

ISSN: 1991-346X (Print)
ISSN: 2518-1726 (Online)

**ACADEMIC JOURNAL
OF PHYSICAL AND CHEMICAL SCIENCES**

**№1
2026**

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

2026 • 1



**ACADEMIC JOURNAL
OF PHYSICAL AND
CHEMICAL SCIENCES**

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944

ALMATY, NAS RK

EDITOR-IN-CHIEF

ZHURINOV Murat Zhurinovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of IAAS and NAS RK, General Director Oil refining and Petrochemistry Research Institute (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:

KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detailuri?authorId=56153126500>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2428551>

ABILMAGZHANOV Arlan Zainutallaevich, PhD in Chemistry, 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=57197468109>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2024265>

EDITORIAL BOARD:

ADEKENOV Sergazy Mynzhasarovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Director of the JSC "Phytochemistry Research and Production Center", (Karaganda, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/48648658>

RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701328029>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/13503476>

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>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1405661>

OLIVIERO Rossi Cesare, PhD (Chemistry), Professor at the University of Calabria (Calabria, Italy), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221375979>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/399768>

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>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/524462>

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>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/30028581>

BERSIMBAYEV Rakhmetkazhi 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>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/19854255>

CALANDRA Pietro, PhD (Physics), Professor, Institute for the Study of Nanostructured Materials (Rome, Italy), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004303066>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/616360>

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>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2080231>

BURKITBAEV Mukhambetkali, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/29017135>

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>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/30353742>

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>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/566>

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>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/65533963>

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>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1671760>

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>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2023295>

ABISHEV Medeu Erzhanovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Corresponding Member of NAS RK, (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=26530759900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1556025>

ACADEMIC JOURNAL OF PHYSICAL AND CHEMICAL SCIENCES.

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

Owner: «Central Asian Academic Research Center» LLP (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 № KZ93VPY00121157 issued 05.06.2025

Thematic scope: *physics and chemistry*.

Periodicity: 4 times a year.

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

БАС РЕДАКТОР

ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрынулы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ХҒАҚ және ҚР ҰҒА академигі, Мұнай өңдеу және мұнай-химиясы ғылыми-зерттеу институтының бас директоры (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=6602177960>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЛАРЫ:

КАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәділұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=56153126500>, <https://www.webofscience.com/wos/author/rec-ord/2428551>

ӘБИЛМАҒЖАНОВ Арлан Зайнуталлайұлы, химия ғылымдарының кандидаты, Д.В. Сокольский атындағы «Жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ Бас директоры (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=57197468109>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2024265>

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мынжасарұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Фитохимия» ғылыми-өндірістік орталығы АҚ директоры (Қарағанды, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=7006153118>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/48648658>

РАМАЗАНОВ Тілеккабыл Сәбитұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=6701328029>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/13503476>

ӘБИЕВ Руфат, техника ғылымдарының докторы (биохимия), профессор, Санкт-Петербург мемлекеттік технологиялық институты «Химиялық және биотехнологиялық аппаратураны оңтайландыру» кафедрасының меңгерушісі (Санкт-Петербург, Ресей), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=6602431781>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1405661>

ОЛИВЬЕРО Росси Сесаре, PhD (химия), Калабрия университетінің профессоры (Калабрия, Италия), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=57221375979>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/399768>

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова Ғылым академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=7006315935>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/524462>

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/author/detail.uri?authorId=59286321700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/30028581>

БЕРСІМБАЕВ Рахметқажы Ескендірұлы, биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті (Астана, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=7004012398>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/19854255>

КАЛАНДРА Пьетро, PhD (физика), нанокүрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=7004303066>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/616360>

БӨШКАЕВ Қуантай Авғазыұлы, PhD теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=54883880400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2080231>

БҮРКІТБАЕВ Мұхамбетқали, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=8513885600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/29017135>

QUEVEDO Hernando, профессор, Мексика ұлттық автономиялық университеті (UNAM), Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=55989741100>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/30353742>

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/author/detail.uri?authorId=6602166928>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/566>

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=7202799321>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/65533963>

ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағаұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=24077239000>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1671760>

ХАРИН Станислав Николаевич, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=6701353063>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2023295>

ӘБИШЕВ Медеу Ержанұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=26530759900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1556025>

ACADEMIC JOURNAL OF PHYSICAL AND CHEMICAL SCIENCES

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

Меншіктеуші: «Орталық Азия академиялық ғылыми орталығы» ЖШС (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 05.06.2025 ж. берген № KZ93VPY00121157 Куәлік.

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 МАН и НАН РК, Генеральный директор Научно-исследовательского института нефтепереработки и нефтехимии (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56153126500>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2428551>

АБИЛЬМАГЖАНОВ Арлан Зайнуталлаевич, кандидат химических наук, Генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57197468109>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2024265>

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

АДЕКЕНОВ Сергазы Мынжасарович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, директор АО «Научно-производственного центра «Фитохимия» (Караганда, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/48648658>

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>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/13503476>

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>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1405661>

ОЛИБЬЕРО Россин Чезаре, доктор философии (PhD, химия), профессор Университета Калабрии (Калабрия, Италия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221375979>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/399768>

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>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/524462>

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>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/30028581>

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>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/19854255>

КАЛАНДРА Пьетро, доктор философии (PhD, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004303066>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/616360>

БОШКАЕВ Куантай Агазыевич, 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>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2080231>

БУРКИТБАЕВ Мухамбетали, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/29017135>

QUEVEDO Hernando, профессор, Национальный автономный университет Мексика (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55989741100>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/30353742>

ЖУСУПОВ Марат Абжанович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602166928>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/566>

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>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/65533963>

ТАКИББАЕВ Нурғали Жабағаевич, 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>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1671760>

ХАРИН Станислав Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701353063>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2023295>

АБИШЕВ Мелеу Ержанович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=26530759900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1556025>

ACADEMIC JOURNAL OF PHYSICAL AND CHEMICAL SCIENCES

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

Собственник: ТОО «Центрально-азиатский академический научный центр» (г. Алматы).

Свидетельство № KZ93VPY00121157 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 **05.06.2025**Тематическая направленность: *физика, химия*.

Периодичность: 4 раза в год.

