

ISSN 2518-1483 (Online),
ISSN 2224-5227 (Print)

2025 • 1



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ
АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН»

REPORTS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944

ALMATY, NAS RK

Бас редактор:

ЖУРЫНОВ Мұрат Жұрынулы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР ҰҒА РҚБ президенті м.а., АҚ «Д.В. Сокольский атындағы Отын, катализ және электрохимия институтының» бас директоры (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>

Редакция ұжымы:

ҚАЛИМОЛДАЕВ Максат Нұрәділұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56153126500>

ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мыңжасарұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Фитохимия» халықаралық ғылыми-өндірістік холдингінің директоры (Қарағанды, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>

РАМАЗАНОВ Тілекқабыл Сәбитұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің ғылыми-инновациялық қызмет жөніндегі проректоры, (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701328029>

ӘБИЕВ Руфат, техника ғылымдарының докторы (биохимия), профессор, Санкт-Петербург мемлекеттік технологиялық институты «Химиялық және биотехнологиялық аппаратураны онтайландыру» кафедрасының меңгерушісі, (Санкт-Петербург, Ресей) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602431781>

ОЛИВЬЕРО Росси Сезаре, PhD (химия), Калабрия университетінің профессоры (Калабрия, Италия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221375979>

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова Ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006315935>

САНГ-СУ Квак, PhD (биохимия, агрохимия), профессор, Корей Биоғылым және биотехнология ғылыми-зерттеу институты (KRIBB), өсімдіктердің инженерлік жүйелері ғылыми-зерттеу орталығының бас ғылыми қызметкері, (Дэчон, Корея) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59286321700>

БЕРСІМБАЕВ Рахметқажы Ескендірұлы, биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. (Астана, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004012398>

КАЛАНДРА Пьетро, PhD (физика), наноқұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004303066>

БОШКАЕВ Қуантай Авғазыұлы, Ph.D. Теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фарабиатындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=54883880400>

Бүркітбаев Мұхамбетқали, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>

QUEVEDO Hernando, профессор, Мексика ұлттық автономиялық университеті (UNAM), Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55989741100>

ЖҮСІПОВ Марат Абжанұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602166928>

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7202799321>

ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағаұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=24077239000>

ХАРИН Станислав Николаевич, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701353063>

ДАВЛЕТОВ Асқар Ербуланович, физика-математика ғылымдарының кандидаты, доцент, ҰЯЗУ МИФИ әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602642543>

ӘБІШЕВ Медеу Ержанұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=26530759900>

ӘБІЛМАҒЖАНОВ Арлан Зайнуталлайұлы, химия ғылымдарының кандидаты, Д.В. Сокольский атындағы "Отын, катализ және электрохимия институты" АҚ Бас директорының бірінші орынбасары, (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57197468109>

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының баяндамалары»

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.).

Ақпарат агенттігінің мерзімді баспасөз басылымын, ақпарат агенттігін және желілік басылымды қайта есепке қою туралы ҚР Мәдениет және Ақпарат министрлігі «Ақпарат комитеті» Республикалық мемлекеттік мекемесі **31.01.2025 ж.** берген № **KZ31VPY0011215** Күзлік.

Тақырыптық бағыты: *физика, химия.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

Главный редактор:

ЖУРИНОВ Мурат Журинович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, и.о. президента РОО НАН РК, Генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского» (Алматы, Казахстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>

Редакционная коллегия:

КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56153126500>

АДЕКЕНОВ Сергазы Мынжасарович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного научно-производственного холдинга «Фитохимия» (Караганда, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>

РАМАЗАНОВ Тлеккабул Сабитович, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701328029>

АБИЕВ Руфат, доктор технических наук (биохимия), профессор, заведующий кафедрой «Оптимизация химической и биотехнологической аппаратуры», Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Санкт-Петербург, Россия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602431781>

ОЛИВЬЕРО Росси Чезаре, доктор философии (PhD, химия), профессор Университета Калабрии (Калабрия, Италия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221375979>

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006315935>

САНГ-СУ Квак, доктор философии (PhD, биохимия, агрохимия), профессор, главный научный сотрудник, Научно-исследовательский центр инженерных систем растений, Корейский научно-исследовательский институт бионауки и биотехнологии (KRIBB), (Дэчон, Корея), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59286321700>

БЕРСИМБАЕВ Рахметкажи Искендерович, доктор биологических наук, профессор, академик НАН РК, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева (Астана, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004012398>

КАЛАНДРА Пьетро, доктор философии (PhD, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004303066>
БОШКАЕВ Қуантай Авгазыевич, PhD, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=54883880400>

БУРКИТБАЕВ Мухамбеткали, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, (Алматы, Казахстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>

QUEVEDO Hernando, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55989741100>

ЖУСУПОВ Марат Абжанович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602166928>

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7202799321>

ТАКИБАЕВ Нургали Жабгаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=24077239000>

ХАРИН Станислав Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701353063>

ДАВЛЕТОВ Аскар Ербуланович, кандидат физико-математических наук, доцент, Филиал НИЯУ МИФИ Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602642543>

АБИШЕВ Медеу Ержанович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=26530759900>

АБИЛЬМАГЖАНОВ Арлан Зайнуталлаевич, кандидат химических наук, первый заместитель генерального директора АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57197468109>

Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан»

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).

Свидетельство №KZ31VPY0011215 о повторной регистрации периодического печатного издания информационного агентства, информационного агентства и сетевого издания, выданное Республиканским государственным учреждением «Комитет информации» Министерства культуры и информации Республики Казахстан **31.01.2025**

Тематическая направленность: *физика, химия*.

Периодичность: 4 раза в год.

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

Editor-in-Chief:

ZHURINOV Murat Zhurinovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Acting President of RPA NAS RK, General Director of JSC "Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry named after D.V. Sokolsky" (Almaty, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>

Editorial Board:

KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56153126500>

ADEKENOV Sergazy Mynzhasarovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Director of the International Science and Production Holding "Phytochemistry" (Karaganda, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>

RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich, (Deputy Editor-in-Chief), Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701328029>

ABIEV Rufat, Doctor of Technical Sciences (Biochemistry), Professor, Head of the Department of Optimization of Chemical and Biotechnological Equipment, St. Petersburg State Technological Institute (St. Petersburg, Russia) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602431781>

OLIVIERO Rossi Cesare, PhD (Chemistry), Professor at the University of Calabria (Calabria, Italy), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221375979>

TIGINYANU Ion Mihailovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician, President of the Academy of Sciences of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006315935>

SANG SU Kwak, PhD (Biochemistry, Agricultural Chemistry), Professor, Chief Scientist, Research Center for Plant Systems Engineering, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), (Daecheon, Korea), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59286321700>

BERSIMBAYEV Rakhmetkazi Iskenderovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of NAS RK, L.N. Gumilyov Eurasian National University (Astana, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004012398>

CALANDRA Pietro, PhD (Physics), Professor, Institute for the Study of Nanostructured Materials (Rome, Italy), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004303066>

BOSHKAEV Kuantai Avgazyevich, PhD, Associate Professor, Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=54883880400>

BURKITBAEV Mukhambetkali, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, (Almaty, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>

QUEVEDO Hernando, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55989741100>

ZHUSUPOV Marat Abzhanovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602166928>

KOVALEV Alexander Mikhailovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician of NAS of Ukraine, Institute of Applied Mathematics and Mechanics (Donetsk, Ukraine), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7202799321>

TAKIBAEV Nurgali Zhabagaevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=24077239000>

KHARIN Stanislav Nikolaevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701353063>

DAVLETOV Askar Erbulanovich, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Branch of NRNU MEPhI Kazakh National University named after Al-Farabi (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602642543>

ABISHEV Medeu Erzhanovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=26530759900>

ABILMAGZHANOV Arlan Zainutallaevich, PhD in Chemistry, First Deputy Director General of JSC "Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry named after D.V. Sokolsky", (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57197468109>

Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.**ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)**

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty).

