

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 Жұрынұлы, 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 Зайнұтталайұлы, 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** Күәлік.

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>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2025

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ISSN 2224-5227

Volume 1. Number 353 (2025), 138–146

<https://doi.org/10.32014/2025.2518-1483.330>

УДК: 523.62-726; 523.62-65; 523.62

МРПТИ: 41.21.25; 89.15.35; 89.51.33

L.I. Shestakova, A.V. Serebryanskiy, Spassyyuk Ruslan*, Ch.T. Omarov, 2025.

«Fesenkov Astrophysical Institute» LLP, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: spassyyuk@fai.kz

SEARCH FOR COMETARY-METEORITIC DUST IN THE INNER REGION OF THE SOLAR SYSTEM: THERMAL EMISSION IN THE DUST CORONA

Shestakova Lyubov I. – Fesenkov Astrophysical Institute, Ph.D. in Physics and Mathematics, head of the Laboratory of Physics of Stars and Nebulae, shest1952@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2223-5332>;

Serebryanskiy Alexander V. – Fesenkov Astrophysical Institute, Ph.D. in Physics and Mathematics, Head of the Department of Observational Astronomy, aserebryanskiy@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4313-7416>;

Spassyyuk Ruslan – Fesenkov Astrophysical Institute, bachelor in Nuclear physics, Engineer of the Laboratory of Physics of Stars and Nebulae, spassyyuk@fai.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7780-2533>;

Omarov Chingis T. – Fesenkov Astrophysical Institute, Professor, PhD in Physics and Mathematics, director of FAI, chingis.omarov@fai.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1672-894X>.

Abstract. The inner region of the Zodiacal Cloud (ZC), located within Earth’s orbit, remains one of the least explored areas of the Solar System (SS). The challenge of studying this region using astronomical observations lies in the proximity of a bright source—the Sun—and the difficulties in protecting sensitive instruments from its influence. Most experiments aimed at detecting the thermal emission of dust in the outer F-corona of the Sun have been conducted during total solar eclipses. In the list of infrared (IR) observations of the corona presented by (Mann, et al., 2004), thermal emission was detected in 14 out of 30 cases, while 16 cases yielded negative results. The observed thermal emission in the near-IR wavelength range of 1 to 3.5 μm is concentrated in the dust sublimation region of the Zodiacal Cloud (ZC) at distances of 3 to 10 R_{\odot} . In addition to zodiacal dust, primarily originating from the asteroid belt, cometary dust also infiltrates the near-Sun region. Comets that approach the Sun, known as “sungrazing” comets, deposit significant amounts of scattered dust in close proximity to the Sun. Furthermore, beyond the dust sublimation zone in the inner SS, substantial scattered dust and dust clumps form due to the ongoing and progressive process of thermal disintegration and fragmentation of comets. However, due to the complexity of these experiments, regular searches for thermal emission at greater distances from the Sun have not been conducted. We propose conducting space-based observations of the

inner SS region using a small telescope or a camera equipped with a filter to search for clouds of heated dust in the near-IR range.

Keywords: F-corona, dust, Zodiacal Cloud, comets, thermal emission

Л.И. Шестакова, А.В. Серебрянский, Р.Р. Спасюк*, Ч.Т. Омаров, 2025.

«В.Г. Фесенков атындағы Астрофизикалық институт» ЖШС, Алматы, Қазақстан.

E-mail: spassyuk@fai.kz

КҮН ЖҮЙЕСІНІҢ ІШКІ АЙМАҒЫНДАҒЫ КОМЕТАЛЫҚ-МЕТЕОРЛЫҚ ШАҢДЫ ІЗДЕУ: ШАҢДЫ КОРОНАДАҒЫ ЖЫЛУ ЭМИССИЯСЫ

Шестакова Л.И. – Фесенков атындағы Астрофизикалық институт, Физика-математика ғылымдарының PhD докторы, Жұлдыздар мен тұмандықтар физикасы зертханасының меңгерушісі, Email:shest1952@mail.ru, ORCID:0000-0002-2223-5332;