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

CONTENTS

PHYSICS

Aimaganbetova Z.K., Kulshymbayev Y.A., Zhanturina N.N., Beketova G.K.
First-principles calculation of the electronic properties of the Double Halide
Perovskite $\text{Cs}_2\text{Ag}_{0.2}\text{Na}_{0.4}\text{In}_{0.6}\text{Ti}_{0.4}\text{Cl}_6$ based on the quantum ESPRESSO software.....14

Amangeldinova S., Zhuniskhan S., Kalzhigitov N., Kurmangaliyeva V.
Study of the cluster structure of ^5He and ^5Li mirror nuclei in two-cluster
approximation.....35

Chokin K., Otunchi Ye., Kozhahmetova A., Kasenova A., Shongalova A.
Development and testing of a laboratory pyrometallurgical installation for recycling
lithium-ion batteries.....46

Issayeva A., Beisebayeva A., Madybekova G., Shynazbekova Sh., Issa A.
Comparative analysis of physico-chemical characteristics of drinking, spring
and natural water in the South Kazakhstan.....65

Kim V.Yu., Aimuratov Y.K.
Search for transient cosmic events by scanning the sky with wide-field telescopes.....78

Koshtybayev T.B., Tatenov A.M., Aliyeva M.E., Tugelbaeva G.T., Zhanaliyeva G.Zh.
Study of the electromagnetic field based on thermodynamics principles.....89

Mukamedenkyzy V., Akberdiyev B.
Numerical investigation of the effect of inclination angle on the stability
of mechanical equilibrium in Ar–N₂ binary gas mixtures.....105

Myasnikova L.N., Uzakbaeva S.S., Shanina Z.K., Bekeshev A.Z.
Kinetic properties of high-density polyethylene filled with chromium spinel powder.....119

Nurbayev B.M., Dmitriyeva E.A., Kemelbekova A.E.
The role of low-dimensional layered structures in enhancing the stability of tin-based
perovskite materials.....136

Sattinova Z., Ermakhanova F., Assilbekov B., Taimuratova L.
Influence of various cooling conditions and heat transfer coefficients on solidification
during the formation of beryllium ceramic products.....149

Shestakova L.I., Serebryanskiy A.V., Spassyyuk R.R., Omarov Ch.T.
Search for gas of comet-meteor origin in the inner Solar System: caii ion emission.....165

Ualikhanova U., Tursynkazy F., Syzdykova A.M., Altayeva G.S., Altaibayeva A.B.
Studying the amplitude of $f(T)$ gravitational waves using Bessel functions.....179

Zhexenbayeva G.A., Nasirova D.M., Aimanova G.K., Shomshekova S.A. Photometric study of the symbiotic object V725 Tau.....	194
Zhusupova N.K., Zhadyranova A.A. Bounce cosmology in $f(T, \mathcal{T})$ gravity based on energy condition analysis.....	205
Ziyatbekova G., Abdimanapova P., Sagyntay O., Nurym A., Ilinov R. Using artificial intelligence to predict diseases based on medical data.....	225

CHEMISTRY

Almassov N.Zh., Zhumagaliyeva A.N., Duisenbekov S.E., Zhakiyev N.K. Design and optimization of hybrid renewable energy systems for hydrogen production in Kazakhstan.....	236
Amangeldi B., Zhanikulov N., Taimasov B., Aitureev M.M., Dauletiyarov M. Calculation of the Raw material composition for obtaining white Portland cement clinker.....	251
Baeshov A., Tashenov E.A., Atykhanova S.B., Koshkarbayeva Sh.T. Preparation of cadmium sulfide by electrochemical method using a composite sulfur-graphite electrode.....	267
Baisalova G.Zh., Azhikhanova Zh., Taltenov A.A., Kuzhatova P. Determination of the total phenolic content in perennial herbaceous plants of the flora of Kazakhstan.....	277
Darmenbayeva A.S., Rajasekharan R., Zhussipnazarova G.M., Mukazhanova Zh.B., Begenova B.E. Composites based on chitosan and cellulose: synthesis, properties, and application prospects.....	287
Erkasov R.Sh., Zhamkenova A.S., Sergazina S.M., Nurmukhanbetova N.N., Kassenova N.B. Halide-dependent modulation of hydrogen bonding in Mn(II) complexes with protonated acetamide: a QAIM, NCI, and energy decomposition study.....	304
Kalimoldina L.M., Shaikhova Zh.E., Kaliyeva B.K., Bubish Sh., Askarova Sh.K. The effect of silver nanoparticles on the germination of bean, lemon, tangerine and avocado seeds.....	320
Kurtebayeva A.A., Alvarez-Torrellas S., Gomes H.T., Orynbayev S.A., Kalmakhanova M.S. Activated-carbon-enhanced polymeric membranes for efficient elimination of emerging contaminants.....	334

Massenova A.T., Zhumakanova A.S., Torlopov I.I., Rakhmetova K.S., Abilmagzhanov A.Z. Optimization of the hierarchical zeolite ZSM-5 synthesis process by steam-assisted alkaline modification.....	350
Mutushev A.Zh., Nuraly A.M., Sanat A.S., Shaukharova M.A., Yessimsiitova Z.B. The effect of light-converting films on the accumulation of bioactive compounds and the quality of fruits.....	366
Nefedov A.N., Taikenova A.T. Current state of organic corrosion inhibitor application in oil refining.....	379
Omarov B.T., Altybayev Zh.M., Serikbayeva B.S. Production of biohumus by vermicomposting of organic wastes and study of its agroecological effectiveness.....	399
Rakhman D.M., Kappasuly A., Makhayeva D.N., Kazybayeva D.S., Irmukhametova G.S. Development and investigation of mucoadhesive hydrogels based on gellan–cysteine complexes.....	414
Sabyrzhanova A.E., Bolatkyzy N., Berganaeva G.E., Dyusebaeva M.A. Study of amino acids and fatty acids in the aerial part of <i>Plantago major</i>	428
Satayeva S., Akhmetova F., Urazova A., Aituganova S., Yerniyazova K. The influence of PEPA concentration on the physical, mechanical, and operational properties of ED-20 epoxy adhesives.....	439
Zamanbek A.Zh., Koshkarbayeva Sh.T., Satayev M.S. Methods of Obtaining Silver Nanoparticles and Antibacterial Properties.....	450
Zhortarova A.A., Salkeyeva L.K., Minayeva Ye.V., Ibrayev M.K., Fazylov S.D. New possibilities for the synthesis and phosphorylation of phosphonoacetic acid ester.....	462

МАЗМҰНЫ

ФИЗИКА

Аймағанбетова З.К., Құлшымбаев Е.А., Жантурина Н.Н., Бекетова Г.К. Quantum Espresso бағдарламасы негізінде Cs ₂ Ag _{0.2} Na _{0.4} In _{0.6} Ti _{0.4} Cl ₆ кос галогенді перовскиттің электрондық қасиеттерін бірінші принциптік есептеу.....	14
Амангелдинова С., Жүнісхан С., Калжигитов Н., Курманғалиева В. Екі кластерлік жуықтауда 5He және 5Li айналық ядроларының кластерлік құрылымын зерттеу.....	35
Чокин К., Отунчи Е., Кожаметова А., Касенова А., Шонғалова А. Литий-ионды аккумуляторларды қайта өндеуге арналған зертханалық пирометаллургиялық қондырғыны әзірлеу және сынау.....	46
Исаева А.Б., Бейсебаева А.С., Мадыбекова Г.М., Шиназбекова Ш.С., Иса А.Б. Сравнительный анализ физико-химических характеристик питьевой, родниковой и природной воды юга Казахстана.....	65
Ким В.Ю., Аймуратов Е.К. Кең бұрышты телескоптармен аспанды сканерлеу арқылы өтпелі ғарыштық оқиғаларды іздеу.....	78
Коштыбаев Т.Б., Татенов А.М., Алиева М.Е., Тугелбаева Г.Т., Жаналиева Г.Ж. Электромагниттік өрісті термодинамикалық бастамалар тұрғысында зерттеу.....	89
Мукамеденқызы В., Ақбердиев Б. Ar–N ₂ бинарлы газ қоспаларындағы механикалық тепе-теңдік тұрақтылығына қиғаш бұрыштың әсерін сандық зерттеу.....	105
Мясникова Л.Н., Узакбаева С.С., Шанина З.К., Бекешев А.З. Хром-шпинельді ұнтақ қосылған жоғары тығыздықты полиэтиленнің кинетикалық қасиеттері.....	119
Нұрбаев Б.М., Дмитриева Е.А., Кемелбекова А.Е. Қалайы негізіндегі перовскитті материалдардың тұрақтылығын арттырудағы төменөлшемді қабатты құрылымдардың рөлі.....	136
Саттинова З., Ермаханова Ф., Асылбеков Б., Таймуратова Л. Бериллий керамикалық бұйымдарын қалыптастыру кезінде әр түрлі салқындату жағдайлары мен жылу беру коэффициенттерінің қатаюға әсері.....	149
Шестакова Л.И., Серебрянский А.В., Спасюк Р.Р., Омаров Ш.Т. Күн жүйесінің ішкі аймағындағы комета-метеорлық тектегі газды іздеу: CaII иондарының жарқырауы.....	165