The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of Information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan **No.KZ31VPY00111215** issued **31. 01. 2025**Thematic scope: *physics and chemistry*.

Periodicity: 4 times a year.

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

© D.A. Tolekov*, D.M. Zharylgapova, A.M. Mukhambetzhan,
A.A. Almagambetova, U.A. Abitaeva, 2025.

Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan.

E-mail: doszhan_ta_93@mail.ru

ELECTRON-HOLE TRAPPING CENTERS IN ULTRA-VIOLET IRRADIATED $\text{Li}_2\text{SO}_4\text{-Mn}$ CRYSTALS

Tolekov Doszan Altaiuly – Master of Science, Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan, E-mail: doszhan_ta_93@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6528-3879>;

Zharylgapova Dina Muratovna – Ph.D., Associate Professor, Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan, E-mail: djm.06@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7962-9239>;

Mukhambetzhan Aisulu Mukhambetzhanovna – Ph.D., Associate Professor, Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan, E-mail: aisulu@korkyt.kz, <https://orcid.org/0000-0003-0799-6229>;

Almagambetova Aigul Aldazharovna – Ph.D., Candidate of Pedagogical Sciences, Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan, E-mail: almagambetova@korkyt.kz, <https://orcid.org/0000-0002-8790-8948>;

Abitaeva Ulbosyn Abdykapparovna – Doctoral student, Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan, E-mail: ulbosyn_abitaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1398-9992>.

Abstract. In this work, the nature of electron-hole trapping centers in ultraviolet-irradiated ferroelectric $\text{Li}_2\text{SO}_4\text{-Mn}$ crystals is investigated. With the rapid development of solid-state laser technology pumped by laser diodes, sources of high-power coherent infrared radiation with a wavelength of about $1\ \mu\text{m}$ have become compact and reliable. In recent years, lasers have actively begun to master the ultraviolet and vacuum ultraviolet spectral ranges, reducing the pulse duration down to a few femtoseconds. In this regard, there is a constant, unrelenting demand for cheap, powerful sources of coherent radiation operating in ferroelectric crystals irradiated with ultraviolet and far infrared ranges for a wide variety of applications. Using spectroscopic methods, the possibility of forming several types of impurity trapping centers in crystals with Mn^{2+} ion impurities is demonstrated. It is found that under the action of UV irradiation, electron and hole centers are captured in damaged areas of the crystal lattice near impurities, which leads to an increase in luminescence. Emission bands at wavelengths associated with the recombination of electrons and localized holes of SO_4^- are experimentally recorded. The studies also confirmed the formation of trapping centers during thermoluminescence and optically stimulated luminescence caused by gamma and X-ray irradiation. The results showed that the addition of Mn^{2+} ions enhances the intrinsic luminescence of

crystals and changes their spectral characteristics. The experiments were conducted at different temperatures and irradiation conditions, which allowed a more in-depth study of the recombination processes in these materials. In conclusion, it is noted that the anisotropy of $\text{Li}_2\text{SO}_4\text{-Mn}$ crystals has a significant effect on the behavior of impurity capture centers and luminescence spectra.

Keywords: electron-hole trapping centers, luminescence spectroscopy, impurity, thermoluminescence, recombination luminescence, defect centers in crystals.

© Д.А. Төлеков*, Д.М. Жарылғапова, А.М. Мұхамбетжанова,
А.А. Алмағамбетова, Ұ.Ә. Әбітаева, 2025.

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан.

E-mail: doszhan_ta_93@mail.ru

УЛЬТРА-КҮЛГІНМЕН СӘУЛЕЛЕНГЕН $\text{Li}_2\text{SO}_4\text{-Mn}$ -дегі ЭЛЕКТРОНДЫ-КЕМТІКТІ ҚАРМАУ ОРТАЛЫҚТАРЫ

Төлеков Досжан Алтайұлы – ғылым магистрі, оқытушы, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан, E-mail: doszhan_ta_93@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6528-3879>;

Жарылғапова Дина Мұратовна – п.ғ.к., қауымдастырылған профессор м.а., Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан, E-mail: djm.06@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7962-9239>;

Мұхамбетжанова Айсұлу Мұхамбетжанқызы – ф.-м.ғ.к., қауымдастырылған профессор м.а., Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан, E-mail: aisulu@korkyt.kz, <https://orcid.org/0000-0003-0799-6229>;

Алмағамбетова Айгүл Алдажарқызы – педагогика ғылымдарының кандидаты, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан, E-mail: almagambetova@korkyt.kz, <https://orcid.org/0000-0002-8790-8948>;

Әбітаева Ұлбосын Әбдіғаппарқызы – докторант, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан, E-mail: ulbosyn_abitaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1398-9992>.

Аннотация. Бұл жұмыста ультракүлгін сәулеленумен сәулеленетін ферроэлектрлік $\text{Li}_2\text{SO}_4\text{-Mn}$ кристалдарындағы электронды тесіктерді ұстау орталықтарының табиғаты зерттелген. Лазерлік диодтармен айдалатын қатты денелі лазерлік технологияның қарқынды дамуымен толқын ұзындығы шамамен 1 мкм болатын жоғары қуатты когерентті инфрақызыл сәулелену көздері жинақы және сенімді болды. Соңғы жылдары лазерлер ультракүлгін және вакуумдық ультракүлгін спектрлік диапазондарды белсенді түрде меңгере бастады, импульс ұзақтығын бірнеше фемтосекундқа дейін қысқартты. Осыған байланысты ультракүлгін сәулемен сәулеленетін ферроэлектрлік кристалдарда жұмыс істейтін арзан, қуатты когерентті сәулелену көздеріне тұрақты, тынымсыз сұраныс бар. Спектроскопиялық әдістерді қолдану арқылы Mn^{2+} ионды қоспалары бар кристалдарда қоспаларды ұстау орталықтарының бірнеше түрін құру мүмкіндігі көрсетілді. Ультракүлгін сәулеленудің әсерінен кристалдық тордың зақымдалған учаскелерінде қоспалардың жанында электрондар мен тесіктердің орталықтары

ұсталатыны анықталды, бұл люминесценцияның жоғарылауына әкеледі. Электрондардың рекомбинациясымен және локализацияланған SO_4^- тесіктерімен байланысты толқын ұзындықтарында эмиссия жолақтары эксперименталды түрде анықталды. Зерттеулер сонымен қатар термолюминесценция және гамма және рентгендік сәулеленуден туындаған оптикалық ынталандырылған люминесценция кезінде ұстау орталықтарының пайда болуын растады. Нәтижелер Mn^{2+} иондарын қосу кристалдардың ішкі люминесценциясын күшейтетінін және олардың спектрлік сипаттамаларын өзгертетінін көрсетті. Тәжірибелер әртүрлі температурада және сәулелену жағдайында жүргізілді, бұл осы материалдардағы рекомбинация процестерін тереңірек зерттеуге мүмкіндік берді. Қорытындылай келе, $\text{Li}_2\text{SO}_4\text{-Mn}$ кристалдарының анизотропиясы қоспаларды ұстау орталықтары мен люминесценция спектрлерінің әрекетіне айтарлықтай әсер ететіні атап өтілді.