Серебрянский Александр В. – Фесенков атындағы Астрофизикалық институт, Физика-математика ғылымдарының PhD докторы, Бақылау астрономиясы бөлімінің меңгерушісі, Email: aserebryanskiy@gmail.com, ORCID:0000-0002-4313-7416;

Спасюк Руслан – Фесенков атындағы Астрофизикалық институт, Ядролық физика бакалавры, Жұлдыздар мен тұмандықтар физикасы зертханасының инженері, Email:spassyuk@fai.kz, ORCID:0000-0002-7780-2533;

Омаров Чингис Т. – Фесенков атындағы Астрофизикалық институт, профессор, Физика-математика ғылымдарының PhD докторы, ФАИ директоры, Email: chingis.omarov@fai.kz, ORCID: 0000-0002-1672-894X.

Аннотация. Жер орбитасының ішінде орналасқан Зодиакалық бұлттың (ЗБ) ішкі бөлігі Күн жүйесінің (КЖ) ең аз зерттелген аймақтарының бірі болып табылады. Бұл аймақты астрономиялық бақылаулар арқылы зерттеудің қиындығы жарық көзінің – Күннің жақындығымен және жарыққа сезімтал аппаратураны оның әсерінен қорғау қиындықтарымен байланысты. Негізінен Күннің сыртқы F-коронасындағы шаңның жылу эмиссиясын іздеуге арналған эксперименттер толық Күн тұтылуы кезінде жүргізілді. (Mann, et al., 2004) еңбегінде ұсынылған коронаның инфрақызыл (ИК) бақылауларының тізімінде 30 жағдайдың 14-інде жылу эмиссиясы табылған, ал 16 жағдай теріс нәтиже берген. 1-ден 3,5 мкм-ге дейінгі жақын ИК толқын ұзындықтарындағы анықталған жылу эмиссиясы Зодиакалық бұлт (ЗБ) шаңының сублимация аймағында, 3-тен 10 R₀ аралығындағы қашықтықта шоғырланған. Астероидтар белдеуі болып саналатын зодиакалық шаңнан басқа, Күнге жақын аймаққа кометалық шаң да енеді. Күнге жақындайтын кометалар, яғни «sungrazing» кометалар, Күннің маңында көп мөлшерде шашыраған шаң қалдырады. Сондай-ақ, ішкі КЖ-да сублимация аймағынан тыс жерде кометалардың термиялық бұзылуы және фрагментациясы нәтижесінде көп мөлшерде шашыраған шаң мен шаңды шоғырлар түзіледі. Алайда, осындай эксперименттердің күрделілігіне байланысты, Күннен алыс қашықтықтардағы жылу эмиссиясын тұрақты түрде іздеу жүргізілмеді. Біз Күн жүйесінің ішкі аймағын жақын ИК диапазонда қыздырылған шаң бұлттарын іздеу үшін шағын телескоп немесе сүзгісі бар камераны пайдаланып, атмосферадан тыс бақылаулар жүргізуді ұсынамыз.

Түйін сөздер: F-корона, шаң, Зодиакалық бұлт, кометалар, жылу эмиссиясы

Л.И. Шестакова, А.В. Серебрянский, Р.Р. Спасюк*, Ч.Т. Омаров, 2025.
ТОО «Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова», Алматы, Казахстан.
E-mail: spassyuk@fai.kz

ПОИСК ПЫЛИ КОМЕТНО-МЕТЕОРНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ВО ВНУТРЕННЕЙ ОБЛАСТИ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ: ТЕПЛОВАЯ ЭМИССИЯ В ПЫЛЕВОЙ КОРОНЕ

Шестакова Любовь И. – Астрофизический институт им. Фесенкова, доктор физико-математических наук (PhD), заведующая лабораторией физики звезд и туманностей, E-mail: shest1952@mail.ru, ORCID: 0000-0002-2223-5332;

