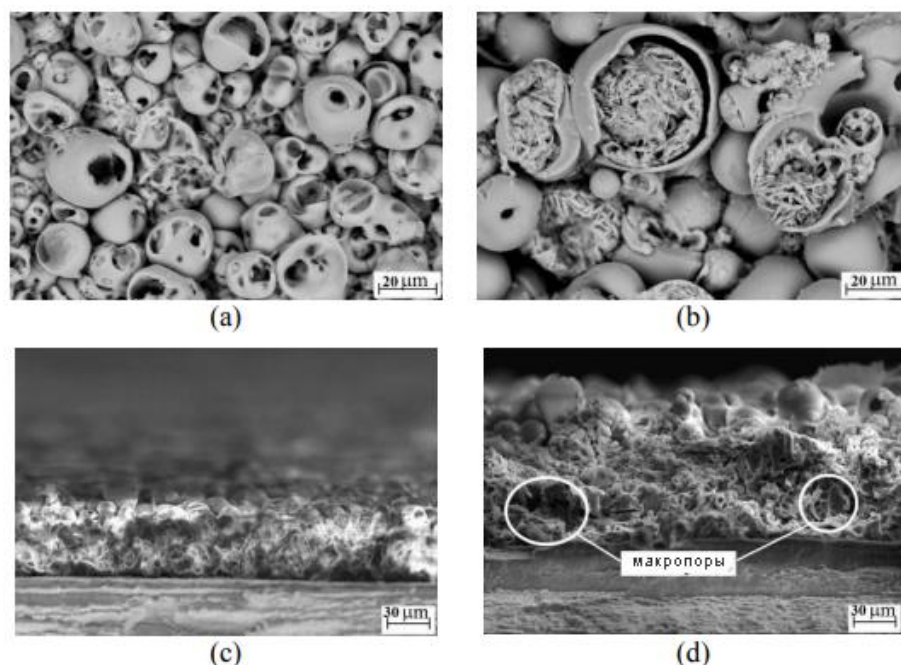


Рисунок 3 – РЭМ изображения верхнего (а, б) и поперечного сечения покрытий La-Si-CaP, нанесенных при различных напряжениях окисления: (а, с) 200 В; (б, д) 300 В [9]

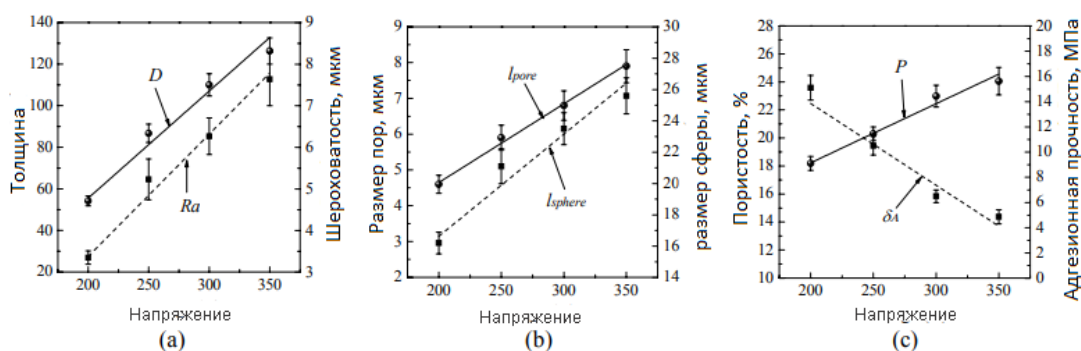
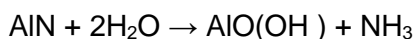


Рисунок 4 – Толщина D и шероховатость R_a (а), средние размеры пор и сфер (б), пористость P и адгезионная прочность δA (с) покрытий La–Si–CaP в зависимости от напряжения окисления [9]

Увеличение напряжения приводит к линейному увеличению толщины покрытия, шероховатости поверхности, пористости поверхности и средних размеров конструктивных элементов. Исследования показали, что покрытия с максимальным содержанием La и Si были получены при напряжении 350 В.

В работе [10] изучались процессы МДО покрытий с модификацией поверхности наночастицами бемита. Обработка проводилась в водном растворе фосфорной кислоты с порошками гидроксиапатита и карбоната кальция в анодном режиме (частота 50 Гц). Процесс велся при напряжении 200 В, время нанесения составило 5 мин. Порошок нитрида алюминия AlN осаждали на кальций-фосфатные МДО-покрытия. Бемит AlO(OH) образовался в результате следующей реакции:



Исследования МДО-покрытий проводились с помощью сканирующего электронного микроскопа, энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии, рентгеновской дифракции, испытания на смачиваемость проводились с использованием гониометра.

В рентгеновских спектрах (рис. 5) МДО-покрытий наблюдались слабые отражения титановой подложки, из-за низкого содержания бемита в КФ-покрытиях, присутствие алюминия не было подтверждено рентгеновской дифракцией.

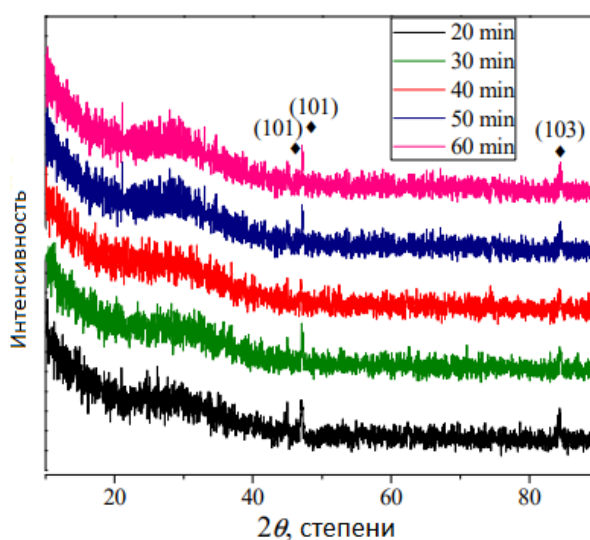


Рисунок 5 – Типичные рентгеновские спектры покрытий CaP, модифицированных наночастицами AlO(OH):♦ – Ti [10]

Было установлено, что присутствие наночастиц бемита приводит к изменению морфологии кальций-фосфатных МДО-покрытий. Высокая скорость растворения покрытий указывает на то, что покрытия находятся в рентгеноаморфном состоянии.

В работе [11] с использованием гидроксилapatита исследовалось влияние на свойства формируемых покрытий на титане марки BT 1-0. Обработка проводилась в электролите, содержащем водный раствор 2% KOH с изменяющей концентрацией гидроксилapatита от 0,1 до 2%. За все время обработки анодный ток изменялся до достижения максимального напряжения 370 В. Результаты РЭМ показали, что при малых концентрациях гидроксилapatита наблюдается внедрение его в покрытие на некоторых участках.

При увеличении концентрации гидроксилapatита (рис. 6) происходит увеличение толщины покрытия.

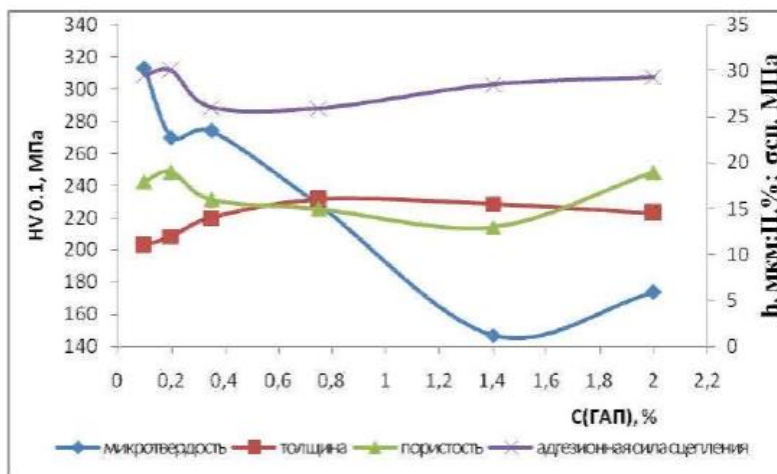


Рисунок 6 – Зависимость микротвердости, толщины, пористости и адгезионной прочности сцепления покрытия от изменения концентрации гидроксилapatита в электролите [11]

С увеличением и уменьшением концентрации гидроксилapatита происходит изменение в соотношении фосфата кальция в диапазоне от 1,2 до 8.

В работе [12] изменение параметров процесса МДО позволило получить волластонит-кальций-фосфатные покрытия с пластинчатой структурой толщиной 25-30 мкм, шероховатостью 2,5-5,0 мкм и повышенными прочностными свойствами.

МДО-обработка проводилась в растворе электролита на основе 30%-ной фосфорной кислоты, при добавлении порошков гидроксилapatита и волластонита. Порошок волластонита добавили в количестве 9 мас.% Покрытие получали при следующих параметрах: частота 50 Гц, электрическое напряжение от 150 до 300 В, продолжительность процесса 5-10 мин в анодном режиме.

Проведено сравнительное исследование свойств покрытий W-CaP, нанесенных методом МДО на Ti и Ti40Nb. Графики зависимости амплитудного тока от продолжительности МДО-процесса для различных напряжений иллюстрируют, что низкое напряжение 150 В способно индуцировать микродуговые разряды на Ti-подложке с начальным амплитудным током 150 А (рис. 7а). Однако начальное напряжение 200 В генерирует МДО-процесс для подложки Ti40Nb с начальной амплитудой тока 180 А (рис. 7б).

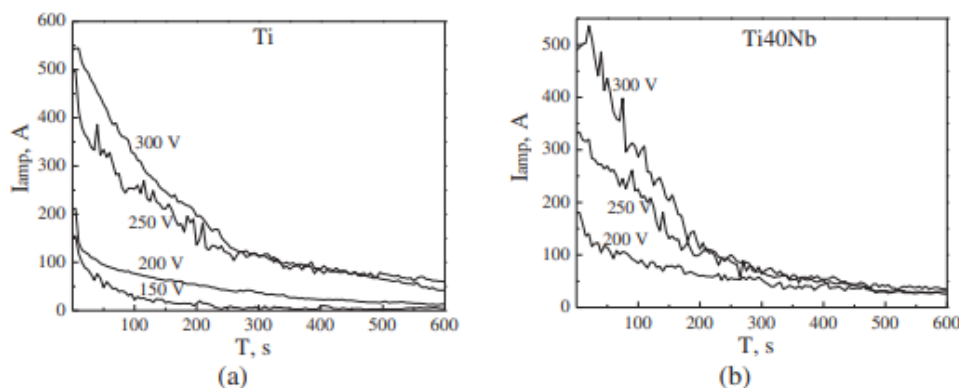


Рисунок 7 – Графики зависимости амплитуды тока от продолжительности процесса осаждения W-CaP покрытий на Ti (а) и Ti40Nb (б) при различных напряжениях [12]

Было установлено, что параметры МДО-процесса такие как электрическое напряжение, продолжительность процесса и длительность импульса влияют на свойства покрытия W-CaP. Так, например, электрическое напряжение 150 В обеспечивает формирование покрытий с пластичной структурой. Также было установлено, что покрытия W-CaP на Ti и Ti40Nb не оказывает токсического воздействия и повышает остеогенный потенциал фибробластоподобных адгезивных клеток.

Кальций-фосфатные покрытия с биосовместимостью

В 1971 году биоактивные кальций-фосфатные покрытия были разработаны Дрискеллом и его коллегами [13]. Последующая работа других исследователей привела к разработке дополнительных вариантов кальций-фосфатных материалов и покрытий. Кальций-фосфатные покрытия улучшают коррозионные свойства и биосовместимость имплантатов [14-18].

Так в работе [14] были получены кальций-фосфатные покрытия с биосовместимостью и антибактериальной активностью методом МДО с добавлением в раствор электролита Ag.

В работе [19] для улучшения коррозионных свойств и биосовместимости сплава Mg, на поверхности сплава Mg-Zn-Ca-Mn собственной разработки были получены покрытия CaP с использованием технологии МДО в различных растворах фосфатных электролитов. Было получено 3 покрытия в различных фосфатных растворах (рис. 8). Полученные покрытия представляют собой четкие различия между размерами пор и расстояниями между соседними порами для образцов С1, С2 и С3. Равномерно распределенные микропоры с диаметром пор 2-5 мкм наблюдались на покрытии С3 (рис. 8(с)), в то время как на покрытиях С1 и С2 количество пор значительно уменьшается, а их размеры значительно увеличиваются.

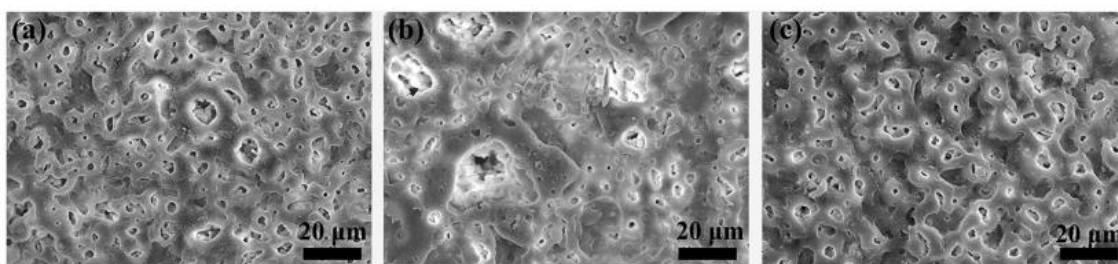


Рис. 8. Морфология поверхности покрытий MAO, полученных в трех растворах электролитов (покрытие С1 (а), покрытие С2 (b) и покрытие С3 (с) соответственно) [19].

Проанализировав полученные данные авторы, делают вывод о том, что покрытие С2 было толще и проявляло лучшую способность к образованию апатита, чем С1 и С3. Кроме того, С2 показал меньшую коррозионную стойкость и потерю веса, чем покрытия, образованные в двух других растворах электролита. Это связано с морфологией поверхности и толщиной МДО-покрытий.

Заключение. Таким образом, КФ-покрытия полученные методом микродугового оксидирования решают проблемы, связанные с невысокой износостойкостью и низкой коррозионной стойкостью.

Было установлено что, микротвердость, микроструктура, трибологическое состояние покрытий, полученных методом микродугового оксидирования, во многом определяются не только химическим составом подложки, но и параметрами процесса МДО (состав электролита, величина напряжения, плотность тока и др.). Поэтому для кальций-фосфатных покрытий, обладающими высокими защитными свойствами, необходимо индивидуально подбирать все параметры для формирования покрытия, полученного методом высококачественного плотного микродугового оксидирования.

Актуальным остается поиск режимов и электролитов для формирования МДО КФ-покрытий на поверхности металлов и их сплавов на основе новых технологий и их применение в качестве раствора электролита для формирования микродуговых покрытий. Это длительный и трудоемкий процесс, требующий дальнейшего изучения.

Заглядывая в будущее, отметим, что у МДО есть несколько направлений разработки кальций-фосфатных покрытий. Одной из областей, представляющих интерес, является оптимизация параметров процесса для достижения улучшенного качества покрытия и

воспроизводимости. Это включает в себя разработку новых электролитов, оптимизацию параметров импульса и использование новых субстратов. В целом, будущее МДО кальций-фосфатных покрытий выглядит многообещающим, с потенциальными применениями в различных областях, от биомедицинских имплантатов до аэрокосмических компонентов. Однако необходимы дальнейшие исследования, чтобы полностью понять потенциал этой инновационной технологии и оптимизировать ее производительность для конкретных приложений.

Работа выполнена в рамках проекта гранатового финансирования Комитета науки МНУВО РК АР13068451 «Получение многофункциональных кальций-фосфатных покрытий с наночастицами диоксида титана методом плазменно-электролитического оксидирования».

Список литературы

1. Криштал М.М., Валентинович И.П., Полунин А.В. Применение технологии микродугового оксидирования (МДО) алюминиевых и титановых сплавов для улучшения эксплуатационных характеристик деталей в двигателестроении // Вестник СГАУ. 2011. – № 3-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-tehnologii-mikrodugovogo-oksidirovaniya-mdo-alyuminiyevyh-i-titanovyh-splavov-dlya-uluchsheniya-ekspluatatsionnyh>. (дата обращения: 30.03.2023).
2. Волохова А.А., Солдатова Е.А., Чурина Е.Г., Лапуть О.А., Твердохлебов С.И. Применение электролитов с растворенными биodeградируемыми полимерами для получения биоактивных кальций-фосфатных покрытий методом микродугового оксидирования // Вестник Томского государственного университета. Химия. 2020. № 19. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-elektrolitov-s-rastvorennymi-biodegradiruemyimi-polimerami-dlya-polucheniya-bioaktivnyh-kaltsiy-fosfatnyh-pokrytiy>.
3. Bai Y, Zhou R, Cao J, Wei D, Du Q, Li B, Wang Y, Jia D, Zhou Y. Microarc oxidation coating covered Ti implants with micro-scale gouges formed by a multi-step treatment for improving osseointegration. Mater Sci Eng C Mater Biol Appl. 2017 Jul 1;76:908-917. doi: 10.1016/j.msec.2017.03.071. Epub 2017 Mar 14. PMID: 28482606.
4. Шаталов В.К., Штокал А.О., Рыков Е.В., Добросовестнов К.Б. Применение методов микродугового оксидирования при создании конструктивных элементов космических аппаратов // Машиностроение и компьютерные технологии. 2014. – № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-metodov-mikrodugovogo-oksidirovaniya-pri-sozdanii-konstruktivnyh-elementov-kosmicheskikh-apparatov>.
5. Тихоненко В.В., Шкилько А.М. Метод микродугового оксидирования // ВЕЖПТ. 2012. – №13 (56). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-mikrodugovogo-oksidirovaniya>.
6. Markov G.A., Markova G.V., USSR Patent 526 961, Bul. Inv. 32 (1976).
7. Rakoch A.G., Bardin I.V. "Microarc Oxidation of Light Alloys." Metallurgist 54, no. 5-6 (September 2010): 378-83. URL: <https://doi.org/10.1007/s11015-010-9309-y>.
8. Jiang Xudong, Chunxu Pan. "Microarc Oxidation." Handbook of Nanoceramic and Nanocomposite Coatings and Materials, 2015, 257–76 URL: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-799947-0.00011-0>.
9. Komarova E.G., Sedelnikova M.B., Sharkeev Y.P., Chaikina M.V., Kazanceva E.A. "Lanthanum- and Silicon-Incorporated Calcium Phosphate Coatings Formed by Microarc Oxidation." AIP Conference Proceedings, 2017. URL: <https://doi.org/10.1063/1.5013768>.
10. Chebodaeva V., Sedelnikova M., Sharkeev Y. "Modification of Calcium Phosphate Microarc Coatings Surface by Boehmite Nanoparticles." Key Engineering Materials 743 (July 2017): 124-28. URL: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.743.124>.
11. Лазебная М.А., Храмов Г.В. «Формирование композитных кальций-фосфатных покрытий на титане и его сплавах методом микродугового оксидирования», январь 2009.
12. Sedelnikova M.B., Sharkeev Yu.P., Komarova E.G., Khlusov I.A., Chebodaeva V.V. "Structure and Properties of the Wollastonite-Calcium Phosphate Coatings Deposited on Titanium and Titanium-Niobium Alloy Using Microarc Oxidation Method." Surface and Coatings Technology 307 (December 2016): 1274-83. URL: <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2016.08.062>.

13. Driskell T.D. "Early History of Calcium Phosphate Materials and Coatings." Characterization and Performance of Calcium Phosphate Coatings for Implants, n.d., 1-1-8. URL: <https://doi.org/10.1520/stp25177s>.
14. Song W.H, Ryu H.S, Hong S.H. Antibacterial properties of Ag (or Pt)-containing calcium phosphate coatings formed by micro-arc oxidation. *J Biomed Mater Res A*. 2009 Jan;88(1):246-54. doi: 10.1002/jbm.a.31877. PMID: 18286618.
15. Litvinova L.S., Khaziakhmatova O.G., Shupletsova V.V., Yurova K.A., Malashchenko V.V., Shunkin E.O., Ivanov P.A., Komarova E.G., Chebodaeva V.V., Porokhova E.D., Gereng E.A., Khlusov I.A. Calcium Phosphate Coating Prepared by Microarc Oxidation Affects *hTERT* Expression, Molecular Presentation, and Cytokine Secretion in Tumor-Derived Jurkat T Cells. *Materials (Basel)*. – 2020 Sep 27;13(19):4307. doi: 10.3390/ma13194307. PMID: 32992463; PMCID: PMC7579201.
16. Dou J, You Q, Gu G, Chen C, Zhang X. Effect of phosphate additives on the microstructure, bioactivity, and degradability of microarc oxidation coatings on Mg-Zn-Ca-Mn alloy. *Biointerphases*. 2016 Sep 20;11(3):031006. doi: 10.1116/1.4959127. PMID: 27440396.
17. Komarova E.G., Sharkeev Y.P., Sedelnikova M.B., Prymak O., Epple M., Litvinova L.S., Shupletsova V.V., Malashchenko V.V., Yurova K.A., Dzyuman A.N., Kulagina I.V., Mushtovatova L.S., Bochkareva O.P., Karpova M.R., Khlusov I.A. Zn-or Cu-containing CaP-Based Coatings Formed by Micro-Arc Oxidation on Titanium and Ti-40Nb Alloy: Part II-Wettability and Biological Performance. *Materials (Basel)*. 2020 Sep 30;13(19):4366. doi: 10.3390/ma13194366. PMID: 33008055; PMCID: PMC7579516.
18. Jeong J., Kim J.H., Shim J.H. et al. Bioactive calcium phosphate materials and applications in bone regeneration. «*Biomater Res*» 23, 4 (2019). URL: <https://doi.org/10.1186/s40824-018-0149-3>.
19. Dou J, You Q, Gu G, Chen C, Zhang X. Effect of phosphate additives on the microstructure, bioactivity, and degradability of microarc oxidation coatings on Mg-Zn-Ca-Mn alloy. *Biointerphases*. 2016 Sep 20;11(3):031006. doi: 10.1116/1.4959127. PMID: 27440396.

References

1. Krishtal M.M., Ivashin P.V., Polunin A.V. The use of micro-arc oxidation technology (MAO) of aluminum and titanium alloys to improve the performance characteristics of parts in engine building // *Bulletin of SSAU*. 2011. – № 3-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-tehnologii-mikrodugovogo-oksidirovaniya-mdo-alyuminiyevyh-i-titanovyh-splavov-dlya-uluchsheniya-ekspluatatsionnyh>. (In Russian).
2. Volokhova A.A., Soldatova E.A., Churina E.G., Laput O.A., Tverdokhlebov S.I. The use of electrolytes with dissolved biodegradable polymers to obtain bioactive calcium phosphate coatings by microarc oxidation // *Bulletin of Tomsk State University. Chemistry*. – 2020. – № 19. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-elektrolitov-s-rastvorennymi-biodegradiruemyimi-polimerami-dlya-polucheniya-bioaktivnyh-kaltsiy-fosfatnyh-pokrytiy>. (In Russian).
3. Bai Wu, Zhou R, Cao J, Wei D, Du Q, Li B, Wang Wu, Jia D, Zhou Yu. Microarc oxidative coating covered Ti implants with micro-scale notches formed as a result of multi-stage processing to improve osseointegration. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2017, July 1;76:908-917. doi: 10.1016/j.msec.2017.03.071. Epub 2017, March 14. PMID: 28482606. (In English).
4. Shatalov V.K., Shtokal A.O., Rykov E.V., Conscientiously K.B. Application of microarc oxidation methods in the creation of structural elements of spacecraft // *Mechanical engineering and computer technologies*. 2014. – № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-metodov-mikrodugovogo-oksidirovaniya-pri-sozdanii-konstruktivnyh-elementov-kosmicheskikh-apparatov>. (In Russian).
5. Tikhonenko V.V., Shkilko A.M. Method of microarc oxidation // *VEZHPT*. 2012. No. 13 (56). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-mikrodugovogo-oksidirovaniya>. (In Russian).
6. Markov G.A., Markova G.V., USSR patent 526,961, *Bul. Inv.* 32 (1976). (In English).
7. Rakoch A.G., I.V. Bardin. "Microarc oxidation of light alloys". *Metallurg* 54, No. 5-6 (September 2010): 378-83. URL: <https://doi.org/10.1007/s11015-010-9309-y>. (In English).
8. Jiang Xudong, Chunxiu Pan. "Microarc oxidation". *Handbook of Nanoceramic and Nanocomposite Coatings and Materials*, 2015, 257-76. URL: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-799947-0.00011-0>. (In English).
9. Komarova E.G., Sedelnikova M.B., Sharkeev Yu.P., Chaikina M.V., E.A. Kazantseva. "Calcium phosphate coatings with the addition of lanthanum and silicon formed by microarc oxidation".