Түйін сөздер: электронды-кемтік қармау орталықтары, люминесценция спектроскопиясы, қоспа, термолюминесценция, рекомбинациялық люминесценция, кристалдардағы ақау орталықтары.

©Д.А. Толеков*, Д.М. Жарылгапова, А.М. Мухамбетжанова,
А.А. Алмагамбетова, У.А. Абитаева, 2025.

Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан.

E-mail: doszhan_ta_93@mail.ru

ЭЛЕКТРОННО-ДЫРОЧНЫЕ ЦЕНТРЫ ЗАХВАТА В ОБЛУЧЕННОМ УЛЬТРА-ФИОЛЕТОМ КРИСТАЛАХ $\text{Li}_2\text{SO}_4\text{-Mn}$

Толеков Досжан Алтайұлы – магистр наук, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан, E-mail: doszhan_ta_93@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6528-3879>;

Жарылгапова Дина Муратовна – к.п.н., и.о. ассоциированного профессора, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан, E-mail: djm.06@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7962-9239>;

Мухамбетжанова Айсулу Мухамбетжанкызы – к.ф.-м.н., и.о. ассоциированного профессора, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан, E-mail: aisulu@korkyt.kz, <https://orcid.org/0000-0003-0799-6229>;

Алмагамбетова Айгул Алдажаровна – к.п.н., Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан, E-mail: almagambetova@korkyt.kz, <https://orcid.org/0000-0002-8790-8948>;

Абитаева Улбосын Абдиганпаркызы – докторант, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан, E-mail: ulbosyn_abitaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1398-9992>.

Аннотация. В данной работе исследована природа электронно-дырочных центров захвата в сегнетоэлектрических кристаллах $\text{Li}_2\text{SO}_4\text{-Mn}$, облучённых ультрафиолетом. По мере быстрого развития технологии твердотельных лазеров с накачкой лазерными диодами, источники мощного когерентного инфракрасного излучения с длиной волны около 1 мкм стали компактными и надежными. В последние годы лазеры активно начинают осваивать ультрафиолетовый и вакуумный ультрафиолетовый диапазоны спектра при сокращении длительности импульсов вплоть до единиц фемтосекунд. В связи с этим имеет место постоянный

неослабевающий спрос на дешевые мощные источники когерентного излучения, работающие в егнетоэлектрических кристаллах, облучённых ультрафиолетом и дальних диапазонах инфракрасного спектра, для самых разнообразных применений. Используя спектроскопические методы, была продемонстрирована возможность формирования нескольких типов примесных центров захвата в кристаллах с примесями ионов Mn^{2+} . Обнаружено, что под действием УФ-облучения электронные и дырочные центры захватываются в нарушенных участках кристаллической решётки вблизи примесей, что приводит к усилению люминесценции. Экспериментально зафиксированы полосы излучения на длинах волн, связанных с рекомбинацией электронов и локализованных дырок SO_4^- . Исследования также подтвердили формирование центров захвата при термолюминесценции и оптически стимулированной люминесценции, вызванных гамма- и рентгеновским облучением. Результаты показали, что добавление ионов Mn^{2+} усиливает собственную люминесценцию кристаллов и изменяет их спектральные характеристики. Эксперименты проводились при различных температурах и условиях облучения, что позволило более глубоко изучить процессы рекомбинации в этих материалах. В заключении отмечается, что анизотропия кристаллов Li_2SO_4 -Mn оказывает значительное влияние на поведение примесных центров захвата и спектры люминесценции.

Ключевые слова: электронно-дырочные центры захвата, спектроскопия люминесценции, примесь, термолюминесценция, рекомбинационная люминесценция, дефектные центры в кристаллах.

Введение. Кристаллы активированные примесями имеют анизотропические оптические свойства и являются сегнетоэлектриками с несколькими фазовыми переходами. Исследованиями авторов (Нурахметов, 2001) показана, что в облученном кристалле, при возбуждении в фундаментальной спектральной области $>5,5$ эВ появляются полосы излучения при $3,65$ - $3,75$ эВ связанные рекомбинацией электронов с локализованным дырками. Введение примесей, являющихся акцептором для электрона в сульфатах, усиливает интенсивность собственной люминесценции. Экспериментальный результат доказывает, что излучения при $3,65$ - $3,75$ эВ связана с рекомбинацией электронов не локализованной дыркой.

В сульфатах щелочных и щелочноземельных металлов, активированных ионами были исследованы термолюминесценция оптически стимулированной люминесценции и фосфоросценция означающие образование примесных электронно-дырочных центров захвата в облученных рентгеновскими, гамма и ультрафиолетовыми лучами (Suchinder, 2015).

Считаются, что во многих случаях в сульфатах собственные электронные возбуждение передает энергию примесным излучателем. Природы собственного излучения и формирования электронно-дырочных центров захвата в кристалле полностью не изучена. В наших предыдущих работах (Salikhodzha et. al, 2019; Nurakhmetov et. al, 2019) для кристалла и были показаны, что собственные

излучения возникают при рекомбинации электронов из зоны проводимости с неэквивалентно расположенными локализованными дырками. На основе измерения энергии создания или возбуждения собственного излучения при 3,7-3,8 эВ для этих кристаллов оцененные ширины запрещенной зоны составляло около 5 эВ.

В работе авторов (Shaila, 2017) в облученном обнаружены пики термостимулированной люминесценции при 485 К, 504 К, 526 К по величине светосуммы превышающей светосумму TSL в коммерческом TLD дозиметрах. В облученном обнаружены пики TSL при 420 К, 498 К и 608 К. В облученном γ – лучами с наведенными дефектами методом фото стимуляции обнаружен пик TSL при 383 К (Mostafa, 2011; Ashirbayev, 2023).

В следующих работах (Blasse, 1994; Waynant, 2000; Waynant, 1999; Lee, 1997; Ohno, 2001; Freedman, 1978) авторы объясняет основные принципы люминесцентных материалов и указывают, что люминесценция в сульфатах щелочных металлов усиливается при добавлении примесей, таких как Mn^{2+} , что напрямую связано с результатами, полученными в исследовании Li_2SO_4 -Mn.

Термолюминесценция твёрдых тел стал классикой и широко используется для объяснения процессов захвата и рекомбинации в кристаллах сульфатов также обсуждаются кинетические аспекты рекомбинации электронов и дырок в примесных центрах захвата, что актуально для изучения люминесценции в кристаллах Li_2SO_4 . В работах (Kauppinen, 1985; Khomenko, 2002; McKeever, 1985; Mulligan, 1976), изучали дозиметрию с помощью термолюминесцентных материалов, таких как сульфаты, что помогает лучше понять механизмы люминесценции и формирования центров захвата при облучении.

Объекты и методы исследования. Кристаллы выращены из насыщенного водного раствора методом медленного испарения при температуре 40°C. Из кристалла вырезались пластинки толщиной 3-5 мм и диаметром 10-15 мм. Нами исследованы образцы кристалла и порошков с чистотой 99,99%. Спектр возбуждения корректируется на спектральное распределение интенсивности возбуждающего излучения. Для измерения спектров излучения в спектральной области 1,5÷6,2 эВ использовался спектрофлуориметр Solar CM 2203.