Серебрянский Александр В. – Астрофизический институт им. Фесенкова, доктор физико-математических наук (PhD), заведующий отделом наблюдательной астрономии, E-mail: aserebryanskiy@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4313-7416;

Спасюк Руслан – Астрофизический институт им. Фесенкова, бакалавр по ядерной физике, инженер лаборатории физики звезд и туманностей, E-mail: spassyuk@fai.kz, ORCID: 0000-0002-7780-2533;

Омаров Чингис Т. – Астрофизический институт им. Фесенкова, профессор, доктор физико-математических наук (PhD), директор ФАИ, E-mail: chingis.omarov@fai.kz, ORCID: 0000-0002-1672-894X.

Аннотация. Внутренняя часть Зодиакального облака (ЗО), находящаяся внутри орбиты Земли – одна из самых малоизученных областей Солнечной системы (СС). Проблема исследований этой области с использованием астрономических наблюдений связана с близостью яркого источника - Солнца и с трудностями защиты светочувствительной аппаратуры от его воздействия. В основном эксперименты, связанные с поиском тепловой эмиссии пыли во внешней F-короне Солнца, проводились во время полных солнечных затмений. В списке инфракрасных (ИК) наблюдений короны, представленном в работе (Mann, et al., 2004), в 14 из 30 случаев тепловая эмиссия обнаружена, а в 16 случаях результат был отрицательным. Обнаруженная тепловая эмиссия в ближнем ИК диапазоне длин волн от 1 до 3.5 мкм сосредоточена в области сублимации пыли Зодиакального Облака (ЗО) на расстояниях от 3 до 10 R_{\odot} . Кроме зодиакальной пыли, источником которой считается пояс астероидов, в околосолнечную область проникает и кометная пыль. Кометы, сближающиеся с Солнцем, так называемые «sungrazing» кометы, оставляют много рассеянной пыли непосредственно вблизи Солнца. Также, во внутренней СС за пределами области сублимации образуется много рассеянной пыли и пылевых сгустков вследствие активного прогрессирующего процесса теплового разрушения и фрагментации комет. Тем не менее, в связи со сложностью подобных экспериментов, регулярных поисков тепловой эмиссии на более далёких расстояниях от Солнца не проводилось. Мы предлагаем провести внеатмосферные наблюдения внутренней области СС с помощью небольшого телескопа, либо камеры с фильтром для поиска облаков нагретой пыли в ближнем ИК диапазоне.

Ключевые слова: F-корона, пыль, Зодиакальное облако, кометы, термоэмиссия.

Введение. История исследований термоэмиссии короны. Впервые на область сублимации пыли около Солнца обратили внимание после сообщений (Peterson, 1967) об обнаружении во время полного солнечного затмения 12 ноября 1966 года локальных максимумов термоэмиссии пыли. Пыль была обнаружена на гелиоцентрическом расстоянии $4.0 R$ вблизи плоскости эклиптики, как к востоку, так и к западу от Солнца на длинах волн λ 2.2 и 3.5 мкм. Затем, (MacQueen, 1968) доложил о наблюдении во время того же солнечного затмения двух максимумов термоэмиссии также на расстоянии $4.0 R$ от Солнца и почти на порядок более слабого избытка термоэмиссии на расстоянии $3.5 R$ на длине волны $\lambda=2.2$ мкм. Кроме этого, (MacQueen, 1968) доложил о наблюдении 9 января 1967 года ещё трёх избытков термоэмиссии на $\lambda=2.2$ мкм на расстояниях 4.0, 8.7, и 9.2 R с помощью коронографа, поднятого в стратосферу.