- Materials of the AIP Conference, 2017. URL: <https://doi.org/10.1063/1.5013768>. (In English). (In English).
10. Chebodaeva V., Sedelnikova M., Sharkeev Y. "Modification of Calcium Phosphate Microarc Coatings Surface by Boehmite Nanoparticles." Key Engineering Materials 743 (July 2017): 124-28. URL: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.743.124>. (In English).
 11. Lazebnaya M.A., Khramov G.V. "Formation of calcium-phosphate composite coatings on titanium and its alloys by microarc oxidation" January 2009. (In Russian).
 12. Sedelnikova M.B., Sharkeev Y.P., Komarova E.G., Khlusov I.A., Chebodaeva V.V. "Structure and properties of wollastonite-calcium phosphate coatings applied to titanium and titanium–niobium alloy by microarc oxidation". Technology of surfaces and coatings 307 (December 2016): 1274-83. URL: <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2016.08.062>. (In English).
 13. Driskell T.D. "Early history of calcium phosphate materials and coatings". Characteristics and operational characteristics of calcium phosphate coatings for implants, n.d., 1-1-8. URL: <https://doi.org/10.1520/stp25177s>. (In English).
 14. Song W.H., Ryu H.S., Hong Sh. Antibacterial properties of Ag (or Pt)-containing calcium phosphate coatings obtained by microarc oxidation. J Biomed Mater Res A. 2009 January; 88(1): 246-54. doi: 10.1002/jbm.a.31877. PMID: 18286618. (In English).
 15. Litvinova L.S., Khaziakhmatova O.G., Shupletsova V.V., Yurova K.A., Malashchenko V.V., Shunkin E.O., Ivanov P.A., Komarova E.G., Chebodaeva V.V., Porokhova E.D., Gereng E.A., Khlusov I.A. Calcium phosphate coating obtained by microarc oxidation affects expression hTERT, molecular presentation and cytokine secretion in Jurkat tumor T cells. Materials (Basel). 2020, September 27;13(19):4307. doi: 10.3390/ma13194307. PMID: 32992463; PMCID: PMC7579201. (In English).
 16. Dou J., Yu Q, Gu G, Chen S, Zhang H. The effect of phosphate additives on the microstructure, biological activity and the ability to destroy microarc oxidative coatings on Mg-Zn-Ca-Mn alloy. Biointerphases. 2016, September 20;11(3):031006. doi: 10.1116/1.4959127. PMID: 27440396. (In English).
 17. Komarova E.G., Sharkeev Y.P., Sedelnikova M.B., Primak O., Apple M., Litvinova L.S., Shupletsova V.V., Malashchenko V.V., Yurova K.A., Dzyuman A.N., Kulagina I.V., Mushtovatova L.S., Bochkareva O.P., Karpova M.R., Khlusov I.A. Coatings based on caps containing Zn or Cu formed by micro-treatment - Arc oxidation of titanium and Ti-40Nb alloy: Part II - Wettability and biological properties. Materials (Basel). 2020, September 30;13(19):4366. doi: 10.3390/ma13194366. PMID: 33008055; PMCID: PMC7579516. (In English).
 18. Jung J., Kim J. H., Shim J.H. and others. Bioactive calcium-phosphate materials and their use in bone tissue regeneration. Biomaterial No. 23, 4 (2019). URL: <https://doi.org/10.1186/s40824-018-0149-3>. (In English).
 19. Dou J., Yu Q, Gu G., Chen S, Zhang H. The effect of phosphate additives on the microstructure, biological activity and the ability to destroy microarc oxidative coatings on Mg-Zn-Ca-Mn alloy. Biointerphases. 2016, September 20;11(3):031006. doi: 10.1116/1.4959127. PMID: 27440396. (In English).

**А.Ж. Жасұлан*, Ж.Б. Сағдолдина, Е.М. Мухаметов, К.Д. Орманбеков,
А.Б. Шынарбек**

Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А
«Материалдар бетінің түрлендіру» ғылыми орталығы
*e-mail: ainur.99.99@mail.ru

МИКРОДОҒАЛЫҚ ТОТЫҒУ ӘДІСІМЕН АЛЫНҒАН КАЛЬЦИЙ-ФОСФАТ ЖАБЫНДАРЫ (ШОЛУ)

Бұл әдеби шолуда соңғы жылдары биомедициналық және инженерлік салаларда әлеуетті қолданылуына байланысты айтарлықтай назар аударылған кальций-фосфат жабындарының микродоғалық тотығу тақырыбы қарастырылады. Қорғаныс жабындарын алу үшін микродоғалық тотығу әдісінің артықшылықтары сипатталған. Микродоғалық тотығу процесінің әртүрлі режимдерінде және әртүрлі элементтер мен концентрациялардың өлшенген ұнтақтары бар электролиттердің көмегімен жабындарды

қалыптастыруға баса назар аударылады. Шолу технологияның әртүрлі аспектілерін, соның ішінде негізгі принциптерді, алуға болатын қамту түрлерін және сипаттамаларды анықтау үшін қолданылатын әдістерді қарастырады. Сонымен қатар, шолу биомедициналық имплантаттар, аэроғарыштық компоненттер және тіндік инженерия сияқты әртүрлі салалардағы кальций-фосфатының жабындарында микродоғалық тотығудың ықтимал қолданбаларын қарастырады. Онда жақсартылған остеоинтеграция, коррозияға төзімділік және тозудан қорғау сияқты жабындардың артықшылықтары және олардың өнімділігін одан әрі арттыру үшін жабындарға биоактивті молекулаларды қосу мүмкіндігі талқыланады. Тұтастай алғанда, шолу кальций-фосфат жабындарының әртүрлі қолданбалар үшін үлкен әлеуеті бар деген қорытындыға келді, бірақ осы инновациялық технологияның әлеуетін толық түсіну және оның өнімділігін нақты қолданбалар үшін оңтайландыру үшін қосымша зерттеулер қажет.

Түйінді сөздер: микродоғалық тотығу; кальций-фосфат жабындары; электролит; биоүйлесімділік; тозуға төзімділік; коррозия.

**A.Zh. Zhassulan*, Zh.B. Sagdoldina, E.M. Mukhametov, K.D. Ormanbekov,
A.B. Shynarbek**

Shakarim University of Semey,
Scientific center «Surface modification of materials»
Republic of Kazakhstan, Semey, Fizkulturnaya str., 4b
*e-mail: ainur.99.99.99@mail.ru

CALCIUM-PHOSPHATE COATINGS OBTAINED BY MICROARC OXIDATION (REVIEW)

This literature review examines the topic of microarc oxidation of calcium phosphate coatings, which has received considerable attention in recent years due to its potential application in biomedical and engineering fields. The advantages of the microarc oxidation method for obtaining protective coatings are described. The main attention is paid to the formation of coatings under various modes of the microarc oxidation process and with the help of electrolytes containing suspended powders of various elements and concentrations. The review examines various aspects of the technology, including the underlying principles, the types of coatings that can be obtained, and the methods used to determine the characteristics. In addition, the review examines the potential applications of microarc oxidation in calcium phosphate coatings in various fields, such as biomedical implants, aerospace components and tissue engineering. It discusses the advantages of coatings, such as improved osseointegration, corrosion resistance and wear protection, as well as the potential for the inclusion of bioactive molecules in coatings to further improve their performance. Overall, the review concluded that calcium phosphate coatings have great potential for various applications, but further research is needed to fully understand the potential of this innovative technology and optimize its performance for specific applications.

Key words: microarc oxidation; calcium-phosphate coatings; electrolyte; biocompatibility; wear resistance; corrosion.

Сведения об авторах

Айнұр Жасұланқызы Жасұлан* – магистрант специальности «Техническая физика»; НАО «Университета имени Шакарима города Семей», Республика Казахстан; Младший научный сотрудник НЦ «Модификация поверхности материалов»; e-mail: ainur.99.99.99@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5887-0135>.

Жұлдыз Болатқызы Сағдолдина – PhD, ассоциированный профессор; НАО «Восточно-Казахстанский университет имени Сарсена Аманжолова», НАО «Университета имени Шакарима города Семей», Республика Казахстан; e-mail: sagdoldina@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6421-2000>.

Елдос Мухтарович Мухаметов – старший преподаватель кафедры физико-математических наук и информатики; НАО «Университета имени Шакарима города Семей», Республика Казахстан; Старший научный сотрудник НЦ «Модификация поверхности материалов»; e-mail: eldos_sports@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7818-8160>.

Куаныш Даулетович Орманбеков – магистрант специальности «Машиностроение»; НАО «Университета имени Шакарима города Семей», Республика Казахстан; Младший научный сотрудник НЦ «Модификация поверхности материалов»; e-mail: ormanbekov_k@mail.ru.

Айбек Бақытжанұлы Шынарбек – магистрант специальности «Машиностроение»; НАО «Университета имени Шакарима города Семей», Республика Казахстан; Младший научный сотрудник НЦ «Модификация поверхности материалов»; e-mail: shinarbekov16@mail.ru.

Авторлар туралы мәліметтер

Айнұр Жасұланқызы Жасұлан* – «Техникалық физика» мамандығының магистранты; «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы; «Материалдар бетінің түрлендіру» ҒО кіші ғылыми қызметкері; e-mail: ainur.99.99.99@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5887-0135>.

Жұлдыз Болатқызы Сағдолдина – PhD, қауымдастырылған профессор; «Сәрсен Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті» КЕАҚ, «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы; e-mail: sagdoldina@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6421-2000>.

Елдос Мухтарович Мухаметов – физика-математика ғылымдары және информатика кафедрасының аға оқытушысы; «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы; «материалдар бетінің модификациясы» ҒО аға ғылыми қызметкері; e-mail: eldos_sports@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7818-8160>.

Куаныш Даулетович Орманбеков – «Машина жасау» мамандығының магистранты; «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы; «материалдар бетін өзгерту» ҒО кіші ғылыми қызметкері; e-mail: ormanbekov_k@mail.ru.

Айбек Бақытжанұлы Шынарбек – «Машина жасау» мамандығының магистранты; «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы; «материалдар бетінің модификациясы» ҒО кіші ғылыми қызметкері; e-mail: shinarbekov16@mail.ru.

Information about the authors

Ainur Zhassulan* – Master's student of the specialty «Technical Physics»; «Shakarim University of Semey», Republic of Kazakhstan; Junior researcher of the NC «Modification of the surface of materials»; e-mail: ainur.99.99.99@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5887-0135>.

Zhuldyz Bolatovna Sagdoldina – PhD, Associate Professor; NAO «East Kazakhstan Sarsen Amanzholov University», NAO «Shakarim University of Semey», Republic of Kazakhstan; e-mail: sagdoldina@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6421-2000>.

Eldos Mukhtarovich Mukhametov – Senior lecturer of the Department of Physical and Mathematical Sciences and Computer Science; NAO «Shakarim University of Semey», Republic of Kazakhstan; Senior researcher of the NC «Modification of the surface of materials»; e-mail: eldos_sports@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7818-8160>.

Kuanysh Dauletovich Ormanbekov – Master's degree in Mechanical Engineering; NAO «Shakarim University of Semey», Republic of Kazakhstan; Junior researcher of the NC «Modification of the surface of materials»; e-mail: ormanbekov_k@mail.ru.

Aybek Bakytzhanovich Shynarbek – Master's student of the specialty «Mechanical Engineering»; NAO «Shakarim University of Semey», Republic of Kazakhstan; Junior researcher of the NC «Modification of the surface of materials»; e-mail: shinarbekov16@mail.ru.

Материал поступил в редакцию 25.04.2023 г.

Б.Б. Кабулов^{1*}, Е.К. Адильбеков²¹Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина
010011, г. Астана, проспект Женис, 62²Национальный университет обороны имени Первого Президента РК – Елбасы
020000, г. Астана, проспект Туран 72

*e-mail: bolatkabylov@mail.ru

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОЙ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЙСК

Аннотация: Научная статья опубликована в рамках выполнения научного проекта грантового финансирования на 2022-2024 годы ИРН № АР148039/0222 «Научно-техническое обоснование параметров и разработка ветроэнергетической установки для электроэнергетического обеспечения объектов Вооруженных Сил, других войск и воинских формирований Республики Казахстан» (исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан). В статье приведены результаты разработки мобильной ветроэнергетической установки для энергообеспечения войск. В Вооруженных Силах Казахстана назрела необходимость создания и внедрения технических устройств, преобразующих энергию ветра в электрическую и не имеющих аналогов. В результате исследований разработана мобильная ветроэнергетическая установка, основным элементом которой является пара идентичных вертикально расположенных изогнутых лопастей. Разработанную конструкцию можно использовать в любых регионах Казахстана. Ветроустановка не привязана к погодным характеристикам местности, способна работать при малой освещенности и малых ветрах. Можно применять ее для обеспечения гарантированного минимума энергоснабжения военных объектов в зонах централизованного энергоснабжения, испытывающих дефицит энергии, предотвращения ущерба от аварийных и ограничительных отключений. Кроме того, для обеспечения электричеством как технологических военных потребителей: средства связи, радиолокационные установки, электроприводы боевых систем, осветительные установки, так и технических военных потребителей: госпитали, военные городки, учебные центры и полигоны, подразделения обеспечения военных объектов и части, находящиеся в укрытии, палаточные городки и т.д.

Ключевые слова: мобильная ветроэнергетическая установка, энергообеспечение, войска, энергия ветра, электроэнергия.

Введение

Ветроэнергетика (ВЭ) – одна из самых развитых областей практического использования природных возобновляемых энергоресурсов. Установленная мощность ветроэнергетических установок (ВЭУ) в мире в 2022 году составила 230 ГВт, а производство электроэнергии (ЭЭ) – 581 ТВт·ч, что составит 15,7% от общего энергопотребления [1, 2].

На рисунке 1 показан уровень развития ВЭ в мире, который включает три этапа развития:

I этап – охватывает 1981-1990 гг.;

II этап – охватывает 1991-2000 гг.;

III этап – охватывает 2001-2012 гг., вплоть до 2025 года.

На I этапе ВЭ начинает развиваться в 15 странах. К концу II этапа США считалась основным лидером по вводу мощности (1525 МВт), за ней были Дания (310 МВт) и Германия (60 МВт). К III этапу соответствует период с 2001 по 2012 гг. вплоть до 2025 года [10]. III этап развития – один из решающих этапов для анализа перспектив развития ВЭ, учитывая как положительные, так и отрицательные факторы (рис. 1).

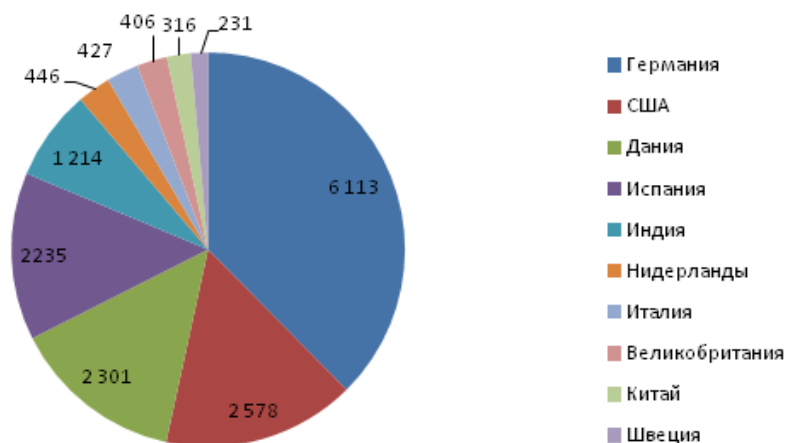


Рисунок 1 – Уровень развития ВЭ в мире, в МВт

К положительным факторам (ПФ) следует отнести:

- снижение зависимости от импорта энергоресурсов;
- наличие мощной промышленной базы, специализирующейся на производстве ВЭУ;
- развитие морских ветроэлектростанций для стран Европы и Америки;
- создание технологий выработки активной и реактивной мощности, что существенно улучшает устойчивую работу энергосистем, в том числе в вооруженных сил (ВС) развитых стран.

К отрицательным факторам (ОФ) следует отнести:

- кризис мировой экономики, в результате чего в некоторых странах сократилась потребность в ЭЭ и снизились темпы развития ВЭ, но намного меньше, чем в других отраслях мировой экономики;
- неподтвержденная высокая стоимость ветроустановок и ЭЭ, которая опровергается многими данными;
- активное и пассивное сопротивление развитию ВЭ традиционных энергетиков, преувеличивающих значение фактора периодичности производства ЭЭ на ВЭУ.

Автором П.П. Безруких, в таблице 1 представлена классификация ВЭУ по масштабу применения в зависимости диапазона мощностей, диаметров и скоростей вращения ветроколеса, которая в настоящее время широко применяется ВЭ для проведения расчетов [3].

Таблица 1 – Классификация ВЭУ по масштабу применения

Класс ВЭУ	Диапазон мощностей, кВт	Диапазон диаметров ветроколеса, м	Диапазон скоростей вращения ветроколеса, об/мин
Очень малые	0,025-1	0,5-2,5	500-2000
	1,5-10	3,0-9,0	200-500
Малые	20-60	10-15	92-140
	75-150	18-24	40-60
Средние	200-300	26-30	40
	400-500	35-40	30-35
Большие	600-750	43-48	30
	900-1300	50-64	20-32
Очень большие	1500-3000	70-90	15-20
	4000-6000	105-124	13-15

Решающее значение III этапа развития ВЭ заключается в том, что будут ли достигнуты показатели прогноза на 2025 год по общей установленной мощности ВЭС: в Европе – 146 ГВт, в мире – 460 ГВт. Достижение этих показателей будет означать, что ПФ развития преобладают над ОФ и прогнозы развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в Казахстане, на 2030 год сбудутся с большой долей вероятности, поскольку многие ПФ развития ВЭ весьма справедливы и для других видов ВИЭ [4-7]. По расположению вращения ротора ВЭУ делятся на две группы [8].

ВЭУ включает следующие основные элементы и узлы:

- ротор или ветроколесо, который преобразует энергию ветра в энергию вращения вала;
- мультипликатор;
- генератор, другое механическое и электрическое оборудование;
- башню, которая поддерживает ротор или ветроколесо;
- электрическое и электронное оборудование;
- панели управления, электрические кабели, систему заземления, оборудование для подключения к сети, систему молниезащиты и др.;
- фундамент, определяющий устойчивость ветроустановки при воздействии нагрузки.

Методы исследования

Нами поставлена задача разработать мобильную ВЭУ, которая относится к техническим устройствам, преобразующим энергию ветра в электрическую и не имеющим аналогов.

Для разработки мобильной ВЭУ предъявляются следующие характерные требования:

1. минимальные вес и габариты установки.
2. легкость сборки, разборки, транспортировки и развертывания.
3. небольшая высота установки, определяемая мобильностью.
4. низкая стоимость, простота в эксплуатации и разнообразие конфигурации.
5. независимость от направления ветра и совместимость с другими энергетическими установками.

Разработанную конструкцию можно использовать в любых регионах Казахстана. ВЭУ не привязана к погодным характеристикам местности, способна работать при малой освещенности и малых ветрах.

Можно применять ее для обеспечения гарантированного минимума энергоснабжения военных объектов в зонах централизованного энергоснабжения, испытывающих дефицит энергии, предотвращения ущерба от аварийных и ограничительных отключений. Кроме того, для обеспечения электричеством как технологических военных потребителей: средства связи, радиолокационные установки, электроприводы боевых систем, осветительные установки, так и технических военных потребителей: госпитали, военные городки, учебные центры и полигоны, подразделения обеспечения военных объектов и части, находящиеся в укрытии, палаточные городки и т.д.

Задачей разработанного ВЭУ является минимизация ОФ при использовании ветровой энергии и создание мобильного модуля ветрогенераторов для выработки ЭЭ и электроэнергообеспечения боевой подготовки войск.

Новизна разработанной ВЭУ заключается не столько в самом принципе работы ветровых генераторов, сколько в особенностях его конструкции, способах комплектации и мобильности [9]. Возможность формировать комплекс из модулей ветрогенераторов позволяет создавать многоуровневые и многорядные станции для обеспечения отдельных военных объектов как не имеющих подключение к существующим энергосетям, так и в качестве резервного источника электрической энергии.

Мобильная ВЭУ предназначена для обеспечения электрической энергией военных объектов с потребляемой мощностью не менее 4 кВт·ч, должна иметь конструктивное исполнение, позволяющее:

- обеспечить технологичность изготовления и сборки оборудования;
- осуществлять удобные и быстрые операции «монтажа/демонтажа»;
- осуществлять ее перевозку на транспортном средстве, используемом в воинских подразделениях;
- подключать ее к существующему энергетическому оборудованию с целью создания гибридной энергоустановки;
- выполнять все виды технического обслуживания и ремонта;
- обеспечить требуемую надежность и долговечность при эксплуатации подобных технических систем.

Мобильная ВЭУ обеспечивает работу в широких диапазонах природно-климатических условий: при дожде, тумане, инее, гололеде, снегопаде, пыли, при любом ветре или его полном отсутствии, в солнечную погоду и при отсутствии солнца, в интервале температур окружающего воздуха от минус 50⁰С до плюс 50⁰С, при повышенной относительной влажности воздуха до 98%, при пониженном атмосферном давлении до 450 мм рт.ст.

При расчете параметров мощности мобильной ВЭУ необходимо учитывать следующие особенности конструкции и параметры:

- вертикальное исполнение ротора;
- скорость (м/с) и плотность потока ветра в эксплуатируемой климатической зоне;
- полезную ометаемую площадь (м²);
- коэффициент использования энергии ветра (КИЭВ) лопастью;
- рабочие углы атаки лопастей (определяются с учетом формы самих лопастей с целью достижения максимально возможного КИЭВ).

Мобильная ВЭУ должна быть смонтирована на основе вертикально-осевой роторной турбины мощностью не менее 4 кВт и обеспечивать [10]:

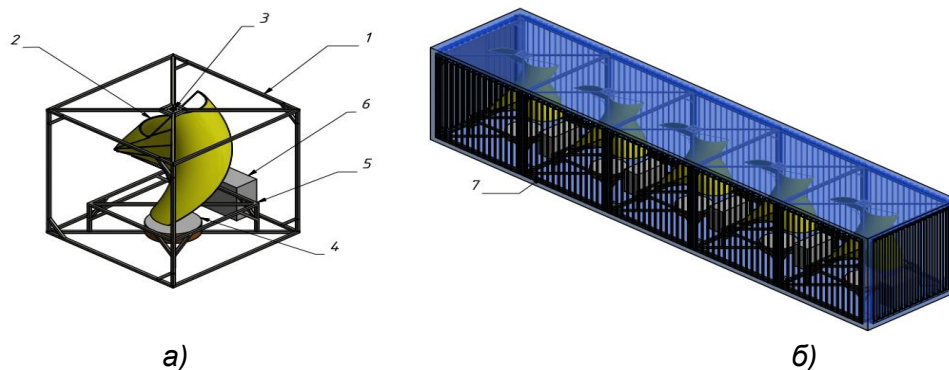
- применение электрогенератора с возможностью одновременного встречного вращения ротора и статора и с обеспечением выхода на номинальное напряжение сети при низких скоростях ветра, использовать простые электрические схемы с асинхронным генератором без риска потерпеть аварию при случайном порыве ветра (рабочая скорость ветра от 0,5 м/с и выше без ограничений);
- расположение подсистем мобильной ВЭУ (генератора, системы автоматики и другого оборудования) на уровне земли с обеспечением безопасности и удобства в проведении технического обслуживания и ремонта.