Эта установка дает возможность проведения экспериментальных исследований по измерению спектров фотолюминесценции, спектров возбуждения и спектров поглощения, твердотельных образцов и растворов при 80-300 К температуре. Спектральный диапазон в режиме спектрометра от 200 до 820 нм, а в режиме спектрофотометра 200-1100 нм.

Результаты эксперимента и их обсуждения. На рисунке 1 представлен спектр излучения кристалла при возбуждении фотонами с энергией 6,2 эВ при 300 К. Из рисунка 1 (кривая 1) видно, что появляются полосы излучения при 2,1 эВ, 2,3 эВ, 2,4 эВ, 3,0 эВ, 3,2 эВ и 3,7 эВ и. Аналогичные излучения возникают при возбуждения фотона с энергией 5,9 эВ (кривая 2) и 5,6 эВ (кривая 3) при 300 К.

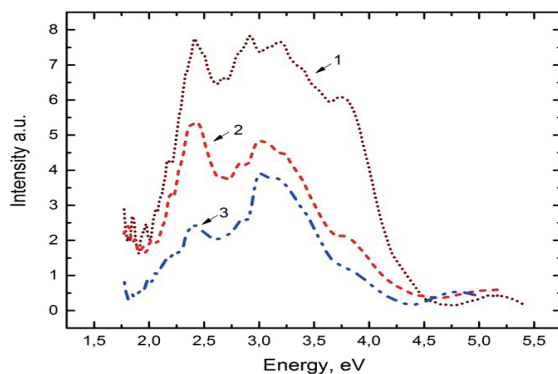


Рисунок 1. Спектр излучения кристалла при возбуждения фотонами с энергией 6,2 эВ (кривая 1), 5,9 эВ (кривая 2) и 5,6 эВ (кривая 3) при 300 К

На рисунке 2 представлен спектр возбуждения основной полосы излучения при 2,1 эВ, 2,3 эВ, 2,4 эВ и 3,0 эВ связанные с примесями. Из рисунка видно, что полоса излучения 2,4 эВ возбуждается при энергиях фотона 2,7 эВ, 3,6 эВ, 4,1 эВ и 5,0 эВ. При возбуждении кристаллов в фундаментальной области при 5,0 эВ и выше 6 эВ создаются электронно-дырочные пары, которые в ходе релаксации захватываются дефектами решетки и формируют электронно-дырочные центры захвата. Полоса возбуждения при 3,6 эВ авторы (Shaila, 2017: 37) связывают внутрицентровыми переходами в ионе. Остальная полоса возбуждения при 2,7 эВ связана примесными и собственными электронно-дырочными центрами захвата локализованного возле примеси.

Можно предположить, что аналогичные рекомбинационные излучения на примесных центрах захвата, формируются в кристалле. Возможно рекомбинационное излучение при 2,93 эВ соответствует распаду примесного центра захвата, а полоса 3,1 эВ соответствует распаду собственного центра захвата. Полоса возбуждения при 2,4 эВ как в кристалле соответствует центрам захвата в нарушенных местах анизотропного кристалла.

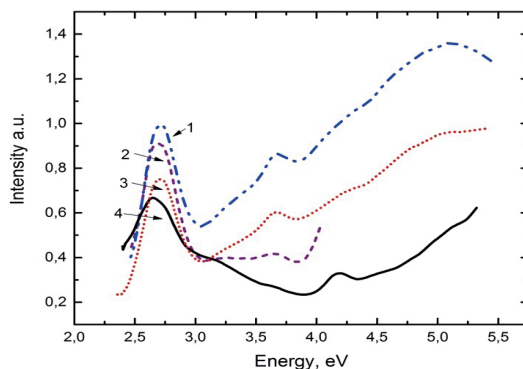


Рисунок 2. Спектр возбуждения для полосы излучения 2,1 эВ (кривая 1), 2,3 эВ (кривая 2), 2,4 эВ (кривая 3) и 3,0 эВ кристалла при 300 К

На рисунке 3 представлен спектр излучения кристалла с наведенными электронно-дырочными центрами захвата при возбуждении в полосе распада примесных центров захвата при 2,7 эВ, 3,0 эВ. Появление излучения 2,1 эВ при возбуждении фотонами с энергией 2,7-3,0 эВ должна быть связана внутрицентровым возбуждением иона.

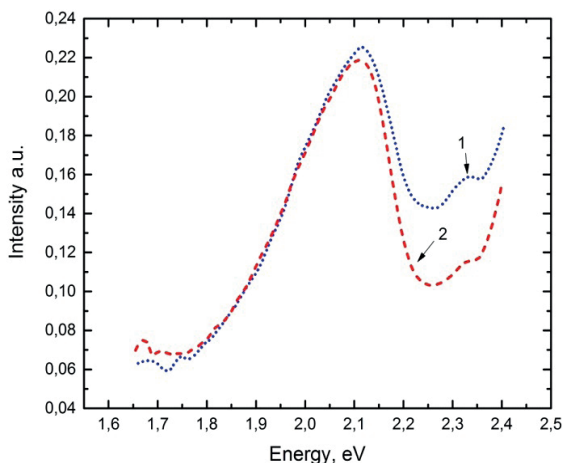


Рисунок 3. Спектр излучения кристалла с наведенными электронно-дырочным центрам и центров захвата при возбуждении фотонами с энергией 2,7 эВ (кривая 1), 3,0 эВ (кривая 2)

Таким образом, при рекомбинационном распаде полос излучений 2,7 эВ, 3,0 эВ энергия передается примесям и мы наблюдаем излучения возле дефектов решетки. Разные энергетические расстояния в примесных электронно-дырочных центрах захвата должна быть связана разными кристаллографическими направлениями дырочных групп анизотропном кристалле.

Заключение. В ходе данного исследования была проведена детальная характеристика электронно-дырочных центров захвата в ферроэлектрических кристаллах $\text{Li}_2\text{SO}_4\text{-Mn}$, облученных ультрафиолетовым излучением. Экспериментально установлено, что при воздействии УФ-излучения вблизи примесных ионов Mn^{2+} формируются устойчивые дефектные центры, что сопровождается усилением люминесценции. Анализ спектральных характеристик продемонстрировал наличие эмиссионных полос, связанных с рекомбинацией электронов и локализованных дырок SO_4^- , а также подтвердил влияние анизотропии кристаллической решетки на процессы захвата и релаксации носителей заряда. Включение Mn^{2+} в состав кристаллов не только увеличивает интенсивность их собственной люминесценции, но и изменяет спектральные характеристики, что открывает возможности для целенаправленной модификации их оптических свойств. Результаты данного исследования подтверждают перспективность использования $\text{Li}_2\text{SO}_4\text{-Mn}$ в качестве чувствительных материалов для регистрации ионизирующего излучения и дальнейшего изучения процессов рекомбинации в сложных кристаллических системах. Дальнейшие исследования будут направлены

на уточнение механизмов формирования центров захвата, а также на изучение влияния различных внешних факторов, таких как температура, интенсивность излучения и концентрация примесей, на люминесцентные свойства этих материалов.

Литература

Нурахметов Т.Н. (2001) Электронные возбуждения и радиационные дефекты в гранцентрированных ШГК и сульфатах щелочных и щелочноземельных металлов. Диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. – Алматы.–287 с.

