



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ПРЕЗИДЕНТІНІҢ ЖАНЫНДАҒЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ
АКАДЕМИЯСЫ

№04

ISSN 2304-3334
№04(112)2026



ІЗДЕНІСТЕР, НӘТИЖЕЛЕР
Ғ ы л ы м и ж у р н а л



ИССЛЕДОВАНИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ
н а у ч н ы й ж у р н а л



RESEARCH, RESULTS
S C I E N T I F I C J O U R N A L

АЛМАТЫ

**KAZAKH NATIONAL AGRARIAN RESEARCH UNIVERSITY
NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF KAZAKHSTAN UNDER THE PRESIDENT OF THE
REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

**ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ АГРАРЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ПРЕЗИДЕНТІНІҢ ЖАНЫНДАҒЫ
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ**

**КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

Research, results	Ізденістер, нәтижелер	Исследования, результаты
Published since 1999.	Издается с 1999 г. Том	Издается с 1999 г.
Volume 28. No.112. 2026	28. No.112. 2026	Том 28. No.112. 2026

Зарегистрировано в Министерстве информации и общественного согласия РК.
Свидетельство об учетной регистрации №482-Ж от 25 ноября 1998 года.
Зарегистрировано в Международном центре регистрации серийных изданий ISSN
(ЮНЕСКО, Париж, Франция). ISSN 2304–3334.

Приказом №148 от 27.12.2022 г. Комитета по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МНВО РК научный журнал «Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты» КазНАИУ включен в Перечень изданий, рекомендуемых для публикации основных результатов научной деятельности (сельскохозяйственные науки).

С целью объединения усилий, продвижения и популяризации результатов научных изысканий казахстанских ученых в мировом сообществе, согласно Соглашения №27 от 15 августа 2023 года НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет» совместно с НАО «Национальная академия наук Республики Казахстан при Президенте Республики Казахстан» издает научный журнал «Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты».

EDITORIAL BOARD

EDITOR-IN-CHIEF:

Akhylbek Kazhigulovich Kurishbayev — Editor-in-Chief, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, President of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan under the President of the Republic of Kazakhstan, Academician; (Scopus h-9)

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:

Primkul Sholpankulovich Ibragimov — Deputy Editor-in-Chief, Doctor of Veterinary Sciences, Professor; (Scopus h-3)

EDITORIAL TEAM:

Abilai Ryspaevich Sansyzbay — Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Kazakh National Agrarian Research University. (Scopus h-16)

Nurzhan Biltebaikyzy Sarsembayeva — Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Kazakh National Agrarian Research University. (Scopus h-8)

Akhmetzhan Akievich Sultanov — Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Kazakh National Agrarian Research University, Director of the Department of Science; (Scopus h-12)

Sobiech Przemyslaw Hubert — Doctor of Veterinary Sciences, Professor, University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Poland; (Scopus h-12)

Andrey Pavlinovich Bogoyavlensky — Doctor of Biological Sciences, Professor, “Research and Production Center of Microbiology and Virology” LLP; (Scopus h-16)

Iancu Ionica Mihaela — Associate Professor, PhD, Faculty of Veterinary Medicine, Banat University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine “King Michael I of Romania”, Timișoara, Romania. Specialization: veterinary sciences, microbiology, infectious diseases, antimicrobial resistance; (Web of Science - 8).

Jan MICIŃSKI — PhD, University of Warmia and Mazury, Poland; (Scopus h-8)

Aibyn Adepkhanovich Torekhanov — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chairman of the Board of “Kazakh Research Institute of Animal Husbandry and Fodder Production” LLP; (Scopus h-3)

Kairat Zhaleluly Iskhan — Candidate of Agricultural Sciences, Professor of the “Department of Animal Biology” named after Academician N.O. Bazanova, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-4)

Sholpan Rakhimbekovna Adykanova — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Department of Zooengineering and Biotechnology, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-5)

Koray Kırıkçı — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ahi Evran University, Turkey; (Scopus h-6)

Temirzhan Yerkasovich Aitbayev — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician, Chairman of the Board of “Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing” LLP; (Scopus h-5)

Sholpan Orazovna Bastaubayeva — Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Chairman of the Board of “Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing” LLP; (Scopus h-8)

Bakhytzhan Alisherovich Duisembekov — Candidate of Biological Sciences, Chairman of the Board of “Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zhazken Zhiembaev” LLP; (Scopus h-7)

Erlan Bozanbayuly Dutbayev — Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor at the “Department of Plant Protection and Quarantine”, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-9)

Aigul Absultanovna Zhapparova — Candidate of Agricultural Sciences, Professor at the “Department of Soil Science, Agrochemistry and Ecology”, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-6)

Ashimkhan Toktasynovich Kanaev — Doctor of Biological Sciences, Professor at the “Department of Soil Science, Agrochemistry and Ecology”, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-4)

Fabián G.Fernández — PhD, Professor, University of Minnesota, USA; (Scopus h-28)

Elmira Saljnikov — PhD, Professor, University of Belgrade, Serbia; Professor at the Institute of Multidisciplinary Research; (Scopus h-14)

Askhat Khamitovich Naushabayev — PhD, Associate Professor at the “Department of Soil Science, Agrochemistry and Ecology”, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-4)

Wenfeng Liu - PhD, Professor, China Agricultural University; (Scopus h-39)

Mukhamadkhan Khamidov — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, Uzbekistan; (Scopus h-14)

Ainur Yesirkepovna Aldiyarova — PhD, Associate Professor, Kazakh National Agrarian Research University;

(Scopus h-4)

Kanat Kurmanovich Anuarbekov — PhD, Associate Professor, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-5)

Azamat Sansyrbayevich Madibekov — PhD, Associate Professor, Head of the Laboratory “Hydrochemistry and Environmental Toxicology”, Institute of Geography and Water Security; (Scopus h-8)

Dani Nurgisaevna Sarsekova — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Dean of the Faculty of Forestry and Land Resources, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-8)

Aizhan Naskenovna Zhildikbayeva — PhD, Associate Professor, Department of Land Resources and Cadastre, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-7)

Daniyar Akhmetovich Dosmanbetov — PhD, Associate Professor, Leading Researcher at the Almaty Branch of the “Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry named after A.N. Bokeikhan” LLP; (Scopus h-10)

Sezgin AYAN — Professor, PhD, Kastamonu University, Faculty of Forestry, Head of the Department of Silviculture, Turkey (Scopus h-14)

Roman Vladimirovich Shults — PhD, Professor, King Fahd University of Petroleum and Minerals, Saudi Arabia; (Scopus h-11)

Komil Dullievich Astanakulov — Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Agricultural Machinery and Technologies, National Research University “Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers”, Uzbekistan; (Scopus h-20)

Saykhat Orazovich Nukeshov — Doctor of Technical Sciences, Professor at S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Department of Technical Mechanics; (Scopus h-8)

Marat Zhalelovich Khazimov — Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Energy and Electrical Engineering, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-5)

Daskalov Plamen — PhD, Professor, University of Ruse “Angel Kanchev”, Vice-Rector for Development Coordination and Continuing Education, Bulgaria; (Scopus h-10)

Abdurakhim Suleimanovich Berdyshev — Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Energy and Electrical Engineering, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-8)

Anatoly Nikolaevich Ostrikov — Doctor of Technical Sciences, Professor, Voronezh State University of Engineering Technologies, Head of the Department of Processes and Apparatus of Chemical and Food Production; (Scopus h-7)

Liviu Gaceu - Professor, Transilvania University of Braşov, Romania; (Scopus h-9)

Aigul Kulakhmetovna Timurbekova — Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Food Technology and Safety, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-9)

Maksat Risbekovich Toyshimanov — PhD, Senior Lecturer in the Department of Food Technology and Safety, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-8)

Gulmira Serikbaykyzy Kenenbai — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, “Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry” LLP (Scopus h-5)

Scientific Journal “Research, Results”

Publication frequency: 6 issues per year

Languages: Kazakh, Russian, English

DOI prefix: 10.37884

ISSN: 2304-3334.

Scope: “Stock-Raising and Veterinary”; “Agriculture, Agrochemical, Feed Production, Agroecology”; “Water, Land, and Forest Resources”; “Agriculture Mechanization and Electrification”.

Distribution: Materials are distributed under the Creative Commons Attribution 4.0

Website: <https://journal.kaznaru.edu.kz>

Founder/Publisher: Kazakh National Agrarian Research University; National Academy of Sciences of Kazakhstan under the President of the Republic of Kazakhstan

Copyright: © Research, Results, 2026

РЕДАКЦИЯ

БАС РЕДАКТОР:

Куришбаев Ахылбек Кажигулович — бас редактор, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, ҚР Президенті жанындағы ҚР Ұлттық ғылым академиясының президенті, академик; (Scopus h-9)

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

Ибрагимов Примкул Шолпанкулович — бас редактордың орынбасары, ветеринария ғылымдарының докторы, профессор; (Scopus h-3)

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА:

Сансызбай Абылай Рыспаевич — ветеринария ғылымдарының докторы, профессор. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; (Scopus h-16)

Сарсембаева Нуржан Білтебайқызы — ветеринария ғылымдарының докторы, профессор. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; (Scopus h-8)

Султанов Ахметжан Акиевич — ветеринария ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Ғылым департаментінің директоры; (Scopus h-12)

Sobiech Przemyslaw Hubert — ветеринария ғылымдарының докторы, профессор. Олыштындағы Вармин-Мазур университеті, Польша; (Scopus h-12)

Богоявленский Андрей Павлович — биология ғылымдарының докторы, профессор. «Микробиология және вирусология ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС; (Scopus h-16)

Iancu Ionica Mihaela — доцент, PhD., Король Михай I атындағы Банат ауылшаруашылық ғылымдары және ветеринарлық медицина университетінің Ветеринарлық медицина факультеті (Тимишоара, Румыния). Мамандану салалары: ветеринария ғылымдары, микробиология, жұқпалы аурулар, микробқа қарсы төзімділік; (Web of Science-8).

Jan MICIŃSKI — PhD, Вармин-Мазур университеті, Польша; (Scopus h-8)

Тореханов Айбын Адепханович — ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндіру ғылым-зерттеу институты» ЖШС Басқарма төрағасы; (Scopus h-3)

Исхан Кайрат Жәлелұлы — ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, академик Н.О. Базанова атындағы «Жануарлар биологиясы» кафедрасының профессоры; (Scopus h-4)

Адылканова Шолпан Рахимбековна — ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, зооинженерия және биотехнология кафедрасының профессоры; (Scopus h-5)

Корай Кырыкчы — ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы. Ахи Эвран университетінің ауыл шаруашылығы факультетінің зоотехния кафедрасының профессоры (Түркия); (Scopus h-6)

Айтбаев Темиржан Еркасович — ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, академик, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ҒЗИ» ЖШС Басқарма төрағасы; (Scopus h-5)

Бастаубаева Шолпан Оразовна — ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор. «Қазақ егіншілік және Өсімдік шаруашылығы ҒЗИ» ЖШС басқарма төрағасы; (Scopus h-8)

Дуйсембеков Бахытжан Әлішерович — биология ғылымдарының кандидаты, «Жазкен Жиембаев атындағы өсімдіктерді қорғау және карантин Қазақ ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Басқарма төрағасы; (Scopus h-7)

Дутбаев Ерлан Бозанбайұлы — ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті. Бау-бақша, өсімдіктерді қорғау және карантин кафедрасының қауымдастырылған профессоры; (Scopus h-9)

Жаппарова Айгүл Абсултановна — ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, профессор. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті. Топырақтану, агрохимия және экология кафедрасының профессоры; (Scopus h-6)

Канаев Ашимхан Токтасынович — биология ғылымдарының докторы, профессор. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті. Топырақтану, агрохимия және экология кафедрасының профессоры; (Scopus h-4)

Fabián G.Fernández — философия докторы, профессор. Миннесота университетінің профессоры (Америка Құрама Штаттары); (Scopus h-28)

Elmira Saljnikov — философия докторы, профессор. Белград Университеті, Белград, Сербия. Көпсалалы зерттеулер институтының ғылыми қызметкері (профессор). (Scopus h-14)

Наушабаев Асхат Хамитович — PhD, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті. «Топырақтану, агрохимия және экология» кафедрасының қауымдастырылған профессоры; (Scopus h-4)