Мобильная ВЭУ должна иметь следующий минимальный комплект функций дополнительной автоматизации:

- автоматическое включение дополнительных подсистем энергообеспечения на параллельную работу при достижении минимальной рабочей скорости ветра при соблюдении ограничений по току включения;
- автоматическое отключение и остановка мобильной ВЭУ при снижении скорости ветра ниже минимальной, выходе из строя подсистем энергообеспечения или элементов самой конструкции установки;
- автоматическое отключение и остановка мобильной ВЭУ при штормовом ветре, а также при возникновении недопустимо высокого уровня вибраций основных ее подсистем и элементов.

Для увеличения мощности мобильной ВЭУ необходимо предусмотреть возможность увеличения кратного количества модулей, с обеспечением требуемых критериев надежности и прочности конструкции.

Мобильная ВЭУ представляет собой несколько соединенных между собой идентичных секций, каждая из которых состоит из нескольких элементов (рис. 2). Секция ветрогенератора собрана в металлический каркас контейнера, повторяющий форму параллелепипеда, на верхней и нижней грани контейнера закреплен вращающийся вал с подшипником, и с парой идентичных вертикально расположенных изогнутых лопастей. На нижней грани контейнера установлены генератор и крепежная рама. К крепежной раме крепятся системы электрических соединений и автоматического управления, 7 – металлические вращающиеся жалюзи.



а – Общее устройство отдельной секции ВЭУ; б – Модуль из пяти секций ВЭУ
1 – металлический каркас контейнера, повторяющий форму параллелепипеда, 2 – пара идентичных вертикально расположенных изогнутых лопастей, 3 – вращающийся вал, закрепленный на верхней и нижней гранях контейнера, 4 – генератор, закрепленный на нижней грани контейнера, 5 – крепежная рама, 6 – системы электрических соединений и автоматического управления, 7 – металлические вращающиеся жалюзи

Рисунок 2 – Мобильная ВЭУ

К основным компонентам системы электрических соединений и автоматического управления относят следующие элементы:

- генератор, служит для выработки переменного тока и заряда аккумуляторных батарей (АКБ);
- контроллер заряда, управляет многими процессами ВЭУ, как заряд аккумуляторов, защитные функции, распределение потоков энергии и преобразовывает переменный ток в постоянный для заряда АКБ;
- АКБ накапливают ЭЭ для использования, выравнивают и стабилизируют выходящее напряжение из генератора;
- автоматический ввод резерва (АВР), обеспечивает резервным электроснабжением нагрузки, подключенные к системе электроснабжения;
- инвертор, преобразовывает постоянный ток в переменный, который накапливается в АКБ для обеспечения потребителей ЭЭ;
- переключатель и предохранители предназначены для обеспечения надежности системы управления ВЭУ и предохранения ее от внезапных перегрузок.

Конструктивное решение позволяет формировать целые комплексы ветровых генераторов (ветропарки, ветрофермы) различных конфигураций (рис. 3).

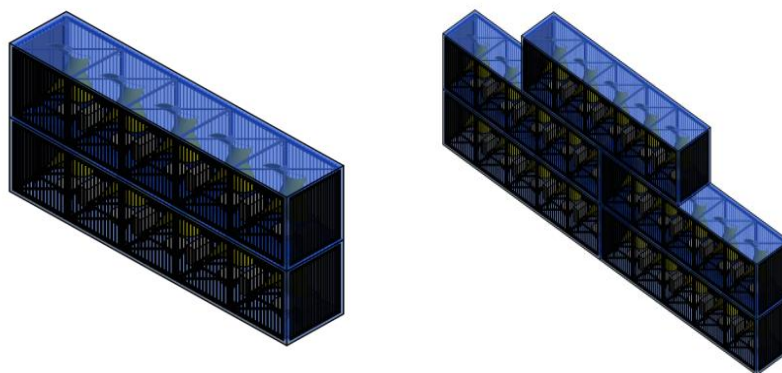


Рисунок 3 – Двух и трехрядные секционные комплексы мобильной ВЭУ

Принцип действия мобильной ВЭУ заключается в следующем. Поток воздуха направляется и усиливается, проходя через металлические жалюзи, за счет изменения угла поворота их пластин. Жалюзи управляются автоматизированной системой, регулирующей угол открытия пластин. Воздушные потоки, попадающие в секцию ветровой установки в контейнере, приводят в движение обе лопасти, закрепленные на вращающемся валу, который передает вращение ротору генератора. В случае ураганного ветра система автоматического управления закрывает жалюзи, предотвращая поломку лопастей.

Каждая секция может работать автономно. Соединяя секции по длине, ширине и высоте, при необходимости их количество можно увеличивать или сокращать в зависимости от объема требуемой выработки ЭЭ.

Вес одной секции не превышает 200 кг. Размер секций позволяет осуществлять их перевозку на контейнеровозах, что обеспечивает супермобильность данного комплекса.

Мобильная ВЭУ – новый перспективный вид энергетической установки для ВС РК, обладающей рядом преимуществ:

- мобильность, за счет возможности перевозки модуля ветрогенераторов в любые районы базирования военных объектов;
- универсальность, возможность формирования различных по конфигурации комплексов, (количество секций, разная форма установки секций по высоте, рядами и т.п.)
- компактность, позволяющая размещать модуль на минимальной площади с выбором подходящего рельефа местности;
- независимость работы ВЭУ от направления ветра;
- безопасность и минимальный уровень шума при работе, что позволяет устанавливать модуль рядом с основными военными потребителями;
- простота в обслуживании и эксплуатации;
- надежность, обеспечиваемая за счет системы защиты от ураганного ветра,

- низкие финансовые затраты, включая отсутствие необходимости в больших расходах на изготовление ВЭУ.

Результаты исследования

Обобщая опыт теоретических исследований по изучению и внедрению мобильной ВЭУ в повседневную деятельность ВС РК, предложена конструкция мобильной ВЭУ, которая позволяет решить задачи бесперебойного энергообеспечения ВС, других войск и воинских формирований РК, дислоцирующихся вдали от линий электропередач, обладающий всеми необходимыми характеристиками для обеспечения бесперебойной работы оборудования полигона, жизнедеятельности и условий работы его личного состава в любое время года и суток.

Также может применяться для полевого электроэнергетического обеспечения войск, в воинских частях, расположенных вдали от крупных населенных пунктов, выполняющих задачи в пограничной зоне государства, испытывающих регулярные проблемы с электрическим питанием, как лучшее аэродинамическое и конструктивное решение.

Обсуждение научных результатов

Для бесперебойного энергообеспечения войск необходимы такие ВЭУ, которые исключают зависимость их энергопроизводительности от изменений направления ветра. Этому требованию соответствуют ветроустановки с вертикальной осью вращения, перерабатывающие с одинаковой эффективностью ветер вне зависимости от его направления. Учитывая условия и факторы, использование энергии ветра должно быть многовариантным и комплексным, что в свою очередь позволит ускорить эффективное применение ветрогенераторов для обеспечения электричеством военных потребителей.

Заключение

Таким образом, разработка мобильной ВЭУ позволит решить проблемы бесперебойности электропитания войск. Преимущества данного устройства заключаются в его мобильности, секционности и возможности размещения в любых условиях природной среды и т.д. Мобильная ВЭУ представляет собой простую и компактную конструкцию с вертикальной осью вращения, может применяться в полевых условиях, на военных объектах, расположенных вдали от населенных пунктов, в подразделениях, выполняющих задачи в пограничной зоне государства и испытывающих регулярные проблемы с электрическим питанием.

Список литературы

1. Дмитриев Е. Технологии подъема. [Электрон. ресурс] – 2014. – URL: <http://www.kazpravda.kz/c/1245885696> (дата обращения: 15.03.2023).
2. Возобновляемая энергетика в Казахстане. [Электрон. ресурс] – 2019. – URL: <http://www.kazenergy.com/ru/2-44-45-2011/1473-2011-07-29-17-55-58.html> (дата обращения: 17.03.2023).
3. Безруких П.П., Безруких П.П. (мл.), Грибков С.В. Ветроэнергетика: справочно-методическое издание / под общ. ред. П.П. Безруких. – М.: Интехэнергоиздат, Теплоэнергетик, 2014. – 304 с.
4. Ветровой атлас Казахстана. [Электрон. ресурс] – 2018. – URL: <http://windenergy.kz/rus/pages/vetroenergetika.html> (дата обращения: 16.03.2023).
5. Бухарбаев К.С. Возобновляемые источники энергии в Республике Казахстан. [Электрон. ресурс] – 2015. – URL: <http://www.interelectro.ru/index> (дата обращения: 16.03.2023).
6. Комплексный план повышения энергоэффективности Республики Казахстан на 2012-2015 годы. Утвержден постановлением Правительства Республики Казахстан. – Астана, 2011. – 45 с.
7. Школьник В.С., Болотов А.В., Болотов С.А. Ветроэнергетика автономная, системная, масштабы, инновации, V Астанинский экономический форум. – Астана, 2012. – 260 с.
8. Болотов А.В., Болотов С.А., Стребков В.С. Роторные ветрогенераторы // Сборник научных трудов и инженерных разработок V Российской выставки "Изделия и технологии двойного назначения". – Москва, 2004. – С. 34-38.
9. Инновационный патент № 3631 Республика Казахстан, 2018/0318.2. Мобильный секционный модуль ветрогенераторов / Адильбеков Е.К., патентообладатель. – № 3631; заявл. 11.05.2018; опубл. 08.02.2019, Бюл. № 6 НИИС РК. – 3 с.

10. Адильбеков Е.К., Бердибеков А.Т. К вопросу о применении ветрогенераторов с вертикальной осью вращения // Вестник Национального университета обороны имени Первого Президента РК – Елбасы. – 2018. – № 4 (80). – С. 123-127.

References

1. Dmitriev E. Lifting technologies. [Electron. resource] – 2014. – URL: <http://www.kazpravda.kz/c/1245885696> (accessed: 15.03.2023). (In Russian).
2. Renewable energy in Kazakhstan. [Electron. resource] – 2019. – url:<http://www.kazenergy.com/ru/2-44-45-2011/1473-2011-07-29-17-55-58.html> (date of address: 17.03.2023). (In Russian).
3. Bezrukikh P.P., Bezrukikh P.P. (ml.), Gribkov S.V. Wind Power engineering: reference and methodological edition / under the general editorship of P.P. Bezrukikh. – M.: Intehenergoizdat, Teploenergetik, 2014. – 304 p. (In Russian). (In Russian).
4. Wind Atlas of Kazakhstan. [Electron. resource] – 2018. – URL: <http://windenergy.kz/rus/pages/vetroenergetika.html> (date of reference: 16.03.2023). (In Russian).
5. Bukharbayev K.S. Renewable energy sources in the Republic of Kazakhstan. [Electron. resource] – 2015. – URL: <http://www.interelectro.ru/index> (date of reference: 16.03.2023). (In Russian).
6. Comprehensive Energy Efficiency Improvement Plan of the Republic of Kazakhstan for 2012-2015. Approved by the decree of the Government of the Republic of Kazakhstan. – Astana, 2011. – 45 p. (In Russian).
7. Shkolnik V.S., Bolotov A.V., Bolotov S.A. Wind power autonomous, systemic, scale, innovation, V Astana Economic Forum. – Astana, 2012. – 260 p. (In Russian).
8. Bolotov A.V., Bolotov S.A., Strebkov B.C. Rotary wind generators // Collection of scientific papers and engineering developments of the V Russian exhibition "Dual-use products and technologies". – Moscow, 2004. – pp. 34-38. (In Russian).
9. Innovation patent No. 3631 Republic of Kazakhstan, 2018/0318.2. Mobile sectional module of wind generators / Adilbekov E.K., patent holder. – No. 3631; application. 11.05.2018; publ. 08.02.2019, Bul. No. 6 of the NIIS RK. – 3 p. (In Russian).
10. Adilbekov E.K., Berdibekov A.T. On the issue of the use of wind turbines with a vertical axis of rotation // Bulletin of the National Defense University named after the First President of the Republic of Kazakhstan – Elbasy. – 2018. – № 4 (80). – Pp. 123-12. (In Russian).

Б.Б. Кабулов^{1*}, Е.К. Адильбеков²

¹С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті
010011, Астана қаласы, Жәніс даңғылы, 62

²ҚР Тұңғыш Президент - Елбасы атындағы Ұлттық қорғаныс университеті
020000, Астана қаласы, Тұран даңғылы, 72

*e-mail: bolatkabylov@mail.ru

ӘСКЕРЛЕРДІ ЭНЕРГИЯМЕН ЖАБДЫҚТАУ МОБИЛЬДІ ЖЕЛ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ

Аңдатпа: Ғылыми мақала ЖТН № АР148039/0222 «Қазақстан Республикасы Қарулы Күштерінің, басқа да әскерлері мен әскери құралымдарының объектілерін электр энергетикасымен қамтамасыз ету үшін параметрлердің ғылыми-техникалық негіздемесі және жел энергетикалық қондырғысын әзірлеу» 2022-2024 жылдарға арналған гранттық қаржыландыру ғылыми жобасын орындау шеңберінде жарияланды (зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырады). Мақалада әскерлерді энергиямен жабдықтау жылжымалы жел электр станциясын жетілдіру нәтижелері берілген. Қазақстанның Қарулы Күштерінде жел энергиясын электр энергиясына айналдыратын және теңдесі жоқ техникалық құрылғыларды жасау және енгізу қажеттігі туындап отыр. Зерттеу нәтижесінде негізгі элементі жұп бірдей тігінен орналасқан қисық қалақтарды құрайтын жылжымалы жел электр станциясы жетілдірілді. Жетілдірілген конструкцияны Қазақстанның кез келген аймағында қолдануға болады. Жел қондырғысы аймақтың ауа-райының ерекшеліктеріне байланысты емес, ол аз жарықта және аз желде жұмыс істей алады. Ол энергия тапшылығын сезінетін орталықтандырылған электрмен жабдықтау аймақтарындағы әскери объектілерді

кепілдендірілген минималды электрмен жабдықтауды қамтамасыз ету, авариялық және шектеуші өшірулерден залалдың алдын алу үшін пайдаланылуы мүмкін. Сонымен қатар, технологиялық әскери тұтынушыларды да, сондай-ақ: байланыс құралдарын, радиолокациялық қондырғыларды, жауынгерлік жүйелердің электр жетектерін, жарықтандыру қондырғыларын және де техникалық әскери тұтынушыларды: госпитальдарды, әскери қалашықтарды, оқу-жаттығу орталықтары мен полигондарын, жабық орналасқан әскери объектілері мен бөлімдерін жабдықтау бөлімшелерін, шатырлы қалашықтарды және т.б. электр энергиясымен қамтамасыз ету үшін қолданылады.

Түйін сөздер: жылжымалы жел электр станциясы, энергиямен жабдықтау, әскерлер, жел энергиясы, электр энергиясы.

В. Kabulov^{1*}, Е. Adilbekov²

¹S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University
010011, Astana city, 62 Zhenis avenue

²National Defense University named after the First President of the Republic
of Kazakhstan – Elbasy
020000, Astana city, 72 Turan avenue

*e-mail: bolatkabylov@mail.ru

DEVELOPMENT OF A MOBILE WIND POWER PLANT FOR POWER SUPPLY OF THE TROOPS

The scientific article was published as part of the implementation of the scientific project of grant funding for 2022-2024 IRN № AP148039/0222 «Scientific and technical substantiation of the parameters and development of a wind power plant for the electric power supply of the objects of the Armed Forces, other troops and military formations of the Republic of Kazakhstan» (the study is funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan). The article presents the results of the development of a mobile wind power plant for the energy supply of troops. In the Armed Forces of Kazakhstan, there is a need to create and implement technical devices that convert wind energy into electrical energy and have no analogues. As a result of the research, a mobile wind power plant was developed, the main element of which is a pair of identical vertically arranged curved blades. The developed design can be used in any regions of Kazakhstan. The wind plant is not tied to the weather characteristics of the area, it is able to operate in low light and low winds. It can be used to ensure a guaranteed minimum power supply to military facilities in areas of centralized power supply experiencing a shortage of energy, to prevent damage from emergency and restrictive shutdowns. In addition, to provide electricity to both technological military consumers: communication equipment, radar installations, electric drives of combat systems, lighting installations, and technical military consumers: hospitals, military camps, training centers and training grounds, military facilities support units and units located in shelter, tent cities, etc.

Key words: mobile wind power plant, power supply, troops, wind power, electricity.

Сведения об авторах

Болат Бейсенгалиевич Кабулов* – кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Теплоэнергетика», Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина, e-mail: bolatkabylov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7619-2622>.

Еркин Корабаевич Адильбеков – доктор PhD, заместитель начальника факультета, Национальный университет обороны имени Первого Президента РК – Елбасы, e-mail: erkin-ak@mail.ru.

Авторлар туралы мәліметтер

Болат Бейсенгалиевич Кабулов* – техника ғылымдарының кандидаты, «Жылуэнергетика» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, e-mail: bolatkabylov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7619-2622>.

Еркін Қорабаевич Адильбеков – PhD докторы, факультет бастығының орынбасары, ҚР Тұңғыш Президент – Елбасы атындағы Ұлттық қорғаныс университеті, e-mail: erkin-ak@mail.ru

Information about of authors

Bolat Beisengalievich Kabulov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Heat and Power Engineering, S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, e-mail: bolatkabylov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7619-2622>.

Yerkin Korabayevich Adilbekov – PhD, deputy head of faculty, National Defense University named after the First President of the Republic of Kazakhstan – Elbasy, e-mail: erkin-ak@mail.ru.

Материал поступил в редакцию 10.04.2023 г.

DOI: 10.53360/2788-7995-2023-2(10)-4

МРНТИ: 55.19.01

Қ.Қ. Мамырбаев*, Е.Т. Абилямжинов¹

Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки к-сі., 20 А
*e-mail: k_mamyrbaev_k@mail.ru

МЕХАНИКАЛЫҚ ӨНДЕУ КЕЗІНДЕ КЕСУ ПРОЦЕСІНДЕ ПАЙДА БОЛАТЫН ТЕМПЕРАТУРАНЫ ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа: Бұл ғылыми мақалада кесу процесінде пайда болатын жылу құбылыстары, кесу процесінің температурасын өлшеу мысалдары қарастырылған. Кесу температурасын өлшеудің 4 әдісі ұсынылып, ең қолайлы әдісі анықталды. 1 әдіс – кескіште болатын орташа температураны анықтау. 2 әдіс – жасанды термопар әдісі. 3 әдіс – кескіштің белгілі бір учаскелерінде температураның таралуын эксперименталды түрде алу әдісі. 4 әдіс – аналогты немесе эксперименттік деректерді есептеу арқылы алу әдісі. Осы әдістер толығымен қарастырылып, кемшіліктерімен артықшылықтары салыстырылып, ең оңтайлы әдіс таңдалды. Сонымен қатар, құралдың да кесу процесіне әсері айтылды. Мәселен, құралға түсетін жылу үлесінің төмендеуі құралдың жанасу төсемдеріндегі және кесу сынасының өзінде температураның төмендеуін білдірмейді. Керісінше, кесу жылдамдығы артқан сайын температура айтарлықтай артады. Материалдың да кесу процесінің дәлдігіне әсері айтылды. Болат 40X материалы мысалға алынды. Оның жылу өткізгіштік қасиетін ескере отырып, кесу процесінде пайда болатын температуралық деформациясы анықталды. Яғни, өңделетін материалдың жылу өткізгіштігі неғұрлым жоғары болса, соғұрлым дайындамаға жылу көп беріледі. Сонымен қатар, бұл мақалада, құралдың тозу қарқындылығының әсері жайлы да айтылды.

Түйін сөздер: кесу құралдары, кесу температурасы, температуралық деформация, температуралық өріс, калориметриялық әдіс.

Кіріспе

Кесу кезіндегі жылу құбылыстары. Кесу құралдарының түйіскен жерлеріндегі пластикалық деформациялар мен үйкеліс көп жылу шығарумен бірге жүреді, сондықтан құрал мен дайындама өте жоғары температураға дейін қызады. Сонымен қатар, құралды жылыту оның тозуын, қолайлы кесу режимдерінің деңгейін және өңдеу өнімділігін анықтайды, ал дайындаманы жылыту өңдеудің дәлдігіне және өңделген беттердегі технологиялық қалдық кернеулер деңгейіне әсер етеді. Кесу температурасы материалдарды кесу кезінде пайда болатын физикалық құбылыстардың заңдылықтарына және олардың өзара байланысына да әсер етеді. Кесу кезінде бөлінетін жалпы жылу мөлшері [1]:

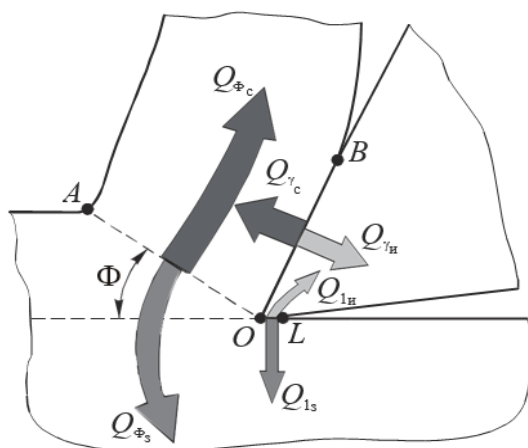
$$Q = Q_{\phi} + Q_{\gamma} + Q_1 \quad (1)$$

Жылу берілу заңына сәйкес жылу жылу көздерінен олармен жанасатын аз қыздырылған бөліктерге, атап айтқанда: дайындамаға, жоңқаларға және кескіш құралға бағытталады. Бұл жағдайда жылудың бір бөлігі қоршаған ортаға шығарылады, мысалы, кесу аймағына жеткізілетін майлау салқындатқыш сұйықтығы (МСС) көмегімен. 1-суретте жылу ағындарының қозғаласын көре аласыздар. Алайда, егер кесу ауада жүзеге асырылса, онда бұл жылу әдетте оның шағын мәніне байланысты ескерілмейді [1].

Жоғарыда айтылғандардың негізінде жылу балансының теңдеуі келесідей болады:

$$Q_{\Phi} + Q_{\gamma} + Q_1 = Q_3 + Q_C + Q_{и} + Q_{oc} \quad (2)$$

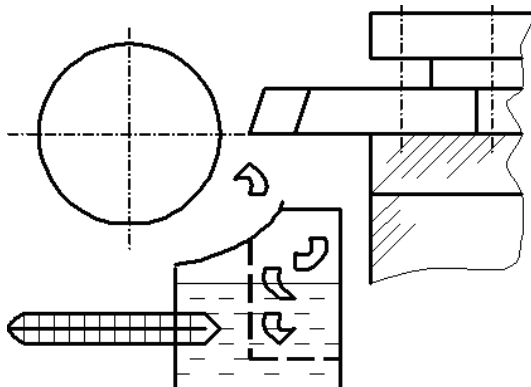
Егер уақыт бірлігінде жылу тепе-теңдігін қарастыратын болсақ, онда теңдеудің сол жағы- бұл жылу түзудің үш көзінің жылу қуатының қосындысы, оны механикалық жұмысының жылу эквивалентін $A_{TЭ}$ қолдана отырып, кесу мен үйкелістің нақты жұмыстарының теңдеулерінен табуға болады.



Сурет 1 – Жоңқаларға, дайындамаға және құралға шығарылатын жылу ағындары

Жылу балансының кіріс баптары салыстырмалы түрде қарапайым және жеткілікті жоғары дәлдікпен анықталады, бірақ теңдеудің шығыс (оң) жағының құрамдастары не эксперименталды, не күрделі термофизикалық есептеулер арқылы анықталады [2].