Sharma S.K., Thomas J., Pandian M.S., Rao P.S., Gartia R.K., & Singhvi A.K. (2015). Exploring stable thermoluminescence signal in natural Barite (BaSO₄) for retrospective dosimetry. *Applied Radiation and Isotopes*, 105, P.198-203. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2015.08.035>

Bahl S., Kumar V., Bihari R.R., & Kumar P. (2017) Investigations of OSL properties of CaSO₄: Mn phosphor exposed to gamma and beta radiations. *Journal of Luminescence*, 181, P.36-43. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2016.09.004>

Zahedifar M., Mehrabi M., & Harooni S. (2011). Synthesis of CaSO₄: Mn nanosheets with high thermoluminescence sensitivity. *Applied radiation and isotopes*, 69(7), P.1002-1006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2011.01.036>

Ashirbayev N.K., & Sherniyazova E.K. (2023) Methodological recommendations for conducting laboratory work in physics on the online platform “Daryn”. *Bilim land. Topical issues of teaching mathematics, physics and information science*, 4(4), P.50-57. DOI: <https://doi.org/10.52081/mpimet.2023.v04.i4.027>

Blasse G., Grabmaier B.C., Blasse G., & Grabmaier B.C. (1994) A general introduction to luminescent materials. Springer Berlin Heidelberg. P. 1-9.

Waynant R.W. (2000) *Electro-optics handbook*. McGraw-Hill.

Heller M., Robinson J. (1999) *Spectroscopic Analysis of Luminescent Centers in Solid State Physics*. Academic Press.

Lee K. (1997) *Luminescence Mechanisms in Solid-State Materials*. Materials Science Reports.

Ohno T., Kamiyama S. (2001) Electron-Hole Capture in Defect States of Doped Crystals. *Physica Status Solidi (b)*.

Freedman H.S., Novikov A. (1978) *Photoluminescence in Transition Metal Doped Sulfates. Radiation Effects and Defects in Solids*.

Kauppinen J. (1985) *Optically Stimulated Luminescence in Sulfate Crystals*. Journal of Physics D: Applied Physics. Khomenko M., Dzhagan V. (2002) *Optical and Electron Properties of Sulfate-Based Materials. Radiation Measurements*.

McKeever S.W.S., Townsend P.D. (1985) *Thermoluminescence of Solids*. Cambridge University Press.

Mulligan J.C. (1976) Kinetics of Electron-Hole Recombination in Sulfates. *Physical Review*.

Perera D., Bradley D.A. (1994) *Radiation Dosimetry Using Thermoluminescence Techniques. Radiation Protection Dosimetry*.

Salikhodzha Z.M., Nurakhmetov T.N., Akilbekov A.T., Zhunusbekov A.M., Kainarbay A.Z., Sadykova B.M., ... & Zhanglysov K.B. (2019) Recombination luminescence in CaSO₄. *Radiation Measurements*, 125, P.19-24. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2019.04.010>

Nurakhmetov T.N., Salikhodzha Z.M., Bakhtizin R.Z., Zhunusbekov A.M., Kainarbay A.Z., Daurenbekov D.H., ... & Yussupbekova, B.N. (2019) The creation spectra of intrinsic emission of a LiKSO₄ crystal irradiated by ultraviolet photons. *Optik*, 185, P.156-160. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2019.03.082>

References

Nurakhmetov T.N. (2001) *Elektronnyye vzbuzhdeniya i radiacionnyye defekty v granecentrirovannykh SHCHHGK i sul'fatah shchelochnykh i shchelochnozemel'nykh metallov* [Electronic excitations and radiation defects in face-centered alkali hydroxide and sulfates of alkali alkaline earth metals]. Dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni doktora fiziko-matematicheskikh nauk. – Almaty. – 287 p. (in Russian)

- Sharma S.K., Thomas J., Pandian M.S., Rao P.S., Gartia R.K., & Singhvi A.K. (2015). Exploring stable thermoluminescence signal in natural Barite (BaSO₄) for retrospective dosimetry. *Applied Radiation and Isotopes*, 105, P.198-203. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2015.08.035> (in English)
- Bahl S., Kumar V., Bihari R.R., & Kumar P. (2017) Investigations of OSL properties of CaSO₄: Mn phosphor exposed to gamma and beta radiations. *Journal of Luminescence*, 181, P.36-43. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2016.09.004> (in English)
- Zahedifar M., Mehrabi M., & Harooni S. (2011). Synthesis of CaSO₄: Mn nanosheets with high thermoluminescence sensitivity. *Applied radiation and isotopes*, 69(7), P.1002-1006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2011.01.036> (in English)
- Ashirbayev N.K., & Sherniyazova E.K. (2023) Methodological recommendations for conducting laboratory work in physics on the online platform “Daryn”. *Bilim land. Topical issues of teaching mathematics, physics and information science*, 4(4), P.50-57. DOI: <https://doi.org/10.52081/mpimet.2023.v04.i4.027> (in English)
- Blasse G., Grabmaier B.C., Blasse G., & Grabmaier B.C. (1994) A general introduction to luminescent materials. Springer Berlin Heidelberg. P. 1-9. (in English)
- Waynant R.W. (2000) *Electro-optics handbook*. McGraw-Hill. (in English)
- Heller M., Robinson J. (1999) *Spectroscopic Analysis of Luminescent Centers in Solid State Physics*. Academic Press. (in English)
- Lee K. (1997) *Luminescence Mechanisms in Solid-State Materials*. Materials Science Reports. (in English)
- Ohno T., Kamiyama S. (2001) Electron-Hole Capture in Defect States of Doped Crystals. *Physica Status Solidi (b)*. (in English)
- Freedman H.S., Novikov A. (1978) Photoluminescence in Transition Metal Doped Sulfates. *Radiation Effects and Defects in Solids*. (in English)
- Kauppinen J. (1985) Optically Stimulated Luminescence in Sulfate Crystals. *Journal of Physics D: Applied Physics*. (in English) Khomenko M., Dzhagan V. (2002) Optical and Electron Properties of Sulfate-Based Materials. *Radiation Measurements*. (in English)
- McKeever S.W.S., Townsend P.D. (1985) *Thermoluminescence of Solids*. Cambridge University Press. (in English)
- Mulligan J.C. (1976) Kinetics of Electron-Hole Recombination in Sulfates. *Physical Review*. (in English)
- Perera D., Bradley D.A. (1994) Radiation Dosimetry Using Thermoluminescence Techniques. *Radiation Protection Dosimetry*. (in English)
- Salikhodzha Z.M., Nurakhmetov T.N., Akilbekov A.T., Zhunusbekov A.M., Kainarbay A.Z., Sadykova B.M., ... & Zhanglysov K.B. (2019) Recombination luminescence in CaSO₄. *Radiation Measurements*, 125, P.19-24. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2019.04.010> (in English)
- Nurakhmetov T.N., Salikhodzha Z.M., Bakhtizin R.Z., Zhunusbekov A.M., Kainarbay A.Z., Daurenbekov D.H., ... & Yussupbekova, B.N. (2019) The creation spectra of intrinsic emission of a LiKSO₄ crystal irradiated by ultraviolet photons. *Optik*, 185, P.156-160. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2019.03.082> (in English)