Уалиханова У.А., Тұрсынқазы Ф., Сыздықова А.М., Алтаева Г.С., Алтайбаева А.Б.
Бессель функцияларын пайдаланып $f(T)$ гравитациялық толқындардың
амплитудасын зерттеу.....179

Жексенбаева Г.А., Насирова Д.М., Айманова Г.К., Шомшекова С.А
V725 Тау симбиотикалық объектiсiн фотометрлiк зерттеу.....194

Жусупова Н.К., Жадыранова А.А.
Энергия шарттарын талдауға негiзделген $f(T, T)$ серпiлiс космологиясы.....205

Зиятбекова Г.З., Абдиманапова П.Б., Сағынтай О.А., Нұрым А.А., Ильинов Р.А.
Жасанды интеллект көмегiмен медициналық деректер бойынша
ауруларды болжау.....225

ХИМИЯ

Алмассов Н.Ж., Жумагалиева А.Н., Дүйсенбеков С.Е., Жакиев Н.К.
Қазақстанда сутегi өндiруге арналған гибридтiк жаңартылатын энергия жүйелерiн
жобалау және оңтайландыру.....236

Амангелдi Б., Жаникулов Н., Таймасов Б., Айтүреев М., Даулетияров М.
Ақ портландцемент клинкерiн алу үшiн шикiзат шихта құрамын есептеу.....251

Баешов А., Ташенов Е.А., Атыханова С.Б., Кошкарбаева Ш.Т.
Композициялы күкiрт-графит электродын қолдану арқылы кадмий
сульфидiн электрохимиялық әдiспен алу.....267

Байсалова Г.Ж., Ажиханова Ж., Талтенов А.А., Құжатова П.
Қазақстан флорасындағы көпжылдық шөптесiн өсiмдiктердiң фенолдық
қосылыстарының жиынтық мөлшерiн анықтау.....277

**Дарменбаева А.С., Rajasekharan R., Жусипназарова Г.М., Мукажанова Ж.Б.,
Бегенова Б.Е.**
Хитозан және целлюлоза негiзiндегi композиттер: синтез, қасиеттерi және қолдану
перспективалары.....287

**Еркасов Р.Ш., Жамкенова А.С., Сергазина С.М., Нурмуханбетова Н.Н.,
Касенова Н.Б.**
Mn (II) кешендерiндегi сутектiк байланыстардың энергиясы мен табиғатына
галогеннiң әсерi: QTAIM, NCI және энергия декомпозициясы.....304

Калимолдина Л.М., Шаихова Ж.Е., Калиева Б.К., Бубиш Ш., Аскарова Ш.К.
Күмiс нанобөлшектерiнiң бұршақ, лимон, мандарин, авокадо тұқымдарының
өнуiне әсерi.....320

Қуртебаева А.А., Álvarez-Torrellas S., Gomes Н.Т., Орынбаев С.Ә., Калмаханова М.С. Алаңдаушылық тудыратын ластаушы заттарды тиімді жою үшін белсендірілген көмір полимерлі мембраналар.....	334
Масенова А.Т., Жұмақанова А.С., Торлопов И.И., Рахметова К.С., Абильмагжанов А.З. ZSM-5 иерархиялық цеолитін бумен сілтілі модификациялау арқылы алу процесін онтайландыру.....	350
Мутушев А.Ж., Нұралы Ә.М., Санат А.С., Шаукарова М.А., Есимситова З.Б. Жарық түрлендіретін пленкалардың биоактивті қосылыстардың жинақталуына және жеміс сапасына әсері.....	366
Нефедов А.Н., Тайекенова А.Т. Мұнай өңдеу өнеркәсібінде органикалық коррозия ингибиторларын қолданудың қазіргі жағдайы.....	379
Омаров Б.Т., Алтыбаев Ж.М., Серикбаева Б.С. Органикалық қалдықтарды вермикомпостинг арқылы биогумус өндіру және оның агроэкологиялық тиімділігін зерттеу.....	399
Рахман Д.М., Қаппасұлы Ә., Махаева Д.Н., Қазыбаева Д.С., Ирмухаметова Ғ.С. Геллан–цистеин кешендері негізінде мукоадгезиялық гидрогельдерді әзірлеу және зерттеу.....	414
Сабыржанова А.Е., Болатқызы Н., Берганаева Г.Е., Дюсебаева М.А. Plantago Major жер үсті бөлігінің құрамындағы амин қышқылдары мен май қышқылдарын зерттеу.....	428
Сатаева С., Ахметова Ф., Уразова А., Айтуганова С., Ерниязова К. ЭД-20 эпоксидті желімдерінің физика-механикалық және эксплуатациялық қасиеттеріне ПЭПА концентрациясының ықпалы.....	439
Заманбек А.Ж., Кошкарбаева Ш.Т., Сатаев М.С. Күміс нанобөлшектерінің алыну әдістері мен антибактериалдық қасиеттері.....	450
Жоргарова А.А., Салькева Л.К., Минаева Е.В., Ибраев М.К., Фазылов С.Д. Фосфоносірке қышқылының эфирін синтездеу мен фосфорландырудың жаңа мүмкіндіктері.....	462

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

Аймаганбетова З.К., Кулшымбаев Е.А., Жантурина Н.Н., Бекетова Г.К. Расчет по первому принципу электронных свойств двойного галогенидного перовскита Cs ₂ Ag _{0.2} Na _{0.4} In _{0.6} Ti _{0.4} Cl ₆ на основе программы Quantum Espresso.....	14
Амангелдинова С., Жүнісхан С., Калжигитов Н., Курмангалиева В. Исследование кластерной структуры зеркальных ядер ⁵ He и ⁵ Li в двухкластерном приближении.....	35
Чокин К., Отунчи Е., Кожрахметова А., Касенова А., Шонгалова А. Разработка и испытания лабораторной пирометаллургической установки для переработки литий-ионных аккумуляторов.....	46
Исаева А.Б., Бейсебаева А.С., Мадыбекова Г.М., Шиназбекова Ш.С., Иса А.Б. Сравнительный анализ физико-химических характеристик питьевой, родниковой и природной воды юга Казахстана.....	65
Ким В.Ю., Аймуратов Е.К. Поиск транзиентных космических событий методом сканирования неба широкоугольными телескопами.....	78
Коштыбаев Т.Б., Татенов А.М., Алиева М.Е., Тугелбаева Г.Т., Жаналиева Г.Ж. Исследование электромагнитного поля на основе термодинамических принципов.....	89
Мукамеденкызы В., Акбердиев Б. Численное исследование влияния угла наклона на устойчивость механического равновесия в бинарной газовой смеси Ar–N ₂	105
Мясникова Л.Н., Узакбаева С.С., Шанина З.К., Бекешев А.З. Кинетические свойства высокоплотного полиэтилена с добавлением хром-шпинельного порошка.....	119
Нурбаев Б.М., Дмитриева Е.А., Кемелбекова А.Е. Роль низкоразмерных слоистых структур в повышении стабильности перовскитных материалов на основе олова.....	136
Саттинова З., Ермаханова Ф., Асылбеков Б., Таймуратова Л. Влияние различных условий охлаждения и коэффициентов теплопередачи на затвердевание при формировании бериллиевых керамических изделий.....	149