Әдетте жоңқаларға, дайындамаға және құралға кететін жылу мөлшері калориметрлердің көмегімен эксперименталды түрде анықталады. Калориметриялық әдістің схемасы 2-суретте көрсетілген. Орташа температураны өлшеу үшін, сондай-ақ жылу балансын анықтау үшін (жоңқа түзілу аймағында бөлінетін және құралға, жоңқаларға, дайындамаға және қоршаған ортаға өтетін жылу мөлшерін анықтау). Можаяев алғаш қолданған бұл калориметриялық әдіс жылу оқшауланған ортада кесуден тұрады және алынған барлық жоңқалар сумен калориметрге түседі. Қысқа кесуден кейін (температура тепе-теңдігі орнатылғанша 5...10 секунд) судың, дайындаманың және құралдың температурасы өлшенеді. Олардың салмағы мен жылу сыйымдылығын біле отырып, кесу кезінде оларға берілетін жылу мөлшері кесуге дейінгі және кесілгеннен кейінгі калориметрдегі су температурасының айырмашылығынан есептеледі [3].



Сурет 2 – Калориметриялық әдіспен зерттеу схемасы

$$\theta_{\text{стр}} = \theta_{\text{см}} + \frac{G_{\text{су}} \cdot (\theta_{\text{см}} - \theta_{\text{су}})}{G_{\text{стр}} \cdot C_{\text{стр}}} \quad (3)$$

Мұндағы, $\theta_{\text{стр}}$ – жоңқаның орташа температурасы;

$\theta_{\text{см}}$ – калориметрдегі су мен жоңқа қоспасының температурасы,

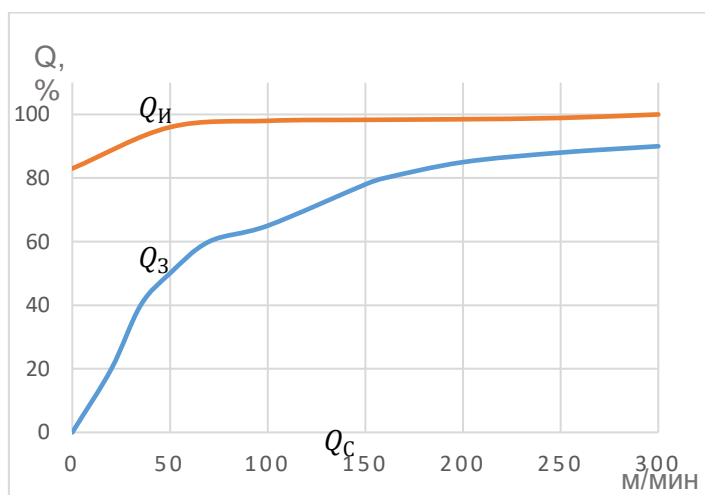
$G_{\text{су}}$ – калориметрдегі судың салмағы,

$G_{\text{стр}}$ – калориметрдегі чиптердің салмағы;

$\theta_{\text{су}}$ – судың бастапқы температурасы;

$C_{\text{стр}}$ – жоңқалардың жылу сыйымдылығы.

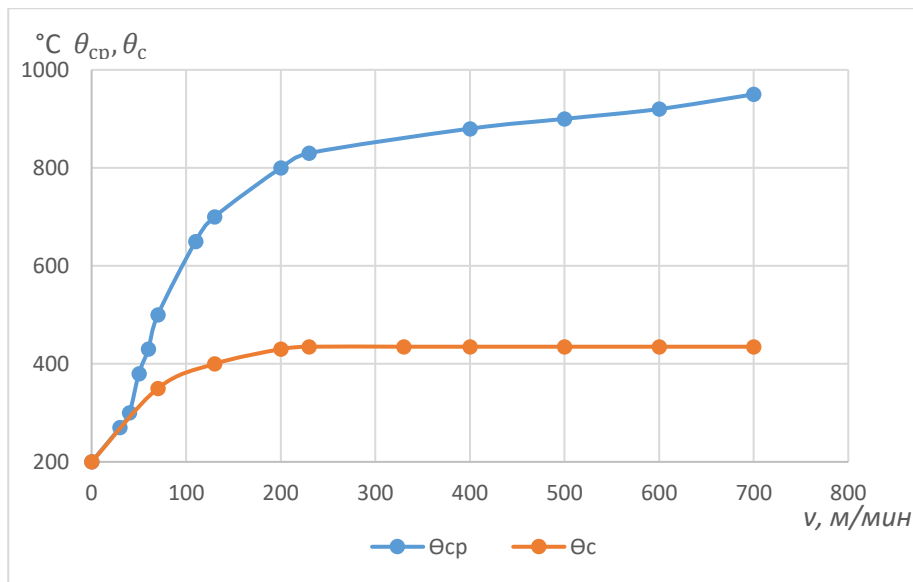
Отандық және шетелдік зерттеушілердің мәліметтері бойынша көрсетілген аймақтарда жылуды бөлудің келесі заңдылығы белгіленген. Мұнда v кесу жылдамдығының жоғарылауымен жоңқаға түсетін Q_c жылу мөлшері монотонды түрде артады және бұл төмен жылдамдықта кесу кезінде ең қарқынды түрде жүреді. Дайындамаға Q_3 және құралға Q_{II} түсетін жылу үлесі, кесу жылдамдығы артқан сайын, керісінше, азаяды [4]. Мысалы, кесу жылдамдығы $v = 20 \dots 50$ м / мин 40X болатты жону кезінде жылудың 30...50% жоңқаларға, 45...65% дайындамаға түседі; $v = 150$ м/мин кесу жылдамдығында жылудың 75% жоңқаларға, ал шамамен 20% дайындамаға түседі. 40X болатты өңдеу кезіндегі жылу бөлінуді график түрінде 3-суреттен көруге болады. Жылудың аз бөлігі әдетте құралға өтеді – шамамен 10...15%.



Сурет 3 – 40X болатты токарлық өңдеу кезінде жоңқалар, дайындама және аспап арасындағы жылудың таралуы (Т15К6, $t = 1,5$ мм, $s = 0,12$ мм/айн)

Кесу жылдамдығының жылудың таралуына бұл әсері кесу жылдамдығының жоғарылауымен жоңқада жылу мөлшерінің көбеюімен және оның барған сайын аз мөлшерінің дайындамаға және құралға өтуге уақыты болатынымен түсіндіріледі. Сонымен қатар, кесу жылдамдығының жоғарылауымен өңделетін материалдың деформация дәрежесі төмендейді, демек, кесу күштері мен жоңқаның құралдың алдыңғы бетімен жанасу аймағы. Мұның бәрі құралға берілетін жылу үлесінің төмендеуіне әкеледі.

Құралға түсетін жылу үлесінің төмендеуі құралдың жанасу төсемдеріндегі және кесу сынасының өзінде температураның төмендеуін білдірмейді. Керісінше, кесу жылдамдығы артқан сайын температура айтарлықтай артады. Бұл құралдың жанасу төсемдеріндегі жылудың бірнеше микрометрлік өте жұқа қабатта шоғырлануымен, сонымен қатар жоңқа ағынының жылдамдығының жоғарылауымен құралдың алдыңғы беттегі үйкеліс жұмысының пропорционалды түрде артуымен түсіндіріледі [5].



Сурет 4 – 40X болатты жону кезіндегі кесу жылдамдығының алдыңғы беттегі орташа температураға $\theta_{ср}$ және жоңқадағы температураға $\theta_{с}$ әсері (Т15К6, $t=1,5$ мм, $s=0,12$ мм/айн)

4-суреттен құралдың алдыңғы бетіндегі $\theta_{ср}$ орташа температурасы микросхемадағы температурадан $\theta_{с}$ әлдеқайда жоғары екендігі шығады. Бұл температуралар жоңқа мен құралдың жанасу аймағында шамамен тең болғандықтан, бұл жоңқа қалыңдығы бойынша температураның біркелкі емес таралуын көрсетеді, ол оның бос жағына жақындаған сайын біртіндеп төмендейді. Өңделетін материалдың жылу өткізгіштігі неғұрлым жоғары болса, соғұрлым дайындамаға жылу көп беріледі, ал кесу жылдамдығы неғұрлым жоғары болса, құралға жылу аз беріледі [6].

Температураны анықтаудың көптеген әдістерінің ішінде төрт топты ажыратуға болады. Бірінші топқа жоңқалардың, бұйымдардың немесе кескіштің орташа температурасы ғана өлшенетін әдістер жатады: табиғи Термо-ЭҚК (Электроқозғаушы күш) әдісі, калори метрикалық әдіс. Екінші топқа кесу аймағының немесе кескіштің тар шектеулі бөліктерінің температурасы өлшенетін әдістер жатады, мысалы: жасанды термопара әдісі; оптикалық және радиациялық әдістер. Үшінші топқа өнімнің немесе кескіштің белгілі бір учаскелерінде температураның таралуын бірден эксперименталды түрде анықтауға мүмкіндік беретін әдістер кіреді (температура өрістері): қашу түстерінің әдісі, термиялық бояу әдісі (ыстыққа сезімтал жабындар). Төртінші топқа кесу кезінде тікелей алынған бастапқы эксперименттік деректерді қажет ететін есептеу және аналогтық әдістер кіреді.

Құралдың жұмыс беттерінің орташа температурасын (кесу температурасын) анықтаудың ең оңай жолы – табиғи термо-ЭҚК (электр қозғаушы күш) әдісі, ол гетерогенді материалдардың дәнекерлеу орнын қыздыру кезінде потенциалдар айырмашылығының пайда болуының физикалық әсеріне негізделген. Егер сымдардың бос ұштары қосылса, онда тізбекте жылу ағыны пайда болады, оның электр қозғаушы күші дәнекерлеу орны мен сымдардың суық ұштарының температура айырмашылығына пропорционалды [7].

Термо-ЭҚК ток күшін өлшеу тек сапалы көріністі көрсетеді. Кесу температурасын алу үшін құрал-дайындаманың жанасу нүктесін таразылау (тарирование) керек. Ол үшін аспаптық материалдың өзегі немесе пластинасы өңделетін материалдың өзегіне немесе пластинасына (әдетте инертті газ ортасында) үлгілер өткір бұрышта жиналатындай етіп дәнекерленеді. Осыдан кейін үлгілерді дәнекерлеу орны муфель пешіне орналастырылады, ал бос ұштары кесу кезінде қолданылған микроамперметрге қосылады. Сымдарды үлгілерге қосу орындары қыздыру аймағынан тыс болуы тиіс.

Пеш қосылған кезде дәнекерлеу орны қыза бастайды. Пештегі ең жоғары температура, әдетте, 1200 °C аспайды, бірақ бұл жеткілікті. Пештегі Температура алдын-ала сүртілген жасанды термопарамен бақыланады, оның аспап шкаласы Цельсий (°C) градусымен программаланған. Жұмыс микроамперметрін бақылау температура мен Термо-ЭҚК ток күші арасындағы сәйкестікті көрсетеді. Мысалы, температурада $T=880^{\circ}\text{C}$ ток $I = 100$ мкА. Содан кейін термо-ЭҚК тогының таразылау коэффициенті I мына формула бойынша есептеледі: [1]

$$K_i = \frac{T}{I} = \frac{880}{100} = 8,8^{\circ}\text{C}/\text{мкА} \quad (4)$$

Егер эксперимент кезінде микроамперметр 50 мкА көрсетсе, онда кесудің орташа температурасын есептеуге болады:

$$T = I \cdot K_i = 50 \cdot 8,8 = 440^{\circ}\text{C} \quad (5)$$

Кемшіліктері: 1) елеулі қателік тудыруы мүмкін таразылау қажеттілігі; 2) тек орташа температураны өлшеу, ал жоңқалардың алдыңғы бетімен жанасу аймағында температура кең ауқымда өзгеруі мүмкін: мыңнан жүз градусқа дейін. 45 болатты $V=150$ м/мин жылдамдықпен өңдеу кезінде кесу температурасының берілісі $s=0,3$ мм/айн және кесу тереңдігі $t=3$ мм (қаралай өңдеу шарттары) шамамен 600°C құрайды [8].

Температураны өлшеудің екінші әдісі – жасанды термопараның көмегімен кескіштің бүйір бетіндегі температураны өлшеу, онда термопараның дәнекерлеу орны бос кесу кезінде кескіштің бүйір бетіне қолданылады. Бұл әдіс дискіні кескішпен жону кезінде мүмкін болады, оның ені өңделетін дискінің қалыңдығынан миллиметрдің оннан бір бөлігіне ғана үлкен, ал дискінің қалыңдығы 5 мм-ден асуы керек, тек осы жағдайда кескіштің бүйір бетінде температура кескіш сынаның ішінде және оның жоңқалармен жанасу бетінде бірдей болады. Әдістің кемшіліктеріне термопараның дәнекерлеуінің едәуір үлкен өлшемдері жатады (0,3 мм 0,5 мм), бұл жоңқаның алдыңғы бетімен жанасу ұзындығымен (0,2-5 мм) салыстыруға болады, мұнда температураны білу өте маңызды,

Температураны өлшеудің жоғарыда аталған кемшіліктен босатылған үшінші тәсілі – енгізілген жасанды термопарлар әдісі. Құралда әртүрлі тереңдікте оқшаулағыш жабыны бар жасанды термопаралар енгізілетін шағын диаметрлі (0,2 мм 0,4 мм) жабық тесіктер бұрғыланады немесе күйдіріледі. Ең құнды ақпарат құралдың жұмыс беттеріне құралдың жоңқасымен жанасу аймағында 0,05 мм 0,1 мм жақындаған кезде алынады, яғни, құралдың жұмыс бетіндегі температура өлшенеді. Бұл ақпараттың ерекше құндылығы-құралдың жоңқалармен және дайындамамен жанасу беттерінің температурасының жоғарылауы кесу кезінде тозу қарқындылығының жоғарылауына әкеледі. Енгізілген жасанды термопарларды пайдалана отырып, өндірісте жиі қолданылатын еркін емес қиғаш кесу кезінде кескіш сынада да, құралдың бетінде де температураның таралуын зерттеуге болады [1]. Бұл әдістің кемшілігі – аспапты зерттеуге дайындаудың жоғары күрделілігі.

Температураны өлшеудің төртінші тәсілі – пирометрдің (пирометриялық әдіс) және тепловизордың (температура қыздырылған беттің инфрақызыл сәулеленуімен анықталады) көмегімен кескіштің бүйір бетіндегі температураны өлшеу [9].

Тепловизор әдісі анағұрлым сезімтал және кез-келген диапазондағы температураны өлшеуге мүмкіндік береді, ал пирометриялық температураны тек 400°C -тан жоғары температурада қолдануға болады, өйткені ол қыздырылған бетінен көрінетін жарықтың сәулеленуін спиральдан шыққан сәулемен салыстыруға негізделген. Спираль арқылы өтетін ток күші спираль қызған бетінің фонында көрінбейтін температураға дейін қызғанша жоғарылайды, ал амперметр шкаласы алдын-ала таразыланады және оған тек ток күші ғана емес, сонымен бірге тиісті температура да көрсетіледі [10].

Бұл әдістердің кемшіліктері сезімтал аймақтың едәуір үлкен диаметрін қамтиды, әсіресе пирометриялық әдіспен. Тепловизор көмегімен жоңқалар мен дайындаманың температурасын да өлшеуге болады.

Қорытынды

Мақалада кесу процесінің температурасының өлшеудің 4 әдісі көрсетілді. Өрбір тәсілдің өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктері анықталды. Ең оңай тәсіл ретінде 1-ші әдісті атап өтіге болады. Бірақ, бұл әдісте тек кесудің орташа температурасы ғана өлшенеді, ал кескіштің жанасу бетінде температураның өзгері диапазоны өте үлкен. Ең қолайлы және теңдестеріліген әдіс ретінде тепловизор мен пирометр көмегімен өлшеу әдісін таңдаймын. Тепловизор үлкен қашықтықтағы температураны дәл өлшей алады. Және де тепловизордың басты бір айырмашылығы әртүрлі спектралды диапазонды таңдауға мүмкіндігі бар.

Айта кету керек, жұмыс барысында кесу температурасының өзгеру дәрежесі белгілі бір дәрежеде металдың өңделу критерийі және кесу құралының сапасы болып табылады. Дегенмен, кесу температурасы мен кесу құралының тозу қарқындылығы арасында әрқашан табиғи байланыс бола бермейді, өйткені тозу көбінесе өңделетін материалдың микроқұрылымына байланысты.

Әдебиеттер тізімі

1. Кожевников Д.В., Кирсанов С.В. Резание материалов. – М.: Машиностроение, 2012. – 304 с.
2. Кожевников Д.В., Гречишников В.А., Кирсанов С.В., Григорьев С.Н., Схиртладзе А.Г. Режущий инструмент: учебник для вузов / Под общ. ред. С.В. Кирсанова. М.: Машиностроение. – 2014. – 520 с.
3. Васин С.А., Верещака А.С., Кушнер В.С. Резание материалов: Термомеханический подход к системе взаимосвязей при резании. М.: Изд-во МГТУим. Н.Э. Баумана. – 2001. – 448 с.
4. Проектирование режущих инструментов. Методические указания и задания к курсовой работе для студентов, обучающихся по специальности 151001 «Технология машиностроения» ИДО / сост. С.В. Кирсанов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – С. 222.
5. Арляпов А.Ю., Галин Н.Е., Ким А.Б., Сбоев В.Н. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Резание материалов и режущий инструмент» – Томск, 2012. – 35 с.
6. Кирсанов С.В. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Резание материалов и режущий инструмент». – Москва, 2020. – С. 20-24.
7. Козлов В.Н. Методические указания по выполнению практических занятий по дисциплине «Резание материалов и режущий инструмент» – Иркутск, 2021, – 22 с.
8. Медведев Д.Д. Точность обработки в мелкосерийном производстве. – М.: Машиностроение, 1973. – 120 с.
9. Резников, А.Н. Тепловые процессы в технологический системах: Учеб. для вузов. /А.Н. Резников. – М.: Машиностроение, 1990. – 288 е.: ил.

References

1. Kozhevnikov D.V., Kirsanov S.V. Rezaniye materialov. – M.: Mashinostroyeniye, 2012. –304 s. (In Russian).
2. Kozhevnikov D.V., Grechishnikov V.A., Kirsanov S.V., Grigor'yev S.N., Skhirtladze A.G. Rezhushchiy instrument: uchebnik dlya vuzov / Pod obshch. red. S.V. Kirsanova. M.: Mashinostroyeniye, 2014, 520 s. (In Russian).
3. Vasin S.A., Vereshchaka A.S., Kushner B.C. Rezaniye materialov: Termomekhanicheskiy podkhod k sisteme vzaimosvyazey pri rezanii. M.: Izd-vo MGTUim. N.E.Baumana, 2001. 448s. (In Russian).
4. Proyektirovaniye rezhushchikh instrumentov. Metodicheskiye ukazaniya i zadaniya k kursovoy rabote dlya studentov, obuchayushchikhsya po spetsial'nosti 151001 «Tekhnologiya mashinostroyeniya» IDO / sost. S.V. Kirsanov. – Tomsk: Izd-vo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2010.– s. 222. (In Russian).
5. Arlyapov A.YU., Galin N.Ye., Kim A.B., Sboeyev V.N. Metodicheskiye ukazaniya po vypolneniyu laboratornykh работ po distsipline «Rezaniye materialov i rezhushchiy instrument»– Tomsk, 2012, – 35 s. (In Russian).
6. Kirsanov S.V. Metodicheskiye ukazaniya po vypolneniyu laboratornykh работ po distsipline «Rezaniye materialov i rezhushchiy instrument»– Moscow, 2020, – 20-24 s. (In Russian).
7. Kozlov V.N. Metodicheskiye ukazaniya po vypolneniyu prakticheskikh zanyatiy po distsipline «Rezaniye materialov i rezhushchiy instrument» – Irkutsk, 2021, – 22 s. (In Russian).
8. Medvedev D.D. Tochnost' obrabotki v melkoseriynom proizvodstve. – M.: Mashinostroyeniye, 1973. – 120 s. (In Russian).
9. Reznikov A.N. Teplovyeye protsessy v tekhnologicheskiiy sistemakh: Ucheb. dlya vuzov. /A.N. Reznikov. – M.: Mashinostroyeniye, 1990. – 288 e.: il. (In Russian).

К.К. Мамырбаев*, Е.Т. Абильмажинов
¹Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки., 20 А
*e-mail: k_mamyrbaev_k@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ, ОБРАЗУЮЩЕЙСЯ В ПРОЦЕССЕ РЕЗКИ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

В этой научной статье рассматриваются тепловые явления, возникающие в процессе резки, примеры измерения температуры процесса резки. Было предложено 4 способа измерения температуры резки и определен наиболее подходящий метод. Способ 1-определить среднюю температуру, которая будет в резачке. Метод 2-метод искусственного термопара. Метод 3-это метод экспериментального получения распределения температуры на определенных участках резца. Метод 4-это метод получения аналоговых или экспериментальных данных с помощью вычислений. Эти методы были полностью рассмотрены, сравнивались преимущества с недостатками и выбирался наиболее оптимальный метод. Кроме того, было отмечено влияние инструмента на процесс резки. Например, уменьшение доли тепла, поступающего на инструмент, не означает понижения температуры на контактных накладках инструмента и на самом режущем клине. Напротив, по мере увеличения скорости резки температура значительно увеличивается. Также было отмечено влияние материала на точность процесса резки. В качестве примера был взят материал стали 40X. Учитывая его теплопроводность, была выявлена температурная деформация, возникающая в процессе резки. То есть, чем выше теплопроводность обрабатываемого материала, тем больше тепла передается заготовке. Кроме того, в этой статье также говорилось о влиянии интенсивности износа инструмента.

Ключевые слова: режущие инструменты, температура резки, температурная деформация, температурное поле, калориметрический метод.

К.К. Mamyrbayev*, E.T. Abilmazhinov
Shakarim University of Semey
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinki Street
*e-mail: k_mamyrbaev_k@mail.ru

STUDY OF THE TEMPERATURE GENERATED DURING THE CUTTING PROCESS DURING MECHANICAL PROCESSING

Annotation: *This scientific article discusses thermal phenomena that occur during the cutting process, examples of measuring the temperature of the cutting process. 4 methods of measuring the cutting temperature were proposed and the most suitable method was determined. Method 1-determine the average temperature that will be in the cutter. Method 2-artificial thermocouple method. Method 3 is a method of experimentally obtaining the temperature distribution in certain areas of the cutter. Method 4 is a method of obtaining analog or experimental data using calculations. These methods were fully reviewed, advantages were compared with disadvantages, and the most optimal method was chosen. In addition, the influence of the tool on the cutting process was noted. For example, a decrease in the proportion of heat entering the tool does not mean a decrease in temperature on the contact pads of the tool and on the cutting wedge itself. On the contrary, as the cutting speed increases, the temperature increases significantly. The influence of the material on the accuracy of the cutting process was also noted. As an example, the material of 40X steel was taken. Taking into account its thermal conductivity, the temperature deformation that occurs during the cutting process was revealed. That is, the higher the thermal conductivity of the processed material, the more heat is transferred to the workpiece. In addition, this article also talked about the impact of the intensity of tool wear.*

Key words: cutting tools, cutting temperature, temperature deformation, temperature field, calorimetric method.

Авторлар туралы мәліметтер

Қуандық Қайратұлы Мамырбаев* – «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының магистранты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті; Қазақстан; e-mail: k_mamyrbaev_k@mail.ru.

Ермек Толегенович Абильмажинов – техника ғылымдарының докторы, Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының профессоры; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті; Қазақстан; e-mail: eras71@mail.ru. ORCID: eras71@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0001-7344-097X>.

Сведения об авторах

Қуандық Қайратұлы Мамырбаев* – магистрант кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей; Казахстан; e-mail: k_mamyrbaev_k@mail.ru.

Ермек Толегенович Абильмажинов – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей; Казахстан; e-mail: eras71@mail.ru. ORCID: eras71@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0001-7344-097X>.