CONTENTS

PHYSICS

B.Zh. Abdikarimov, A.Zh. Seitmuratov, B.K. Kaliev, A.G. Ganiulla, T.M. Karabala VISCOSITY PROPERTIES OF THE ISOBUTYRIC ACID-WATER SOLUTION NEAR THE CRITICAL SEPARATION TEMPERATURE.....	5
D.T. Agishev, S.A. Khokhlov, A.T. Agishev, N.L. Vaidman, A.T. Agishev THE STUDY OF RADIATIVE AND CONVECTIVE TRANSPORT IN CLOSE BINARY SYSTEMS WITH LOW ACCRETION RATES.....	17
T.M. Aldabergenova, M.F. Vereshchak, A.S. Dikov, S.B. Kislitsin FINE STRUCTURE OF COATING BASED ON HIGH ENTROPY ALLOY NITRIDES (ALTiZrYNb)N, DETERMINED BY THE CAMS METHOD ON IMPLANTED IRON-57 CORES.....	29
E. Bondar, A. Shongalova, A. Fedosimova, S. Ibraimova, A. Kemelbekova ENHANCING HYDRONIUM ION MOBILITY IN GRAPHENE OXIDE-BASED PROTON EXCHANGE MEMBRANES.....	39
N.N. Zhanturina, G.K. Beketova, Z.K. Aimaganbetova, K.B. Bizhanova MODERN PEROVSKITE SOLAR CELLS: INNOVATIONS IN MATERIALS AND TECHNOLOGIES FOR ENHANCED EFFICIENCY.....	50
U.K. Zhapbasbayev, G.I. Ramazanova, M.A. Pakhomov TURBULENT FLOW OF VISCOPLASTIC FLUID IN A PIPE WITH SUDDEN EXPANSION.....	64
D.M. Zazulin, S.E. Kemelzhanova, N.A. Beissen, A.Sh. Tursumbekov, M.O. Alimkulova GEOMETROTHERMODYNAMICS OF A HOLOGRAPHIC SYSTEM WITH ZERO SOUND.....	78
Y. Myrzakulov, A. Altaibayeva, A. Bulanbayeva PHASE TRANSITIONS AND THERMODYNAMIC BEHAVIOR OF AdS BLACK HOLES COUPLED WITH NONLINEAR ELECTRODYNAMICS.....	89
Sh.A. Myrzakulova, A.A. Zhadyranova INVESTIGATION OF F(G) GRAVITY USING NOETHER SYMMETRY.....	101

D.A. Tolekov, D.M. Zharylgapova, A.M. Mukhambetzhan, A.A. Almagambetova, U.A. Abitaeva
ELECTRON-HOLE TRAPPING CENTERS IN ULTRA-VIOLET IRRADIATED
LI₂SO₄-Mn CRYSTALS.....115

S.U. Sharipov, I.F. Spivak-Lavrov
ELECTROSTATIC CHARACTERISTICS OF THE EDGE FIELD BETWEEN
THE DEFLECTOR PLATES AND THE GROUNDED SCREEN.....125

L.I. Shestakova, A.V. Serebryanskiy, Spassiyuk Ruslan, Ch.T. Omarov
SEARCH FOR COMETARY-METEORITIC DUST IN THE INNER REGION OF
THE SOLAR SYSTEM: THERMAL EMISSION IN THE DUST CORONA.....138

CHEMISTRY

R.S. Abzhalov, Sh.T. Koshkarbayeva, A.K. Dikanbayeva, M.S. Satayev, B.S. Serikbayeva
STUDY OF THE OBTAINING OF SILVER NANOPARTICLES ON THE
POLYMER SURFACE USING PHOTOCHEMICAL ACTIVATION.....147

K.T. Arynov, A.P. Auyeshov, Ch.Z. Yeskibayeva, A.K. Dikanbayeva, A.M. Ibrayeva
X-RAY PHASE AND THERMOANALYTICAL STUDY OF NEMALITE FROM
THE ZHITIKARINSKOE DEPOSIT (KAZAKHSTAN).....160

G.Zh. Baisalova, A.S. Zhumadil, B.B. Torsykbaeva, D.T. Sadyrbekov, K.T. Umerdzhanova
CHEMICAL COMPOSITION OF FRUITS OF ELEAAGNUS
ANGUSTIFOLIA.....173

N.N. Zhanikulov, D.K. Zhurgarayeva, G. Mukhtarhanova
INVESTIGATION OF THE SUITABILITY OF HEAP LEACHING WASTE FROM
THE PROCESSING OF GOLD-BEARING ORE AS A RAW MATERIAL
FOR PORTLAND CEMENT.....184

A.A. Zheldybaeva, A.CH. Katashova, K.A. Iskakov, D.E. Nurmukhanbetova, A. Azamatkyzy
NATURAL CRITERIA OF VEGETABLE JUICES AND THEIR QUALITY
DETERMINATION.....196

A.B. Issayeva, A.A. Sharipova, M.O. Issakhov, G.A. Kadyrbekova
ROLE OF MICROENCAPSULATED HUMIC ACID BASED ON BIOPOLYMERS
IN PLANT GROWTH STIMULATION.....205

- A.T. Massenova*, A.S. Zhumakanova, I.I. Torlopov, K.S. Rakhmetova, A.Z. Abilmagzhanov, 2025.**
HIERARCHICAL ZEOLITES BASED ON SYNTHETIC ZEOLITES ZSM-5, HY AND BEA FOR ALKYLATION OF AROMATIC HYDROCARBONS.....219
- A.K. Nurlybekova, A.A. Minkayeva, E. Shybyrai, H.A. Aisa, J. Jenis**
GC-MS STUDY OF ORGANIC AND MINERAL COMPONENTS IN ARTEMISIA SPECIES FROM KAZAKHSTAN.....233
- T.S. Khosnutdinova, A.O. Sapieva, N.G. Gemedzhieva, Zh.Zh. Karzhaubekova, N.A. Sultanova**
DEVELOPMENT OF A BIOLOGICALLY ACTIVE COMPLEX FROM THE ROOTS OF *FERULA FOETIDA* (BUNGE) REGEL EXHIBITING ANTIOXIDANT ACTIVITY.....252