Шестакова Л.И., Серебрянский А.В., Спасюк Р.Р., Омаров Ш.Т. Поиск газа кометно-метеорного происхождения во внутренней области Солнечной Системы: Свечение ионов СаII.....	165
Уалиханова У.А., Турсынказы Ф., Сыздыкова А.М., Алтаева Г.С., Алтайбаева А.Б. Изучение амплитуды $f(T)$ гравитационных волн с использованием функций Бесселя.....	179
Жексенбаева Г.А., Насирова Д.М., Айманова Г.К., Шомшекеева С.А. Фотометрическое исследование симбиотического объекта V725 Tau.....	194
Жусупова Н.К., Жадыранова А.А. Космология отскока в $f(T, \mathcal{J})$ гравитации на основе анализа энергетических условий.....	205
Зиятбекова Г.З., Абдимананова П.Б., Сағынтай О.А., Нұрым А.А., Ильинов Р.А. Использование искусственного интеллекта для прогнозирования заболеваний на основе медицинских данных.....	225

ХИМИЯ

Алмассов Н.Ж., Жумагалиева А.Н., Дуйсенбеков С.Е., Жакиев Н.К. Проектирование и оптимизация гибридных возобновляемых источников энергии для производства водорода в Казахстане.....	236
Амангелді Б., Жаникулов Н., Таймасов Б., Айтуреев М., Даулетияров М. Расчёт состава сырьевой шихты для получения белого порландцементного клинкера.....	251
Башов А., Ташенов Е.А., Атыханова С.Б., Кошкарбаева Ш.Т. Получение сульфида кадмия электрохимическим методом с использованием композитного сера-графитового электрода.....	267
Байсалова Г.Ж., Ажиханова Ж., Талтенов А.А., Кужатова П. Определение суммы фенольных соединений в многолетних травянистых растениях флоры Казахстана.....	277
Дарменбаева А.С., Rajasekharan R., Жусиппазарова Г.М., Мукажанова Ж.Б., Бегенова Б.Е. Композиты на основе хитозана и целлюлозы: синтез, свойства и перспективы применения.....	287
Еркасов Р.Ш., Жамкенова А.С., Сергазина С.М., Нурмуханбетова Н.Н., Касенова Н.Б. Влияние галогена на энергетику и природу водородных связей в Mn(II): QTAIM, NCI и энергодекомпозиция.....	304

- Калимолдина Л.М., Шаихова Ж.Е., Калиева Б.К., Бубиш Ш., Аскарова Ш.К.**
Влияние наночастиц серебра на прорастание семян фасоли, лимона,
мандарина, авокадо.....320
- Куртебаева А.А., Álvarez-Torrellas S., Gomes Н.Т., Орынбаев С.А., Калмаханова М.С.**
Полимерные мембраны с активированным углем для эффективного удаления
загрязняющих веществ вызывающих обеспокоенность.....334
- Масенова А.Т., Жұмақанова А.С., Торлопов И.И., Рахметова К.С.,
Абильмагжанов А.З.**
Оптимизация процесса получения иерархического цеолита ZSM-5 паровой
щелочной модификацией.....350
- Мутушев А.Ж., Нуралы А.М., Санат А.С., Шаукарова М.А., Есимсиитова З.Б.**
Влияние светопреобразующих плёнок на накопление биоактивных соединений
и качество плодов.....366
- Нефедов А.Н., Тайкенова А.Т.**
Современное состояние применения органических ингибиторов коррозии
в нефтепереработке.....379
- Омаров Б.Т., Алтыбаев Ж.М., Серикбаева Б.С.**
Получение биогумуса путем вермикомпостирования органических отходов
и исследование его агроэкологической эффективности.....399
- Рахман Д.М., Қаппасұлы Ә., Махаева Д.Н., Казыбаева Д.С., Ирмухаметова Г.С.**
Разработка и исследование мукоадгезивных гидрогелей на основе комплексов
геллан–цистеин.....414
- Сабыржанова А.Е., Болаткызы Н., Берганаева Г.Е., Дюсебаева М.А.**
Исследование аминокислот и жирных кислот в составе надземной
части *Plantago Major*.....428
- Сатаева С., Ахметова Ф., Уразова А., Айтуганова С., Ер尼亚зова К.**
Влияние концентрации ПЭПА на физические, механические и эксплуатационные
свойства эпоксидных клеев ЭД-20.....439
- Заманбек А.Ж., Кошкарбаева Ш.Т., Сатаев М.С.**
Методы получения наночастиц серебра и антибактериальные свойства.....450
- Жоргарова А.А., Салькева Л.К., Минаева Е.В., Ибраев М.К., Фазылов С.Д.**
Новые возможности синтеза и фосфорилирования фосфонуксусного эфира.....462

ACADEMIC JOURNAL
OF PHYSICAL AND CHEMICAL SCIENCES
ISSN 2224-5227
Volume 1.
Number 357 (2026), 78–88

<https://doi.org/10.32014/2026.2518-1483.406>

UDC: 520.8
IRSTI: 41.51.41

©Kim V.Yu.*, Aimuratov Y.K., 2026.

Fesenkov Astrophysical Institute, Almaty, Kazakhstan.

*E-mail: kim@fai.kz

SEARCH FOR TRANSIENT COSMIC EVENTS BY SCANNING THE SKY WITH WIDE-FIELD TELESCOPES

Kim Vitaliy — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Fesenkov Astrophysical Institute, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: kim@fai.kz, <https://orcid.org/0000-0003-1202-9751>;

Aimuratov Yerlan – PhD, Fesenkov Astrophysical Institute, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: aimuratov@fai.kz, <https://orcid.org/0000-0001-5717-6523>.