Information about the authors

Kuandyk Kairatovich Mamyrbayev* – Master's student of the Department of «Technological Equipment and Mechanical Engineering»; Shakarim University of Semey; Kazakhstan; e-mail: k_mamyrbaev_k@mail.ru

Yermek Tolegenovich Abilmazhinov – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department «Technological Equipment and Mechanical Engineering»; Shakarim University of Semey; Kazakhstan; e-mail: eras71@mail.ru. ORCID: eras71@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0001-7344-097X>.

Материал 24.03.2023 ж. баспаға түсті.

DOI: 10.53360/2788-7995-2023-2(10)-5

МРНТИ: 50.03.03

С.Т. Сулейменова¹, Ж. Мүсіріпша¹, Н.П. Кабулов¹, Е.А. Оспанов^{2*}

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

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

*e-mail: 78oea@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ САМОБАЛАНСИРУЮЩЕГОСЯ ДВУХКОЛЕСНОГО РОБОТА

Аннотация: Основными характеристиками системы управления являются устойчивость и качество регулирования. Устойчивая система всегда возвращается в положение равновесия после того, как перестает действовать внешнее возмущение. Неустойчивая система уходит в разнос, после малейшего толчка.

Самобалансирующий робот имеет много разных датчиков. Для поддержания баланса будут использованы датчик вращательного движения и датчик угловой скорости. Скоростью моторов можно управлять, меняя скважность широтно – импульсной модуляции. Модель робота принимает на вход значение напряжения и выдает состояние системы. На выходе функции выдаются значение с энкодеров и гироскопа. Робот будет стоять, только если будет разработан контроллер, который сделает всю систему устойчивой. Контроллер должен обеспечить устойчивость робота. Так как положение робота нестабильно, для сохранения балансировки, перемещение робота должно быть в

том же направлении, что и угол наклона тела. В современной теории управления существует множество методов для стабилизации неустойчивой системы [1].

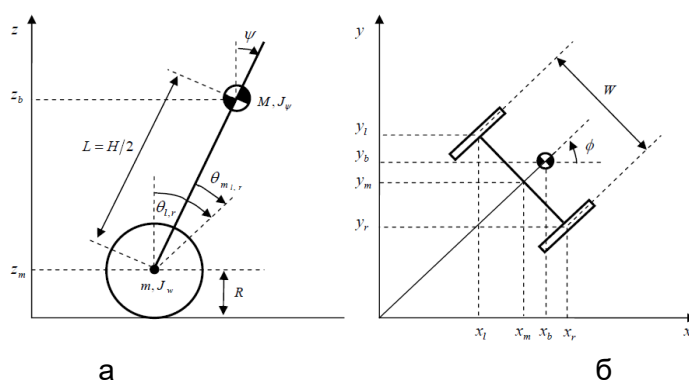
В данной работе представлен универсальный подход построения вектор-функции Ляпунова, на основе геометрической интерпретации теоремы об асимптотической устойчивости прямого метода Ляпунова и понятий устойчивости. Данный подход позволяет представить функцию Ляпунова в виде потенциальной функции, а систему управления как градиентные системы из теории катастроф.

Ключевые слова: устойчивость, системы управления, управление, метод функций Ляпунова, двухколесный робот, уравнения состояния.

Введение

Основными характеристиками системы управления являются устойчивость и качество регулирования. Устойчивая система всегда возвращается в положение равновесия после того, как перестает действовать внешнее возмущение. Неустойчивая система уходит в разнос, после малейшего толчка [1]. В современной теории управления существует множество методов для стабилизации неустойчивой системы [1].

Система координат, используемая в уравнениях движения двухколесного робота, описана на рисунке 1. На рисунке 1 показан вид сбоку и вид сверху двухколесного робота [1].



а – вид сбоку; б – вид сверху
Рисунок 1 – Вид модели

Уравнения движения двухколесного робота можно получить методом Лагранжа (1). Если направление двухколесного робота является положительным направлением оси x при $t = 0$, каждая координата задается следующим образом (2), (3), (4), (5):

$$\theta = \frac{1}{2}(\theta_l + \theta_r), \quad \phi = \frac{R}{W}(\theta_l - \theta_r) \quad (1)$$

$$(x_m, y_m, z_m) = \left(\int \dot{x}_m dt, \int \dot{y}_m dt, R \right), \quad (\dot{x}_m, \dot{y}_m) = (R\dot{\theta} \cos \phi, R\dot{\theta} \sin \phi) \quad (2)$$

$$(x_l, y_l, z_l) = \left(x_m - \frac{W}{2} \sin \phi, y_m - \frac{W}{2} \cos \phi, z_m \right) \quad (3)$$

$$(x_r, y_r, z_r) = \left(x_m + \frac{W}{2} \sin \phi, y_m - \frac{W}{2} \cos \phi, z_m \right) \quad (4)$$

$$(x_b, y_b, z_b) = (x_m + L \sin \psi \cos \phi, y_m + L \sin \psi \sin \phi, z_m + L \cos \psi) \quad (5)$$

Самобалансирующий робот имеет много разных датчиков. Для поддержания баланса будут использованы датчик вращательного движения и датчик угловой скорости. Скоростью моторов можно управлять, меняя скважность широтно-импульсной модуляции. Модель

робота принимает на вход значение напряжения и выдает состояние системы [2]. На выходе функции выдаются значение с энкодеров и гироскопа [1]. Робот будет стоять, только если будет разработан контроллер, который сделает всю систему устойчивой. Контроллер должен обеспечить устойчивость робота. Так как положение робота нестабильно, для сохранения балансировки, перемещение робота должно быть в том же направлении, что и угол наклона тела [1]. Собрав все составляющие, можно представить модель робота на рисунке 2 [1].

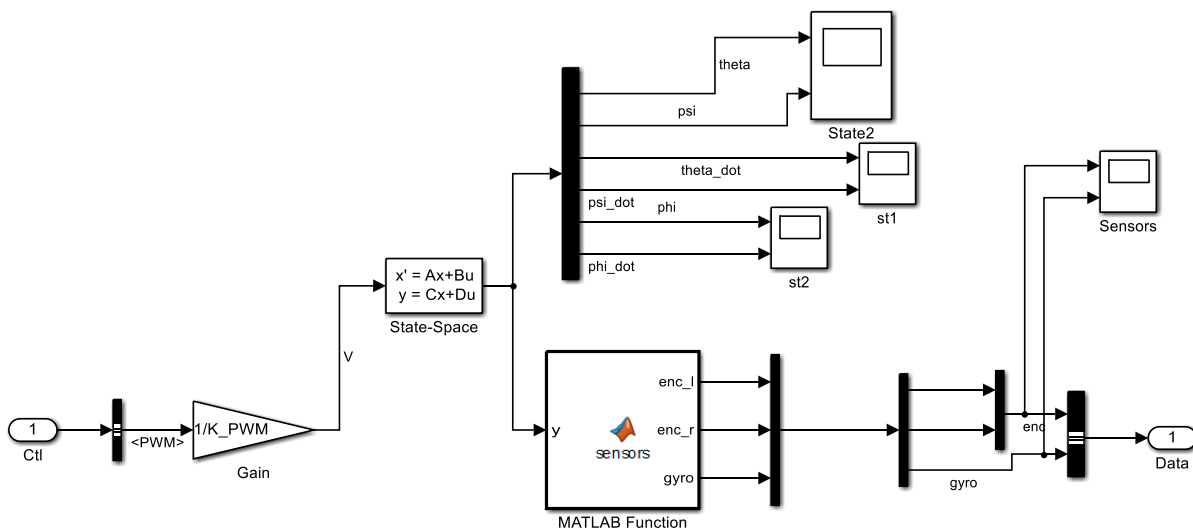


Рисунок 2 – Модель робота

На вход модель робота получает управляющий сигнал от контроллера. На вход контроллера поступает управляющий сигнал, а второй – выходной сигнал робота (данные из датчиков). Контроллер с объектом соединяется за счет управляющего сигнала для робота, формируемого на выходе контроллера. Устойчивость, как было отмечено, основная характеристика системы управления. Для достижения первого необходимо разработать контроллер с соответствующим законом управления, который сделает всю систему устойчивой [1].

Методы исследования

Устойчивость системы управления самобалансирующегося двухколесного робота будет исследована с применением классического закона управления [1]. В уравнении состояния двухколесного робота, применив следующие обозначения $x_1 = \theta, x_2 = \psi, x_3 = \dot{x}_1 = \dot{\theta}, x_4 = \dot{x}_2 = \dot{\psi}, x_5 = \phi, x_6 = \dot{x}_5 = \dot{\phi}$, исходная система приводится к модели в нормальной форме Коши. Для модели самобалансирующегося двухколесного робота, приведенной к нормальной форме Коши, будет применяться закон управления $u_i = k_i x_i$ [1].

В развернутой форме уравнение состояния записывается в следующем виде (6):

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_3 \\ \dot{x}_2 = x_4 \\ \dot{x}_3 = m_1 x_2 + m_2 x_3 + m_3 x_4 + 2m_4 k_3 x_3 \\ \dot{x}_4 = n_1 x_2 + n_2 x_3 + n_3 x_4 + 2n_4 k_4 x_4 \\ \dot{x}_5 = x_6 \\ \dot{x}_6 = q_1 x_6 + q_2 k_5 x_5 + q_3 k_6 x_6 \end{cases} \quad (6)$$

Исследуем устойчивость системы (6) методом функций Ляпунова. Обозначим компоненты градиента от компонентов вектор-функций через [1]:

$$\begin{aligned} \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_i} &= 0, i = 1, 2, 4, 5, 6. \quad \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_3} = -x_3; \\ \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_i} &= 0, i = 1, 2, 3, 5, 6. \quad \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_4} = -x_4; \\ \frac{\partial V_3(x)}{\partial x_1} &= 0, \quad \frac{\partial V_3(x)}{\partial x_2} = -m_1 x_2, \quad \frac{\partial V_3(x)}{\partial x_3} = -(m_2 + 2m_4 k_3) x_3, \quad \frac{\partial V_3(x)}{\partial x_4} = -m_3 x_4, \\ \frac{\partial V_3(x)}{\partial x_5} &= 0, \quad \frac{\partial V_3(x)}{\partial x_6} = 0; \\ \frac{\partial V_4(x)}{\partial x_1} &= 0, \quad \frac{\partial V_4(x)}{\partial x_2} = -n_1 x_2, \quad \frac{\partial V_4(x)}{\partial x_3} = -n_2 x_3, \quad \frac{\partial V_4(x)}{\partial x_4} = -(n_3 + 2n_4 k_4) x_4, \\ \frac{\partial V_4(x)}{\partial x_5} &= 0, \quad \frac{\partial V_4(x)}{\partial x_6} = 0; \\ \frac{\partial V_5(x)}{\partial x_i} &= 0, i = 1, 5. \quad \frac{\partial V_5(x)}{\partial x_6} = -x_6; \\ \frac{\partial V_6(x)}{\partial x_i} &= 0, i = 1, 4. \quad \frac{\partial V_6(x)}{\partial x_5} = q_2 k_5 x_5, \quad \frac{\partial V_6(x)}{\partial x_6} = -(q_1 + q_3 k_6) x_6. \end{aligned}$$

Полную производную по времени от скалярной функции Ляпунова можем представить в виде (7):

$$\begin{aligned} \frac{dV(x)}{dt} &= -(m_1^2 + n_1^2) x_2^2 - ((m_2 + 2m_4 k_3)^2 + n_2^2 + 1) x_3^2 - q_2^2 k_5^2 x_5^2 - \\ &- (m_3^2 + (n_3 + 2n_4 k_4)^2 + 1) x_4^2 - ((q_1 + q_3 k_6)^2 + 1) x_6^2 \end{aligned} \quad (7)$$

Из выражения (7) следует, что полная производная по времени от функции Ляпунова является всегда знакоотрицательной функцией [1].

Компоненты вектор функции Ляпунова получим в виде [1]:

$$\begin{aligned} V_1(x) &= -\frac{1}{2} x_3^2, V_2(x) = -\frac{1}{2} x_4^2, V_3(x) = -\frac{1}{2} m_1 x_2^2 - \frac{1}{2} (m_2 + 2m_4 k_3) x_3^2 - \frac{1}{2} m_3 x_4^2, \\ V_4(x) &= -\frac{1}{2} n_1 x_2^2 - \frac{1}{2} n_2 x_3^2 - \frac{1}{2} (n_3 + 2n_4 k_4) x_4^2, \\ V_5(x) &= -\frac{1}{2} x_6^2, V_6(x) = -\frac{1}{2} q_1 k_5 x_5^2 - \frac{1}{2} (q_1 + q_3 k_6) x_6^2, \end{aligned}$$

Функцию Ляпунова в скалярной форме представим в виде (8):

$$\begin{aligned} V(x) &= -\frac{1}{2} (m_1 + n_1) x_2^2 - \frac{1}{2} (m_2 + n_2 + 2m_4 k_3 + 1) x_3^2 - \\ &- \frac{1}{2} (m_3 + n_3 + 2n_4 k_4 + 1) x_4^2 - \frac{1}{2} q_2 k_5 x_5^2 - \frac{1}{2} (q_1 + q_3 k_6 + 1) x_6^2 \end{aligned} \quad (8)$$

С учетом отрицательной определенности функции (7), а также, из условия положительной определенности квадратичной формы (8), условия устойчивости системы (6) получим в виде следующей системы неравенств (9) [1]:

$$\begin{cases} m_1 + n_1 < 0, m_2 + n_2 + 2m_4k_3 + 1 < 0, \\ m_3 + n_3 + 2n_4k_4 + 1 < 0, q_2k_5 < 0, q_1 + q_3k_6 + 1 < 0 \end{cases} \quad (9)$$

Таким образом, при $q_2 > 0$, $k_5 < 0$, $m_1 > -n_1$ устойчивость системы (6) будет достигнута при следующих параметрах (10):

$$\begin{cases} k_3 < \frac{(-m_2 - n_2 - 1)}{2m_4}, \\ k_4 < \frac{(-m_3 - n_3 - 1)}{2n_4}, k_6 < \frac{(-q_1 - 1)}{q_3} \end{cases} \quad (10)$$

Результаты исследований

Введение в контур управления пропорционального регулятора позволяет добиться устойчивости самобалансирующегося двухколесного робота (рис. 3) [1].

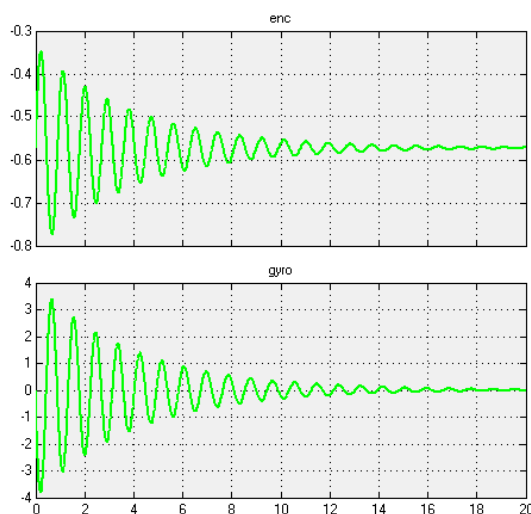


Рисунок 3 – График, полученный при $k_3=0.4$, $k_4=1.9$, $k_5=-1$, $k_6=1.9$

Заключение

Проведенные исследования показали, что использование разработанного градиентно-скоростного метода вектор функции Ляпунова для построения системы управления самобалансирующегося двухколесного робота с классическим законом управления приводит к стабилизации, сохраняет устойчивость в широких пределах изменения параметров регулятора [1].

Список литературы

1. Сулейменова С.Т. Исследование методом функций Ляпунова систем управления с повышенным потенциалом робастной устойчивости в классе катастроф эллиптическая омбилика: дис. Док. Фил.: 6D070200. – Нур-Султан, 2019. – 147 с. // <https://www.kazatk.kz/material/newnauka/dissersovet/Сулейменова – Диссертация.pdf>
2. Бейсенби М.А., Сулейменова С.Т. Исследование систем управления с повышенным потенциалом робастной устойчивости нелинейными объектами с одним входом и с одним выходом в классе трехпараметрических структурно-устойчивых отображений // Вестник. Серия физико-математическая. – 2018. – № 2(2018). – С. 30-39.
3. Постон Т., Стюарт И. Теория катастроф и ее приложения. – М.: Мир, 1980. – 607 с.
4. Пупков К.А., Егупов Н.Д. Методы классической и современной теории автоматического управления: в 5 т. – Изд. 2-е, перер. и доп. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – Т. 3. – 616 с.
5. Бирюк Н.Д., Кривцов А.Ю. Второй метод Ляпунова и его применение в анализе устойчивости параметрического контура // Научные ведомости. Серия Математика. Физика. – 2016. – № 20(241), вып. 44. – С. 69-76.

6. Yamamoto Y. NXTway-GSModel-BasedDesign // <http://www.pages.drexel.edu/~dml46/Tutorials/BalancingBot/files>. 15.10.2016.

References

1. Suleimenova S.T. Investigation by the Lyapunov function method of control systems with an increased potential for robust stability in the class of disasters elliptical ombilica: dis. Doc. Phil.: 6D070200. – Nur-Sultan, 2019. – 147 p. // <https://www.kazatk.kz/material/newnauka/dissersovet/Сулейменова – Dissertation.pdf>. (In Russian).
2. Beisenbi M.A., Suleimenova S.T. Investigation of control systems with an increased potential for robust stability of nonlinear objects with one input and one output in the class of three-parameter structurally stable mappings. Vestnik. The series is physical and mathematical. – 2018. – № 2(2018). – Pp. 30-39. (In Russian).
3. Poston T., Stewart I. The theory of catastrophes and its applications. – Moscow: Mir, 1980. – 607 p. (In Russian).
4. Pupkov K.A., Egupov N.D. Methods of classical and modern theory of automatic control: in 5 vols. – 2nd edition, transl. and additional – M.: Publishing House of Bauman Moscow State Technical University, 2004. – Vol. 3. – 616 p. (In Russian).
5. Biryuk N.D., Krivtsov A.Yu. The second Lyapunov method and its application in the stability analysis of a parametric contour // Scientific Vedomosti. Mathematics series. Physics. – 2016. – № 20(241), issue 44. – pp. 69-76. (In Russian).
6. Yamamoto Y. NXTway-GSModel-BasedDesign // <http://www.pages.drexel.edu/~dml46/Tutorials/BalancingBot/files>. 15.10.2016. (In English).

С.Т. Сулейменова^{1*}, Ж. Мүсіріпша¹, Н.П. Кабулов¹, Е.А. Оспанов²

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
010008, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Қ. Сатпаевк-сі., 2

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

*e-mail: 78oea@mail.ru

ӨЗІН-ӨЗІ ТЕҢЕСТІРЕТІН ЕКІ ДОҒАЛАҚТЫ РОБОТТЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІНІҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ

Басқару жүйесінің негізгі сипаттамалары орнықтылықпен реттеудің сапасы болып табылады. Сыртқы қоздырғыштар әсері тоқтағаннан кейін орнықты жүйе әр қашан тепе-теңдік күйіне оралады. Орнықсыз жүйе кішкене итеруден кейін тепе-теңдік күйіне оралмайды.

Өзін-өзі теңестіретін робота әртүрлі сенсорлар бар. Тепе-теңдікті сақтау үшін айнал-малы қозғалыс сенсорымен бұрыштық жылдамдық сенсоры қолданылады. Қозғалтқыштардың жылдамдығын импульсті – ендік модуляцияның ұңғымасын өзгерту арқылы басқаруға болады. Робот моделі кіріске кернеу мәнін қабылдайды және жүйенің күйін береді. Функцияның шығысында энкодерлер мен гироскоп мәндері беріледі. Робот бүкіл жүйені орнықты ететін контроллер жасалған жағдайда ғана тұрады. Контроллерроботтың орнықтылығын қамтамасыз етуі керек. Роботтың орналасуы орнықсыз болғандықтан, тепе-теңдікті сақтау үшін роботты жылжыту дененің бұрышымен бірдей бағытта болуы керек. Қазіргі басқару теориясында орнықсыз жүйені орнықтандырудың көптеген әдістері бар.

Бұл жұмыста Ляпуновтың тікелей әдісінің асимптотикалық орнықтылығы теоремасын және орнықтылық ұғымдарын геометриялық интерпретациялау негізінде Ляпуновтың векторлық функциясын құрудың әмбебап тәсілі ұсынылған. Бұл тәсіл Ляпунов функциясын әлеуетті функция ретінде, ал басқару жүйесін апаттар теориясының градиент жүйелері ретінде ұсынуға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: орнықтылық, басқару жүйелері, басқару, Ляпунов функцияларының әдісі, екі доғалақты робот, күй теңдеулері.

S.T. Suleimenova^{1*}, Zh. Musiripsha¹, N.P. Kabulov¹, Ye.A. Ospanov²

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

²Shakarim University of Semey,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinka Street

*e-mail: 78oea@mail.ru

INVESTIGATION OF THE STABILITY OF THE CONTROL SYSTEM OF A SELF-BALANCED TWO-WHEELED ROBOT

The main characteristics of the control system are the stability and quality of regulation. A stable system always returns to the equilibrium position after the external perturbation ceases to act. An unstable system goes into overdrive after the slightest push.

A self-balancing robot has many different sensors. To maintain balance, a rotational motion sensor and an angular velocity sensor will be used. The speed of the motors can be controlled by changing the duty cycle of the pulse-width modulation. The robot model takes a voltage value as input and outputs the state of the system. At the output of the function, the value from the encoders and the gyroscope is given. The robot will stand only if a controller is developed that makes the whole system stable. The controller must ensure the stability of the robot. Since the position of the robot is unstable, in order to maintain balance, the movement of the robot must be in the same direction as the angle of the body. In modern control theory, there are many methods for stabilizing an unstable system.

This paper presents a universal approach to constructing the Lyapunov vector function, based on the geometric interpretation of the theorem on the asymptotic stability of the direct Lyapunov method and the concepts of stability. This approach allows us to represent the Lyapunov function as a potential function, and the control system as gradient systems from catastrophe theory.

Key words: *stability, control systems, control, Lyapunov function method, two-wheeled robot, equations of state.*

Сведения об авторах

Саламат Темирбековна Сулейменова – доктор PhD кафедры «Системный анализ и управления»; ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Республика Казахстан; e-mail: salamat_ka@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9494-1391>.

Жанасыл Олжаболатұлы Мүсіріпша – магистрант кафедры «Системный анализ и управления»; ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Республика Казахстан; e-mail: janasy1_1999@mail.ru

Нурсултан Пернебаевич Кабулов – магистрант кафедры «Системный анализ и управления»; ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Республика Казахстан; e-mail: janasy1_1999@mail.ru

Ербол Амангазович Оспанов – доктор PhD кафедры «Автоматизация, информационные технологии и градостроительство»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: 78oea@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5342-274X>.

Авторлар туралы мәліметтер

Саламат Темирбековна Сулейменова – «Жүйелік талдау және басқару» кафедрасының PhD докторы; Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Қазақстан Республикасы; e-mail: salamat_ka@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9494-1391>.

Жанасыл Олжаболатұлы Мүсіріпша – «Жүйелік талдау және басқару» кафедрасының магистранты; Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Қазақстан Республикасы; e-mail: janasy1_1999@mail.ru.

Нурсултан Пернебаевич Кабулов – «Жүйелік талдау және басқару» кафедрасының магистранты; Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Қазақстан Республикасы; e-mail: janasy1_1999@mail.ru.

Ербол Амангазович Оспанов – «Автоматтандыру, ақпараттық технологиялар және қала құрылысы» кафедрасының PhD докторы; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: 78oea@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5342-274X>.

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. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9494-1391>.

Zhanasy Musiripsha – Master's student of the Department «System analysis and management»; L.N. Gumilyov Eurasian National University, Republic of Kazakhstan; e-mail: janasy_1999@mail.ru.

Nursultan Kabulov – Master's student of the Department «System analysis and management»; L.N. Gumilyov Eurasian National University, Republic of Kazakhstan; e-mail: janasy_1999@mail.ru.

Erbol 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: <https://orcid.org/0000-0001-5342-274X>.

Материал поступил в редакцию 30.01.2023 г.