МАЗМҰНЫ

ФИЗИКА

- Б.Ж. Әбдікәрімов, А.Ж. Сейтмұратов, Б.К. Калиев, Ә.Ғ. Ғаниұлла,
Т.М. Қарабала**
СЫНДЫҚ ТЕМПЕРАТУРА МАҢЫНДАҒЫ ИЗОМАЙ ҚЫШҚЫЛЫ – СУ
ЕРІТІНДІСІНІҢ ТҰТҚЫРЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ.....5
- Д.Т. Агишев, С.А. Хохлов, А.Т. Агишев, Н.Л. Вайдман, А.Т. Агишев**
АККРЕЦИЯ ҚАРҚЫНЫ ТӨМЕН ТЫҒЫЗ ҚОС ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ
РАДИАЦИЯЛЫҚ ЖӘНЕ КОНВЕКТИВТІ ТАСЫМАЛДАУДЫ ЗЕРТТЕУ.....17
- Т.М. Алдабергенова, М.Ф. Верещак, А.С. Диков, С.Б. Кислицин**
ИМПЛАНТАЦИЯЛАНҒАН ТЕМІР-57 ЯДРОЛАРЫНДА КИМС ӘДІСІМЕН
АНЫҚТАЛҒАН ЖОҒАРЫ ЭНТРОПИЯЛЫҚ ҚОРЫТПА НИТРИДТЕРІ
(ALTIZYNB) N НЕГІЗІНДЕГІ ЖҰҚА ЖАБЫН ҚҰРЫЛЫМЫ.....29
- Е. Бондарь, А. Шонғалова, А. Федосимова, С. Ибраимова, А. Кемелбекова**
ГРАФЕН ОКСИДІ НЕГІЗІНДЕГІ ПРОТОН АЛМАСУ МЕМБРАНАЛАРЫНДА
ГИДРОНИЙ ИОНДАРЫНЫҢ ҚОЗҒАЛҒЫШТЫҒЫН АРТТЫРУ.....39
- Н.Н. Жантурина, Г.К. Бекетова, З.К. Аймаганбетова, К.Б. Бижанова,
Л.У. Таймуратова**
ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ПЕРОВСКИТТІ КҮН БАТАРЕЯЛАРЫ: ТИІМДІЛІКТІ
АРТТЫРУҒА АРНАЛҒАН МАТЕРИАЛДАР МЕН ТЕХНОЛОГИЯЛАРДАҒЫ
ИННОВАЦИЯЛАР.....50
- Ұ.Қ. Жапбасбаев, Г.І. Рамазанова, М.Ф. Пахомов**
КЕНЕТТЕН КЕҢЕЮІ БАР ҚҰБЫРДАҒЫ ТҰТҚЫР-ПЛАСТИКАЛЫҚ
СҰЙЫҚТЫҚТЫҢ ТУРБУЛЕНТТІК АҒЫНЫ.....64
- Д.М. Зазулин, С.Е. Кемелжанова, Н.Ә. Бейсен, А.Ш. Турсумбеков,
М.О. Алимқулова**
НӨЛДІК ДЫБЫСЫ БАР ГОЛОГРАФИЯЛЫҚ ЖҮЙЕНІҢ
ГЕОМЕТРОТЕРМОДИНАМИКАСЫ.....78
- Е.М. Мырзакулов, А.Б. Алтайбаева, А.С. Бұланбаева**
СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС ЭЛЕКТРОДИНАМИКАМЕН БАЙЛАНЫСҚАН AdS ҚАРА
ҚҰРДЫМДАРДЫҢ ФАЗАЛЫҚ АУЫСУЛАРЫ МЕН ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ
СИПАТТАМАЛАРЫ.....89

Ш.А. Мырзакулова, А.А. Жадыранова НЕТЕР СИММЕТРИЯСЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, F(G) ГРАВИТАЦИЯСЫН ЗЕРТТЕУ.....	101
Д.А. Төлеков, Д.М. Жарылғапова, А.М. Мұхамбетжанова, А.А. Алмағамбетова, Ұ.Ә. Әбітаева УЛЬТРА-КҮЛГІНМЕН СӘУЛЕЛЕНГЕН Li_2SO_4 -Mn-дегі ЭЛЕКТРОНДЫ- КЕМТІКТІ ҚАРМАУ ОРТАЛЫҚТАРЫ.....	115
С.У. Шарипов, И.Ф. Спивак-Лавров ДЕФЛЕКТОРЛЫҚ ПЛАСТИНАЛАР МЕН ЖЕРГЕ ТҰЙЫҚТАЛҒАН ЭКРАН АРАСЫНДАҒЫ ШЕТТІК ӨРІСТІҢ ЭЛЕКТРОСТАТИКАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ.....	125
Л.И. Шестакова, А.В. Серебрянский, Р.Р. Спасюк, Ч.Т. Омаров КҮН ЖҮЙЕСІНІҢ ШІКІ АЙМАҒЫНДАҒЫ КОМЕТАЛЫҚ-МЕТЕОРЛЫҚ ШАҢДЫ ІЗДЕУ: ШАҢДЫ КОРОНАДАҒЫ ЖЫЛУ ЭМИССИЯСЫ.....	138
ХИМИЯ	
Р.С. Абжалов, Ш.Т. Кошкарбаева, А.К. Диканбаева, М.С. Сатаев, Б.С. Серикбаева ФОТОХИМИЯЛЫҚ АКТИВТЕНДІРУ АРҚЫЛЫ ПОЛИМЕР БЕТІНЕН КҮМІС НАНОБӨЛШЕКТЕРДІ АЛУДЫ ЗЕРТТЕУ.....	147
К. Арынов, А. Ауешов, Ч. Ескибаева, А. Диканбаева, А. Ибраева ЖІТІҚАРА КЕНОРНЫНЫҢ НЕМАЛИТҚҰРАМДАС ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТІН РЕНТГЕНОФАЗАЛЫҚ ЖӘНЕ ТЕРМОАНАЛИТИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ.....	160
Г.Ж. Байсалова, Ә.С. Жұмаділ, Б.Б. Торсыкбаева, Д.Т. Садырбеков, К.Т. Умерджанова ELAEAGNUS ANGUSTIFOLIA ЖЕМІСТЕРІНІҢ ХИМИЯЛЫҚ КОМПОНЕНТТЕРІ.....	173
Н.Н. Жаникулов, Д.К. Жургараева, Г. Мұхтарханова, А.С. Байлен, А.К. Свидерский ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ АЛУ ҮШІН АЛТЫН КЕНІН ӨНДЕУДЕН АЛЫНҒАН ҮЙІНДІ ШАЙМАЛАУ ҚАЛДЫҚТАРДЫ ШИКІЗАТ РЕТІНДЕ ЖАРАМДЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ.....	184
А.А. Жельдыбаева, А.Ч. Каташева, К.А. Искаков, Д.Е. Нурмуханбетова, А. Азаматқызы КӨКӨНІС ШЫРЫНДАРЫНЫҢ ТАБИҒИ КРИТЕРИЙЛЕРІ МЕН САПАСЫН АНЫҚТАУ.....	196

- А.Б. Исаева, А.А. Шарипова, М.О. Исахов, Г.А. Кадирбекова**
БИОПОЛИМЕРЛЕРГЕ НЕГІЗДЕЛГЕН МИКРОКАПСУЛДАНҒАН
ГУМИН ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ ӨСІМДІКТЕРДІҢ ӨСУІН ЫНТАЛАНДЫРУДАҒЫ
РӨЛІ.....205
- А.Т. Масенова, А.С. Жумақанова, И.И. Торлопов, К.С. Рахметова,
А.З. Абильмагжанов**
АРОМАТТЫ КӨМІРСУТЕКТЕРДІ АЛКИЛДЕУГЕ АРНАЛҒАН ZSM-5, НҮ
ЖӘНЕ ВЕА СИНТЕТИКАЛЫҚ ЦЕОЛИТТЕРІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН
ИЕРАРХИЯЛЫҚ ЦЕОЛИТТЕР.....219
- А.К. Нурлыбекова, А.А. Минкаева, Е. Шыбырай, Х.А. Айса, Ж. Жеңіс**
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ *ARTEMISIA* ТҮРЛЕРІНІҢ ОРГАНИКАЛЫҚ ЖӘНЕ
МИНЕРАЛДЫ ҚҰРАМЫН ГХ-МС АРҚЫЛЫ ЗЕРТТЕУ.....233
- Т.С. Хоснутдинова, А.О. Сәпиева, Н.Г. Гемеджиева, Ж.Ж. Қаржаубекова,
Н.А. Сұлтанова**
FERULA FOETIDA (BUNGE) REGEL ТАМЫРЫНАН АНТИОКСИДАНТТЫҚ
БЕЛСЕНДІЛІГІ БАР БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ КЕШЕНДІ АЛУ.....252