Abstract. This article discusses an algorithm for step-by-step scanning of a given region of the sky using a wide-field optical telescope, taking into account the minimum permissible observation altitude above the horizon, the Earth's diurnal rotation, and the limited duration of the observing night. Unlike targeted observations, which focus on studying known astronomical objects, survey studies are aimed at systematic search and identification of non-stationary sources and processes, including optical transients, supernova explosions, asteroids, comets, space debris, and artificial Earth satellites. The proposed method, dubbed "Snake", ensures uniform coverage of a given region of the celestial sphere with a minimum number of idle telescope movements. The algorithm is based on sequentially traversing the region using right ascension and declination coordinates, alternating the direction of movement, and continuously monitoring the altitude of the center of the field of view above the horizon. To determine the starting position and scan boundaries, the relations of spherical astronomy, linking the hour angle, local stellar time, and the observatory's geographic coordinates are used. The article provides a detailed description of the algorithmic logic, including the selection of the starting point, calculation of successive coordinate steps, and the observation termination criterion. A detailed example of the application under on-site observing conditions at the Academician Omarov Assy-Turgen Observatory using wide-field optical systems is presented. It is demonstrated that the developed algorithm enables efficient organization of survey observations and automation of the sky scanning process with minimal computing resources. The method can be adapted to various optical instruments and used in automatic telescope control systems.



Keywords: sky scanning, observation planning, wide-field telescope, observatory, transients

Financing. *The work is carried out within the framework of the Project No. BR24992807 «Development of Kazakhstan digital environment for astronomical research of near and deep space objects within the international virtual observatory network" and No. BR24992759 Development of the concept for the first Kazakhstani orbital cislunar telescope – Phase I", financed by the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan.*

For citations: *Kim V.Yu., Aimuratov Y.K. Search for transient cosmic events by scanning the sky with wide-field telescopes. Academic Journal of Physical and Chemical Sciences. 2026. No.1. Pp. 78–88. DOI: <https://doi.org/10.32014/2026.2518-1483.406>*

©Ким В.Ю.*, Аймуратов Е.К., 2026.

В.Г. Фесенков атындағы Астрофизикалық институты, Алматы, Қазақстан.

* E-mail: kim@fai.kz

КЕҢ БҰРЫШТЫ ТЕЛЕСКОПТАРМЕН АСПАНДЫ СКАНЕРЛЕУ АРҚЫЛЫ ӨТПЕЛІ ҒАРЫШТЫҚ ОҚИҒАЛАРДЫ ІЗДЕУ

Ким Виталий — физика-математика ғылымдарының кандидаты, В.Г. Фесенков атындағы Астрофизикалық институты, Алматы, Қазақстан,
E-mail: kim@fai.kz, <https://orcid.org/0000-0003-1202-9751>;

Аймуратов Ерлан — PhD, физика-математика ғылымдарының кандидаты, В.Г. Фесенков атындағы Астрофизикалық институты, Алматы, Қазақстан,
E-mail: aimuratov@fai.kz, <https://orcid.org/0000-0001-5717-6523>.

Аннотация. Бұл мақалада кең бұрышты оптикалық телескопты пайдаланып аспанның берілген аймағын кезең-кезеңімен сканерлеу, оған қоса көкжиек үстіндегі ең төменгі рұқсат етілген бақылау биіктігін, Жердің тәуліктік айналуын және бақылау түнінің шектеулі ұзақтығын ескеріп отыратын алгоритмі талқыланады. Шолу зерттеулерінің белгілі астрономиялық нысандарды мақсатты зерттеуге бағытталған бақылаулардан айырмашылығы, оптикалық өтпелі процестерді, аса жаңа жұлдыздардың жарылыстарын, астероидтарды, кометаларды, ғарыш қоқыстарын және жасанды Жер серіктерін қоса алғанда, тұрақты емес көздер мен процестерді жүйелі түрде іздеуге және анықтауға бағытталған. «Жылан» деп аталатын ұсынылған әдіс аспан сферасының берілген аймағын телескоп бос қозғалыстарының минималды санымен біркелкі қамтуды қамтамасыз етеді. Алгоритм тура шарықтау және ауысу координаттарын пайдаланып, аймақты тізбектей кесіп өтуге, қозғалыс бағытын кезектестіруге және көкжиек үстіндегі көру өрісінің орталығының биіктігін үнемі бақылауға негізделген. Бастапқы позицияны және сканерлеу шекараларын анықтау үшін сағат бұрышын, жергілікті жұлдыздық уақытты және обсерваторияның географиялық координаттарын

байланыстыратын сфералық астрономияның қатынастары қолданылады. Мақалада алгоритм логикасының толық сипаттамасы, соның ішінде бастапқы нүктені таңдау, координата қадамдарының бірізділігін есептеу және бақылауды аяқтау критерийі берілген. Әдісті Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының академигі Т.Б. Омаров атындағы Ассы–Түрген обсерваториясында кең бұрышты оптикалық жүйелерді қолдана отырып, нақты әлемдегі бақылау жағдайларында қолданудың егжей–тегжейлі мысалы келтірілген. Әзірленген алгоритмнің минималды есептеу ресурстарымен шолу бақылауларын тиімді ұйымдастыруға және аспанды сканерлеу процесін автоматтандыруға мүмкіндік беретіні көрсетілген. Әдісті әртүрлі оптикалық құралдарға бейімдеуге және автоматты телескопты басқару жүйелерінде қолдануға болады.

Түйін сөздер: аспанды сканерлеу, бақылауды жоспарлау, кең бұрышты телескоп, обсерватория, транзиенттер

©**Ким В.Ю.***, **Аймуратов Е.К.**, 2026.

Астрофизический институт имени В.Г. Фесенкова, Алматы, Казахстан.

*E-mail: kim@fai.kz

ПОИСК ТРАНЗИЕНТНЫХ КОСМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ МЕТОДОМ СКАНИРОВАНИЯ НЕБА ШИРОКОУГОЛЬНЫМИ ТЕЛЕСКОПАМИ

Ким Виталий — кандидат физико-математических наук, Астрофизический институт имени В.Г. Фесенкова, Алматы, Казахстан,

E-mail: kim@fai.kz, <https://orcid.org/0000-0003-1202-9751>;

Аймуратов Ерлан – PhD, Астрофизический институт имени В.Г. Фесенкова, Алматы, Казахстан,

E-mail: aimuratov@fai.kz, <https://orcid.org/0000-0001-5717-6523>.

Аннотация. В статье рассматривается алгоритм пошагового сканирования заданной области неба с использованием широкоугольного оптического телескопа с учетом минимально допустимой высоты наблюдений над горизонтом, суточного вращения Земли и ограниченной продолжительности наблюдательной ночи. В отличие от целевых (таргетных) наблюдений, ориентированных на исследование заранее известных астрономических объектов, обзорные исследования направлены на систематический поиск и идентификацию нестационарных источников и процессов, включая оптические транзиенты, вспышки сверхновых, астероиды, кометы, космический мусор и искусственные спутники Земли. Предложенный в работе метод, получивший название «Змейка», обеспечивает равномерное покрытие заданной области небесной сферы при минимальном числе холостых перемещений телескопа. Алгоритм основан на последовательном обходе области по координатам прямого восхождения и склонения с чередованием направления движения и постоянным контролем высоты центра поля зрения над горизонтом. Для определения стартовой позиции и границ сканирования используются соотношения сферической астрономии, связывающие часовой угол, местное звездное время и географические координаты обсерватории. В статье приведено



подробное описание логики работы алгоритма, включая выбор начальной точки, расчет последовательных шагов по координатам и критерии завершения наблюдений. Представлен детальный пример применения метода для реальных условий наблюдений в обсерватории Ассы–Тургень имени академика НАН РК Т.Б. Омарова с использованием широкоугольных оптических систем. Показано, что разработанный алгоритм позволяет эффективно организовать обзорные наблюдения и автоматизировать процесс сканирования неба при минимальных требованиях к вычислительным ресурсам. Рассматриваемая методика может быть адаптирована для различных оптических инструментов и использована в системах автоматического управления телескопами.