Wenfeng Liu — PhD, профессор. Қытай ауылшаруашылық университеті (China Agricultural University); (Scopus h-39)

Хамидов Мухамадхан — ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор. Ташкент суару және ауыл шаруашылығын механикаландыру инженерлері институты, Өзбекстан; (Scopus h-14)

Алдиярова Айнура Есиркеповна — PhD, қауымдастырылған профессор. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; (Scopus h-4)

Ануарбеков Канат Курманович — PhD, қауымдастырылған профессор. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; (Scopus h-5)

Мадиев Азамат Сансызбаевич — PhD, қауымдастырылған профессор. «Гидрохимия және экологиялық токсикология» зертханасының жетекшісі, География және су қауіпсіздігі институты; (Scopus h-8)

Сарсекова Дани Нургисаевна — ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Орман шаруашылығы және жер ресурстары» факультетінің деканы; (Scopus h-8)

Жилдикбаева Айжан Наскеновна — PhD, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Жер ресурстары және кадастр» кафедрасының қауымдастырылған профессоры; (Scopus h-7)

Досманбетов Данияр Ахметович — PhD, қауымдастырылған профессор, «Ә. Н. Бөкейхан атындағы орман шаруашылығы және агроорман шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Алматы филиалының жетекші ғылыми қызметкері; (Scopus h-10)

Sezgin AYAN — доктор профессор, Кастамону университеті, орман шаруашылығы факультеті, орман шаруашылығы бөлімінің меңгерушісі (Түркия); (Scopus h-14)

Шульц Роман Владимирович — PhD, профессор. Король Фадх атындағы Мұнай және минералдар университеті, Сауд Арабиясы; (Scopus h-11)

Астанакулов Комил Дуллиевич — техника ғылымдарының докторы. Өзбекстанның «Ташкент ирригация және ауыл шаруашылығын механикаландыру инженерлері институты» Ұлттық зерттеу университетінің «Ауыл шаруашылығы техникасы және технологиясы» кафедрасының меңгерушісі; (Scopus h-20)

Нукешов Саяхат Оразович — техника ғылымдарының докторы, профессор. С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті. «Техникалық механика» кафедрасының профессоры; (Scopus h-8)

Хазимов Марат Жалелович — техника ғылымдарының кандидаты. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Энергетика және электротехника» кафедрасының профессоры; (Scopus h-5)

Daskalov Plamen — PhD, профессор, Ангел Кънчев атындағы Русе Университеті, даму, үйлестіру және біліктілікті арттыру жөніндегі проректор, Болгария; (Scopus h-10)

Бердышев Абдурахим Сулейманович — техника ғылымдарының докторы, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Энергетика және электротехника» кафедрасының профессоры; (Scopus h-8)

Остриков Анатолий Николаевич — техника ғылымдарының докторы, профессор. Воронеж мемлекеттік инженерлік технологиялар университеті (РФ), «Химиялық және тамақ өндірісінің процестері мен аппараттары» кафедрасының меңгерушісі; (Scopus h-7)

Ливню Гачео — профессор Трансильван университетінің профессоры (Брашов қ., Румыния); (Scopus h-9)

Тимурбекова Айгуль Кулахметовна — техника ғылымдарының кандидаты. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Тамақ өнімдерінің технологиясы және қауіпсіздігі» кафедрасының профессоры; (Scopus h-9)

Тойшиманов Максат Рисбекович — PhD, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Тамақ өнімдерінің технологиясы және қауіпсіздігі» кафедрасының аға оқытушысы; (Scopus h-8)

Кененбай Гүлмира Серікбайқызы — техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор (доцент). «Қазақ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС; (Scopus h-5)

«Зерттеулер, нәтижелер» ғылыми журналы

Жиілігі: жылына 6 шығарылым.

Басылым тілі: қазақ, орыс, ағылшын.

Префикс DOI: 10.37884

ISSN: 2304-3334.

Тақырыптық бағыты: «мал шаруашылығы және ветеринария»; «егіншілік, агрохимия, жемшөп өндірісі, агроэкология»; «су, жер және орман ресурстары»; «ауыл шаруашылығын механикаландыру және электрлендіру».

Тарату: материалдар Creative Commons Attribution 4.0 лицензиясы бойынша таратылады

Веб-сайт: <https://journal.kaznaru.edu.kz>

Құрылтайшысы / баспагері: Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; Қазақстан Республикасы Президентінің жанындағы Қазақстан Республикасының Ұлттық Ғылым академиясы

Авторлық құқық: © Зерттеулер, нәтижелер, 2026

РЕДАКЦИЯ**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:**

Куришбаев Ахылбек Кажигулович — главный редактор, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Президент Национальной академии наук РК при Президенте РК, академик; (Scopus h-9)

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Ибрагимов Примкул Шолпанкулович — заместитель главного редактора, доктор ветеринарных наук, профессор; (Scopus h-3)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Сансызбай Абылай Рыспаевич — доктор ветеринарных наук, профессор. Казахский национальный аграрный исследовательский университет; (Scopus h-16)

Сарсембаева Нуржан Білтебайқызы — доктор ветеринарных наук, профессор. Казахский национальный аграрный исследовательский университет; (Scopus h-8)

Султанов Ахметжан Акиевич — доктор ветеринарных наук, профессор, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, директор департамента науки; (Scopus h-12)

Sobiech Przemyslaw Hubert — доктор ветеринарных наук, профессор. Варминьско-Мазурский университет в Ольштыне, Польша; (Scopus h-12)

Богоявленский Андрей Павлинович — доктор биологических наук, профессор. ТОО «Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии»; (Scopus h-16)

Iancu Ionica Mihaela — доцент, PhD. Факультет ветеринарной медицины Университета сельскохозяйственных наук и ветеринарной медицины Баната имени короля Михая I (г. Тимишоара, Румыния). Области специализации: ветеринарные науки, микробиология, инфекционные заболевания, антимикробная резистентность; (Web of Science – 8).

Jan MICIŃSKI — PhD, Варминьско-Мазурский университет, Польша; (Scopus h-8)

Тореханов Айбын Адепханович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Председатель правления ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства»; (Scopus h-3)

Исхан Кайрат Жәлелұлы — кандидат сельскохозяйственных наук. Казахский национальный аграрный исследовательский университет, профессор кафедры «Биология животных» имени академика Н. О. Базановой; (Scopus h-4)

Адылканова Шолпан Рахимбековна — доктор сельскохозяйственных наук. Казахский национальный аграрный исследовательский университет, профессор кафедры зооинженерии и биотехнологии; (Scopus h-5)

Корай Кырыкчы — доктор сельскохозяйственных наук. Профессор кафедры зоотехнии факультета сельского хозяйства Университета Ахи Эвран (Турция); (Scopus h-6)

Айтбаев Темиржан Еркасович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик, Председатель Правления ТОО «Казахский НИИ плодовоовощеводства»; (Scopus h-5)

Бастаубаева Шолпан Оразовна — кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор. Председатель правления ТОО «Казахский НИИ земледелия и растениеводства»; (Scopus h-8)

Дүйсембеков Бахытжан Әлішерович — кандидат биологических наук, Председатель правления ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений имени Жазкена Жиембаева»; (Scopus h-7)

Дутбаев Ерлан Бозанбайұлы — кандидат сельскохозяйственных наук. Казахский национальный аграрный исследовательский университет. Ассоциированный профессор кафедры плодовоовощеводства, защиты и карантина растений; (Scopus h-9)

Жаппарова Айгул Абсултановна — кандидат сельскохозяйственных наук, профессор. Казахский национальный аграрный исследовательский университет. Профессор кафедры почвоведения, агрохимии и экологии; (Scopus h-6)

Канаев Ашимхан Токтасынович — доктор биологических наук, профессор. Казахский национальный аграрный исследовательский университет. Профессор кафедры почвоведения, агрохимии и экологии; (Scopus h-4)

Fabián G.Fernández — доктор философии, профессор. Профессор Университета Миннесоты (Соединённые Штаты Америки); (Scopus h-28)

Elmira Saljnikov — доктор философии, профессор. Университет Белграда, Белград, Сербия. Научный сотрудник (профессор) Института многопрофильных исследований; (Scopus h-14)

Наушабаев Асхат Хамитович — PhD, Казахский национальный аграрный исследовательский университет. Ассоциированный профессор кафедры «Почвоведение, агрохимия и экология»; (Scopus h-4)

Wenfeng Liu — PhD, профессор. Китайский сельскохозяйственный университет (China Agricultural University); (Scopus h-39)

Хамидов Мухамадхан — доктор сельскохозяйственных наук, профессор. Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, Узбекистан; (Scopus h-14)

- Алдиярова Айнур Есиркеповна** — PhD, ассоциированный профессор. Казахский национальный аграрный исследовательский университет; (Scopus h-4)
- Ануарбеков Канат Курманович** — PhD, ассоциированный профессор. Казахский национальный аграрный исследовательский университет; (Scopus h-5)
- Мадиебеков Азамат Сансызбаевич** — PhD, ассоциированный профессор. Руководитель лаборатории «Гидрохимия и экологическая токсикология», Институт географии и водной безопасности; (Scopus h-8)
- Сарсекова Дани Нургисаевна** — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Декан факультета «Лесное хозяйство и земельные ресурсы»; (Scopus h-8)
- Жилдикбаева Айжан Наскеновна** — PhD, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, ассоциированный профессор кафедры «Земельные ресурсы и кадастр»; (Scopus h-7)
- Досманбетов Данияр Ахметович** — PhD, ассоциированный профессор, ведущий научный сотрудник Алматинского филиала ТОО «Научноисследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации имени Э.Н. Бөкейхана»; (Scopus h-10)
- Sezgin AYAN** — доктор профессор, Кастамону университет, факультет лесного хозяйства, заведующий отделом лесоводства (Турция); (Scopus h-14)
- Шульц Роман Владимирович** — PhD, профессор. Университет нефти и минералов имени короля Фадха, Саудовская Аравия; (Scopus h-11)
- Астанакулов Комил Дуллиевич** — доктор технических наук. Заведующей кафедры «Сельскохозяйственные техники и технологии» Национального исследовательского университета «Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», Узбекистан; (Scopus h-20)
- Нукешов Саяхат Оразович** — доктор технических наук, профессор. Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина. Профессор кафедры «Техническая механика»; (Scopus h-8)
- Хазимов Марат Жалелович** — кандидат технических наук. Казахский национальный аграрный исследовательский университет, профессор кафедры «Энергетика и электротехника»; (Scopus h-5)
- Daskalov Plamen** — PhD, профессор, Университет Русе имени Ангела Кънчева, проректор по вопросам развития, координации и повышения квалификации, Болгария; (Scopus h-10)
- Бердышев Абдурахим Сулейманович** — доктор технических наук, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, профессор кафедры «Энергетика и электротехника»; (Scopus h-8)
- Остриков Анатолий Николаевич** — доктор технических наук, профессор. Воронежский государственный университет инженерных технологий (РФ), заведующий кафедрой «Процессы и аппараты химических и пищевых производств»; (Scopus h-7)
- Ливию Гачео** — профессор Трансильванского университета (г. Брашов, Румыния); (Scopus h-9)
- Тимурбекова Айгуль Кулахметовна** — кандидат технических наук. Казахский национальный аграрный исследовательский университет, профессор кафедры «Технология и безопасность пищевых продуктов»; (Scopus h-9)
- Тойшиманов Максат Рисбекович** — PhD, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, старший преподаватель кафедры «Технология и безопасность пищевых продуктов»; (Scopus h-8)
- Кененбай Гүлмира Серікбайқызы** — кандидат технических наук, ассоциированный профессор (доцент). ТОО «Казахский научноисследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности»; (Scopus h-5)

Научный журнал «Исследования, результаты»

Периодичность: 6 выпусков в год.

Язык издания: казахский, русский, английский.

Префикс DOI: 10.37884

ISSN: 2304-3334.

Тематическая направленность: «животноводство и ветеринария»; «земледелие, агрохимия, кормопроизводство, агроэкология»; «водные, земельные и лесные ресурсы»; «механизация и электрификация сельского хозяйства».