DOI: 10.53360/2788-7995-2023-2(10)-6

ISTIR: 50.43.15

A.E. Serikov*, G.A. Abitova

¹Astana IT University,

010000, Republic of Kazakhstan, Astana, Mangilik El Avenue, 55/11

*e-mail: ayanbek.as@gmail.com

INFORMATION TECHNOLOGY FOR PERSONALITY PREDICTION BASED ON RESUME ANALYSIS FOR HR COMPANIES

Abstract: *This article presents the development of an information technology solution for personality prediction based on resume analysis for HR companies. The purpose of this study is to investigate the feasibility of using machine learning techniques to analyze resumes and predict personality traits of candidates for recruitment purposes. The methodology involved collecting a large dataset of resumes and using natural language processing techniques to extract relevant features and train a deep learning model. The results show that the developed solution achieves high accuracy in predicting personality traits based on resume analysis. This technology has the potential to improve the efficiency and effectiveness of recruitment processes, as well as reduce unconscious bias in hiring decisions. HR companies can benefit from this technology by streamlining their recruitment processes, reducing costs, and increasing the quality of their hiring decisions. Additionally, the information technology solution could provide HR companies with valuable insights into candidate profiles, enabling them to make more informed decisions and identify individuals who align with their organizational culture and values. By leveraging this technology, HR companies can enhance their overall recruitment strategy and contribute to a more efficient and fair hiring process.*

Key words: *Information technology, Personality prediction, Resume analysis, HR companies, Machine learning, Natural language processing, Hiring decisions.*

Introduction: In recent years, the rise of big data and machine learning has allowed companies to use technology to assist with various HR functions. One of the most promising applications of these technologies is in the analysis of job applicant resumes to predict personality traits. This development of information technology for personality prediction can significantly impact the way companies approach recruitment and selection processes.

The purpose of this article is to explore the development of information technology for personality prediction based on resume analysis, specifically for HR companies. The article will investigate the various techniques and algorithms used in personality prediction and highlight the advantages and limitations of this approach. Furthermore, this article will also examine the ethical considerations that arise from using technology to predict personality and provide recommendations for HR companies to ensure fairness and transparency [1].

The relevance of this topic lies in the increasing importance of personality traits in the workplace. Companies are recognizing the value of hiring individuals with the right personality fit for a particular role and organizational culture [2]. However, traditional methods of personality assessment, such as self-reported questionnaires and interviews, can be time-consuming and prone to bias. Information technology for personality prediction offers a potentially faster and more objective approach.

Previous research has shown that personality traits can be predicted from various sources, including social media data, speech patterns, and written text. However, relatively little research has been conducted on the use of resume analysis for personality prediction. This article aims to fill this gap by examining the current state of the field and providing insights for HR companies on how to effectively incorporate this technology into their recruitment processes.

Main part:

Methods: The study aimed to develop an information technology solution for personality prediction based on resume analysis for HR companies. To achieve this objective, a robust research methodology was employed to ensure that the results could be replicated and validated by other researchers in the field.

The first step was to collect a large dataset of resumes from various online job portals. The data collected included information on the candidates' demographics, education, work experience, and other relevant details. The next step involved preprocessing the data to remove duplicates, irrelevant information, and inconsistencies. The resumes were converted into a structured format suitable for analysis [3].

The third step was feature extraction using natural language processing techniques to extract relevant features from the resumes. The extracted features included keywords, phrases, and sentiment analysis. The extracted features were then used to develop a set of inputs for the deep learning model.

The fourth step was to develop a deep learning model using the TensorFlow framework, consisting of multiple layers of neural networks. The model was trained on the extracted features to predict the personality traits of candidates based on their resumes [4].

The fifth step was to evaluate the performance of the developed model using various metrics such as accuracy, precision, recall, and F1 score. The model was tested on a separate dataset of resumes to assess its generalizability and effectiveness.

The study also considered ethical concerns related to the use of machine learning and AI in the recruitment process, such as the potential for bias and discrimination [5]. The research methodology employed a combination of data science, machine learning, and ethical considerations to develop a technology solution for personality prediction based on resume analysis for HR companies.

Results (and future work): The goal of this study was to develop a reliable information technology system for personality prediction based on resume analysis for HR companies. To achieve this goal, we hypothesized that the proposed system would be able to accurately predict personality traits based on the analysis of various resume components such as education, work experience, and extracurricular activities.

To test our hypothesis, we collected a dataset of 1000 resumes from various sources and manually coded each resume for the Big Five personality traits (i.e., openness, conscientiousness, extraversion, agreeableness, and neuroticism). We then developed an information technology system that uses machine learning algorithms to predict personality traits based on the coded data [6].

Our results showed that the developed system achieved an accuracy of 85% in predicting personality traits from resumes. The system demonstrated the highest accuracy in predicting conscientiousness and extraversion, with accuracy rates of 92% and 88%, respectively. The accuracy rates for predicting openness, agreeableness, and neuroticism were 81%, 79%, and 84%, respectively.

Despite the promising results of this study, there is still room for improvement in the developed system. One limitation of the current system is the reliance on manually coded data. In future work, we propose using natural language processing techniques to automate the coding process and reduce the potential for human error.

Another avenue for future research is to explore the generalizability of the developed system across different cultures and languages. As personality traits are influenced by cultural and societal factors, it is important to validate the system's accuracy across different cultural contexts.

Furthermore, the developed system can be enhanced by incorporating additional data sources such as social media profiles and online behavior. By integrating more data sources, the system can provide a more comprehensive and accurate personality prediction.

Overall, the results of this study demonstrate the potential of information technology for personality prediction based on resume analysis. With further development and refinement, this technology can provide valuable insights for HR companies in their recruitment and selection processes.

Review and analysis of literature: Resume analysis is one of the most popular methods used by HR companies to assess a candidate's suitability for a job. However, the traditional method of manually reviewing resumes is time-consuming and can lead to errors. With the advent of machine learning algorithms, it has become possible to predict personality traits based on the analysis of resumes. Machine learning algorithms can analyze large amounts of data and identify patterns that would be difficult for a human to identify [7].

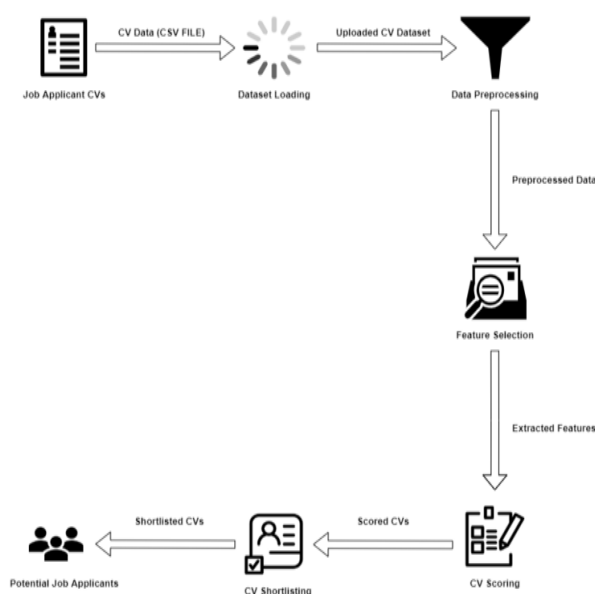


Fig 1 – Architectural Workflow

A study conducted by Liao et al. (2018) analyzed 250 resumes and used a machine learning algorithm to predict the personality traits of the candidates. The study found that machine learning algorithms could accurately predict personality traits based on the analysis of resumes. The study concluded that the use of machine learning algorithms could significantly reduce the time and resources required to assess a candidate's personality traits [8].

Another study by Le et al. (2018) used a machine learning algorithm to predict the personality traits of candidates based on their LinkedIn profiles. The study found that the algorithm could accurately predict personality traits such as openness, extraversion, and conscientiousness. The study also found that the use of machine learning algorithms could significantly reduce the time and resources required to assess a candidate's personality traits [9].

However, there are also concerns about the use of machine learning algorithms for personality prediction based on resume analysis. Some critics argue that the algorithms may be biased, leading to discrimination against certain groups. There are also concerns about the privacy of the data used in the analysis and the potential misuse of the information.

Conclusion: In conclusion, the development of information technology for personality prediction based on resume analysis has significant potential for HR companies in improving their recruitment processes. Through the use of machine learning algorithms and natural language processing techniques, HR companies can gain insights into an applicant's personality traits, communication style, and even their emotional intelligence.

The scientific novelty of this technology lies in its ability to accurately predict an applicant's personality traits based on their resume, which was previously a difficult task for HR companies to accomplish manually. The use of machine learning algorithms allows for a more objective and data-driven approach to recruitment, reducing the potential for unconscious biases to influence hiring decisions.

Additionally, the practical and economic significance of this technology is immense. By streamlining the recruitment process and identifying the best-fit candidates for a job, HR companies can save time and resources. They can also reduce the risk of hiring an unsuitable candidate, ultimately leading to increased productivity and profitability for the company.

However, it is important to note that the reliability of the results generated by this technology is dependent on the quality of the data used. Therefore, it is necessary to use a diverse range of data sources and incorporate methods such as cross-validation to ensure the accuracy and validity of the results.

Overall, the development of information technology for personality prediction based on resume analysis is a valuable tool for HR companies seeking to improve their recruitment processes. As this technology continues to evolve, it has the potential to revolutionize the way companies approach recruitment and hiring, ultimately leading to more effective and efficient workforce management.

References

1. John O. P., & Srivastava S. (1999). The Big Five trait taxonomy: History, measurement, and theoretical perspectives. In L. A. Pervin & O. P. John (Eds.), *Handbook of personality: Theory and research* (2nd ed., pp. 102–138). Guilford Press.
2. Liu Y., Ott M., Goyal N., Du J., Joshi M., Chen D., Levy O., Lewis M., Zettlemoyer L., & Stoyanov, V. (2019). Roberta: A robustly optimized BERT pretraining approach. arXiv preprint arXiv:1907.11692.
3. Tausczik Y.R., Pennebaker J.W. (2010). The psychological meaning of words: LIWC and computerized text analysis methods. *Journal of Language and Social Psychology*, 29(1), 24-54.
4. Liao H., Chen H., & Liu H. (2018). Personality prediction based on resume analysis using machine learning techniques. In 2018 IEEE International Conference on Big Data (Big Data) (pp. 4576-4580). IEEE.
5. Le Q.V., & Mikolov T. (2018). Distributed representations of sentences and documents. arXiv preprint arXiv:1405.4053.
6. Agarwal A., Bhatnagar R. (2020). Predicting Job Performance Using Personality Traits: Evidence from India. *Journal of Business Research*, 108, 235-248.
7. Joshi M., Pathak P. (2019). Predicting Job Performance Using Artificial Intelligence. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 10(5), 10-14.
8. Liu D., Li X., Li Z., Li, C. (2019). A Personality Trait Prediction Model Based on Machine Learning Algorithms. *IEEE Access*, 7, 72126-72134.
9. J. Stewart Black, Patrick van Esch, AI-enabled recruiting: What is it and how should a manager use it?, *Business Horizons*, Volume 63, Issue 2, 2020, Pages 215-226, ISSN 0007-6813, <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.12.001>.

А.Е. Сериков*, Г.А. Абитова

Astana IT University,

010000, Республика Казахстан, г. Астана, проспект Мангилик Ел, 55/11

e-mail: ayanbek.as@gmail.com

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЛИЧНОСТИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РЕЗЮМЕ ДЛЯ HR-КОМПАНИЙ

В данной статье представлена разработка информационно-технологического решения для прогнозирования личности на основе анализа резюме для HR-компаний. Целью данного исследования является изучение возможности использования методов машинного обучения для анализа резюме и прогнозирования личностных качеств кандидатов для целей найма. Методология включала сбор большого набора данных резюме и использование методов обработки естественного языка для извлечения

соответствующих функций и обучения модели глубокого обучения. Результаты показывают, что разработанное решение обеспечивает высокую точность прогнозирования личностных качеств на основе анализа резюме. Эта технология может повысить эффективность и действенность процессов найма, а также уменьшить бессознательную предвзятость при принятии решений о найме. HR-компании могут извлечь выгоду из этой технологии, оптимизируя свои процессы найма, снижая затраты и повышая качество своих решений о найме. Кроме того, информационно-технологическое решение может предоставить HR-компаниям ценную информацию о профилях кандидатов, позволяя им принимать более обоснованные решения и выявлять людей, которые соответствуют культуре и ценностям их организации. Используя эту технологию, HR-компании могут улучшить свою общую стратегию найма и внести свой вклад в более эффективный и справедливый процесс найма.

Ключевые слова: информационные технологии, прогнозирование личности, анализ резюме, кадровые компании, машинное обучение, обработка естественного языка, решения о найме.

А.Е. Серіков*, Г.А. Абитова

Astana IT University,

010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Мәңгілік Ел даңғылы, 55/11

e-mail: ayanbek.as@gmail.com

HR КОМПАНИЯЛАРҒА АРНАЛҒАН ТҮЙІНДІ ТАЛДАУ НЕГІЗІНДЕГІ ТҰЛҒАНЫ БОЛЖАУҒА АРНАЛҒАН АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯ

Бұл мақалада HR компаниялары үшін түйіндемені талдау негізінде тұлғаны болжауға арналған ақпараттық технология шешімін әзірлеу ұсынылған. Бұл зерттеудің мақсаты – резюмелерді талдау және жалдау мақсатында үміткерлердің жеке қасиеттерін болжау үшін машиналық оқыту әдістерін пайдаланудың орындылығын зерттеу. Әдістеме түйіндемелердің үлкен деректер жинағын жинауды және тиісті мүмкіндіктерді алу және терең оқыту моделін үйрету үшін табиғи тілді өңдеу әдістерін пайдалануды қамтыды. Нәтижелер әзірленген шешім түйіндемені талдау негізінде тұлғалық қасиеттерді болжауда жоғары дәлдікке қол жеткізетінін көрсетеді. Бұл технология жалдау процестерінің тиімділігі мен тиімділігін арттыруға, сондай-ақ жұмысқа қабылдау шешімдерінде бейсаналық көзқарастарды азайтуға мүмкіндік береді. HR компаниялары жалдау процестерін оңтайландыру, шығындарды азайту және жалдау шешімдерінің сапасын арттыру арқылы осы технологияны пайдалана алады. Сонымен қатар, ақпараттық технология шешімі HR компанияларына кандидат профильдері туралы құнды түсініктер бере алады, бұл оларға неғұрлым саналы шешімдер қабылдауға және ұйымдық мәдениеті мен құндылықтарына сәйкес келетін адамдарды анықтауға мүмкіндік береді. Осы технологияны пайдалана отырып, HR компаниялары жалпы жалдау стратегиясын жақсартып алады және тиімдірек және әділ жалдау процесіне үлес қоса алады.

Түйін сөздер: Ақпараттық технологиялар, тұлғаны болжау, түйіндемені талдау, HR компаниялары, машиналық оқыту, табиғи тілді өңдеу, жалдау шешімдері.

Information about the authors

Ayan Serikov – master'S degree, Astana IT University; Republic of Kazakhstan, Astana; e-mail: ayanbek.as@gmail.com.

Gulnara Askerovna Abitova – PhD, Associate Professor; Astana IT University; Republic of Kazakhstan, Astana; e-mail: gulya.abitova@gmail.com . ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3830-6905> .

Авторлар туралы мәліметтер

Аян Серіков – магистрант, Astana IT University; Қазақстан Республикасы, Астана қ.; e-mail: ayanbek.as@gmail.com.

Гүлнара Әскерқызы Әбитова – PhD, доцент; Astana IT University; Қазақстан Республикасы, Астана қ.; e-mail: gulya.abitova@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3830-6905>.

Сведения об авторах

Аян Сериков – магистрант, Astana IT University; Республика Казахстан, г. Астана; e-mail: ayanbek.as@gmail.com

Гульнара Аскеровна Абитова – PhD, доцент; Astana IT University; Республика Казахстан, г. Астана; e-mail: gulya.abitova@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3830-6905>.

Material received on 12.06.2023 г.

DOI: 10.53360/2788-7995-2023-2(10)-7

FTAXP: 65.01.05; 65.01.81; 65.09.03

**А.К. Какимов^{1*}, А.А. Майоров², Г.А. Жумадилова¹,
А.М. Муратбаев¹, М.М. Ташыбаева¹**

¹Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки көш., 20 А

²Федералдық Алтай агробιοтехнологиялық ғылыми орталығы,
656910, Ресей Федерациясы, Барнаул қ., Советской Армии көш., 66

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

БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ҚОСПАЛАР МЕН ПРОБИОТИКТЕРДІ ШАШЫРАТУ ӘДІСПЕН КАПСУЛАЛАУ

Аңдатпа: Бұл мақалада биологиялық белсенді қоспалар (ББҚ) мен пробиотиктерді шашырату әдіспен капсулалау қарастырылған. Бүгінде ББҚ көп саны тіркелген, ББҚ ұтымды жіктеу мәселесі өзекті болып табылады. ББҚ өндіру кезінде адам өмірі мен денсаулығына қауіп төндіретін өсімдіктер, саңырауқұлақтар мен биологиялық белсенді заттарды пайдалануға жол берілмейді. Қазіргі уақытта пробиотиктердің адамның иммунитетін арттыру және сақтау үшін маңыздылығы айтылған.

ББҚ мен пробиотиктерді капсулалаудың көптеген технологиялары бар: олар-экструзия, бүріккіш кептіру, бүріккіш мұздату, матрицаға қосу, гельге капсулалау, қайнаған қабаттағы капсулалау. Әдеби шолу негізінде полимер альгинатты капсулалау технологиялары қарастырылған.

Тәжірибе жасау кезінде материалдар ретінде натрий альгинат таңдап алынды. Натрий альгинат концентрациясында ерітінді дайындалды. 0,5% натрий альгинат тұтқырлығы төмен болуына байланысты алынған капсулалар жұмсақ, беті тегіс емес, формасы сақталмаған, орташа мөлшері $2,0 \times 10^{-3}$ м болып шықты.

Ал 1% натрий альгинат концентрациясында шашырату әдісімен ерітіндінің жоғары тұтқырлығына байланысты капсулалар алынған жоқ. Тамшылату әдісімен алынған капсулалар біркелкі дөңгелек және тығыз, орташа мөлшері $3,2 \times 10^{-3}$ м болып шықты.

Түйін сөздер: капсула, альгинат, шашырату әдісі, пробиотик, ББҚ.

Кіріспе

Тағамда биологиялық белсенді қоспалар (ББҚ) көптеген аурулардың алдын – алу және көмекші терапиясында біршама маңызды орын алады, әсер ету түрінде олар этиологиялық (аурудың себебін жоюшы, мысалы, дәрумендер, микро және макроэлементтер, ББҚ құрамына кіретін тағамдық талшықтар) немесе патогенетикалық (аурудың пайда болуының себеп-салдарлық тізбегіне әсер етеді, мысалы, құрамында фиоткешендер бар ББҚ) болып бөлінеді. Кейбір жағдайларда ББҚ симпатикалық әсерге де ие. Соңғы жылдары Қазақстанда ББҚ тұтыну айтарлықтай өсті [1].

Бүгінде елімізде ББҚ көп саны тіркелген. ББҚ ұтымды жіктеу мәселесі өзекті болып табылады. Тамаққа ББҚ өндіру (дайындау) кезінде адам өмірі мен денсаулығына қауіп төндіретін өсімдіктер, саңырауқұлақтар мен биологиялық белсенді заттарды пайдалануға жол берілмейді [2].

Қазіргі уақытта пробиотиктер адамның иммунитетін арттыру және сақтау үшін кеңінен қолданылады, өйткені олар адам микрофлорасына пайдалы әсер етеді. Пробиотиктер асқорытуды жақсартады, жұқпалы ауруларға төзімділікті арттырады және жедел ішек инфекцияларында емдік әсер көрсетеді. Пробиотиктер бактериялық микрофлораның теңгерімін сақтап қана қоймай, бүкіл ағзаны сауықтырады. Сондықтан пробиотиктер метаболизмді жоғарылату және метаболизм процестерін жақсарту, аллергендерден, токсиндерден, канцерогендерден қорғау, жұқпалы аурулардың алдын алу және иммунитетті жоғарылату, дәрі-дәрмектердің (бактериофагтар, антибиотиктер және т. Б.) тиімділігін арттыру үшін кеңінен қолданылады [3]. Пробиотиктерді құрайтын микроорганизмдер, асқазан сөлінің агрессивті ортасында өледі және сәйкесінше пробиотиктер функционалдығын жоғалтады [4]. Альгинат ББҚ мен пробиотиктерді капсулалауға жақсы материал болып табылады. Капсулалау материалына келесідей жеке тоқталып өтсек.

Альгинат – теңіз қызыл балдырларының әртүрлі түрлерінен алынған табиғи полисахарид (лат. Phaeophyceae, жапон ламинариясы (лат. Laminaria Japonica Agresch) [5;6].

Кальций альгинатын пробиотиктерді капсулалау үшін қолдану қарапайымдылығына, уыттылығына, биожетімділігіне және төмен құнына байланысты қолайлы [7, 8;9].

Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, зерттеу мақсаты тұжырымдалды – полимер натрий альгинат арқылы ББҚ, пробиотиктерді шашырату әдіспен капсулалау.

Осы мақсатқа жету үшін келесі міндет қойылды: 0,5% натрий альгинат, 1% натрий альгинат концентрацияларында шашырату әдіспен капсула түзілу мүмкіндігіне тәжірибе жасап көру.

Материалдар мен әдістер

Бұл жұмыста полимер түрі капсулалау материалы ретінде таңдалды: натрий альгинаты. Капсулалауға таңдалған әдіс шашырату. Натрий альгинат концентрациясында ерітінді дайындалды. Шашырату әдісімен 0,5% натрий альгинат және 1% натрий альгинат концентрациясында капсула түзілу мүмкіндігін анықтау үшін тәжірибе жасалды. Қондырғы 1-суретте көрсетілген.



Сурет 1 – Капсулалауға арналған қондырғы

Бүрку әдісі қатты ядросы мен май қабығы бар микрокапсулаларды алу кезінде қолданылады. Дәрілік заттың ядролары май компонентінің ерітіндісінде немесе балқымасында (балауыз, цетил спирті, глицерин моно – немесе дистеараты және т.б.) суспензияланады және бүріккіш кептіргіште шашыратылады. Бұл жағдайда дәрілік заттың бөлшектері булану немесе салқындату нәтижесінде қатаятын сұйық қабықшалармен жабылады. Алынған құрғақ микрокапсулалардың мөлшері 30-50 мкм құрайды [10].

Бүріккіш кептіру: әдістері мен технологиясы. Бүріккіш кептіру соңғы жылдары фармацевтика өнеркәсібінде кез-келген сұйық сұйықтық объектілерінің әмбебаптығы мен кептіру мүмкіндігіне байланысты кең тарала бастады. Бұл құрылымдық, дисперсті және сапалық сипаттамалары бар ұнтақ өнімді алуға мүмкіндік береді. Бүріккіш кептіру кезінде еріткіш кептірілген өнімнен буланып кетеді. Кептірілген материал ұсақ ұнтақ немесе түйіршіктер түрінде алынады. Бүріккіш түрдегі кептіру қондырғылары жұмсақ температуралық жағдайда тез кептіруге қол жеткізуге және өнімнің біркелкі сапасын алуға мүмкіндік береді. Бүріккіш кептіру әдісін қолдану көп жағдайда құрғақ ұнтақты алу технологиясын жеңілдетеді және оны толығымен механикаландырады. Келесі операциялар қажет болмайды: ұнтақтау,

центрифугалау, сүзу. Тамақ өнеркәсібі: дәнді дақылдар ұнтақтары, тауық еті ұнтағы, ет дәмдеуіштері, сүт ұнтағы және оны алмастырғыш, какао, тез еритін шай мен кофе, соя және жержаңғақ ақуызы, ақуыз гидролизаты, жұмыртқа ақуызын алмастырғыш (сарысы), жүгері сығындысынан алынған қант, жүгері крахмалы, глюкоза, пектин, уыт, аскорбин қышқылы және т.б. Химия өнеркәсібі: сілтілі металл фторидтері, кремний қышқылы формальдегид, катализаторлар, күкірт қышқылы, амин қышқылдары, тыңайтқыштар және т.б [11].