Ключевые слова: сканирование неба, планирование наблюдений, широкоугольный телескоп, обсерватория, транзиенты

Введение. Систематический обзор (сканирование) неба является одной из важных задач современной наблюдательной астрономии (Ghosh, 2016). Это необходимо для поиска и мониторинга нестационарных объектов, таких как: вспышки сверхновых, идентификация астероидов, комет, космического мусора и спутников, а также источники, ассоциированные с гравитационно–волновыми событиями и гамма–всплесками (Dyer, 2024; Almualla, 2020; Bellm, 2019). В последние годы особую роль в таких задачах играют широкоугольные телескопы (Parazin, 2022), обладающие большим полем зрения и способные за ограниченное время охватывать значительные области небесной сферы.

В отличие от инструментов с малым полем зрения, широкоугольные телескопы предъявляют специфические требования к планированию наблюдений. С одной стороны, необходимо обеспечить равномерное и непрерывное покрытие заданной области неба с заданным перекрытием (нахлестом) кадров, достаточным для последующей фотометрической и астрометрической обработки данных. С другой стороны, наблюдения ограничены рядом факторов, связанных как с геометрией небесной сферы, суточным вращением Земли и с реальными условиями работы наземной обсерватории.

Мы разработали универсальный алгоритм “Змейка” для проведения обзорных наблюдений на широкоугольных оптических системах (ШОС), который был реализован в виде программного обеспечения для работы телескопов ШОС–40 и ШОС–70 в Ассы–Тургеньской обсерватории им. академика НАН РК Т. Омарова (Aimuratov, 2025). В статье рассматриваются основные принципы и логика, лежащие в основе разработанного алгоритма. Данный алгоритм может быть использован для планирования наблюдений любых оптических систем, предназначенных для сканирования неба в различных наземных обсерваториях.

Литературный обзор. Задача планирования систематических обзоров неба широко обсуждается в современной наблюдательной астрономии в связи с развитием широкоугольных телескопов и автоматических обзорных программ (Ofek, 2023; Naghib, 2019). В рамках таких проектов ключевыми требованиями являются равномерное покрытие заданной области небесной сферы, соблюдение

ограничений по высоте над горизонтом и времени наблюдений, а также минимизация времени вспомогательных перемещений телескопа.

В крупных обзорных проектах, таких как Zwicky Transient Facility (ZTF) (Parazin, 2022) и Rubin Observatory Legacy Survey of Space and Time (LSST) (Bellm, 2019), задачи планирования наблюдений решаются с использованием сложных алгоритмов, основанных на оптимизации времени наблюдений и перемещений телескопа. В этих работах расписание наблюдений формируется с учетом множества параметров, включая воздушную массу, лунные условия, приоритеты полей пр. Это обеспечивает высокую гибкость, но требует значительных вычислительных ресурсов и сложной программной реализации.

Схожие задачи возникают при планировании широкоугольных наблюдений для поиска оптических аналогов гравитационно-волновых событий (Ghosh, 2016). В этих работах широко используются алгоритмы тайлинга (tile algorithm) небесной сферы с последующим упорядочиванием тайлов таким образом, чтобы максимизировать покрытие вероятностной карты за ограниченное время наблюдений. Для решения данной задачи применяются специальные алгоритмы, минимизирующие угловые перебросы между соседними полями (Salmon, 2016). При этом особое внимание уделяется учету геометрических ограничений и минимизации холостых перемещений телескопа.

Наряду с указанными подходами в практике наблюдений продолжают использоваться более простые и наглядные схемы обхода области неба, такие как последовательное сканирование с чередованием направления движения (Naghieb, 2019). Эти методы не обеспечивают глобальной оптимальности, однако отличаются высокой надежностью, детерминированностью и простотой интеграции в системы автоматического управления телескопами, что делает их особенно привлекательными для небольших и средних обсерваторий.

Предлагаемый в настоящей работе алгоритм сканирования типа “Змейка” относится к данному классу методов и ориентирован на практическое применение в условиях реальных наблюдений. В отличие от более сложных оптимизационных схем, он обеспечивает однозначное и воспроизводимое построение маршрута сканирования, учитывает ограничения по минимальной высоте над горизонтом и звездному времени, а также позволяет эффективно покрывать заданную область неба при минимальных требованиях к вычислительным ресурсам.

Материалы и методы. Суть алгоритма сканирования неба по методу “Змейка” заключается в следующем: от стартовой позиции телескоп совершает дискретные перемещения вверх вдоль дуги склонения до определенной максимальной величины, проводя на каждом шаге съемку участка неба. Достигнув максимального значения по склонению телескоп осуществляет движение по дуге суточной параллели и затем также дискретно перемещается по дуге склонения, но уже в направлении вниз до минимального значения склонения и т.д. Совокупность таких последовательных волнообразных или синусоидальных перемещений будет напоминать движение пресмыкающихся, в частности змей (см. рис. 1).

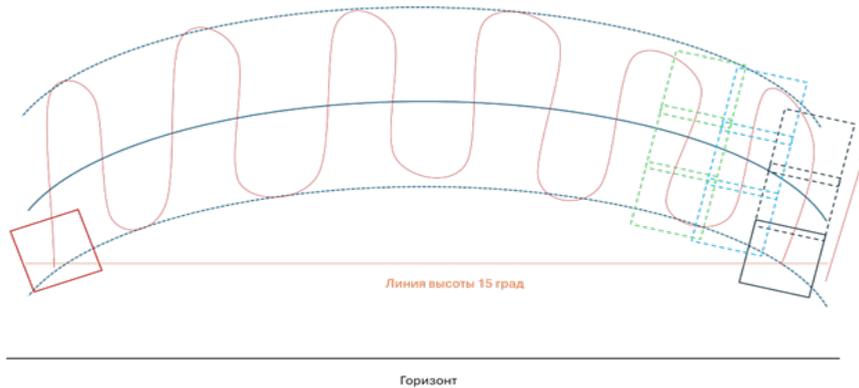


Рисунок 1 – Схематичная визуализация алгоритма Змейка. Синей сплошной линией обозначена линия небесного экватора. Пунктирные синие линии соответствуют суточным параллелям δ_{\min} (нижняя пунктирная линия) и δ_{\max} (верхняя пунктирная линия). Эти пунктирные линии соответствуют границам сканирования. Черный квадрат справа соответствует полю зрения для первого кадра (стартовой позиции). Красный квадрат слева - последний кадр в сканируемой области. Красная линия соответствует примерному обходу телескопом области неба.