Во время солнечного затмения 30 июня 1973 года были выполнены наблюдения пылевой короны в области длин волн $\lambda = \{8-13\}$ мкм с борта сверхзвукового самолёта “Concorde 001” (Lena, et al., 1974). Сканирование области вблизи плоскости эклиптики удалось провести на расстояниях от 3 до 19 R к востоку от Солнца. Во время полёта самолёта вдоль полосы затмения было сделано несколько сканов разной длины, начиная с 3 R. После усреднения сканов были выделены 2 максимума термоэмиссии, расположенных на расстояниях 4 R и 6.5 R. Был получен суммарный спектр области от 8 до 13 мкм на расстоянии 3 R. На этом спектре выделены некоторые особенности: максимум на $\lambda 9.5$ мкм и рост на $\lambda \geq 11$ мкм, которые авторы относят к силикатам, а на $\lambda 10.8$ мкм предположительно к графитам. Максимумы на $\lambda = \{8.6, 11.3, 11.8$ и $12.4\}$ мкм авторы не комментируют. Из последних мы можем выделить два максимума - на $\lambda 8.6$ мкм и 11.3 мкм, которые совпадают с длинами волн ПАУ (РАН) молекул (Kwok, 2022), поиск которых тоже может стать отдельной задачей. В работе (Kwok, 2022) представлен обзор, в котором рассмотрены полосы ИК эмиссии, названные автором как неидентифицированные инфракрасные эмиссии (НИЭ). Среди них перечислены сильные полосы на длинах волн 3.3, 6.2, 7.7, 8.6 и 11.3 мкм и слабые на 12.1, 12.4, 12.7, 13.3, 15.8, 16.4, 17.4, 17.8 и 18.9 мкм, которые наблюдались в протопланетных туманностях (Kwok, et al., 1999). Сильные полосы относят к эмиссии ПАУ (РАН) молекул. Одна из UIE полос на 12.4 мкм также обнаружена в наблюдениях (Lena, et al., 1974).

Материалы и методы. Mizutani, et al., (1984, 1985) провели наблюдения распределения яркости солнечной короны в ближнем инфракрасном диапазоне с помощью фотометра, установленного на воздушном шаре во время полного солнечного затмения 11 июня 1983 года в Индонезии. Авторами был обнаружен пик на $\lambda 1.65$ мкм на расстоянии $3.8 R$ с одной стороны от Солнца. На других длинах волн, как меньше, так и больше указанной длины волны, избытка тепловой эмиссии не обнаружено. Локальный избыток излучения на 1.65 мкм также наводит на мысль о возможном присутствии ПАУ (РАН) молекул, поскольку эта длина волны составляет половину от 3.3 мкм, которая часто встречается вблизи многих объектов, включая планетарные туманности (Kwok, 2022).

Mizutani, et al., (1984) провели летом 1978 года наземные наблюдения в ближнем инфракрасном диапазоне на длинах волн 2.2 мкм и 3.5 мкм в попытке измерить тепловое излучение пыли. В этом эксперименте не удалось обнаружить тепловое излучение, хотя ошибки измерений были значительно ниже, чем в предыдущих успешных наблюдениях.

Также были и другие сообщения (Maihara, et al., 1985; Mampaso, et al., 1983), где докладывается, что до расстояний 10 R тепловой эмиссии не обнаружено. Наблюдения теплового излучения пыли в F-короне во время затмения 11 июля 1991 года, проведённые (Lamy, et al., 1992) с хорошей чувствительностью определённо дали отрицательные результаты. Полоса затмения 1991 года проходила через высокогорную обсерваторию Мауна-Кеа, что является еще одним преимуществом для измерения короны на больших угловых расстояниях от Солнца. Авторами представлены результаты эксперимента, проведенного на Мауна-Кеа, используя в качестве детектора матрицу HgCdTe, чувствительной к длинам волн от 1 до 2.5 мкм, с использованием широкополосных фильтров J, H и K. Хотя условия на небе не были идеальными, поверхностная яркость в H- и K-диапазонах ясно показала неоднородную структуру K-короны и эллиптическое уплощение F-короны, но никаких признаков околосолнечной локальной пылевой составляющей на расстоянии до 15 R не обнаружено. Список ИК наблюдений короны представлен в работе (Mann, et al., 2004). В этом списке в 14 случаях из 30 термоэмиссия обнаружена, а в 16 случаях результат был отрицательным.