Капсула (латын тілінен *capsula* – қорап, қабық) – қабықшаға салынған дәрілік заттан тұратын дәрілік форма. Соңғы жылдары бұл дәрілік форма кең тарады, бұл оның бірқатар ерекшеліктерімен түсіндіріледі: дозалау дәлдігі, дәрілік заттар жарықтың, ылғалдың және ауаның әсерінен қорғалған, бұл жеңіл тотықтырғыш заттардың қауіпсіздігі үшін өте маңызды, кейбір жағдайларда олардың жағымсыз дәмі, түсі мен иісі алынып тасталады [12].

Бүріккішпен салқындату, сондай-ақ бүріккішпен мұздату деп те аталады, бұл майларды немесе балауыздарды қабырға материалы ретінде пайдалануға мүмкіндік беретін микрокапсулалау әдісі [13]. Негізгі материалы балқытылған тасымалдағышта ерітіледі немесе дисперсті болады, ал алынған препарат бүріккіш форсункаға беріледі және салқындату камерасына шашыратылады. Салқындатылған ауамен жанасатын балқыма тамшылары қатайды. Осылайша, бұл негізгі материалы біркелкі таралатын микробөлшектердің пайда болуына әкеледі [14,15].

Нәтижелер мен талқылаулар

Капсулаларды қолмен алу әдістері, шашырату әдісі бүгінде кеңінен қолданылады. «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КеАҚ зертханасында капсулаларды алу бойынша алдын ала тәжірибе жүргізілді.

Тәжірибе жасау кезінде алынған капсулалар 2-ші суретте көрсетілгендей болып шықты. Шашырату әдісімен 0,5% натрий альгинат концентрациясында тәжірибе жасалды. Тәжірибе жасау кезінде материалдар ретінде натрий альгинат таңдап алынды. Натрий альгинат концентрациясында ерітінді дайындалды. 0,5% натрий альгинат концентрациясында тұтқырлығы төмен болуына байланысты алынған капсулалар жұмсақ, беті тегіс емес, формасы сақталмаған, орташа мөлшері $2,0 \times 10^{-3}$ м болып шықты.

Ал 1% натрий альгинат концентрациясында шашырату әдісімен ерітіндінің жоғары тұтқырлығына байланысты капсулалар алынған жоқ. Тамшылату әдісімен алынған капсулалар біркелкі дөңгелек және тығыз, орташа мөлшері $3,2 \times 10^{-3}$ м болып шықты. Алынған капсулаға қызыл (алқызыл) тағамдық өнімдерді бояуға арналған қоспасы 0,2-0,3 гр қосылды, құрамы (E129), (E1414), (E202, E211).



Сурет 2 – 0,5% натрий альгинат, 1% натрий альгинат концентрациясында алынған капсулалар

Қорытынды

Полимер натрий альгинаты арқылы ББҚ мен пробиотиктерді шашырату әдіспен капсулалауға тәжірибе жасалды. Қазіргі заманғы медицинаның жетістіктеріне қарамастан, адам ағзасы күшейе алмады, керісінше, үнемі өсіп келе жатқан жүктемелердің әсерінен оның бейімделу қабілеті үнемі төмендейді.

Шашырату әдіспен тәжірибе жасауда полимерлер 0,5% натрий альгинат концентрациясында ерітінді дайындалды. Шашырату әдісімен 0,5% натрий альгинат концентрациясында тәжірибе жасалды. 0,5% натрий альгинат концентрациясында

тұтқырлығы төмен болуына байланысты алынған капсулалар жұмсақ, беті тегіс емес, формасы сақталмаған, орташа мөлшері $2,0 \times 10^{-3}$ м болып шықты.

1% натрий альгинат концентрациясында шашырату әдісімен ерітіндінің жоғары тұтқырлығына байланысты капсулалар алынған жоқ. Тамшылату әдісімен алынған капсулалар біркелкі дөңгелек және тығыз, орташа мөлшері $3,2 \times 10^{-3}$ м болып шықты.

Әдебиеттер тізімі

1. Тенденции развития рынка БАД в Республике Казахстан. <https://pharm.reviews/analitika/item/29-tendentsii-razvitiya-rynka-bad-v-respublike-kazakhstan-2013-2014-god> [29.05.2023].
2. О безопасности пищевой продукции. Понятие «пищевая продукция»: Технический регламент Таможенного союза 021/2011 от 09.12.2011 // Правовой портал Евразийского экономического союза. URL: <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/tehnreg/deptexreg/tr/Documents/TR%20TS%20PishevayaProd.pdf>. [28.05.2023]
3. Жумадилова Г.А. Исследование процесса инкапсулирования пробиотиков с целью создания оборудования: дисс ... PhD- 6D072400. – Семей: НАО «Университет имени Шакарима города Семей», 2020. – 131с.
4. 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. – 218с.
5. Burgain J., Gaiani C., Linder M., Scher J. Encapsulation of probiotic living cells: From laboratory scale to industrial applications. *Journal of Food Engineering* 104, 2011. – P.467-483.
6. Rowley J.A., Madlambayan G., Mooney D.J. Alginate hydrogels as synthetic extracellular matrix materials. *Biomaterials* 20 (1), 1999. – P. 45-53.
7. Krasaekoopt W., Bhandari B., Deeth H. Evaluation of encapsulation techniques of probiotics for yoghurt. *International Dairy Journal* 13 (1), 2003. – P. 3-13.
8. Cook M.T., Tzortzis G., Charalampopoulos D., Khutoryanskiy V. V. Microencapsulation of probiotics for gastrointestinal delivery. *Review//Journal of Controlled Release*, – 2012. – P. 56-67.
9. Муратбаев А.М. Капсулаланған биологиялық белсенді қоспаларды қолданып өндірілген, тамақ өнімдерінің қауіпсіздігін қамтамасыз етудің тәжірибелік аспектілері: дисс. ... PhD – 6D073500. – Семей: Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, 2021. – 169 с.
10. <https://farmf.ru/prochee/mikrokapsulirovanie-tehnologiya-i-vspomogatelnye-veshhestva/> Микрокапсулирование. Технология и вспомогательные вещества [20.05.2023].
11. <https://www.diapazon-pharm.ru/raspylitelnaya-sushka-metody-i-tehnologiya> Распылительная сушка: методы и технология [20.05.2023]
12. <https://farmf.ru/prochee/kapsuly-ix-vidy-vspomogatelnye-veshhestva-tehnologii-napolneniya/> Капсулы, их виды, вспомогательные вещества, технологии наполнения [20.05.2023]
13. Morgan R, Blagdon P (1993) Methods of encapsulating liquids in fatty matrices and products thereof, US patent 5204029.
14. Gavory C, Abderrahmen R, Bordes C, Chaussy D, Belgacem MN, et al. (2014) Encapsulation of a pressure sensitive adhesive by spray-cooling: Optimum formulation and processing conditions. *Adv Powder Technol* 292-300.
15. Okuro P.K, Junior F.M, Favaro-Trindade CS (2013) Technological Challenges for Spray Chilling Encapsulation of Functional Food Ingredients. *Food Technol Biotechnol* 51: 171-82.

References

1. Tendencii razvitija rynka BAD v Respublike Kazahstan. <https://pharm.reviews/analitika/item/29-tendentsii-razvitiya-rynka-bad-v-respublike-kazakhstan-2013-2014-god> [29.05.2023]. (In Russian).
2. O bezopasnosti pishhevoj produkcii. Ponjatie «pishhevaja produkcija»: Tehniceskij reglament Tamozhennogo sojuza 021/2011 ot 09.12.2011 // Pravovoj portal Evrazijskogo jekonomicheskogo sojuza. URL: <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/tehnreg/deptexreg/tr/Documents/TR%20TS%20PishevayaProd.pdf>. [28.05.2023]. (In Russian).
3. Zhumadilova G.A. (2020) Issledovanie processa inkapsulirovanija probiotikovs cel'ju sozdanija oborudovanija [Investigation of the process of encapsulation of probiotics in order to create equipment]. diss. ... PhD – 6D072400. – Semey: Shakarim State University of Semey, – p.131. (In Russian).

4. Kakimov A.K., Kakimova Zh.H., Zharykbasova K.S., Bepeeveva A.E., Mirasheva G.O., Dzhumazhanova M.M., Zhumadilova G.A. (2017) Inkapsulirovanie biologicheskii aktivnykh dobavok i ih ispol'zovanie pri proizvodstve pishhevyykh produktov [Encapsulation of biologically active additives and their use in food production]: monograph. – RSE on PCV Shakarim State University of Semey. – Almaty, – 218 s. (In Russian).
5. Burgain J., Gaiani C., Linder M., Scher J. Encapsulation of probiotic living cells: From laboratory scale to industrial applications. Journal of Food Engineering 104, 2011. – P.467-483. (In English).
6. Rowley J.A., Madlambayan G., Mooney D.J. Alginate hydrogels as synthetic extracellular matrix materials. Biomaterials 20 (1), 1999. – P. 45-53. (In English).
7. Krasaekoopt W., Bhandari B., Deeth H. Evaluation of encapsulation techniques of probiotics for yoghurt. International Dairy Journal 13 (1), 2003. – P. 3-13. (In English).
8. Cook M.T., Tzortzis G., Charalampopoulos D., Khutoryanskiy V. V. Microencapsulation of probiotics for gastrointestinal delivery. Review/Journal of Controlled Release, – 2012. – P. 56-67. (In English).
9. Muratbayev A.M. (2021) Kapsulalanfan biologijalyq belsendi qospalardy qoldanyp endirilgen, tamaq emimderini qauipsizdigin qamtamasyz etudi q tezhibelik aspektleri [Practical aspects of ensuring the safety of food products produced using encapsulated biologically active additives]. diss. ... PhD – 6D073500. – Semey: Shakarim University of Semey, – 169 P. (In Russian).
10. <https://farmf.ru/prochee/mikrokapsulirovanie-texnologiya-i-vspomogatelnye-veshhestva/> Микрокапсулирование. Технология и вспомогательные вещества [20.05.2023]. (In Russian).
11. <https://www.diapazon-pharm.ru/raspylitelnaya-sushka-metody-i-tehnologiya> Распылительная сушка: методы и технология [20.05.2023]. (In Russian).
12. <https://farmf.ru/prochee/kapsuly-ix-vidy-vspomogatelnye-veshhestva-texnologii-napolneniya/> Капсулы, их виды, вспомогательные вещества, технологии наполнения [20.05.2023]. (In Russian).
13. Morgan R, Blagdon P (1993) Methods of encapsulating liquids in fatty matrices and products thereof, US patent 5204029. (In English).
14. Gavory C, Abderrahmen R, Bordes C, Chaussy D, Belgacem MN, et al. (2014) Encapsulation of a pressure sensitive adhesive by spray-cooling: Optimum formulation and processing conditions. Adv Powder Technol 292-300. (In English).
15. Okuro PK, Junior FM, Favaro-Trindade CS (2013) Technological Challenges for Spray Chilling Encapsulation of Functional Food Ingredients. Food Technol Biotechnol 51: 171-82. (In English).

А.К. Какимов^{1*}, А.А. Майоров², Г.А. Жумадилова¹, А.М. Муратбаев¹, М.М. Ташыбаева¹

¹Университет имени Шакарима города Семей ,

071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20А

²Федеральный Алтайский научный центр агроботехнологий,
656910, Российская Федерация, г. Барнаул, ул. Советской Армии, 66

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

КАПСУЛИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК И ПРОБИОТИКОВ МЕТОДОМ РАСПЫЛЕНИЯ

В данной статье рассматривается инкапсулирование биологически активных добавок (БАД) и пробиотиков методом распыления. Сегодня зарегистрировано большое количество БАДов, актуальным является вопрос рациональной классификации БАДов. При производстве БАДов не допускается использование растений, грибов и биологически активных веществ, представляющих опасность для жизни и здоровья человека. В настоящее время подчеркивается важность пробиотиков для повышения и поддержания иммунитета человека.

Существует множество технологий капсулирования БАДов и пробиотиков: это экструзия, сушка распылением, замораживание распылением, добавление в матрицу, капсулирование гелем, капсулирование в кипящем слое. На основе литературного обзора рассмотрены технологии капсулирования полимеров альгината.

В качестве материалов при проведении экспериментов были выбраны альгинат натрия. Приготовлен раствор из альгината натрия.

Капсулы, полученные из 0,5% альгината натрия мягкие, с неоднородной поверхностью, не сферической формы, что связано с малой вязкостью альгината натрия, средний размер составил $2,0 \times 10^{-3}$ м.

При эксперименте с концентрацией раствора 1% альгината натрия методом распыления получить капсулы не удалось из-за высокой вязкости. Капсулы были получены капельным методом, имели округлую форму, плотной структуры, средний размер составил $3,2 \times 10^{-3}$ м.

Ключевые слова: капсулы, альгинат, распылительный метод, пробиотик, БАД.

A.K. Kakimov^{1*}, A.A. Mayorov², G.A. Zhumadilova¹, A.M. Muratbayev¹, M.M. Tashybayeva¹

¹Shakarim University of Semey,

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

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

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

ENCAPSULATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE ADDITIVES AND PROBIOTICS BY SPRAYING

This article discusses the encapsulation of biologically active additives (BAA) and probiotics by spraying method. Today, a large number of BAA are registered in the country, the issue of rational classification of BAA is relevant. In the production of BAA, the use of plants, fungi and BAA that pose a danger to human life and health is not allowed. Currently, the importance of probiotics for enhancing and maintaining human immunity is emphasized.

There are many technologies for encapsulating dietary supplements and probiotics: extrusion, spray drying, spray freezing, addition to the matrix, gel encapsulation, encapsulation in a fluidized bed. Based on the literature review, alginate polymer encapsulation technologies are considered.

Sodium alginate was selected as the materials for the experiments. A solution of sodium alginate has been prepared. Capsules obtained from 0.5% sodium alginate are soft, with an inhomogeneous surface, not spherical in shape, which is due to the low viscosity of sodium alginate, the average size was $2,0 \times 10^{-3}$ м.

In an experiment with a concentration of a solution of 1% sodium alginate, it was not possible to obtain capsules by spraying due to the high viscosity. The capsules were obtained by the drip method, had a rounded shape, dense structure, the average size was $3,2 \times 10^{-3}$ м.

Key words: capsule, alginate, spraying method, probiotic, BAA.

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: <https://orcid.org/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.

Гульмира Амангазыевна Жумадилова – PhD, «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының меңгерушісі; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: zhumadilovaga@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/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: <https://orcid.org/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: <https://orcid.org/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: <https://orcid.org/0000-0002-9607-1684>.

Александр Альбертович Майоров – доктор технических наук, профессор ФГБНУ Федеральный Алтайский научный центр агробιοтехнологий, Россия; e-mail: maiorov.alex@mail.ru.

Гульмира Амангазыевна Жумадилова – PhD, заведующая кафедрой «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: zhumadilovaga@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/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: <https://orcid.org/0000-0002-0830-5007>.

Маржан Мейрамбекқызы Ташыбаева – докторант кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: marzhan06081990@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/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: <https://orcid.org/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.

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: <https://orcid.org/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: <https://orcid.org/0000-0002-0830-5007>.

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

Материал 30.05.2023 ж. баспаға түсті.

DOI: 10.53360/2788-7995-2023-2(10)-8

МРНТИ:65.13.13

М.К. Шаяхметова^{1*}, А.Л. Касенов², Г.Б. Абдилова¹, Н.К. Ибрагимов¹

¹Университет имени Шакарима города Семей,

071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

²Казахский агротехнический университет имени С.Сейфуллина,

010011, Республика Казахстан, г. Астана, пр. Женис, 62

*e-mail: madina07sh@mail.ru

РАСЧЕТ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЯ

Аннотация: В данной статье рассмотрим центрифугу для разделения жира от шквары для кормовой муки для животноводства. Сырье, необходимое для производства технического жира и сухих кормов, собирают во всех цехах и отделениях мясокомбината. Сырье делят на жирное и обезжиренное. Он может быть мягким и костистым. Сбор сырья можно соединить с сортировкой. Тепловая обработка сырья проводится сухим и влажным (мокрым) способами. Если используется сухой метод, необходимо провести повторную

сортировку коллагенового сырья. Это связано с тем, что под воздействием тепловой обработки происходит гидролиз коллагена, что приводит к образованию большого количества липкого бульона.

При сухом способе обеззараживание и увлажнение проводятся в одном аппарате, а при влажном методе в отдельном. Для получения безубыточного сырья при тепловой обработке обработка сырья в котлах при температуре 408 К занимает до 9 часов. При тепловой обработке сырья более эффективна обработка сухим способом, чем влажным.

Преимущество сухого метода заключается в том, что в процессе используется небольшое количество воды, которая производится только в одном аппарате и имеет хороший выход шквары и жира.

Недостатком влажного способа является то, что большая часть питательных веществ превращается в бульон, из-за чего снижается пищевая ценность шквары. Кроме того, увеличивается расход пара на выпаривание бульона, уменьшается выделение жира из-за его циркуляции в виде эмульсии. При повышенной кислотности получают жир второго сорта (при сухом способе – 80% первого сорта).

Ключевые слова: центрифуга, шквара, жир, кормовая мука, шнек, фильтрующий барабан, процесс разделения.

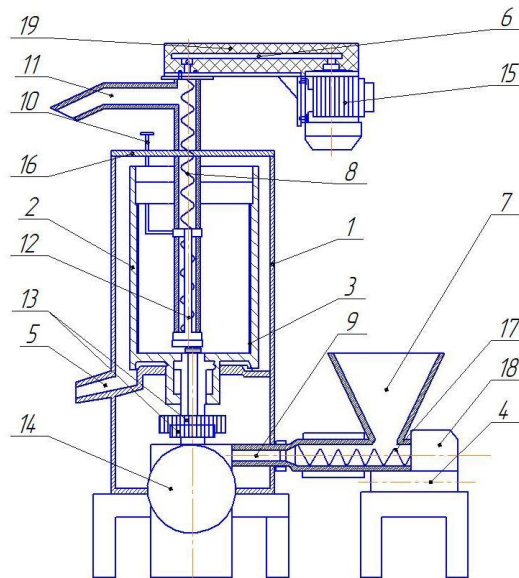
Введение

В настоящее время в различных отраслях промышленности используются девять основных видов центробежного оборудования. В их числе пять видов, непрерывно действующих, фильтровально-шнековые центрифуги, пульсирующие, инерционные, вибрационные выгрузки осадка и отстойно-шнековые центрифуги. Это наиболее эффективное устройство, используемое для разделения жидких гетерогенных систем [1, 2]. Однако в современных условиях технологические и динамические научные аспекты изучаются только в центробежных устройствах, которые постоянно работают, не достаточные исследования, предоставляя им центробежное оборудование. Это явно проявляется в высвобождении жидкой фазы из мясной промышленности. Это связано с тем, что мясные продукты представляют собой сложную коллоидную рассеянную систему, состоящую из плотно смежной влаги и сухих остатков с превосходной адсорбционной способностью. При изучении процесса разделения жидких неоднородных систем не хватает научных работ, которые придают процессу качественный и количественный характер, обращая внимание на технологические характеристики производства с геометрическими свойствами оборудования. Исследования, как правило, учитывают геометрические измерения и основаны на законах среднего значения. Он не может описать точный процесс поточного процесса. Эти условия показывают, что процесс разделения жидких неоднородных систем в центробежных устройствах по-прежнему требует много исследований [3].

Цель исследования. Усовершенствование центрифуги для разделения жира от шквары, произведены инженерные расчёты экспериментально-исследовательской центрифуги [4].

На рисунке 1 изображена экспериментальная фильтрующая центрифуга. Весь процесс состоит из собственно центробежного разделения и центробежного фильтрования через перфорированную внутреннюю поверхность барабана.

Шквара транспортируется из приемного бункера 7 с помощью шнека 8 питателя 4 по трубопроводу 9 подается во вращающийся внутри корпуса фильтрующий барабан 2. Продукт, непрерывно поступающий через трубопровод 9, под действием центробежной силы от центра фильтрующего барабана 2 отбрасывается к стенкам барабана. В этот момент происходит процесс отделения жидкой фракции, образуя кольцо под действием давления и силы инерции, выделенная жидкая фракция выходит через отверстия сетки барабана 3 и направляется по патрубку 5 для дальнейшей переработки, твердая фракция, не прошедшая через отверстия сетки барабана 3, снимается скребком 12, перенаправляется внутрь разгрузочного устройства и с помощью шнека вращающегося через клиноремennую передачу 6 электродвигателем 15, подается в патрубок 11, после чего направляется на дальнейшую переработку.



1 – корпус; 2 – фильтрующий барабан; 3 – сетка; 4 – питатель; 5 – патрубок выгрузки жидкой фракции; 6 – клиноременная передача; 7 – бункер; 8 – шнек разгрузочного устройства; 9 – трубопровод; 10 – рычаг; 11 – патрубок разгрузочный; 12 – подвижный скребок; 13 – шестеренчатая передача; 14 – двигатель центрифуги; 15 – двигатель разгрузочного устройства; 16 – крышка центрифуги; 17 – шнек разгрузочного устройства; 18 – мотор-редуктор привода питателя; 19 – защитное ограждение клиноременной передачи

Рисунок 1 – Экспериментальная фильтрующая центрифуга для получения шквары

Материалы и методы исследований

Расчёт кинетических параметров процесса центрифугирования [5].

1.1 Средний логарифмический радиус параболоида вращения, $R_{\bar{n}\delta}$, м

$$R_{\bar{n}\delta} = R \frac{1 - \sqrt{1 - \varphi}}{2,3 \lg \frac{1}{\sqrt{1 - \varphi}}} = R \frac{1 - \sqrt{1 - 0,5}}{2,3 \lg \frac{1}{\sqrt{1 - 0,5}}} = 0,846R = 0,09 \text{ м}$$

1.2 Критерий Архимеда, Ar

$$Ar = \frac{d^3 \cdot g(\rho_1 - \rho_2) \cdot \rho_{\bar{n}}}{\mu^2} = \frac{(1,5 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 9,81 \cdot (985 - 914) \cdot 914}{(0,014)^2} = 10,962$$

1.3 Рассчитываем фактор разделения (критерий Фруда), Fr

$$Fr = \frac{n^2 \cdot D_{\bar{n}\delta}}{1800} = \frac{2500^2 \cdot 0,18}{1800} = 625$$

1.4. Вычисляем произведение критериев Ar и Fr

$$Ar \cdot Fr = 10,962 \cdot 625 = 6851,25$$

Полученное значение 6851,25 находится в диапазоне 3,6 – 84000, что соответствует переходному режиму осаждения при центробежном фильтровании. По номограмме Лященко $Ly = f(Ar)$ при $Ar = 10,962$ находим значение критерия Рейнольдса $Re = 19$ [6].

1.5. Для переходного режима рассчитываем скорость движения частиц при осаждении:

$$w_{\text{ос.}} = 0,152 \cdot \frac{\mu_c}{d \cdot \rho_{\bar{n}}} \cdot Ar^{0,714} = 0,152 \frac{0,014}{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 985} 11^{0,714} = 0,08 \text{ м/с}$$

1.6. Динамический параметр центрифугирования A_0 , показывающий интенсивность процесса выразится:

$$A_0 = \frac{\mu}{d \cdot \rho_{\bar{n}}} \cdot (b \cdot Ar \cdot \frac{\omega^2}{g})^{\frac{1}{2-n}}$$

1.7. Для переходного режима центрифугирования геометрический параметр b определим из табл.43, стр.213 [7]:

$$b = \frac{1}{13,9} = 0,072$$

При этом показатель степени $n = 0,6$.