Пусть имеется телескоп с полем зрения (полем кадра) W_x и W_y по оси X и Y соответственно, размещенный на поверхности Земли с географическими координатами λ и φ . Для определенной даты с помощью данного телескопа необходимо провести сканирование области неба, ограниченной по высоте над горизонтом h_{\min} , в диапазоне склонений δ_{\min} δ_{\max} . На первом этапе необходимо найти экваториальные координаты (α и δ_{\min}) входной точки наблюдений (стартовой позиции). Вторая координата (минимальное склонение, δ_{\min}) задается пользователем. Например, для сканирования на ШОС–40 в обсерватории Ассы–Тургень по умолчанию задается $\delta_{\min} = -20$, $\delta_{\max} = 20$ градусов и $h_{\min} = 15$ градусов. Поэтому остается вычислить только прямое восхождение (α) для входной точки (Duffett–Smith, 2011; Meeus, 1998).

$$t_{\min} = \arccos\left(\frac{\sin(h_{\min}) - \sin(\delta_{\min}) \times \sin(\varphi)}{\cos(\delta_{\min}) \times \cos(\varphi)}\right) \quad (1)$$

$$t_{\max} = 360 - \arccos\left(\frac{\sin(h_{\min}) - \sin(\delta_{\min}) \times \sin(\varphi)}{\cos(\delta_{\min}) \times \cos(\varphi)}\right) \quad (2)$$

Известно, что координата α связана со локальным звездным временем LST и часовым углом t соотношением: $\alpha = \text{LST} - t$. Для этого шага по формулам 1 и 2 в градусной необходимо предварительно оценить предельные часовые углы (t), выраженные в градусной мере, которые будут служить определенными маркерами для дальнейших оценок пределов наблюдений, а затем, вычислив локальное звездное время начала наблюдений, получаем α стартовой позиции (Kim, 2023). Таким образом, помимо нахождения входной точки, мы получили границы участка неба (t_{\min} , t_{\max} , δ_{\min} , δ_{\max}) для последующего сканирования.

После наведения телескопа на стартовую позицию осуществляется съемка

первых кадров из обзора участка неба с заданной экспозицией. Дальнейшие перемещения вдоль дуги склонения до предельного значения δ_{\max} будут осуществляться в направлении вверх (в сторону увеличения δ).

Для вычисления последующих шагов вертикальных перемещений от стартовой позиции необходимо знать угловые размеры поля единичного кадра W_x и W_y , а также размеры нахлеста кадров при сканировании ΔW_x и ΔW_y . Съемка внахлест (с перекрытиями соседних кадров) необходима для полного покрытия участка неба без пропусков на граничных участках между кадрами. Например, для ШОС-40 имеются следующие угловые значения: $W_x = 3.5$ и $W_y = 2.5$ в градусах, в качестве нахлеста приняты параметры $\Delta W_x = 0.875$ и $\Delta W_y = 0.25$ град. При вертикальном перемещении в интервале от δ_{\min} к δ_{\max} координата склонения (δ) следующего шага вычисляется по следующей формуле:

$$\delta = \delta + W_y - \Delta W_y \quad (3)$$

В формулах 3, 5 и 6 значения α и δ в правой части уравнений соответствуют предыдущему их значению (либо стартовой позиции), а в левой части представлены их новые присваиваемые значения. Важно отметить, что при вертикальных перемещениях величина прямого восхождения (α) остается одинаковым для всего прохода. При оценке каждого последующего вертикального шага по δ программа должна осуществлять проверку, чтобы текущее значение склонения находилось в диапазоне $\delta_{\min} \leq \delta \leq \delta_{\max}$. Если расчетная координата склонения последующего шага превосходит максимальный предел, то следующее смещение телескопа должно происходить вдоль суточной параллели (поворот “Змейки” вдоль суточной параллели, смещение по координате α).

Для расчета смещения по координате α предварительно оцениваем часовой угол данного смещения:

$$t = LST - (\alpha + W_x - \Delta W_x) \quad (4)$$

Это необходимо для проверки условия $t_{\min} \leq t \leq t_{\max}$ при котором центр поля зрения телескопа находится в пределах сканируемой области по часовому углу. В случае, если это условие не выполняется, то процесс сканирования участка неба считается выполненным, и программа должна завершить работу. В случае если значение t удовлетворяет условию, то координата прямого восхождения смещения α вычисляется следующим образом:

$$\alpha = \alpha + W_x - \Delta W_x \quad (5)$$

При выполнении перемещения вдоль суточной параллели значение склонения δ остается таким же, как на предыдущем шаге. Здесь важно отметить, что после перемещения по координате α на следующем шаге меняется направление сканирования по координате δ в противоположную сторону от предыдущей

иттерации (проходки). То есть, если расчетная величина δ превосходит верхний предел δ_{\max} , то последующий проход сканирования по δ будет осуществляться по направлению к δ_{\min} . При этом координата δ последующего шага оценивается по формуле:

$$\delta = \delta - W_y + \Delta W_y \quad (6)$$

Таким образом, смещение по δ при движении вверх (от δ_{\min} к δ_{\max}) должно оцениваться по формуле 3, а в обратном направлении (от δ_{\max} к δ_{\min}) – по формуле 6. Перемещения вдоль суточной параллели осуществляются только в одном направлении и соответствуют уравнению 5.

Результаты и обсуждение. Рассмотренный алгоритм был реализован на языке программирования РНР для отладки и моделирования, а затем на языке С# для создания программного обеспечения по управлению широкоугольным телескопом ШОС–40 Ассы–Тургеньской обсерватории. В режиме отладки оценка времени осуществляется за счет суммирования времени экспозиции на каждом шаге с прибавлением ко времени начала наблюдения. В этом режиме не учитывается время, затрачиваемое на перемещение телескопа между точками наблюдений, считывание кадров и пр. В случае реальных наблюдений перед каждым последующим перемещением телескопа вдоль суточной параллели программа должна учитывать текущее время для точной оценки часового угла смещения (Формула 4). Также на каждом шаге необходимо контролировать высоту (в угловой мере) центра поля зрения телескопа над горизонтом для избежания попадания в зону ниже предела h_{\min} .

Если принять параметры обсерватории Ассы–Тургень ($\phi = 43.22, \lambda = 77.87$ град), телескопа ШОС–40 ($W_x = 3.5$ и $W_y = 2.5$ град), параметры перекрытия кадров ($\Delta W_x = 0.875$ и $\Delta W_y = 0.25$ град), время единичной экспозиции 5 сек и количество кадров на каждый шаг как 3, то для даты наблюдений 22.03.2024 получаются следующие координаты точек обхода (см. Таблицу 1 и Рисунок 2):

Таблица 1 – Примерный результат работы алгоритма на дату 22.03.2025 для Ассы–Тургеньской обсерватории. Первые 20 и последние 3 шага с их значениями координат для наведения телескопа.

Проход	Серия кадров (шаги)	α (град)	δ (град)
1	1	75.5187	-20
1	2	75.5187	-17.75
1	3	75.5187	-15.5
1	4	75.5187	-13.25
1	5	75.5187	-11
1	6	75.5187	-8.75
1	7	75.5187	-6.5
1	8	75.5187	-4.25
1	9	75.5187	-2

1	10	75.5187	0.25
1	11	75.5187	2.5
1	12	75.5187	4.75
1	13	75.5187	7
1	14	75.5187	9.25
1	15	75.5187	11.5
1	16	75.5187	13.75
1	17	75.5187	16
1	18	75.5187	18.25
1	19	78.1437	18.25
2	20	78.1437	16
...
57	968	222.5187	13.75
57	969	222.5187	16
57	970	222.5187	18.25

В Таблице 1 приведены только начальные и конечные данные координат перемещений, ввиду значительного объема. В качестве стартового времени для этой даты принято время окончания астрономических сумерек $T_{\text{start}} = 14:44$ (UTC) по всемирному времени. На рисунке 1 приведена визуализация данной таблицы в полном объеме данных. Оценочное время полного сканирования участка неба соответствует ~ 4 ч 25 мин. За этот промежуток телескоп осуществляет 970 перемещений (шагов), что соответствует 57 вертикальным проходам.