Общий вывод, который можно сделать из краткого обзора истории наблюдений теплового излучения в F-короне состоит в том, что присутствие пыли в короне не отличается стабильностью, постоянных структур в виде пылевых колец может не быть. Более вероятно обнаружение фрагментарного присутствия в виде облаков пыли, образовавшихся после распада более крупных тел типа «sungrazing» комет или метеорных потоков, как продуктов распада астероидно-кометных тел и их фрагментов.

Оценки яркости короны в ближнем ИК диапазоне. Оптические данные, представленные в работе (Kimura and Mann, 1998), дают оценку яркости неба во время солнечного затмения в единицах яркости солнечного диска на уровне $\approx 10^{-9}$ В. Наши наблюдения яркости неба во время полного солнечного затмения 29.03.2006 на расстоянии 4 R вблизи $\lambda 0.52$ мкм (Шестакова, Демченко, 2010) показали величину около 5×10^{-9} В (Таблица 1).

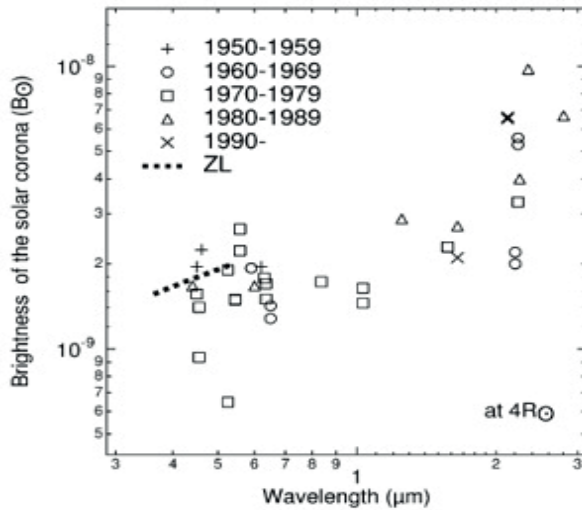


Рисунок 1. Интенсивность солнечной короны на расстоянии 4R в единицах интенсивности солнца в диапазоне от видимой до ИК области спектра

Сводные данные о яркости короны на расстоянии 4R, представленные в работе (Kimura and Mann, 1998) показаны на рисунке 1. Измерения яркости короны, полученные в разные периоды в интервале длин волн от 0.3 до 2 мкм показали величину в интервале $(1-5) \times 10^{-9}$ В, что совпадает с ранее сделанными измерениями и нашими данными на λ 0.52 мкм (Таблица 1). На рисунке 1 можно отметить увеличение яркости до 10^{-8} В с ростом длины волны.

Таблица 1. Яркость неба во время солнечного затмения 29.03.2006, λ 0.52 мкм

Elongation	4.0R (E)	4.4R (W)	10R (E)	10R (W)
Eclipse	4.92×10^{-9} В	4.70×10^{-9} В	2.85×10^{-9} В	2.86×10^{-9} В

Результаты наблюдения пылевой короны во время солнечного затмения 30 июня 1973 года, полученные в области длин волн 8 – 13 мкм с борта сверхзвукового самолёта (Lena, et al., 1974), показали среднюю яркость $V_{корона} = (3.7 - 5) \mu\text{Вт} \cdot \text{см}^{-2} \text{стер}^{-1} \mu^{-1}$ на интервале расстояний от 3 до 8 R. Согласно данным (Makarova, et al., 1991) яркость солнечного диска на λ 10 мкм составляет величину $V = 3.6 \times 10^3$ Вт/(м² мкм ср), что почти на 3 порядка меньше яркости на λ 2.0 мкм, равной $V = 1.6 \times 10^6$ Вт/(м² мкм ср). После перевода единиц данных (Lena, et al., 1974) в этот же формат яркость короны на $\lambda = 10$ мкм будет равна: $V_{кор} = (3.7 - 5) \times 10^{-2}$ вт/(м² мкм ср), что составляет величину порядка 10^{-5} В. Полученная величина на 4 порядка превосходит величину соотношения яркостей для оптического диапазона, которая близка к 10^{-9} В, что вызывает немалое удивление. Объяснить такое различие рассеянием солнечного света невозможно. Это может быть результатом избыточной термоэмиссией пыли. Эмиссия РАН молекул также могла внести свой вклад. До настоящего времени вопрос остаётся нерешенным. Из опыта ИК исследований короны можно сделать вывод, что небольшое смещение полосы пропускания в