Распространение: материалы распространяются по лицензии Creative Commons Attribution 4.0

Веб-сайт: <https://journal.kaznaru.edu.kz>

Учредитель/издатель: Казахский национальный аграрный исследовательский университет; Национальная академия наук Республики Казахстан при Президенте Республики Казахстан

Авторские права: © Исследования, результаты, 2026

CONTENTS

STOCK-RAISING AND VETERINARY

G.G. Gabit, D.M. Bekenov, J. Micinski THE INFLUENCE OF REPRODUCTION METHOD ON MEAT PRODUCTIVITY AND SLAUGHTER CHARACTERISTICS OF HEREFORD BULLS	8
K. Dossybayev, S. Dikhanbay, A.T. Kozhakhmet, U.A. Akhmetov ASSESSMENT OF GENETIC DIVERSITY AND POPULATION STRUCTURE OF ADAI HORSE POPULATIONS BASED ON STR MARKERS	21
G.M. Zhumagaliyeva, B.K. Sansyzbayeva, R. Kadyken, A.D. Orakbayeva EARLY PRELIMINARY ASSESSMENT OF BREEDING QUALITIES OF SOUTH KAZAKH MERINO SHEEP	37
T.N. Karymsakov, A.A. Torehanov, B.B. Yergali, D.D. Atageldiyev ASSESSMENT OF THE BODY TYPE OF BREEDING BULL CALVES WHEN TESTING THEM FOR THEIR OWN PRODUCTIVITY	49

AGRICULTURE, AGROCHEMICAL, FEED PRODUCTION, AGROECOLOGICAL

Zh. Abilda, Z. Sapakhova, I. Isgandarov, I. Klein, M. Shamekova THE USE OF COMPUTATIONAL METHODS FOR MODELING WATER-SOIL EROSION: THE CASE OF UST-KAMENOGORSK	63
D.E. Yerzhan, A.K. Kurishbayev, V.I. Kiryushin, Zh.S. Almanova AGROECOLOGICAL VERIFICATION OF NDVI PRODUCTIVITY ZONES OF SOUTHERN CHERNOZEMS	74
M.M. Zhanzakov, K.A. Myrzabek, K.B. Begaliev, R.D. Nurymova TECHNOLOGY OF CULTIVATING AND PROPAGATING BANANAS RHIZOMES A POLYCARBONATE GREENHOUSE COMPLEX	90
G.N. Kairova, G.A. Suleimanova, A.N. Makhambetov, Recep Ay, G.Z. Zholdasbek PREVALENCE AND DEVELOPMENT CHARACTERISTICS OF THE ORIENTAL FRUIT MOTH (GRAPHOLITA MOLESTA (BUSCK)) IN THE SOUTH-EAST OF KAZAKHSTAN	104
M.T. Kumarbayeva, A.M. Kokhmetova, Zh.S. Keishilov, A.I. Kharipzhanova, N.M. Kovalenko FIELD EVALUATION OF KASIB WHEAT GERMPLASM FOR DROUGHT TOLERANCE IN KAZAKHSTAN	117
A.I. Sidorik, G.A. Zvyagin, K.P. Buzovskiy, A.D. Sidorik COMPARATIVE ASSESSMENT OF SPRING WHEAT RESPONSE TO FOLIAR TREATMENTS IN THE KOSTANAY REGION	129

WATER, LAND AND FOREST RESOURCES

G.L. Akhimbekov, S.A. Konarova, G.K. Ismailova, A.N. Aldiyarova GIS-BASED ASSESSMENT OF IRRIGATED AGRICULTURAL LAND PRODUCTIVITY USING SENTINEL-2 NDVI, ESBK, AND FDEI INDICATORS: A CASE STUDY OF SARYAGASH DISTRICT, TURKESTAN REGION, KAZAKHSTAN	146
N.M. Ashimkhan, A.K. Igembaeva, A.N. Zhildikbaeva, R. Puziene ANALYSIS OF THE SYSTEM OF EFFECTIVE USE OF AGRICULTURAL LAND IN ALMATY REGION BASED ON GEOINFORMATION TECHNOLOGY	157
A.M. Yermenbay, A.Zh. Zhakibaeva, G.E. Tukeshova, A.M. Jabassov, A.K. Alimgazina JUSTIFICATION FOR THE CREATION OF LARGE UNDERGROUND RESERVOIRS IN CENTRAL KAZAKHSTAN USING MANAGED AQUIFER RECHARGE	168
B.I. Nurmukhambetova, Ye.Zh. Murtazim, S.R. Tazhiyev, M.Zh. Akynbayeva ON THE EFFICIENT EXTRACTION OF LITHIUM FROM NATURAL BRINES	179
A. Tangirbergenova, K. Kaliyeva, Sh. Kapar, Zh. Zhakupova EFFICIENCY OF PHYSICOCHEMICAL METHODS FOR IMPROVING WELL WATER QUALITY	191
D.A. Tlesh, B. Khalkhabay APPLICATION OF SLOW SAND FILTRATION FOR PROVIDING DRINKING WATER IN SMALL SETTLEMENTS	200

AGRICULTURE MECHANIZATION AND ELECTRIFICATION

K. Kalym, Sh.T. Duisenova, S.T. Demesova, A.K. Zhunusova EXPERIMENTAL EQUIPMENT FOR STORING SOYBEAN GRAINS WITH ACTIVE VENTILATION	208
D. Karmanov, Zh. Zhumagulov, Y. Sarkynov, R. Kassimova ENGINEERING OPTIMIZATION AND EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF A ROTARY UNIT FOR PRE-SOWING SOIL TILLAGE AND SEED SOWING FOR SOILS OF SOUTHERN KAZAKHSTAN	221

МАЗМҰНЫ

МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ВЕТЕРИНАРИЯ

Г.Ғ. Ғабит, Д.М. Бекенов, Ян Мичинский ГЕРЕФОРД ТҰҚЫМДЫ БҰҚАШЫҚТАРДЫҢ ЕТ ӨНІМДІЛІГІ МЕН СОЙЫС САПАСЫНА КӨБЕЮ ӘДІСІНІҢ ӘСЕРІ	8
К.Ж. Досыбаев, С. Диханбай, А.Т. Қожахмет, У.А. Ахметов STR МАРКЕРЛЕРІ НЕГІЗІНДЕ АДАЙ ЖЫЛҚЫСЫ ПОПУЛЯЦИЯЛАРЫНЫҢ ГЕНЕТИКАЛЫҚ ӨРТҮРЛІЛІГІ МЕН ПОПУЛЯЦИЯЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫН БАҒАЛАУ	21
Г.М. Жумағалиева, Б.Қ. Сансызбаева, Р. Қадыкен, А.Д. Орақбаева ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚ МЕРИНОС ҚОЙ ТҰҚЫМЫНЫҢ АСЫЛ ТҰҚЫМДЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЕРТЕ ЖАСТАН АЛДЫН АЛА БАҒАЛАУ	37
Т.Н. Карымсаков, А.А. Төреханов, Б.Б. Ерғали, Д.Д. Атагелдиев ӨНІМДІЛІГІН СЫНАУ КЕЗІНДЕ ӨСІРУГЕ АРНАЛҒАН БҰҚА ТӨЛДЕРІНІҢ ДЕНЕ БІТІМІН БАҒАЛАУ	49

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ, АГРОХИМИЯ, АЗЫҚ ӨНДІРУ, АГРОЭКОЛОГИЯ

Ж. Әбілда, З. Сапахова, И. Игандаров, И. Кляйн, М. Шамекова ӨСКЕМЕН ҚАЛАСЫ МЫСАЛЫНДА СУ ТОПЫРАҚ ЭРОЗИЯСЫН МОДЕЛЬДЕУДІҢ ЕСЕПТІК ӘДІСТЕМЕЛЕРІН ҚОЛДАНУ	63
Д.Е. Ержан, А.К. Қуришбаев, В.И. Кирюшин, Ж.С. Алманова ОҢТҮСТІК ҚАРА ТОПЫРАҚТАРДАҒЫ NDVI БОЙЫНША ӨНІМДІЛІК АЙМАҚТАРЫН АГРОЭКОЛОГИЯЛЫҚ ВЕРИФИКАЦИЯЛАУ	74
М.М. Жанзақов, К.А. Мырзабек, Қ.Б. Бегалиев, Р.Д. Нұрымова БАНАН ӨСІМДІГІН ПОЛИКАРБОНАТТЫ ЖЫЛЫЖАЙДА ӨСІРУ ЖӘНЕ ТАМЫРӨСКІНІМЕН КӨБЕЙТУ	90
Г.Н. Каирова, Г.А. Сулейманова, Ә.Н. Махамбетов, Реджеп Ай, Г.Ж. Жолдасбек ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫСЫНДАҒЫ ШЫҒЫС ЖЕМІС ЖЕМІРІНІҢ (GRAPHOLITA MOLESTA (BUSCK)) ТАРАЛУЫ МЕН ДАМУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ	104
М.Т. Кумарбаева, А.М. Кохметова, Ж.С. Кеишилов, А.І. Харіпжанова, Н.М. Коваленко ҚАЗАҚСТАНДА КАСИБ БИДАЙ КОЛЛЕКЦИЯСЫНЫҢ ҚҰРҒАҚШЫЛЫҚҚА ТӨЗІМДІЛІГІН ДАЛАЛЫҚ БАҒАЛАУ	117
А.И. Сидорик, Г.А. Звягин, К.П. Бузовский, А.Д. Сидорик ҚОСТАНАЙ ОБЛЫСЫНДА ЖАЗДЫҚ БИДАЙДЫҢ ЖАПЫРАҚТЫҚ ӨНДЕУЛЕРГЕ ЖАУАП РЕАКЦИЯСЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ БАҒАЛАУ	129

СУ, ЖЕР ЖӘНЕ ОРМАН РЕСУРСТАРЫ

Ғ.Л. Ахилбеков, С.А. Конарова, Г.К. Исмаилова, А.Е. Алдиярова SENTINEL-2 NDVI, ESBK ЖӘНЕ FDEI КӨРСЕТКІШТЕРІ НЕГІЗІНДЕ СУАРМАЛЫ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖЕРЛЕРІНІҢ ӨНІМДІЛІГІН ГАЖ АРҚЫЛЫ БАҒАЛАУ: ТҮРКІСТАН ОБЛЫСЫ САРЫАҒАШ АУДАНЫ МЫСАЛЫНДА	146
Н.М. Әшімхан, А.К. Игембаева, А.Н. Жилдикбаева, Р. Пузнене ГЕОАКПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯ НЕГІЗІНДЕ АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНДАҒЫ АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ ЖЕРЛЕРІН ТИІМДІ ПАЙДАЛАНУ ЖҮЙЕСІН ТАЛДАУ	157
А.М. Ерменбай, А.Ж. Жакибаева, Г.Е. Тукешова, А.М. Джабасов, А.К. Әлімғазина ОРТАЛЫҚ ҚАЗАҚСТАНДА ЖАСАНДЫ ТОЛЫҚТЫРУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ІРІ ЖЕР АСТЫ СУ ҚОЙМАЛАРЫН ҚҰРУДЫҢ НЕГІЗДЕМЕСІ	168
Б.И. Нұрмұхамбетова, Е.Ж. Мұртазин, С.Р. Тажиев, М.Ж. Акынбаева ТАБИҒИ ТҮЗДЫ СУЛАРДАН ЛИТИЙДІҢ ТИІМДІ АЛУ ТУРАЛЫ	179
А.С. Тангирбергенова, К.Е. Калиева, Ш.К. Капар, Ж.З. Жакупова ҚҰДЫҚ СУЫНЫҢ САПАСЫН ЖАҚСАРТУДА ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРДІҢ ТИІМДІЛІГІ	191
Д.Ә. Тлеш, Б. Халхабай ШАҒЫН ЕЛДІ МЕКЕНДЕРДІ АУЫЗ СУМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ҮШІН БАЯУ ҚҰМДЫ СҮЗГІЛЕРДІ ҚОЛДАНУ	200

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН МЕХАНИКАЛАНДЫРУ ЖӘНЕ ЭЛЕКТРЛЕНДІРУ