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

- Б.Ж. Абдикаримов, А.Ж. Сейтмуратов, Б.К. Калиев, А.Г. Ганиулла, Т.М. Карабала**
СВОЙСТВА ВЯЗКОСТИ РАСТВОРА ИЗОМАСЛЯНАЯ КИСЛОТА – ВОДА ВБЛИЗИ КРИТИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ РАССЛОЕНИЯ.....5
- Д.Т. Агишев, С.А. Хохлов, А.Т. Агишев, Н.Л. Вайдман, А.Т. Агишев**
ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИАЦИОННОГО И КОНВЕКТИВНОГО ПЕРЕНОСА В ТЕСНЫХ ДВОЙНЫХ СИСТЕМАХ С МАЛЫМ ТЕМПОМ АККРЕЦИИ ВЕЩЕСТВА.....17
- Т.М. Алдабергенова, М.Ф. Верещак, А.С. Диков, С.Б. Кислицин**
ТОНКАЯ СТРУКТУРА ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ НИТРИДОВ ВЫСОКОЭНТРОПИЙНОГО СПЛАВА (ALTiZrYn₃)N, ОПРЕДЕЛЕННАЯ КЭМС МЕТОДОМ НА ЯДРАХ ИМПЛАНТИРОВАННОГО ЖЕЛЕЗА-57.....29
- Е. Бондарь, А. Шонгалова, А. Федосимова, С. Ибраимова, А. Кемелбекова**
ПОВЫШЕНИЕ ПОДВИЖНОСТИ ИОНОВ ГИДРОНИЯ В ПРОТОНООБМЕННЫХ МЕМБРАНАХ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА....39
- Н.Н. Жантурина, Г.К. Бекетова, З.К. Аймаганбетова, К.Б. Бижанова, Л.У. Таймуратова**
СОВРЕМЕННЫЕ ПЕРОВСКИТНЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ: ИННОВАЦИИ В МАТЕРИАЛАХ И ТЕХНОЛОГИЯХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ.....50
- У.К. Жапбасбаев, Г.И. Рамазанова, М.А. Пахомов**
ТУРБУЛЕНТНОЕ ТЕЧЕНИЕ ВЯЗКОПЛАСТИЧНОЙ ЖИДКОСТИ В ТРУБЕ С РЕЗКИМ РАСШИРЕНИЕМ.....64
- Д.М. Зазулин, С.Е. Кемелжанова, Н.А. Бейсен, А.Ш. Турсумбеков, М.О. Алимкулова**
ГЕОМЕТРОТЕРМОДИНАМИКА ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С НУЛЕВЫМ ЗВУКОМ.....78
- Е.М. Мырзакулов, А.Б. Алтайбаева, А.С. Буланбаева**
ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ AdS ЧЕРНЫХ ДЫР СВЯЗАННЫХ С НЕЛИНЕЙНОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКОЙ....89

Ш.А. Мырзакулова, А.А. Жадыранова
ИССЛЕДОВАНИЕ $F(G)$ ГРАВИТАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИММЕТРИИ
НЁТЕР.....101

**Д.А. Толеков, Д.М. Жарылгапова, А.М. Мухамбетжанова,
А.А. Алмагамбетова, У.А. Абитаева**
ЭЛЕКТРОННО-ДЫРОЧНЫЕ ЦЕНТРЫ ЗАХВАТА В ОБЛУЧЕННОМ
УЛЬТРА-ФИОЛЕТОМ-КРИСТАЛАХ Li_2SO_4 -Mn.....115

С.У. Шарипов, И.Ф. Спивак-Лавров
ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРАЕВОГО ПОЛЯ МЕЖДУ
ДЕФЛЕКТОРНЫМИ ПЛАСТИНАМИ И ЗАЗЕМЛЕННЫМ ЭКРАНОМ.....125

Л.И. Шестакова, А.В. Серебрянский, Р.Р. Спасюк, Ч.Т. Омаров
ПОИСК ПЫЛИ КОМЕТНО-МЕТЕОРНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ВО
ВНУТРЕННЕЙ ОБЛАСТИ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ: ТЕПЛОВАЯ
ЭМИССИЯ В ПЫЛЕВОЙ КОРОНЕ.....138

ХИМИЯ

**Р.С. Абжалов, Ш.Т. Кошкарбаева, А.К. Диканбаева, М.С. Сатаев,
Б.С. Серикбаева**
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА НА
ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМЕРА С ПОМОЩЬЮ ФОТОХИМИЧЕСКОЙ
АКТИВАЦИИ.....147

К.Т. Арынов, А.П. Ауешов, Ч.З. Ескибаева, А.К. Диканбаева, А.М. Ибраева
РЕНТГЕНОФАЗОВОЕ И ТЕРМОАНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
НЕМАЛИТА ЖИТИКАРИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
(КАЗАХСТАН).....160

**Г.Ж. Байсалова, А.С.Жумадил, Б.Б. Торсыкбаева, Д.Т. Садырбеков,
К.Т. Умерджанова**
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ *ELAEAGNUS ANGUSTIFOLIA*.....173

**Н.Н. Жаникулов, Д.К. Жургараева, Г. Мухтарханова, А.С. Байлен,
А.К. Свидерский**
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИГОДНОСТИ ОТХОДОВ КУЧНОГО
ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД В
КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА.....184

А.А. Жельдыбаева, А.Ч. Каташева, К.А. Искаков, Д.Е. Нурмуханбетова, А. Азаматкызы ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ КРИТЕРИЕВ И КАЧЕСТВА ОВОЦНЫХ СОКОВ.....	196
А.Б. Исаева, А.А. Шарипова, М.О. Исахов, Г.А. Кадирбекова РОЛЬ МИКРОКАПСУЛИРОВАННОЙ ГУМИНОВОЙ КИСЛОТЫ НА ОСНОВЕ БИОПОЛИМЕРОВ В СТИМУЛЯЦИИ РОСТА РАСТЕНИЙ.....	205
А.Т. Масенова, А.С. Жумаканова, И.И. Торлопов, К.С. Рахметова, А.З. Абильмагжанов ИЕРАРХИЧЕСКИЕ ЦЕОЛИТЫ НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЦЕОЛИТОВ ZSM-5, HY И BEA ДЛЯ АЛКИЛИРОВАНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ.....	219
А.К. Нурлыбекова, А.А. Минкаева, Е. Шыбырай, Х.А. Айса, Ж. Женис ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ВИДОВ <i>ARTEMISIA</i> ИЗ КАЗАХСТАНА МЕТОДОМ ГХ-МС.....	233
Т.С. Хоснутдинова, А.О. Сапиева, Н.Г. Гемеджиева, Ж.Ж. Каржаубекова, Н.А. Султанова ПОЛУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО КОМПЛЕКСА ИЗ КОРНЕЙ <i>FERULA FOETIDA</i> (BUNGE) REGEL, ОБЛАДАЮЩЕГО АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТЬЮ.....	252

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Cross Check <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

Директор отдела издания научных журналов НАН РК *А. Ботанқызы*

Редакторы: *Д.С. Аленов, Ж.Ш. Әден*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 31.03.2025.

Формат 60x88¹/₈.

18,0 п.л. Заказ 1.