сторону увеличения длины волны может повысить вероятность обнаружения термоэмиссии на некотором удалении от солнечного диска. Было бы интересно в таких наблюдениях использовать фильтр с максимумом пропускания на $\lambda_{\max} = 3.3$ мкм, чтобы увеличить шансы обнаружения как термоэмиссии пылевых облаков, так и скоплений РАН молекул, в том числе и на значительных расстояниях от Солнца порядка $50 R_{\odot}$.

В работе (Kimura and Mann, 1998) показана зависимость яркости ЗС от элонгации для видимого диапазона спектра, где минимальная яркость ЗС на большом удалении от Солнца близка к яркости ночного неба и равна примерно 10^{-13} В. Яркость Солнца в видимом диапазоне спектра составляет около $B \approx 3 \times 10^7$ дж/(сек м²мкм ср) по данным (Makarova, et al., 1991). С учётом этих данных мы получим оценку яркости ЗС также на большом удалении от Солнца $B_{Z0} \approx 10^{-13}$ В = 3×10^{-6} дж/(сек м²мкм ср).

В работе (Ootsubo, et al., 1998) даны результаты наблюдений ЗО в среднем ИК в интервале 3-12 мкм на элонгациях от 95° и далее в зависимости от эклиптической широты. Поверхностная яркость на нулевой широте в интервале длин волн 5.7-10.7 мкм возрастала от 10^{-6} до 10^{-5} Вт/(м²стер). Авторы считают, что спектр зодиакального излучения может быть довольно хорошо воспроизведен излучением «серого тела» при температуре 280 К с избытком около 10 мкм, который может быть отнесен к силикатной полосе излучения. Поверхностная яркость в ИК диапазоне по данным (Ootsubo, 1998) оказалась близка к оценкам, представленным (Kimura and Mann, 1998) для оптического диапазона. Таким образом, тестирование оборудования планируемого для космических и проверки чувствительности приёмника с целью пригодности для выполнения данной задачи можно проводить по ночному небу. Поскольку наша цель – исследование более внутренних областей ЗО, то ожидаемые максимумы термоэмиссии будут смещены по длине волны в коротковолновую область, поэтому мы должны использовать фильтр с максимумом пропускания при $\lambda_{\max} = 3.3$ мкм.

Обсуждение. Необходимое оборудование: для решения поставленной задачи необходим телескоп с апертурой 30-40 см с фильтром, настроенным на ближний ИК диапазон. Возможные области пропускания фильтра $\lambda_0 = 2.2 \pm 0.3$ мкм и $\lambda_0 = 3.3 \pm 0.3$ мкм. Длина волны 3.3 мкм предпочтительнее, поскольку она соответствует спектральной полосе ПАУ (РАН) молекул, которые также могут присутствовать в указанной околосолнечной области. Эта длина волны соответствует температуре излучения «абсолютно черного тела» около 870К, которая соответствует расстоянию $22 R_{\odot}$. При выборе фильтра, настроенного на $\lambda_{\max} = 2.2$ мкм, условиям этого максимума пропускания фильтра соответствует расстояние около $10 R_{\odot}$, где температура «абсолютно черного тела» близка к 1300К.