К. Калым, Ш.Т. Дуйсенова, С.Т. Демесова, А.К. Жунусова БЕЛСЕНДІ ЖЕЛДЕТУ ЖҮЙЕСІ БАР СОЯ ДӨНДЕРІН САҚТАУҒА АРНАЛҒАН ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЖАБДЫҚ	208
Д.К. Карманов, Ж.Б. Жумагулов, Е. Саркынов, Р.М. Касимова ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ӨНІРІНІҢ ТОПЫРАҚТАРЫНА АРНАЛҒАН ЕГІС АЛДЫНДАҒЫ ТОПЫРАҚ ӨНДЕУ ЖӘНЕ ТҰҚЫМ СЕ- БУГЕ АРНАЛҒАН РОТОРЛЫ АГРЕГАТТЫ ИНЖЕНЕРЛІК ОҢТАЙЛАНДЫРУ ЖӘНЕ ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУ	221

СОДЕРЖАНИЕ ЖИВОТНОВОДСТВО И ВЕТЕРИНАРИЯ

Г.Г. Ғабит, Д.М. Бекенов, Ян Мичинский ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ВОСПРОИЗВОДСТВА НА МЯСНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ И УБОЙНЫЕ КАЧЕСТВА БЫЧКОВ ГЕРЕФОРДСКОЙ ПОРОДЫ	8
К.Ж. Досыбаев, С. Диханбай, А.Т. Кожамет, У.А. Ахметов ОЦЕНКА ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ И ПОПУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИЙ ЛОШАДЕЙ ПОРОДЫ АДАЙ НА ОСНОВЕ STR-МАРКЕРОВ	21
Г.М. Жумагалеева, Б.Қ. Сансызбаева, Р. Қадыкен, А.Д. Орақбаева РАННЯЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПЛЕМЕННЫХ КАЧЕСТВ ОВЕЦ ЮЖНО-КАЗАХСКОЙ МЕРИНОСНОЙ ПОРОДЫ	37
Т.Н. Карымсаков, А.А. Тореханов, Б.Б. Ергали, Д.Д. Атагелдиев ОЦЕНКА ТИПА ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ РЕМОНТНЫХ БЫЧКОВ ПРИ ИСПЫТАНИИ ПО СОБСТВЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ	49

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, КОРМОПРОИЗВОДСТВО, АГРОЭКОЛОГИЯ

Ж. Абилда, З. Сапахова, И. Исгандаров, И. Кляйн, М. Шамекова ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСЧЕТНЫХ МЕТОДИК МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОДНОЙ ПОЧВЕННОЙ ЭРОЗИИ НА ПРИМЕРЕ Г. УСТЬ-КАМЕНОГОРСК	63
Д.Е. Ержан, А.К. Куришбаев, В.И. Кирюшин, Ж.С. Алманова АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ВЕРИФИКАЦИЯ NDVI-ЗОН ПРОДУКТИВНОСТИ ЮЖНЫХ ЧЕРНОЗЁМОВ	74
М.М. Жанзаков, К.А. Мырзабек, К.Б. Бегалиев, Р.Д. Нурымова ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И РАЗМНОЖЕНИЯ БАНАНА КОРНЕВИЩАМИ В ПОЛИКАРБОНАТНОМ ТЕПЛИЧНОМ КОМПЛЕКСЕ	90
Г.Н. Каирова, Г.А. Сулейманова, А.Н. Махамбетов, Реджеп Ай, Г.Ж. Жолдасбек РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ВОСТОЧНОЙ ПЛОДОЖОРКИ (GRAPNOLITA MOLESTA (BUSCK)) НА ЮГО-ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА	104
М.Т. Кумарбаева, А.М. Кохметова, Ж.С. Кеншилов, А.І. Харіпжанова, Н.М. Коваленко ПОЛЕВАЯ ОЦЕНКА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ КОЛЛЕКЦИИ ПШЕНИЦЫ КАСИБ В КАЗАХСТАНЕ	117
А.И. Сидорик, Г.А. Звягин, К.П. Бузовский, А.Д. Сидорик СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ОТКЛИКА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЛИСТОВЫЕ ОБРАБОТКИ В КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ ...	129

ВОДНЫЕ, ЗЕМЕЛЬНЫЕ И ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ

Ғ.Л. Ахилбеков, С.А. Конарова, Г.К. Исмаилова, А.Е. Алдиярова ГИС-ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ОРОШАЕМЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ НА ОСНОВЕ ИНДИКАТОРОВ SENTINEL-2 NDVI, ESBK И FDEI: НА ПРИМЕРЕ САРЯГАШСКОГО РАЙОНА ТУРКЕСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ	146
Н.М. Әшімхан, А.К. Игембаева, А.Н. Жилдикбаева, Р. Пузиене АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	157
А.М. Ерменбай, А.Ж. Жакибаева, Г.Е. Тукешова, А.М. Джабасов, А.К. Алимгазина ОБОСНОВАНИЕ СОЗДАНИЯ КРУПНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ В ЦЕНТРАЛЬНОМ КАЗАХСТАНЕ МЕТОДАМИ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПОЛНЕНИЯ ЗАПАСОВ	168
Б.И. Нурмухамбетова, Е.Ж. Муртазин, С.Р. Тажиев, М.Ж. Акынбаева ОБ ЭФФЕКТИВНОМ ИЗВЛЕЧЕНИИ ЛИТИЯ ИЗ ПРИРОДНЫХ РАССОЛОВ	179
А.С. Тангирбергенова, К.Е. Калиева, Ш.К. Капар, Ж.З. Жакупова ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА КОЛОДЕЗНОЙ ВОДЫ	191
Д.Ә. Тлеш, Б. Халхабай ПРИМЕНЕНИЕ МЕДЛЕННОЙ ПЕСЧАНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ	200

МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

К. Калым, Ш.Т. Дуйсенова, С.Т. Демесова, А.К. Жунусова ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СОЕВЫХ ЗЕРЕН С АКТИВНОЙ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ	208
Д.К. Карманов, Ж.Б. Жумагулов, Е. Саркынов, Р.М. Касимова ИНЖЕНЕРНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РОТОРНОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПОСЕВА СЕМЯН ДЛЯ ПОЧВ ЮЖНОГО РЕГИОНА КАЗАХСТАНА	221



B.I. Nurmukhambetova, Ye.Zh. Murtazim, S.R. Tazhiyev*, M.Zh. Akynbayeva

LLP Akhmedsafin Institute of Hydrogeology and Environmental Geoscience, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: sula_tashiev@mail.ru

ON THE EFFICIENT EXTRACTION OF LITHIUM FROM NATURAL BRINES

Nurmukhambetova Bakhyt Isahanovna, Candidate of Chemical Sciences, Leading Researcher at the Akhmedsafin Institute of Hydrogeology and Environmental Geoscience, Kazakhstan, 050010, Almaty, Ualikhanov str., 94

E-mail: bah.3007@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-0666-9799>;

Murtazin Ermek Zhamshitovich, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Deputy Director for Science at the Akhmedsafin Institute of Hydrogeology and Environmental Geoscience, Kazakhstan, 050010, Almaty, Ualikhanov str., 94

E-mail: ye.murtazin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7404-4298>;

Tazhiyev Sultan Rysniazovich, PhD, Leading Researcher at the Akhmedsafin Institute of Hydrogeology and Environmental Geoscience, Kazakhstan, 050010, Almaty, Ualikhanov str., 94

E-mail: sula_tashiev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5920-7757>;

Akynbaeva Madina Zhakypzhanovna, engineer at the Akhmedsafin Institute of Hydrogeology and Environmental Geoscience, Kazakhstan, 050010, Almaty, Ualikhanov str., 94

E-mail: akynbaeva_m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9543-1457>.

Abstract. *Introduction.* The anthropogenic factor of global climate change and the resulting concepts and approaches to carbon neutrality are aimed at developing innovative renewable energy technologies. In this context, lithium energy storage systems play a crucial role. Today, the lithium industry has reached new heights due to the rapid growth of lithium production for batteries, in addition to the transition to renewable energy sources. *Materials and methods.* This article discusses methods for extracting lithium from low-lithium aqueous salt solutions, including solvent extraction, adsorption, membrane technologies, electrochemical methods, and/or a combination of these. These technologies offer significant potential for the sustainable extraction of Li⁺ from aqueous solutions with low lithium ion contents. However, additional research and development are needed to scale up laboratory experiments to commercial production. *Results and discussion.* The analysis of published scientific papers, low lithium concentrations (from 7 to 55 mg/l) in the studied water-salt solutions, even with significant volumes of processing of such waters, indicates the need for innovative methods, an optimized strategy, new complex technologies and materials for the production of commercially successful lithium compounds. *Conclusions.* Extraction of lithium from aqueous solutions with low lithium concentrations of up to 55 mg/l and high concomitant presence of magnesium ions in a ratio to lithium ions from 24.8 to over 400, although technically possible, is often unprofitable due to the high cost and multi-stage nature of the process. Improvements in technologies and materials could lead to more sustainable and efficient lithium production, which is essential for the production of lithium-ion batteries and a number of other valuable products.

Keywords: lithium carbonate, lithium extraction methods, hydromineral raw materials, lithium reserves, natural brine

For citation: Nurmukhambetova B.I., Murtazim Ye.Zh., Tazhiyev S.R., Akynbaeva M.Zh. (2026). On the efficient extraction of lithium from natural brines // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 4. Number 112. Pp. 179–190. <https://doi.org/10.37884/4-2026/14> [In Russ.]

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Funding: This research was funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan under grant project AP23489898: “Natural lithium-bearing brines of the Shu-Sarysu Basin: genesis, mineral resource potential, and development prospects”, 2024–2026.

Б.И. Нұрмұхамбетова, Е.Ж. Мұртазин, С.Р. Тажиев*, М.Ж. Акынбаева

У.М. Ахмедсафин атындағы Гидрогеология және геоэкология институты, Алматы, Қазақстан.

E-mail: sula_tashiev@mail.ru

ТАБИҒИ ТҰЗДЫ СУЛАРДАН ЛИТИЙДІҢ ТИІМДІ АЛУ ТУРАЛЫ

Нұрмұхамбетова Бақыт Исаханқызы, химия ғылымдарының кандидаты, У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институтының жетекші ғылыми қызметкері, Қазақстан, 050010, Алматы, Уалиханов көшесі, 94

E-mail: bah.3007@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-0666-9799>;

Мұртазин Ермек Жамшитұлы, геология-минералогия ғылымдарының кандидаты, У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты директорының ғылым жөніндегі орынбасары, Қазақстан, 050010, Алматы қаласы, Уалиханов көшесі, 94

E-mail: ye.murtazin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7404-4298>;

Тажиев Сұлтан Рысниязұлы, PhD, У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институтының жетекші ғылыми қызметкері, Қазақстан, 050010, Алматы, Уалиханов көшесі, 94

E-mail: sula_tashiev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5920-7757>;

Акынбаева Мадина Жакыпжановна, У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институтының инженері, ҚР, 050010, Алматы, Уалиханов көшесі, 94

E-mail: akynbaeva_m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9543-1457>.

Аннотация. *Kipicne.* Жаһандық климаттың өзгеруінің антропогендік факторы және одан туындайтын көміртегі бейтараптығына қатысты тұжырымдамалар мен тәсілдер инновациялық жаңартылатын энергия технологияларын дамытуға бағытталған. Осыған байланысты литий энергиясын сақтау жүйелері маңызды рөл атқарады. Бүгінгі таңда литий өнеркәсібі жаңартылатын энергия көздеріне көшумен қатар, батареяларға арналған литий өндірісінің жылдам өсуіне байланысты жаңа биіктерге жетті. *Материалдар мен әдістер.* Бұл мақалада литийі аз сулы тұз ерітінділерінен литийді алу әдістері, соның ішінде еріткішпен экстракциялау, адсорбция, мембраналық технологиялар, электрохимиялық әдістер және/немесе олардың үйлесімі талқыланады. Бұл технологиялар литий иондарының құрамы төмен сулы ерітінділерден Li^+ тұрақты экстракциясы үшін айтарлықтай әлеует ұсынады. Дегенмен, зертханалық тәжірибелерді коммерциялық өндіріске дейін кеңейту үшін қосымша зерттеулер мен әзірлемелер қажет. *Нәтижелер мен талқылау.* Жарияланған ғылыми мақалаларды талдау, зерттелген су-тұз ерітінділерінде литий концентрациясының төмендігі (7-ден 55 мг/л-ге дейін), тіпті мұндай суларды өңдеудің айтарлықтай көлеміне қарамастан, коммерциялық тұрғыдан тиімді литий қосылыстарын өндіру үшін инновациялық әдістердің, оңтайландырылған стратегияның, жаңа күрделі технологиялар мен материалдардың қажеттілігін көрсетеді. *Қорытынды.* Литий концентрациясы 55 мг/л дейінгі төмен және магний иондарының литий иондарына қатынасы 24,8-ден 400-ге дейін жоғары сулы ерітінділерден литийді алу, техникалық тұрғыдан мүмкін болса да, процестің қымбаттығы мен көп сатылы сипатына байланысты көбінесе тиімсіз болып келеді. Технологиялар мен материалдарды жетілдіру литий-ионды батареялар мен басқа да бірқатар құнды өнімдерді өндіру үшін өте маңызды болып табылатын литий өндірісінің тұрақты және тиімді болуына әкелуі мүмкін.