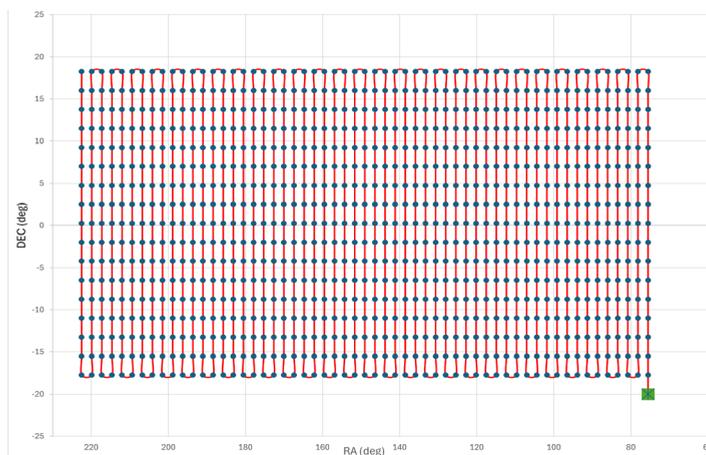


Рисунок 2 – Визуализация обхода участка неба методом “Змейка” для даты 22.03.2024 (согласно Таблице 1). Ось абсцисс соответствует координатам прямого восхождения (α) в градусах, ось ординат соответствует склонению (δ). Зеленый квадрат соответствует стартовой позиции (начало сканирования), синие точки соответствуют последовательным шагам съемки неба, красная линия визуализирует траекторию перемещения телескопа в течение наблюдательной ночи.

Закключение. Разработанный алгоритм сканирования неба отличается относительной простотой для воспроизведения на любом современном языке программирования, что позволяет адаптировать его для большинства астрономических широкоугольных оптических систем с целью автоматизации наблюдательного процесса. Другим важным преимуществом метода является обзор интересующей области небесной сферы без потерь данных между граничными участками отдельных кадров, что позволяет создать полную карту исследуемой области без наличия “слепых” зон. Работа телескопа по заданному алгоритму подразумевает минимальные перемещения, что позволяет оптимизировать время, затрачиваемое на перенаведение между шагами. Представленный алгоритм “Змейка” реализован в виде программного блока для авторматизированных наблюдений на широкоугольной оптической системы ШОС–40 в Ассы–Тургеньской обсерватории, благодаря которому осуществляется регулярный обзорный мониторинг неба для поиска космических транзиентных событий (Aimuratov, 2025). Предложенная методика может быть использована для планирования обзорных наблюдений на любых иных обсерваториях, а также для разработки собственных программных продуктов для автоматизации телескопов.

References

- Aimuratov Y. et.al. (2025) The Astronomical Hub: A Unified Ecosystem for Modern Astronomical Research. *Galaxies*. – Vol. 13. – № 5. Art. no. 99. DOI:10.3390/galaxies13050099 (in Eng.)
- Almualla M., Coughlin M.W., Anand S., Alqassimi K., Guessoum N., Singer L.P. (2020) Dynamic scheduling: target of opportunity observations of gravitational wave events. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. – Vol. 495. – № 4. OUP. – P. 4366–4371. DOI:10.1093/mnras/staa1498 (in Eng.)
- Bellm E.C. et.al (2019) The Zwicky Transient Facility: System Overview, Performance, and First Results. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*. – Vol. 131. – № 995, IOP. – P. 018002. DOI:10.1088/1538–3873/aaecbe (in Eng.)
- Duffett–Smith P., Zwart J. (2011) *Practical Astronomy with your Calculator or Spreadsheet*. Fourth edition, Cambridge University Press, United Kingdom. ISBN 978–0–521–14654–8 (in Eng.)
- Dyer M. J. (2024) The Gravitational–wave Optical Transient Observer (GOTO). *Ground–based and Airborne Telescopes X*. – Vol. 13094. Art. no. 130941X. DOI:10.1117/12.3018305 (in Eng.)
- Gupte N., Bartos I. (2020) Optimal gravitational–wave follow–up tiling strategies using a genetic algorithm. *Physical Review D*. – Vol. 101. № 12. Art. no. 123008. APS, 2020. DOI:10.1103/PhysRevD.101.123008 (in Eng.)
- Ghosh S., Bloemen S., Nelemans G., Groot P. J., Price, L. R. (2016) Tiling strategies for optical follow–up of gravitational–wave triggers by telescopes with a wide field of view. *Astronomy and Astrophysics*. – Vol. 592. Art. no. A82. EDP. DOI:10.1051/0004–6361/201527712 (in Eng.)
- Kim V., Izmailova I. (2023) Astronomical observation planner. *Proceedings of the Institute for systems analysis of RAS*. – Vol. 73. № 1. – P. 134–139. DOI:10.14357/20790279230115 (in Eng.)
- Meeus J. (1998) *Astronomical algorithms*. Second edition. Richmond: Willmann–Bell, USA. ISBN: 0943396611 (in Eng.)
- Naghib E., Yoachim P., Vanderbei R.J., Connolly A.J., Jones R.L. (2019) A Framework for Telescope Schedulers: With Applications to the Large Synoptic Survey Telescope. *The Astronomical Journal*. – Vol. 157. № 4. Art. no. 151, IOP. DOI:10.3847/1538–3881/aafece (in Eng.)
- Ofek E.O. (2023) The Large Array Survey Telescope–Pipeline. I. Basic Image Reduction and Visit Coaddition. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*. – Vol. 135. – № 1054. Art. no. 124502, IOP. DOI:10.1088/1538–3873/ad0977 (in Eng.)
- Parazin B., Coughlin M.W., Singer L.P., Gupta V., Anand S. (2022) Foraging with MUSHROOMS: A Mixed–integer Linear Programming Scheduler for Multimessenger Target of Opportunity Searches with the

Zwicky Transient Facility. *The Astrophysical Journal*. – Vol. 935. № 2. Art. no. 87. IOP, DOI:10.3847/1538-4357/ac7fa2 (in Eng.)

Salmon L., Hanlon, L., Jeffrey R. M., Martín-Carrillo A. (2020) Web application for galaxy-targeted follow-up of electromagnetic counterparts to gravitational wave sources. *Astronomy and Astrophysics*. Vol. 634. Art. no. A32, EDP, 2020. DOI:10.1051/0004-6361/201936573 (in Eng.)



Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the Central Asian Academic Research Center LLP

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 journals of the Central Asian Academic Research Center LLP implies that the described work 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 Central Asian Academic Research Center LLP 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 Cross Check originality detection service <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 Central Asian Academic Research Center LLP.

The Editorial Board of the Central Asian Academic Research Center LLP 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>

Ответственный редактор *А. Ботанқызы*

Редакторы: *Д.С. Аленов, Т. Апендиев*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 16.03.2026.

Формат 60x88¹/₈.

18,0 п.л. Заказ 1.