В качестве альтернативы может быть выбран более простой вариант прибора – небольшая камера с фильтром с широким полем зрения 10° - 20° без питающей оптики. Поле зрения 10° соответствует $40R_{\odot}$. Перед объективом камеры светосилой от 1:1 до 1:1.5 с апертурой 4-6 см закрепляется ИФ полностью перекрывающий световой пучок. В фокусе объектива устанавливается ПЗС-

матрица, чувствительная в области длин волн $\lambda = 2-4$ мкм. Сложность таких наблюдений состоит в аккуратном наведении на околосолнечную область с нескольких позиционных направлений вокруг Солнца. Наиболее интересное расстояние от центра солнечного диска $4 - 24 R_{\odot}$, то есть от 1° до 6° . Эта область совпадает с областью сублимации пыли разного химического состава.

Наблюдения можно ограничить двумя областями: к западу и к востоку от Солнца вблизи плоскости эклиптики. При невозможности осуществить близкое к Солнцу наведение, можно ограничиться наблюдением более далёких областей вблизи плоскости эклиптики и в направлении её полюсов для выявления сгустков пыли или РАН молекул.

Заключительные замечания. Исследование внутренней области Солнечной Системы в ИК диапазоне с целью поиска объектов, обладающих тепловой эмиссией, позволит изучить природу этих объектов и источники их появления. Астрономические наблюдения этой области крайне немногочисленны, большинство из них осуществлялись только во время редких событий - полных солнечных затмений. Многочисленные миссии, проводимые из космоса, в основном, ориентированы на область далёкую от направления на Солнце и направлены на исследования различных галактических и внегалактических объектов. При этом ближайшие районы космоса остаются недостаточно исследованными, несмотря на то, что здесь происходит множество активных процессов, связанных с разрушением малых тел кометно-астероидного типа и зодиакальной пыли. Эти объекты оказывают непосредственное влияние на среду обитания человечества, в том числе и в смысле метеоритной опасности. Солнце активно взаимодействует с внешней средой, малыми телами планетной системы, о чём свидетельствуют результаты работы миссии SOHO, показавшие, что на Солнце падает около 200 комет в год. Очевидно, что во время движения к Солнцу они выделяют значительное количество пыли и газа, являются источниками метеороидов. Планируемая в Казахстане космическая миссия может прояснить некоторые интересные моменты, связанные с этими явлениями.

Данное исследование финансировалось Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № BR24992759).

Литература

- Н. Kimura and I. Mann. (1998) Brightness of the solar F-corona. *Earth Planets Space*, 50, – P. 493–499.
- Kwok Sun (2022) The mystery of unidentified infrared emission bands. *Astrophysics and Space Science*. 367:16 <https://doi.org/10.1007/s10509-022-04045-6>.
- Kwok S., Volk K., Hrivnak B.J. (1999) Chemical evolution of carbonaceous materials in the last stages of stellar evolution. *Astron. Astrophys.* – 350, – L35.
- Lamy Ph., Kuhn J.R., Lin H., Koutchmy S., Smartt R.N. (1992) No evidence of a circumsolar dust ring from infrared Observations of the 1991 solar eclipse. *Science*, v.253, 1377-1380 DOI: 10.1126/science.257.5075.1377.
- Lena P., Viala Y, Hall D., Soufflot A. (1974) The thermal emission of the dust corona, during the eclipse of June 30, 1973. *Astron and Astrophys.* 37, – P. 81-86.
- MacQueen R.M. Infrared observation of the outer solar corona. *Astroph. J.* 1968. V.154. – P. 1059-1076.

Maihara T., K. Mizutani, N. Hiromoto, H. Takami, and H. Hasegawa. (1985) A balloon observation of the thermal radiation from the circumsolar dust cloud in the 1983 total eclipse, in *Properties and Interactions of Interplanetary Dust*, Astrophysics and Space Science Library, Vol. 119, edited by R. H. Giese and P. Lamy, – P. 55–58, Reidel, Dordrecht.

Makarova E.A., Kharitonov A.V. and Kazachevskaya T.V. (1991) Solar radiation flux, Nauka, Moscow.