Түйін сөздер: литий карбонаты, литий алу әдістері, гидроминералды шикізат, литий қорлары, табиғи тұзды ерітінді

Дәйексөз үшін: Нұрмұхамбетова Б.И., Мұртазин Е.Ж., Тажиев С.Р., Акынбаева М.Ж. (2026). Табиғи тұзды сулардан литийдің тиімді алу туралы // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 4. Number 112. Pp. 179–190. <https://doi.org/10.37884/4-2026/14> [In Russ.]

Мүдделер қақтығысы: Авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

Алғыс: Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің

Ғылым комитеті қаржыландырған AP23489898 гранттық жобасы аясында орындалды: «Шу-Сарысу ойпатының табиғи литийлі рассолдары: генезисі, минералдық-шикізаттық әлеуеті және игеру перспективалары», 2024–2026.

Б.И. Нурмухамбетова, Е.Ж. Муртазин, С.Р. Тажиев*, М.Ж. Акынбаева

ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина», Алматы, Казахстан.

E-mail. sula_tashiev@mail.ru

ОБ ЭФФЕКТИВНОМ ИЗВЛЕЧЕНИИ ЛИТИЯ ИЗ ПРИРОДНЫХ РАССОЛОВ

Нурмухамбетова Бахыт Исахановна, кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник Института гидрогеологии и геоэкологии имени У.М. Ахмедсафина, Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Валиханова, 94

E-mail: bah.3007@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-0666-9799>;

Муртазин Ермек Жамшитович, кандидат геолого-минералогических наук, заместитель директора по науке Института гидрогеологии и геоэкологии имени У.М. Ахмедсафина, Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Валиханова, 94

E-mail: ye.murtazin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7404-4298>;

Тажиев Султан Рысниязович, PhD, ведущий научный сотрудник Института гидрогеологии и геоэкологии имени У.М. Ахмедсафина, Казахстан, 050010, Алматы, ул. Валиханова, 94

E-mail: sula_tashiev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5920-7757>;

Акынбаева Мадина Жакыпжановна, инженер Института гидрогеологии и геоэкологии имени У.М. Ахмедсафина, Казахстан, 050010, Алматы, ул. Валиханова, 94

E-mail: akynbaeva_m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9543-1457>.

Аннотация. *Введение.* Антропогенный фактор глобальных климатических изменений, принятые в связи с этим концепция и подходы углеродной нейтральности направлены на создание инновационных технологий возобновляемых источников энергии. В этом контексте литиевые системы хранения энергии играют первостепенную роль. На сегодня литиевая промышленность достигла новых высот из-за резкого роста производства лития для аккумуляторов в дополнение к переходу на возобновляемые источники энергии. *Материалы и методы.* В статье рассмотрены методы извлечения лития из водно-солевых растворов с низким содержанием лития, такие как экстракция растворителем, адсорбция, мембранные технологии, электрохимические методы и/или их комбинация. Эти технологии раскрывают значительный потенциал для устойчивого извлечения Li⁺ из водных растворов при небольшом содержании ионов лития. Однако необходимы дополнительные исследования и разработки для масштабирования лабораторных экспериментов до производства готовой продукции. *Результаты и обсуждение.* Проведенный анализ опубликованных научных работ, небольшие концентрации лития (от 7 до 55 мг/л) в исследованных водно-солевых растворах даже при значительных объемах переработки таких вод свидетельствует о необходимости инновационных методов, оптимизированной стратегии, новых комплексных технологий и материалов для получения коммерчески успешных соединений лития. *Выводы.* Извлечение лития из водных растворов с низкой концентрацией лития до 55 мг/л, высоким попутным присутствием ионов магния в соотношении к ионам лития от 24,8 до более 400, хоть и технически возможно, часто не является нерентабельным из-за высокой стоимости и многоступенчатости процесса. Совершенствование технологий и материалов могут привести к более устойчивой и эффективной добыче лития, необходимого для производства Li-ионных аккумуляторов и ряда других ценных продуктов.

Ключевые слова: карбонат лития, методы извлечения лития, гидроминеральное сырье, запасы лития, природный рассол

Для цитирования: Нурмухамбетова Б.И., Муртазин Е.Ж., Тажиев С.Р., Акынбаева М.Ж. (2026). Об эффективном извлечении лития из природных рассолов // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 4. Number 112. Pp. 179–190. <https://doi.org/10.37884/4-2026/14> [In Russ.]

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарность: Данное исследование финансировалось Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан по грантовому проекту AP23489898 «Природные литиеносные рассолы Шу-Сарысу́йской впадины: генезис, минерально-сырьевой потенциал и перспективы освоения», 2024–2026.

Введение.

Литий как легкий и электроположительный из всех металлов имеет высокую химическую активность и широкое применение в электрохимических устройствах.

Учитывая мировую тенденцию перехода на «зеленую» энергию и растущий спрос на устойчивые решения, цены на литий, вероятно, останутся высокими. Крупнейшими производителями лития являются Чили, Китай, Австралия и Аргентина. Крупнейшими импортерами лития являются Китай, Япония, Южная Корея и США.

Как показывает статистика, рынок лития подвержен резким колебаниям цен [Boqiang Lin и др., 2026: 125372]. Достигнув рекордного уровня почти в 600 тыс. юаней или \$84 тыс. за тонну металла в 2022 году, в 2024 г. цены на литий упали на 80 % (до \$13,2 тыс./т) из-за переизбытка предложения и признаков замедления роста спроса на аккумуляторы для электромобилей.

Литий в различных коммерческих продуктах обычно измеряется в эквиваленте карбоната лития. Карбонат лития (Li_2CO_3) является наиболее важным соединением лития, производимым в коммерческих целях, составляя 60 % от общего объема производства, за ним следует гидроксид лития (LiOH), на который приходится 24 % от общего объема производства.

Более 60 % мировых запасов лития обнаружено в соляных озерах, что вызвало рост исследований, направленных на извлечение лития из рассола. [Mian-ping Zheng и др., 2023: 547–566].

Однако растущий спрос стимулирует интерес к использованию нетрадиционных ресурсов, таких как геотермальные рассолы и морская вода [Choubey и др., 2017: 104–121.]

Нежелательный продукт, получаемый в нефтегазовой промышленности, то есть нефтяная и газовая вода, также является перспективным ресурсом для эффективного извлечения лития.

Цель данной работы – анализ методов извлечения лития из водно-солевых растворов для оценки и определения наиболее перспективных методов извлечения соединений лития из казахстанского гидроминерального сырья.

Методы.

Оценка содержания лития выполнена на основе полевых региональных гидрогеологических и химико-аналитических исследований.

Отбор проб производился в соответствии с Межгосударственным стандартом ГОСТ ISO 5667-11-2013 «Отбор проб. Руководство по отбору проб подземных вод».

Содержание растворенного лития и других элементов в воде определяли методом атомной эмиссии на спектрометре эмиссионном с индуктивно-связанной плазмой типа ICPE 9820 («Shimadzu Corporation») в соответствии с ГОСТ 31870–2012 «Определение содержания элементов методами атомной спектроскопии» в соответствии с аттестатом аккредитации № KZ.T.02.0782 от 27 ноября 2020 г. на выполнение химических анализов объектов окружающей среды, включая воды, почвы, донные отложения, а также изучение химического загрязнения органическими и неорганическими веществами.

Извлечение ионов лития проанализировано в контексте методов сорбция/адсорбция, экстракция растворителем, ионный обмен, мембранное разделение и электродиализ. Селективность, эффективность разделения, извлечение, регенерация, экологическая долговечность подчеркиваются, когда это возможно.

Материалы.

Для анализа были предоставлены 4 образца попутных вод эксплуатационных газовых скважин Шу-Сарысу́йского осадочного бассейна, пробы отобраны авторами данной работы, а также 21 проба нефтяных скважин Западного Казахстана и Кызылординской области, пробы отбирались работниками нефтегазовых компаний.

Результаты.

Основные водно-солевые источники лития включают геотермальный рассол, рассол соляных озер и рассол нефтяных и газовых месторождений (таблица 1).

Таблица 1. Типичные концентрации лития в гидроминеральном сырье и сточных водах

Источник лития	Концентрация Li (мг/л)
Морская вода, в том числе Каспийское море	0,1–0,22 0,21 [Quinby-Hunt и др., 1983: 130]
Геотермальные рассолы	10-20 [Choubey и др., 2017: 104–121].
Сточные воды по производству литий-ионных аккумуляторов	1000–2000 [Flexer и др., 2018: 1188–1204; Qiu и др., 2019: 13481–13490]
Пластовые воды	5–500 [Kim и др., 2018: 175–182]

Химический анализ образцов попутных нефтяных вод нефтегазовых месторождений Западного Казахстана и Кызылординской области (таблица 2) не выявил существенных концентраций лития (в среднем 7 мг/л), самое большое значение – 18,4 мг/л. Полученные образцы характеризуются высоким содержанием ионов магния при высокой и средней минерализации растворов. Хотя и существует вероятность разбавления исследованных образцов буровым раствором и водами вышележащих водоносных горизонтов из-за некачественной изоляции последних.

Таблица 2. Содержание лития в попутных нефтяных водах Западного Казахстана и Кызылординской области (по результатам полевых работ 2021–2022 гг.)

№ скважины	Местоположение	Водоносный горизонт	Минерализация, мг/дм ³	Li ⁺ , мг/дм ³	Mg ²⁺ , мг/дм ³	Соотношение Mg ²⁺ /Li ⁺
Атырауская область						
115	м/р С.Нуржанова	J ₂	258 944,0	9,99	1884,8	188,0
222	м/р С.Нуржанова	J ₂	251 890,0	10,72	608,0	56,7
41	м/р Актобе	J ₂	269 164,0	7,81	2310,4	295,7
19	м/р Актобе	J ₃	269 968,0	6,0	1702,4	283,7
430	м/р Зап. Прорва	T ₃	218 354,0	6,0	2432,0	405,3
Актюбинская область						
1-ВУ	м/р Вост. Урихтау		58 729,0	6,96	486,4	69,9
	м/р Мангизтауское		258 878,0	5,66	1246,4	220,1
928	ЦДНГ-1		79 652,0	18,4	486,4	26,4
	м/р Чинаревское УПН	K ₂	253 845,0	13,53	2432,0	179,7
Мангистауская область						
7146	Озен Мунай Газ, НГДУ 2, нефтяная скважина		65 224,0	3,84	413,4	107,5
3837	Озен Мунай Газ, НГДУ 2, нефтяная скважина		28 938,0	1,77	340,5	192,3
7768	Озен Мунай Газ, НГДУ 2, нефтяная скважина		63 679,0	3,74	243,2	64,9
Кызылординская область						
39	Акшабулак Восточный КазГерМунай	J ₁	90 821,0	4,50	364,8	81,0
206	Акшабулак Южный КазГерМунай	J ₃	99 866,0	6,66	547,2	82,1
	УПН м/р Нуралы КазГерМунай	J	72 690,0	4,16	456,0	109,6
	БКНС УПН м/р Нуралы КазГерМунай	J	76 581,0	4,22	304,0	72,0
	ОКНС м/р Нуралы после РВС КазГерМунай	J	76 239,0	4,28	395,2	92,3
	ОКНС м/р Нуралы до РВС КазГерМунай	J	77 545,0	4,50	425,6	94,6
103	м/р Нуралы, КазГерМунай	J ₂₋₃	81 054,0	4,36	364,8	83,7
231	м/р Нуралы, КазГерМунай	J ₂	93 291,0	5,62	486,4	88,5
231/1	м/р Нуралы, КазГерМунай	J ₂	92 693,0	5,94	456,0	76,7

Ранее отмечено значительное содержание лития в околонефтяных водах месторождений Карачаганак (до 196 мг/л Li₂O), Колькудук (до 130 мг/л Li₂O) с возможностью извлечения до 1 тыс. т

карбоната лития в год [Абсаметов и др., 2024: 141–154].