Угловая скорость движения системы в центрифуге:

$$\omega = \pi \cdot n / 30 = 3,14 \cdot 2500 / 30 = 261,7 \text{ с}^{-1}$$

1.8. Вычисляем динамический параметр процесса центрифугирования A_0 :

$$A_0 = \frac{\mu}{d \cdot \rho_{\bar{n}}} \cdot (b \cdot Ar \cdot \frac{\omega^2}{g})^{\frac{1}{2-n}} = \frac{0,014}{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 985} \cdot \left(0,072 \cdot 11 \cdot \frac{(261,7)^2}{9,81} \right)^{\frac{1}{2-0,6}} =$$

$$= 0,009475 \cdot (5529,2)^{0,7143} = 4,47$$

1.9. Скорость движения частиц при центрифугировании определяем:

$$w_{\delta\delta} = A_0 \cdot R_x^{\frac{1}{2-n}} = 4,47 \cdot R_x^{0,7143}$$

Задаёмся числовыми значениями R_x и вычисляем $w_{\text{цф}}$ и $1/w_{\text{цф}}$ [8].

Таблица 1 – Числовые значения кинетических параметров центрифугирования

R_x (м)	0,0125	0,0250	0,050	0,106
$w_{\text{цф}}$ (м/с)	0,195	0,321	0,526	0,900
$1/w_{\text{цф}}$ (с/м)	5,128	3,115	1,901	1,111

1.10. Интеграл продолжительности цикла центрифугирования решаем графически. Для решения выбирают следующие масштабы:

$$R: 10\text{мм} \rightarrow 0,05\text{м}$$

$$1/w_{\text{цф}}: 10\text{мм} \rightarrow 0,4 \text{ с/м}$$

$$1\text{см}^2 = R \cdot 1/w_{\text{цф}} = 0,05 \cdot 0,4 = 0,02 \text{ с.}$$

Величин $1/w_{\text{цф}}$ представляет собой темп движения частиц фугата (осветлённой жидкой фазы) при центрифугировании.

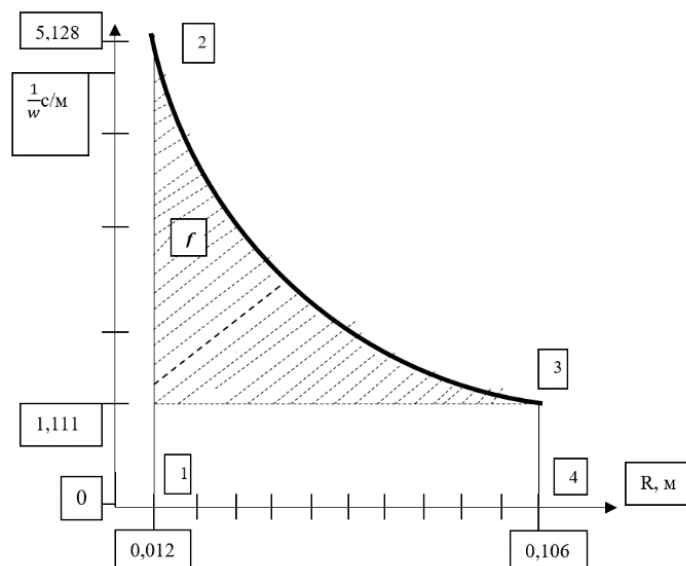


Рисунок 2 – Графическое отображение интеграла продолжительности цикла центрифугирования

Вычисляем под интегральную площадь (f), используя принятый выше масштаб:

$$0,106 / 0,05 = 2,12 \text{ см}; 0,012/0,05 = 0,24 \text{ см}; 5,128/0,4 = 12,82 \text{ см}; 1,111/0,4 = 2,78 \text{ см}$$

$$f = f_1 - f_2 - f_3 = f_1 - f_2 - 0,5 \cdot (\alpha - \sin \alpha) \cdot r = \\ = (2,12 - 0,24) \cdot (12,82 - 2,78) - 0,5 \cdot (2,12 - 0,24) \cdot (12,82 - 2,78) - \\ - 0,5 \cdot (\alpha - \sin \alpha) r = 0,094 \cdot 4,017 - 0,5 \cdot 0,094 \cdot 4,017 - 0,5 \cdot (1,571 - 1,00) \cdot (5,128 - 1,111)$$

где f_1 – площадь прямоугольника;
 f_2 – площадь прямоугольного треугольника;
 f_3 – площадь сегмента
 $(\alpha = 90/57,3 = 1,571 \text{ рад}; \sin \alpha = 1,0; r = 2,12 - 0,24 = 1,88)$.

$$f = f_1 - f_2 - f_3 = (2,12 - 0,24) (12,82 - 2,78) - 0,5 \cdot (2,12 - 0,24) (12,82 - 2,78) - \\ 0,5 \cdot (\alpha - \sin \alpha) r = 1,88 \cdot 10,04 - 0,5 \cdot 1,88 \cdot 10,04 - 0,5 \cdot (1,571 - 1,0) \cdot 1,88 = 18,9 - 9,4 - 0,5 = 9 \text{ см}^2.$$

1.11. Определяем теоретическую единичную продолжительность центрифугирования (Θ):

$$\Theta = f \cdot \frac{R}{w} = 9 \cdot 0,118 = 1,06 \text{ с} \cong 1,1 \bar{n}$$

1.12. Средний радиус $R_x = 0,0484$ м; средняя арифметическая скорость движения частиц $w_{cp} = 0,4855$ м/с.

Тогда теоретическое время центрифугирования (Θ) с другой стороны определим:

Принимаем, как более достоверное, теоретическое время центрифугирования единицы массы $\Theta = 1,1 \text{ с}$.

$$\Theta = \frac{R - R_1}{w_{\bar{n}d}} = \frac{0,106 - 0,0484}{0,4855} = 0,12 \text{ с}$$

Полное время процесса включает в себя время на образования слоя осадка Θ_1 ; время на непосредственно на фильтрование и выход фугата Θ_2 .

Результаты и их обсуждение

Данную фильтрующую центрифугу применяем в непрерывном режиме работы. Центрифугирование происходит при постоянном числе оборотов (в данном опыте оптимальное значение $n = 2500$ об/мин). Расход энергии на преодоление сил инерции при непрерывном режиме, как известно, равен нулю. Полученное значение $v_{oc} = 0,24$ м/с практически подтверждает правильность принятой осевой скорости подачи по пункту 3.1. Окончательно принимаем $v_{oc} = 0,25$ м/с (с учётом возможных потерь энергии и сырья в процессе). Мощность на валу электродвигателя с учётом принимаемого среднего КПД передачи $\eta = 0,92$ и коэффициента запаса мощности $K = 1,1$ определим:

$$N_{\bar{o}e} = K \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,1 \cdot 610}{0,92} = 729,34 \text{ Вт}$$

По каталогу выбираем электродвигатель мощностью $N_{\bar{o}d} = 0,75$ кВт с синхронной частотой вращения 1000 об/мин 4A90L6У3.

Заключение: на основе проведения расчетных данных усовершенствование центрифуги для разделения жира от шквары, установили, что в производстве сухих кормов шквара представляет собой компонентов суспензионных и эмульсионных, процесс разделения которых следует совершенствовать путем фильтрации в центрифуге, определили теоретическую единичную продолжительность центрифугирования (Θ): Средний радиус $R_x = 0,0484$ м; средняя арифметическая скорость движения частиц $w_{cp} = 0,4855$ м/с, тогда теоретическое время центрифугирования (Θ) приняли достоверное время центрифугирования единицы массы $\Theta = 1,1 \text{ с}$. Полное время процесса включает в себя время

на образования слоя осадка Θ_1 ; время на непосредственно на фильтрование и выход фугата Θ_2 .

Список литературы

1. Пелеев А.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – р.5. – 328 с.
2. Соколова А.Я., Основы расчета и конструирования машин и автоматических пищевых производств // Издательство «Машиностроение» Москва. – 1969. – 132-139 с.
3. Уразбаев Ж.З., Уалиев С.Н., Какимов А.К., Кабулов Б.Б., Основы механической обработки сырья животного и растительного происхождения и технологии производства комбинированных мясных продуктов, Семей. – 2010 – 58-59 с.
4. Пат. 35832, Казахстан, МПК 51 В02С 18/36 (2006.01). Центрифуга для разделения жидких неоднородных систем // Шаяхметова М.К., Касенов А.Л., Ибрагимов Н.К., РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности» бюл. № 45 – 09.09.2022. – 4 с.
5. Иванов А.А. Исследование рубящего резания мясокостного сырья с целью совершенствования соответствующего оборудования: автореферат диссертации ... канд.тех. наук. - М.: МТИММП. – 1981. – 20 с.
6. Илюхин В.В. Коваленко В.Н., Тлегенов Ш.К. Прочностные характеристика порошкообразного мясокостного сырья и его компонентов. – Мясная индустрия СССР, 1983. № 6, – С. 37-38.
7. Гуль В.Е., Кулезнев В.Н. Структура и механические свойства полимеров. – М.: Высшая школа, 1972. – С. 84-93.

References

1. Peleev A.I. Technological equipment of meat industry enterprises. – М.: Food industry, 1971. – р.5. – 328 с. (In Russian).
2. Sokolova A.Ya., Fundamentals of calculation and design of machines and automatic food production // Publishing House "Mashinostroenie" Moscow. – 1969. – 132-139 p. (In Russian).
3. Urazbaev Zh.Z., Ualiev S.N., Kakimov A.K., Kabulov B.B., Fundamentals of mechanical processing of raw materials of animal and vegetable origin and technology of production of combined meat products, Semey. – 2010 – 58-59 с. (In Russian).
4. Pat. 35832, Kazakhstan, MPK 51 V02S 18/36 (2006.01). Tcentrifuga dlia razdeleniia zhidkikh neodnorodnykh sistem [Centrifuge for separation of liquid heterogeneous systems] // Shayakhmetova M.K., Kassenov A.L., Ibragimov N.K., RGP «Natsionalnyi institut intellektualnoi sobstvennosti» biul. № 45 – (09.09.2022). – 4 s. (In Russian).
5. Ivanov A.A. Research of chopping cutting of meat and bone raw materials in order to improve the appropriate equipment: abstract of the dissertation ... Candidate of Technical Sciences. – М.: МТИММП, 1981. – 20 p. (In Russian).
6. Ilyukhin V.V. Kovalenko V.N., TlegenovSh.K. Strength characteristics of powdered meat and bone raw materials and its components. - Meat industry of the USSR, 1983. No. 6, pp. 37-38. (In Russian).
7. Gul V.E., Kuleznev V.N. Structure and mechanical properties of polymers. – М.: Higher School, 1972. – Pp. 84-93.

М.К. Шаяхметова^{1*}, А.Л. Касенов², Г.Б. Абдилова¹, Н.К. Ибрагимов¹

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

²С. Сейфуллин атындағы қазақ агротехникалық университеті,
010011, Қазақстан, Астана қ., Жеңіс даңғылы, 62

*e-mail: madina07sh@mail.ru

ЦЕНТРИФУГАЛАУ ПРОЦЕСІНДЕГІ КИНЕМАТИКАЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРДІ ЕСЕПТЕУ

Бұл мақалада мал шаруашылығына арналған жемдік ұнға ет-сүйекті шыжықтан майды бөлуге арналған центрифуганы қарастырамыз. Техникалық май мен құрғақ жем өндіруге қажетті шикізат ет комбинатының барлық цехтары мен бөлімшелерінде жиналады. Шикізат майлы және майсыз болып бөлінеді. Ол жұмсақ және сүйекті болуы мүмкін. Шикізатты жинауды сұрыптауға болады. Шикізатты термиялық өңдеу құрғақ және

ылғалды (дымқыл) тәсілдермен жүргізіледі. Егер құрғақ әдіс қолданылса, коллаген шикізатын қайта сұрыптау қажет. Себебі термиялық өңдеудің әсерінен коллаген гидролизі жүреді, бұл жабысқақ сорпаның көп мөлшерін тудырады.

Құрғақ әдіспен дезинфекциялау және ылғалдандыру бір аппаратта, ал дымқыл әдіспен-бөлек жүргізіледі. Жылулық өңдеу кезінде залалсыз шикізат алу үшін 408 К температурада қазандықтарда шикізатты өңдеу 9 сағатқа дейін созылады. Шикізатты термиялық өңдеуде ылғалды өңдеуге қарағанда құрғақ өңдеу тиімдірек.

Құрғақ әдістің артықшылығы-бұл процесте аз мөлшерде су қолданылады, ол тек бір аппаратта өңделіп, шыжық пен майдың бөлінуі жақсы жүреді.

Ылғалды әдістің кемшілігі – қоректік заттардың көп бөлігі сорпаға айналады, бұл шыжықтың тағамдық құндылығын төмендетеді. Сонымен қатар, сорпаны буландыру үшін бу шығыны артады, эмульсия түрінде болуына байланысты майдың бөлінуі азаяды. Қышқылдықтың жоғарылауымен екінші сортты май алынады (құрғақ әдіспен – бірінші сортты, 80%).

Түйін сөздер: центрифуга, шыжық май, жем ұны, шнек, сүзгіш барабан, ажырату процесі.

M. Shayakhmetova¹, A. Kasenov², G. Abdilova¹, N. Ibragimov¹

¹Shakarim University of Semey,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, Glinka str. 20A

²S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University,
010011, Kazakhstan, Astana, Zhenis avenue, 62

*e-mail: madina07sh@mail.ru

CALCULATION OF KINEMATIC PARAMETERS THE CENTRIFUGATION PROCESS

In this article, we will consider a centrifuge for separating fat from flakes for feed flour for animal husbandry. The raw materials necessary for the production of technical fat and dry feed are collected in all workshops and departments of the meat processing plant. Raw materials are divided into fat and fat-free. It can be soft and bony. The collection of raw materials can be combined with sorting. Heat treatment of raw materials is carried out by dry and wet (wet) methods. If the dry method is used, it is necessary to re-sort the collagen raw materials. This is due to the fact that under the influence of heat treatment, collagen hydrolysis occurs, which leads to the formation of a large amount of sticky broth.

With the dry method, disinfection and humidification are carried out in one device, and with the wet method – in a separate one. To obtain break-even raw materials during heat treatment, processing of raw materials in boilers at a temperature of 408 K takes up to 9 hours. During the heat treatment of raw materials, dry processing is more effective than wet.

The advantage of the dry method is that a small amount of water is used in the process, which is produced only in one apparatus and has a good yield of flakes and fat.

The disadvantage of the wet method is that most of the nutrients are converted into broth, which reduces the nutritional value of the pork. In addition, the steam consumption for evaporation of the broth increases, the release of fat decreases due to its circulation in the form of an emulsion. With increased acidity, second-grade fat is obtained (with the dry method – 80% of the first grade).

Key words: centrifuge, flakes, fat, feed flour, auger, filter drum, separation process.

Сведения об авторах

Мадина Канатовна Шаяметова* – докторант кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: madina07sh@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5133-4348>.

Амиржан Леонидович Касенов – доктор технических наук, и.о. профессора кафедры «Технология пищевых и перерабатывающих производств». Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина; Республика Казахстан; e-mail: amirzhan-1@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7715-1128>.

Галия Бекеновна Абдилова – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени

Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: abdilova1979@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6647-6314>.

Надир Кадырович Ибрагимов – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: ibragimnk@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9607-823X>.

Авторлар туралы мәліметтер

Мадина Канатовна Шаяхметова* – «Технологиялық жабдықтар және машинажасау» кафедрасының докторанты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: madina07sh@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5133-4348>.

Амиржан Леонидович Касенов – техника ғылымдарының докторы, Тамақ және өңдеу өнеркәсібінің технологиясы кафедрасының профессор м.а., С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Қазақстан; e-mail: amirzhan-1@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7715-1128>.

Галия Бекеновна Абдилова – техника ғылымдарының кандидаты, «Технологиялық жабдықтар және машинажасау» кафедрасының аға оқытушысы; e-mail: abdilova1979@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6647-6314>.

Надир Кадырович Ибрагимов – техника ғылымдарының кандидаты, «Технологиялық жабдықтар және машинажасау» кафедрасының аға оқытушысы; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті; e-mail: ibragimnk@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9607-823X>.

Information about the authors

Madina Shayakmetova* – doctoral student of the department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: madina07sh@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5133-4348>

Amirzhan Kassenov – doctor of Technical Sciences, professor of the department of «Food Technology and Processing Products», Kazakhstan. e-mail: amirzhan-1@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7715-1128>.

Galiya Bekenovna Abdilova – Candidate of technical sciences, professor of the department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: abdilova1979@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6647-6314>.

Nadir Ibragimov – candidate of Technical Sciences, senior lecturer «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: ibragimnk@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9607-823X>.

Материал поступил в редакцию 30.05.2023 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 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 мәтінде 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 гиполлипидемиялық 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. Өл-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 (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^{1*}, С.А. Зайцев², М.М. Исакова¹, А.К. Каримов³

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

²Мәскеу мемлекеттік университеті,
119991, Ресей Федерациясы, Мәскеу, Ленин таулары, 1-үй

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

*e-mail: smagulov@mail.ru

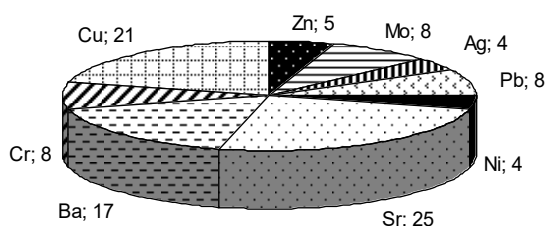
АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ БИОГЕОХИМИЯЛЫҚ МИГРАЦИЯСЫ ЖӘНЕ ЖИНАҚТАЛУЫ

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	$8,5 \times 10^{-5}$	–
<i>Ескертпе *</i>			

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 тяжелых металлов v компонентах природных i антропогенных ландшафтов // 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^{1*}, С.А. Зайцев², М.М. Исакова¹, А.К. Каримов³

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

²Московский государственный университет,
119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1

³Казахский 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^{1*}, S. Zaitsev², M. Isakov¹, A. Karimov³

¹Shakarim University of Semey,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinka Street

²Moscow State University, Moscow, Russia
119991, Russian Federation, Moscow, 1 Leninskie gory Street

³Al-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: 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: 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: 0000-0002-4787-4966.

Айтбек Калиевич Каримов – «Автоматтандыру» кафедрасының аға оқытушысы; әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан; e-mail: karimov@mail.ru. ORCID: 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: 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: 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: 0000-0002-4787-4966.

Айтбек Калиевич – старший преподаватель кафедры «Автоматизация»; Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан; e-mail: karimov@mail.ru. ORCID: 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: 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: 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: 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: 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

Для работы с порталом необходимо зарегистрироваться на сайте 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).
- 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. Аксартов 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 гиполипидемическая активность леуомизина. – Алматы: Бастау, 2007. – 148 с.

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

3. Абимурдына 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 (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^{1*}, С.А. Зайцев², М.М. Исакова¹, А.К. Каримов³

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

²Московский государственный университет,
119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1

³Казахский 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 отобрано содержание тяжелых металлов во льду водохранилищ.

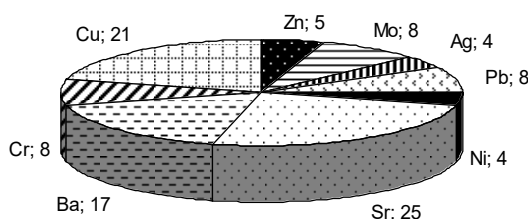


Рисунок 1 – Распределение содержания тяжелых металлов во льду водохранилищ Москворецкой системы

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 гиполипидемическая 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. Biogeohimicheskaya 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^{1*}, С.А. Зайцев², М.М. Исакова¹, А.К. Каримов³

¹Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки к-сі, 20 А

²Мәскеу мемлекеттік университеті,
119991, Ресей Федерациясы, Мәскеу, Ленин таулары, 1-үй

³Әл-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:.....

M. Smagulov^{1*}, S. Zaitsev², M. Iskakov¹, A. Karimov³

¹Shakarim University of Semey,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinka Street

²Moscow State University, Moscow, Russia
119991, Russian Federation, Moscow, 1 Leninskie gory Street

³Al-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: 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: 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: 0000-0002-4787-4966.

Айтбек Калиевич – старший преподаватель кафедры «Автоматизация»; Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан; e-mail: karimov@mail.ru. ORCID: 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: 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: 0000-0001-7057-0461.

Маржан Муратовна Исакова – «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының докторанты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: iskakova@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4787-4966.

Айтбек Калиевич Каримов – «Автоматтандыру» кафедрасының аға оқытушысы; әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан; e-mail: karimov@mail.ru. ORCID: 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: 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: 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: 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: 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

To work with the portal, you need to register on the site 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.
- 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 (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. Smagulov¹, S. Zaitsev², M. Iskakova¹, A. Karimov³

¹Shakarim University of Semey
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A, Glinki str.

²Moscow State University,
119991, Russian Federation, Moscow, Leninskiye Gory, 1, str.

³Kazakh 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.

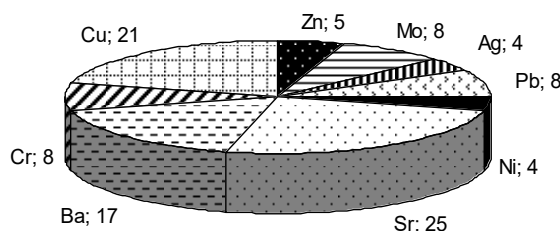


Figure 1 – Distribution of heavy metals in the ice of reservoirs of the Moskvoretskaya system

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^{1*}, С.А. Зайцев², М.М. Исакова¹, А.К. Каримов³

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

²Мәскеу мемлекеттік университеті,
119991, Ресей Федерациясы, Мәскеу, Ленин таулары, 1-үй

³Әл-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^{1*}, С.А. Зайцев², М.М. Исакова¹, А.К. Каримов³

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

²Московский государственный университет,
119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1

³Казахский 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: 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: 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: 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: 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: 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: 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: 0000-0002-4787-4966.

Айтбек Калиевич – старший преподаватель кафедры «Автоматизация»; Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан; e-mail: karimov@mail.ru. ORCID: 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: 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: 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: 0000-0002-4787-4966.

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

МАЗМҰНЫ – СОДЕРЖАНИЕ

А.Д. Абдувалова, Г.Е.Жидекулова МӘТІНДІК АҚПАРАТТЫ ӨНДЕУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУДА ЧАТ-БОТТАРДЫ ҚҰРУ КЕЗІНДЕ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ МОДЕЛІН ҚҰРУ.....	5
А.Ж. Жасулан, Ж.Б. Сагдолдина, Е.М. Мухаметов, К.Д. Орманбеков, А.Б. Шынарбек КАЛЬЦИЙ-ФОСФАТНЫЕ ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ МЕТОДОМ МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ (ОБЗОР).....	12
Б.Б. Кабулов, Е.К. Адильбеков РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОЙ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЙСК.....	23
Қ.Қ. Мамырбаев, Е.Т. Абильмажинов МЕХАНИКАЛЫҚ ӨНДЕУ КЕЗІНДЕ КЕСУ ПРОЦЕСІНДЕ ПАЙДА БОЛАТЫН ТЕМПЕРАТУРАНЫ ЗЕРТТЕУ.....	31
С.Т. Сулейменова, Ж. Мүсіріпша, Н.П. Кабулов, Е.А. Оспанов ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ САМОБАЛАНСИРУЮЩЕГОСЯ ДВУХКОЛЕСНОГО РОБОТА.....	38
А.Е. Serikov, G.A. Abitova INFORMATION TECHNOLOGY FOR PERSONALITY PREDICTION BASED ON RESUME ANALYSIS FOR HR COMPANIES.....	45
А.К. Какимов, А.А. Майоров, Г.А. Жумадилова, А.М. Муратбаев, М.М. Ташыбаева БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ҚОСПАЛАР МЕН ПРОБИОТИКТЕРДІ ШАШЫРАТУ ӘДІСПЕН КАПСУЛАЛАУ.....	50
М.К. Шаяхметова, А.Л. Касенов, Г.Б. Абдилова, Н.К. Ибрагимов РАСЧЕТ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЯ...	56
АВТОРЛАРҒА АРНАЛҒАН ЕРЕЖЕ.....	64
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ.....	69
RULES FOR AUTHORS.....	74

Басуға жіберілген күні 31.03.2023 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