C. Sánchez-Magro, M.J. Selby, A.D. MacGregor. (1983) Infrared observations of the thermal emission from the corona, *Rev. Mexicana Astron. Astrof.*, 8, 3–6, RMxAA...8....3M.

Mann I. et al. (2004) Dust near the Sun. *Space Science Reviews*, – V.110: 269–305

Mizutani K., Maihara T., Hiromoto N., Takami H. (1984) Near-infrared observation of the circumsolar dust emission during the 1983 solar eclipse, *NATURE* 312: 134. – *Natur.312..134M.*

Ootsubo T. (1998) *Earth, Planets and Space*. – volume 50, – P. 507–511

Peterson A.W. (1967) *Ap. J.* 148, – L37.

Шестакова Л.И., Демченко Б.И. (2010) Яркость неба во время солнечных затмений 29.03.2006 и 01.08.2008. *Известия НАН РК. Серия физ-мат.* – № 4. С.87-92

References

H. Kimura and I. Mann. (1998) Brightness of the solar F-corona. *Earth Planets Space*, 50, –P. 493–499. (in Eng.).

Kwok Sun (2022) The mystery of unidentified infrared emission bands. *Astrophysics and Space Science*. 367:16 <https://doi.org/10.1007/s10509-022-04045-6> (in Eng.).

Kwok S., Volk K., Hrivnak B.J. (1999) Chemical evolution of carbonaceous materials in the last stages of stellar evolution. *Astron. Astrophys.* – 350, – L35. (in Eng.).

Lamy Ph., Kuhn J.R., Lin H., Koutchmy S., Smartt R.N. (1992) No evidence of a circumsolar dust ring from infrared Observations of the 1991 solar eclipse. *Science*, v.253, 1377-1380 DOI: 10.1126/science.257.5075.1377. (in Eng.).

Lena P., Viala Y, Hall D., Soufflot A. (1974) The thermal emission of the dust corona, during the eclipse of June 30, 1973. *Astron and Astrophys.* 37, - P. 81-86 (in Eng.).

MacQueen R.M. Infrared observation of the outer solar corona. *Astroph. J.* 1968. V.154. – P. 1059-1076. (in Eng.).

Maihara T., K. Mizutani, N. Hiromoto, H. Takami, and H. Hasegawa. (1985) A balloon observation of the thermal radiation from the circumsolar dust cloud in the 1983 total eclipse, in *Properties and Interactions of Interplanetary Dust*, Astrophysics and Space Science Library, Vol. 119, edited by R. H. Giese and P. Lamy, – P. 55–58, Reidel, Dordrecht. (in Eng.).

Makarova E.A., Kharitonov A.V. and Kazachevskaya T.V. (1991) Solar radiation flux, Nauka, Moscow.

C. Sánchez-Magro, M.J. Selby, A.D. MacGregor. (1983) Infrared observations of the thermal emission from the corona, *Rev. Mexicana Astron. Astrof.*, 8, 3–6, RMxAA...8....3M. (in Eng.).

Mann I. et al. (2004) Dust near the Sun. *Space Science Reviews*, – V.110: 269–305 (in Eng.).

Mizutani K., Maihara T., Hiromoto N., Takami H. (1984) Near-infrared observation of the circumsolar dust emission during the 1983 solar eclipse, *NATURE* 312: 134. – *Natur.312..134M.* (in Eng.).

Ootsubo T. (1998) *Earth, Planets and Space*. – volume 50, – P. 507–511 (in Eng.).

Peterson A.W. (1967) *Ap. J.* 148, – L37. (in Eng.).

Shestakova L.I., Demchenko B.I. (2010) Yarkost' neba vo vremya solnechnykh zatmeniy [Brightness of the sky during solar eclipses]. – 29.03.2006 i 01.08.2008. *Izvestiya NAN RK. Seriya fiz-mat.* – №4. S.87-92 (in Russian).

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 ТҮТҚЫРЛЫҚ 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 ТҮТҚЫР-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 60x88^{1/8}.

18,0 п.л. Заказ 1.