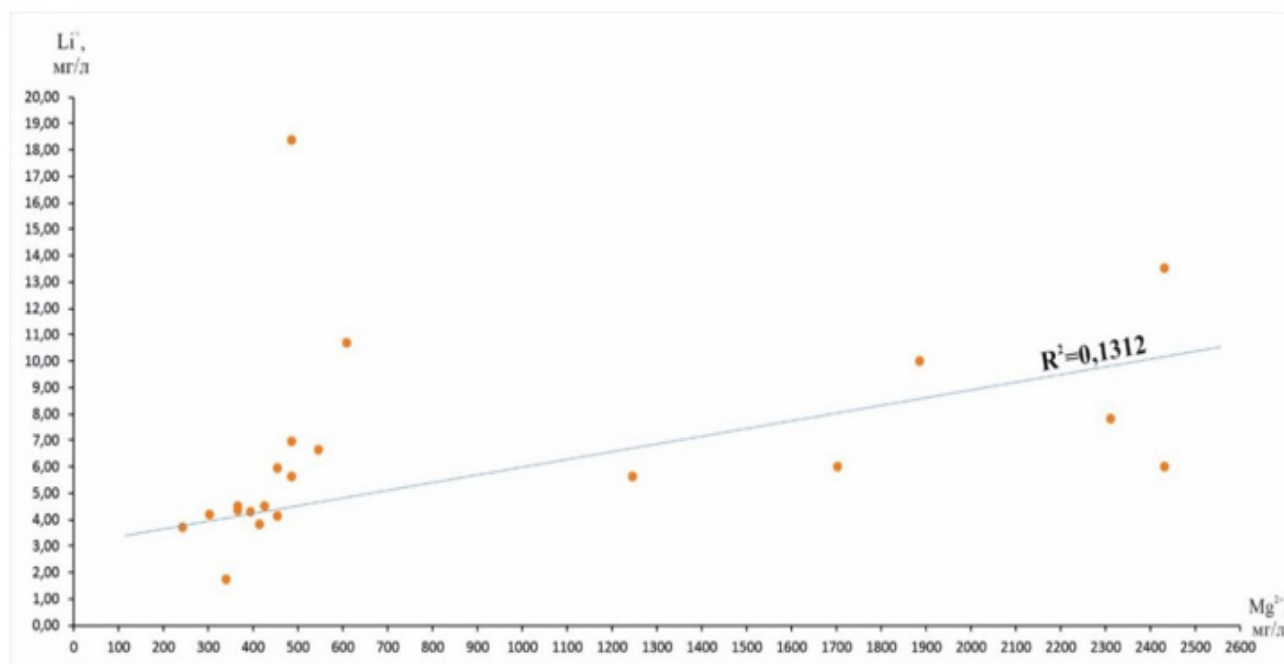


Рис. 1. Концентрация лития в зависимости от концентрации магния попутных нефтяных водах Западного Казахстана и Кызылординской области.

[Fig. 1. Lithium concentration depending on magnesium concentration in associated oil waters of Western Kazakhstan and Kyzylorda region].

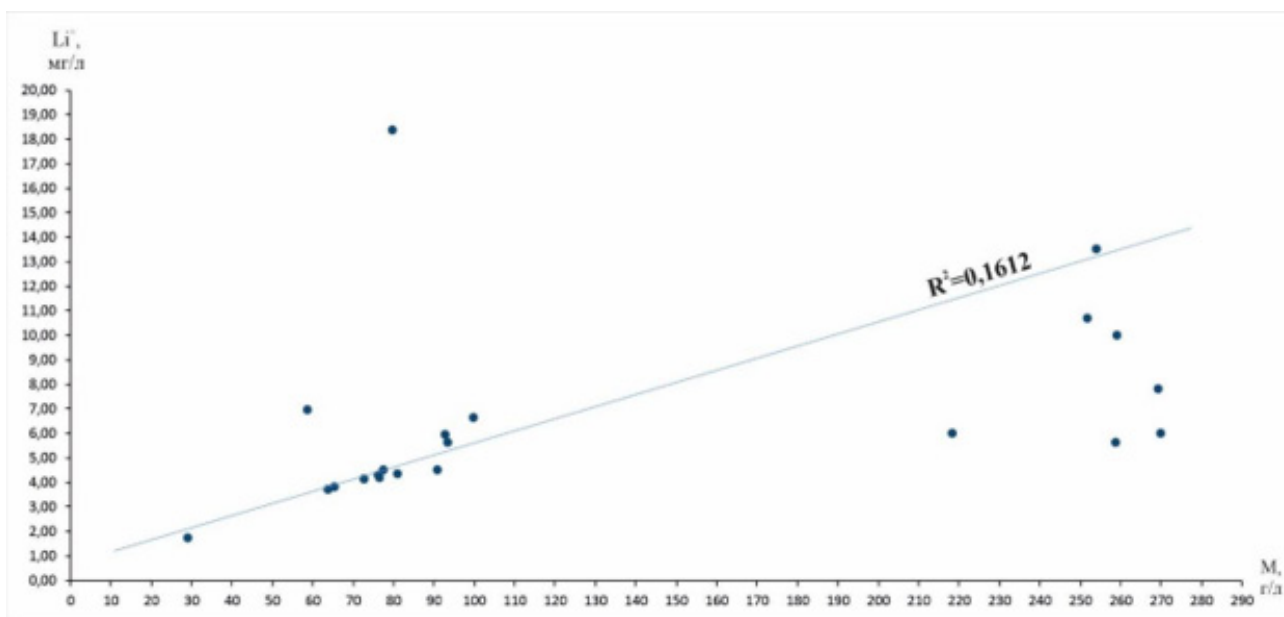


Рис. 2. Концентрация лития в зависимости от общей минерализации попутных нефтяных вод Западного Казахстана и Кызылординской области.

[Fig. 2. Lithium concentration depending on the total mineralization of associated petroleum waters in Western Kazakhstan and the Kyzylorda region].

Статистический анализ полученных данных показывает, что концентрация лития имеет слабую связь с содержанием ионов магния (рисунок 1) и насыщенностью исследуемых растворов (рисунок 2). Коэффициент корреляции для результатов обработки данных, показанных на рисунках 1–2, значительно ниже 0,3, что указывает на отсутствие линейной связи между содержанием лития и другими компонентами.

В рамках грантового проекта AP23489898 изучена роль гидрогеохимических и тектонических условий, определяющих содержание лития в пределах Шу-Сарысуиской впадины [Муртазин и др., 2025: 464–472], а также исследованы образцы попутных вод ряда эксплуатационных газовых скважин Шу-Сарысуиского осадочного бассейна (таблица 2). Как следует из приведенных данных, содержание

лития варьирует 25–55 мг/л при высокой минерализации и большом содержании ионов магния.

Таблица 3. Катионный состав образцов воды из некоторых действующих эксплуатационных газовых скважин Шу-Сарысуьской провинции, дата отбора – 28, 29 сентября 2024 г (мг/л)

Источник	Минерализация	pH	Li+	Na+	K+	Ca2+	Mg2+	NH4+	Fe сум	Соотношение Mg2+/Li+
скважина №105 месторождения газа Айрақты	211788,0	5,45	31,92	36614,0	780,5	32032,0	3648,0	<0,05	53,1	114
скважина №102 месторождения газа Айрақты	140133,0	5,9	24,46	28842,5	544,0	20020,0	608,0	114,1	111,3	24,8
скважина №110 месторождения газа Амангельды	272105,0	4,96	55,11	52368,1	1264,7	41041,0	1824,0	244,0	127,1	33
скважина №120 месторождения газа Амангельды	146829,0	5,4	28,46	27206,0	799,5	24024,0	3648,0	145,0	105,9	128

Обсуждение.

В настоящее время методы извлечения лития из водных литиевых ресурсов включают испарение и осаждение, экстракцию растворителем, адсорбцию, мембранные технологии, электрохимические методы или их комбинацию. Хотя ряд источников сообщают о степени извлечения лития из рассола около 90 % – существенном улучшении по сравнению с 40–60 % в традиционных испарительных методах, – эти цифры основаны на контролируемых демонстрациях и не подтверждены в условиях полномасштабной эксплуатации.

Во многих отношениях прямое извлечение лития из водно-солевых растворов представляет собой существенный прорыв для решения задач зеленой промышленной экономики, которая могла бы одновременно обеспечить высокотехнологичный рост и климатические преимущества.

Высокоэффективные методы производства Li постоянно исследуются для удовлетворения спроса, связанного с ускоряющимся ростом его потребления. Важно сосредоточиться не только на технологиях извлечения Li, которые считаются новыми и многообещающими, но также рассмотреть технологии, которые имеют экологически чистые, энергоэффективные и экономически эффективные характеристики.

На сегодняшний день применяются четыре основных метода прямого извлечения лития – сорбция/адсорбция, экстракция растворителем, ионный обмен, мембранное разделение и электродиализ.

Сорбция и адсорбция являются ключевыми технологиями для селективного извлечения лития из различных видов гидроминерального сырья, особенно из природных рассолов (соленых озер, геотермальных и попутных пластовых вод). Эти методы считаются более экологичными и экономически выгодными по сравнению с традиционным галургическим выпариванием, особенно для рассолов с высоким содержанием примесей (магний, кальций). Метод основан на использовании специальных литий-селективных сорбентов, которые способны избирательно извлекать ионы лития из сложного ионного раствора. Литийсодержащий раствор пропускается через колонку, заполненную сорбентом. Ионы лития адсорбируются на поверхности или в порах сорбента, незадержанные примеси промываются. Сорбент обрабатывается специальным раствором (например, разбавленной кислотой или щелочным раствором), который высвобождает ионы лития в концентрированный элюат, пригодный для дальнейшей переработки (например, осаждения в виде карбоната лития).

К преимуществам сорбционных методов относится селективность-сорбенты позволяют извлекать литий даже из растворов с очень низкими его концентрациями и высоким содержанием конкурирующих ионов; экологичность и экономичность – технология позволяет снизить негативное воздействие на окружающую среду по сравнению с традиционными методами и эффективно перерабатывать нетрадиционное сырье, автоматизация - процесс адсорбции может быть реализован в автоматизированных колонных системах, что обеспечивает высокую эффективность и возможность масштабирования.

При этом сорбенты могут извлекать не только литий, но и другие металлы, такие как натрий и калий, что снижает чистоту конечного продукта, сами сорбенты и реагенты для их активации или реге-

нерации могут быть дорогостоящим. Могут быть затруднения с регенерацией сорбента: сорбент необходимо периодически регенерировать, что усложняет и удорожает процесс, а также может приводить к потере его сорбционной способности, в процессе работы сорбент может деградировать, что снижает его эффективность и требует замены.

Существует три основных типа неорганических металлических адсорбентов лития, широко применяемых для извлечения лития, включая слоистые адсорбционные материалы на основе Al, ионные сита на основе Mn и ионные сита на основе Ti. Ионообменные сита на основе Ti имеют прочные связи Ti-O, которые наделяют их стабильной структурой, превосходной кислотостойкостью и исключительной способностью адсорбировать Li [Xifan Li и др., 2025: 128652]. Однако высокая стоимость препятствует практическому применению этих материалов на основе Ti. Адсорбенты на основе Al продемонстрировали лучший потенциал в промышленных приложениях благодаря своей технологической зрелости, недорогому сырью, простой процедуре синтеза.

Среди неорганических адсорбентов для адсорбции лития широко использовался $MnO_2 \cdot xH_2O$ ($x = 0,3, 0,4$ и т.д.). В работе [Yu и др., 2025: 119168] представлен синтез пористого адсорбента на основе марганца (HMn_2O_4) для селективного извлечения лития из рассола. Для приготовления пористого прекурсора $LiMn_2O_4$ был использован высокотемпературный твердофазный метод, что увеличило взаимодействие между адсорбентом и литийсодержащими растворами. Результаты показали, что пористый HMn_2O_4 достиг высоких скоростей адсорбции и емкости, при этом равновесие достигалось в течение 5–30 мин, а адсорбция лития достигала 30,83 мг/г. Более того, после десяти циклов адсорбции-десорбции адсорбционная емкость образца оставалась на уровне 91,85 % относительно исходного адсорбента, демонстрируя превосходную стабильность и возможность повторного использования. Эти результаты свидетельствуют о том, что пористый адсорбент HMn_2O_4 является перспективным кандидатом для крупномасштабного извлечения лития из соляных озер.

Показано, что на синтезированном неорганическом сорбенте диоксиде марганца $LiMnO_2$, $LiMn_2O_4$ возможно извлечение лития на ~86 % из рассолов с низким содержанием целевого компонента – 5,9–7,8 мг/л лития [Karshyga и др., 2023: 7548]. Синтезированы такие неорганические сорбенты, как гидроксид алюминия, оксиды титана и марганца, из которых наиболее высокие показатели достигнуты при использовании гидроксида алюминия – 21,87 % извлечения лития, на гидратированном оксиде марганца, соответственно – 20,11 %.

Грануляция адсорбента с использованием в качестве связующих агентов неорганических материалов и высокомолекулярных соединений позволяет получать композитные частицы, обеспечивающие лёгкое выделение из водной фазы при адсорбции ионов Li. Биоматериалы представляют особый интерес, благодаря их структурному разнообразию. Так, достигнута адсорбционная емкость для хитозана в морской воде 54,7 мг/л, для гидроксипропилцеллюлозы в рассоле – 54,2 мг/л, альгинатные гранулы и агар показали низкую эффективность – 24,9 мг/л и 12,3 мг/л, соответственно [Inimfon и др., 2024: 1520].

Экстракция лития растворителем – это метод прямого извлечения лития из рассолов, при котором специальные органические экстрагенты селективно связывают ионы лития, перенося их из водной фазы в органическую, что позволяет эффективно концентрировать и очищать литий, отделяя его от других солей, таких как магний. Этот процесс включает предварительную подготовку рассола (удаление примесей), саму экстракцию с реагентами (экстрагент + растворитель), последующую регенерацию экстрагента и получение товарных соединений лития. Экстракция позволяет извлекать литий из сложных рассолов с высокой чистотой. На сегодня это ключевой элемент современных технологий прямого извлечения лития (DLE), применяемый для получения лития из водно-солевых растворов.

Экстракция фосфорорганическими соединениями, например, ди-(2-этилгексил)фосфорной кислотой, глубокими эвтектическими растворителями является эффективным методом для извлечения лития из высокоминерализованных растворов, но процесс требует тщательной предварительной обработки (фильтрации, нанофильтрации) и контроля на всех этапах, чтобы получить высокочистый литий. Ионы магния особенно мешают дальнейшему процессу. Хелатирующие агенты, такие как три-октилфосфиноксид и трибутилфосфат [Chenglong Shi и др., 2016: 640-645], применимы к рассолам с низким содержанием Mg^{2+}/Li^{+} , при этом использование органических растворителей приводит к коррозии промышленного оборудования, загрязняет окружающую среду.

Экстракция растворителем Cyanex 272 позволяет восстанавливать более 90 % ценных металлов,

таких как литий, кобальт, никель и марганец, с чистотой более 95 %, но требует высокого содержания лития в растворе, в частности, 1,33 г/л [Amrita Kumari Jha и др., 2013: 160–166].

Ионообменный метод извлечения лития заключается в использовании специальных смол, которые селективно связывают ионы лития из раствора. Процесс включает сорбцию (захват ионов лития смолой) и последующую десорбцию (высвобождение лития из смолы с получением концентрированного раствора). Плюсы метода включают применимость для растворов с низкой концентрацией лития, снижение эксплуатационных расходов за счет регенерации, экологичность. Недостатки процесса – низкая скорость реакции, что требует больших объемов смолы и длительного времени контакта с раствором, высокая стоимость смол, необходимость в дополнительных стадиях очистки.

Показано, что литий практически не сорбируется на известных ионитах CU-2-8, Purolite S100, Purolite C160S, Purolite S940, Amberlite IR 120, CYBBER CRX 210 и CYBBER CRX 300, например, на сульфокатионите CU-2-8 извлечение составило 0,49 % [Karshigina и др., 2019: 172–180].

Предложены технологические линии для производства карбоната лития из концентрата обратного осмоса морской воды или из нефтяных и газовых пластов с использованием ионообменных смол или интеркаляционного электрода [Nathaniel Cooper и др., 2025: 119156]. Так, ионообменная смола, пропитанная оксидом марганца, позволяет получить карбонат лития за 14,96 долл. США/кг Li_2CO_3 при извлечении 34,3 % лития в раствор (концентрация лития в исходном растворе – 40 мг/л). Хотя, технологические линии позволяли извлекать 30–35 % лития из исходного сырья, что означает, что значительное количество лития всё ещё остаётся неизвлечённым.

Мембранное разделение ионов лития и магния – это процесс отделения этих двух видов ионов друг от друга с помощью полупроницаемой мембраны, которая пропускает одни вещества, но задерживает другие. Этот метод основан на различиях в свойствах ионов, таких как их размер и заряд, и позволяет очистить раствор от примесей или разделить компоненты смеси. Процесс основывается на селективной проницаемости мембраны. Она может иметь поры определенного размера или электростатические свойства, которые позволяют избирательно пропускать ионы лития и задерживать ионы магния или наоборот. Разделение происходит под действием разницы давлений (как в нанофильтрации) или электрического потенциала (в электродиализе). На выходе получается два потока: фильтрат, обогащенный ионами лития, и концентрат, содержащий большую часть ионов магния и кальция. Метод особенно эффективен для переработки рассолов с изначально высоким соотношением магния к литию, что является сложной задачей для других методов.

Преимущества мембранного разделения лития в высокой селективности, улучшении чистоты продукта. Электрохимические методы, включая электродиализ, могут быть использованы для получения ценного гидроксида лития (LiOH) напрямую из раствора хлорида лития, минуя стадию получения карбоната лития.

Недостатки электродиализа для извлечения лития включают высокую энергоёмкость процесса, потребность в значительных объёмах воды и возможность образования отложений на мембранах, что снижает эффективность. Это делает его экономически невыгодным для добычи лития из рассолов с низкими концентрациями. Коммерческие мембраны нанофильтрации (Desal 5 DL, Desal DK, Desal DL-2540 [Sun и др., 2015: 210–217], DK 1812 и NF 90 [Somrani и др., 2015: 210–217] не способны справиться с высоким соотношением $\text{Mg}^{2+}/\text{Li}^+$. Лучшая система продемонстрировала 85 % разделение Li^+ над Mg^{2+} .

Селективный электродиализ – это новый электромембранный процесс, в котором вместо обычных ионообменных мембран используются моновалентные селективные ионообменные мембраны [Lambert и др., 2006: 219–225]. Селективный электродиализ использовался для извлечения Li^+ из соляного раствора (высокое соотношение $\text{Mg}^{2+}/\text{Li}^+$) и морской воды благодаря его превосходной проницаемости для моновалентных ионов и высокому удержанию многовалентных ионов, а также более низким требованиям к предварительной обработке.

В работе [Sifani Zavahir и др., 2021: 114883] выделены три основные классификации современных электрохимических систем захвата лития: электродиализ как процесс на основе электромембраны, емкостная деионизация как процесс с использованием мембраны и аккумуляторов, и электрохимически переключаемый ионный обмен как процесс на основе аккумуляторов. Показано, что емкостная деионизация требует самых высоких капитальных вложений по сравнению с электродиализом и системы восстановления с электрохимическим переключением ионообменных электродов. 46,7 % исследо-

ванных систем электролиза находятся на уровне TRL 6. Технология восстановления с электрохимическим переключением ионообменных электродов является наиболее универсальной и простой в настройке и эксплуатации, однако большинство описанных процессов относятся к уровням TRL 5 (72 %), TRL 6 (5 %) и TRL 7 (5 %).

Мембранные методы обеспечивают высокую селективность и производительность извлечения лития как из растворов с многовалентными катионами (такими как Ca^{2+} и Mg^{2+} ; Co^{2+} , Ni^{2+} и Mn^{2+}), так и из растворов, содержащих одновалентные катионы (Na^{+} и K^{+}).

Критическим физико-химическим параметром, влияющим на коммерциализацию и производство промышленного карбоната лития, является содержание лития в рассоле [Knapik и др., 2023: 6628].

Близкие размеры ионных радиусов обуславливают конкурентную сорбцию Li^{+} и Mg^{2+} , поэтому концентрация магния является серьёзным технологическим препятствием, особенно при соотношении $\text{Mg}^{2+}/\text{Li}^{+} > 40$ [Jiang и др., 2025: 123372]. Ионы натрия, кальция, хлорид-, сульфат-, сульфид- и карбонат-анионы, а также продукты коррозии и осажденные соли хоть и являются проблемой, могут быть удалены в ходе предварительной обработки и последующей фильтрации. Особого внимания требует пленка из диспергированных углеводородов.

Надо отметить, что концентрация Li^{+} в наиболее привлекательных с коммерческой позиции геотермальных территориях Европы составляет от 125 до 480 мг/л [Sanjuan и др., 2022: 102385].

Таблица 4. Сравнение эффективности основных методов прямого извлечения Li^{+} в лабораторных условиях на природных и модельных растворах [Olukayode Fatoki и др., 2026: 133; Qutlimurotova и др., 2026: 103540; Yang и др., 2024: 103540: 309–321; Knapik и др., 2023:6628; Alera и др., 2024: 52]

Метод	Рекомендуемое содержание Li^{+} в рассоле, мг/л	Материалы	Показатели извлечения	Преимущества метода	Ограничения метода
Адсорбция	>100	$\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, сита на основе марганца и титана, оксиды, легированные Al, композиты, модифицированные полимерами	Емкость: 20–50 мг/г; степень извлечения 20–80 %.	Высокая селективность по отношению к ионам Li^{+} при низких концентрациях Li^{+} , экологичность, возможность автоматизации	Снижение сорбционной способности, высокая стоимость сорбента, восприимчивость к примесям
Экстракция растворителем	300 - 7000	Фосфорорганические реагенты, Суапех 272, краун-эфиры, ионные жидкости	Степень извлечения 90–97 %, для сырья с концентрацией лития ниже 100–150 мг/л часто требуется предварительная концентрация	Высокая селективность	Предварительная очистка рассола от примесей; деградация растворителя; коррозия оборудования, загрязнение окружающей среды
Мембранное разделение	50 - 500	Наночелювльтрация, электролиз	Коэффициенты разделения $\text{Li}/\text{Mg} > 600$; степень извлечения 70–95 %;	Возможность прямого производства LiOH , модульная масштабируемость	Энергоемкость процесса, высокие капитальные и эксплуатационные расходы
Ионный обмен	>50	Металлоселективные смолы, Seplite LI-10A, Seplite LI-10A Plus	Степень извлечения 95–98 % в средах с высоким содержанием мешающих ионов (кальция и магния)	Применимость для растворов с низким содержанием лития	Низкая скорость реакции, высокая стоимость смол, необходимость в дополнительных стадиях очистки

С учетом анализа вышеприведенных данных низкое содержание лития (от 7 до 55 мг/л) в исследованных казахстанских гидроминеральных источниках Западного Казахстана и Кызылординской области даже при максимальных объемах добычи таких вод не позволяют дать оптимистичные прогнозы об экономической целесообразности производства литиевых продуктов.

Обзорные работы [Alera и др., 2024: 52; Murphy и др., 2022: 1008680] существующих процессов извлечения Li из соляных озер показали, что такие процессы, как испарительные резервуары и адсор-

бция, уже достигли стадии коммерциализации, а большинство описанных методов извлечения лития из солевых растворов все еще находятся на ранних стадиях разработки и не получили коммерческого распространения.

Отмечены исследовательские пробелы в методах и технологиях извлечения лития [Olukayode Fatoki и др., 2026: 133]: отмечена потребность в новых литий-селективных сорбентах, высокоэффективных и долговечных ионообменных смолах, оптимизации электродных материалов, в оценке влияния процесса извлечения лития на окружающую среду в течение всего жизненного цикла, включая потребление воды, энергии, утилизацию побочных продуктов, также в совершенствовании методов анализа состава рассола в режиме реального времени, мониторинга эффективности экстракции и обнаружения примесей.

Выводы.

Как следует из проведенного анализа, извлечение лития из водных растворов с низкой концентрацией лития до 55 мг/л, высоким попутным присутствием ионов магния в соотношении к ионам лития от 24,8 до более 400 хоть и технически возможно, часто не является экономически целесообразным из-за высокой стоимости и сложности процесса. Так, водно-солевые растворы с низкой концентрацией лития требуют значительных затрат на извлечение небольшого количества лития, многоступенчатости процесса, таких как адсорбция, экстракция или электролиз, что увеличивает стоимость и сложность производства. Для разбавленных растворов требуется дополнительное концентрирование, что значительно нивелирует углеродную нейтральность всего процесса.

Процесс извлечения лития из водных растворов может привести к образованию отходов и загрязнению окружающей среды. Также высокая стоимость и низкая технологичность в сочетании с соответствующими экологическими проблемами делают большинство новых экстрагентов с растворителями непригодными для большинства природных рассолов.

Рассмотренные в данной работе методы и технологии демонстрируют определенный потенциал и относительную ценность различных источников лития и, вероятно, для получения конкурентоспособной литиевой продукции из казахстанского гидроминерального сырья необходимы более усовершенствованные подходы.

Развитие и оптимизация технологий, новые материалы могут привести к более устойчивой и эффективной добыче лития, необходимого для производства Li-ионных аккумуляторов и других продуктов.

REFERENCES

- Absametov M.K., Boyarko G.Yu., Dutova E.M., Bolsunovskaya L.M., Itemen N.M., Chensizbaev D.B. (2024). Lithium potential of the mineral resource base of the Republic of Kazakhstan // *News of Tomsk Polytechnic University, Georesource Engineering*, V. 335. No 7. Pp. 141–154 <https://doi.org/10.18799/24131830/2024/7/4674> [in Russ.].
- Alera A.C., Benitez J.P., Fernandez R.J., Pascual C.K., Policarpio F., Lopez E.C. (2024). Recent advances in lithium extraction // *Engineering Proceedings*. 67(1). 52. <https://doi.org/10.3390/engproc2024067052>. [in Eng.]
- Amrita Kumari Jha, Manis Kumar Jha, Anjan Kumari, Sushanta Kumar Sahu, Vinay Kumar, Banshi Dhar Pandey. (2013). Selective separation and recovery of cobalt from leach liquor of discarded Li-ion batteries using thiophosphinic extractant // *Separation and Purification Technology*. 104. 160–166. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2012.11.024>. [in Eng.]
- Boqiang Lin, Jiangnan Li (2026). Spot price fluctuations of battery-grade lithium carbonate and supply chain disruptions: The survival game of new energy enterprises // *Renewable Energy*. Vol. 262. 125372. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2026.125372> [in Eng.]
- Chenglong Shi, Yan Jing, Yongzhong Jia (2016). Solvent extraction of lithium ions by tri-n-butyl phosphate using a room temperature ionic liquid // *Journal of Molecular Liquids*. 215. 640–646. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2016.01.025>. [in Eng.]
- Inimfon A., Udoetok I., Karoyo Abdalla H., Emmanuel E.U., Edidiong D.A. (2024). Granulation of lithium-ion sieves using biopolymers: A review // *Polymers*. 16(11). 1520. <https://doi.org/10.3390/polym16111520>. [in Eng.]
- Choubey P.K., Chung K.S., Kim M.Seuk, Lee J.Chun, Srivastava R.R. (2017). Advance review on the exploitation of the prominent energy-storage element Lithium. Part II: from sea water and spent lithium ion batteries (LIBs) // *Miner. Eng.* 110. Pp. 104–121. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2017.04.008>. [in Eng.]
- Mian-ping Zheng, En-yuan Xing, Xue-fei Zhang, Ming-ming Li, Dong Che, Ling-zhong Bu, Jia-huan Han, Chuan-yong Ye. (2023). Classification and mineralization of global lithium deposits and lithium extraction technologies for exogenetic lithium deposits // *China Geology*. Vol. 6. Iss. 4. Pp. 547–566, <https://doi.org/10.31035/cg2023061> [in Eng.]
- Flexer V., Baspineiro C.F., Galli C.I. (2018). Lithium recovery from brines: a vital raw material for green energies with a potential environmental impact in its mining and processing // *Sci. Total Environ.*, 639. 1188–1204. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.223>. [in Eng.]
- Jiang C., Bai S., Li J., Wang M., Zhou Y.; Hou, Y. (2025). Crown Ether-Functionalized Nanofiltration Membranes with High Ions Selectivity for Li⁺/Mg²⁺ Separation // *J. Membr. Sci.* Vol. 714. 123372. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2024.123372> [in Eng.]
- Karshyga Z., Yersaiynova A., Yessengazyev A., Orynbayev B., Kvyatkovskaya M., Silachyov I. (2023). Synthesis of manganese oxide sorbent for the extraction of lithium from hydromineral raw materials // *Materials*. 16(24). 7548. <https://doi.org/10.3390/ma16247548>. [in Eng.]
- Karshigina Z.B., Bochevskaya E.G., Abisheva Z.S., Akcil A.U., Kan S.M. (2019). Sorption methods of processing of hydromineral lithium raw material of Kazakhstan // *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*. 4(436). 172–180. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.112>. [in Eng.]

- Kim S., Kim J., Kim S., Lee J., Yoon J. (2018). Electrochemical lithium recovery and organic pollutant removal from industrial wastewater of a battery recycling plant // *Environ. Sci. Technol. Lett.*, №4. <https://doi.org/10.1039/c7ew00454k>. [in Eng.]
- Knapik E., Rotko G., Marszałek M. (2023). Recovery of lithium from oilfield brines—Current achievements and future perspectives: A mini review // *Energies*. 16. 6628. <https://doi.org/10.3390/en16186628>. [in Eng.]
- Labert J., Avila-Rodriguez M., Durand G., Rakib M. (2006). Separation of sodium ions from trivalent chromium by electrodialysis using monovalent cation selective membranes // *Journal of Membrane Science*. 280. 219–225. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2006.01.021>. [in Eng.]
- Murphy O., Haji M.N. (2022). A review of technologies for direct lithium extraction from low Li⁺ concentration aqueous solutions // *Frontiers in Chemical Engineering*. 4. 1008680. <https://doi.org/10.3389/fceng.2022.1008680>. [in Eng.]
- Murtazin E.Zh., Adenova D.K., Tazhiev S.R. (2025). Hydrogeochemical features of the formation of lithium-bearing brines of the Shu-Sarysu depression // *Izdenister, Natizheler — Research, Results*. 3 (107). 464-472. <https://doi.org/10.37884/3-2025/44>. [in Russ.].
- Nathanial J. Cooper, Boreum Lee, Sohun K. Patel, Li Wang, Paul Westerhoff, Menachem Elimelech. (2025). Viability assessment of lithium recovery from unconventional saline water sources // *Desalination*. 614. 119156. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2025.119156>. [in Eng.]
- Olukayode Fatoki, Santosh Kumar Parupelli, Manpreet Kaur, Alex Mathew, Amir Rehmat, Salil Desai (2026). Review of Direct Lithium Extraction Methods: Recent Advances and Outlook // *Batteries*. 12(4). 133. <https://doi.org/10.3390/batteries12040133> [in Eng.]
- Quinby-Hunt M.S., Turehian K.K. (1983). Distribution of elements in seawater // *EOS, Trans.Am.Geophys Union*. 64. 130. <https://doi.org/10.1029/EO064i014p00130>. [in Eng.]
- QiuY., Ruan H., Tang C., YaoL., Shen J., Sotto A. (2019). Study on recovering high-concentration lithium salt from lithium-containing wastewater using a hybrid reverse osmosis (RO)–electrodialysis (ED) process // *ACS Sustain. Chem. Eng.*, 7. 13481-13490. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b03108>. [in Eng.]
- Qutlimurotova N., Akhmedova U., Tuyeva O., Yakhshiyeva Z., Ashirov M., Razzokov J., Abyzbekova G. (2026). Efficient extraction of lithium ions from brine: A sustainable approach // *Results in Chemistry*. Vol. 28. 103540. <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2026.103540> [in Eng.]
- Sanjuan B., Gourcerol B., Millot R., Rettenmaier D., Jeandel E., Rombaut A. (2022). Lithium-rich geothermal brines in Europe: An update about geochemical characteristics and implications for potential Li resources // *Geothermics* 101. 102385. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2022.102385> [in Eng.]
- Sifani Zavahir, Tasneem Elmakki, Mona Gulied, Zubair Ahmad, Leena Al-Sulaiti, Ho Kyong Shon, Yuan Chen, Hyunwoong Park, Bill Batchelor, Dong Suk Han. (2021). A review on lithium recovery using electrochemical capturing systems // *Desalination*. 500. 114883. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2020.114883>. [in Eng.]
- Somrani A., Hamzaoui A., Pontie M. (2013). Study on lithium separation from salt lake brines by nanofiltration (NF) and low pressure reverse osmosis (LPRO). *Desalination*. 317. 184–192. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2013.03.009> [in Eng.]
- Stringfellow W.T., Dobson P.F. (2021). Technology for the recovery of lithium from geothermal brines // *Energies* 14. 6805. <https://doi.org/10.3390/en14206805> [in Eng.]
- Sun S.Y., Cai L.-J., Nie X.Y., Song X., Yu J.G. (2015). Separation of magnesium and lithium from brine using a desal nanofiltration membrane // *Water Process. Eng.* 7. 210–217. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2015.06.012> [in Eng.]
- Swain B. (2017) Recovery and recycling of lithium: A review // *Sep. Purif. Technol.* 172. 388–403. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2016.08.031> [in Eng.]
- Xifan Li, Xin Li, Guijing Chen, Hui Li, Yi Duan, Yu Sun, Alberto Tiraferri, Baicang Liu. (2025). Efficient recovery of lithium from spent lithium-ion battery raffinate by Mn and Al-based adsorbents: pretreatment, adsorption mechanism, and performance comparison // *Separation and Purification Technology*. 354. 1. 128652. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2024.128652>. [in Eng.]
- Yang S., Wang Y., Pan H., He P., Zhou H. (2024). Lithium Extraction from Low-Quality Brines. // *Nature*. 636. 309–321. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-08117-1> [in Eng.]
- Yu D., Xiaotian Zh., Jing S., Shumin W., Zhongwei Zh., Wenhua X., Guoxing R., Yongli L., Dongfu L. (2025). Porous manganese-based ion sieve for sustainable lithium extraction from brine: High-efficiency adsorption and rapid kinetics // *Desalination*. 614. 119168. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2025.119168> [in Eng.]

Нурмухамбетова Бахыт Исахановна — разработка концепции, интерпретация результатов, подготовка и редактирование текста.

Муртазин Ермек Жамшитович — научное руководство и редактирование текста.

Тажиев Султан Рысниязович — проведение полевых исследований, обработка полученных экспериментальных данных.

Акынбаева Мадина Жакыпжановна — подготовка иллюстраций.

RESEARCH, RESULTS

SCIENTIFIC JOURNAL

ІЗДЕНІСТЕР, НӘТИЖЕЛЕР

ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ

ИССЛЕДОВАНИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Құрылтайшысы және баспагері:

«Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ «Қазақстан Республикасы
Президентінің жанындағы Қазақстан Республикасының Ұлттық Ғылым академиясы»
КЕАҚ

Бас редактор

Күрішбаев Ақылбек Қажығұлұлы

Жауапты редактор

Мрзабаева Раушан Жалиевна

Компьютерде беттеген

Асанова Жадыра Миримхановна

Редакция мен баспаның мекен-жайы:

050010, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Абай даңғылы, 8

Журнал сайты: <https://journal.kaznaru.edu.kz/>

29.08.2026 ж.