

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

2025 • 1



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ
АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН»

REPORTS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944

ALMATY, NAS RK

Бас редактор:

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

Редакция ұжымы:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының баяндамалары»

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

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

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

Sh.A. Myrzakulova, © A.A. Zhadyranova*, 2025.

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

E-mail: a.a.zhadyranova@gmail.com

INVESTIGATION OF $f(G)$ GRAVITY USING NOETHER SYMMETRY

Myrzakulova Shamshtyrak – doctoral student of the department of general and theoretical physics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, E-mail: shamyrazkulova@gmail.com
Orcid: 0000-0002-0027-0970;

Zhadyranova Aliya – PhD, senior lecturer of the department of general and theoretical physics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, E-mail: a.a.zhadyranova@gmail.com. Orcid: 0000-0003-1153-3438.

Abstract. This article examines Noether symmetries in the FRW model of the universe in a modified Gauss-Bonnet model with a fermionic field. The gravitational effect for a fermionic field is studied. The Euler-Lagrange equation is used to describe a dynamical system. The expressions for the energy density, pressure, and equation of state parameter are considered in the most general form. Further, the expressions for the energy density, pressure, and equation of state parameter are simplified for the isotropic and homogeneous FRW cosmology. Using the method of separation of variables, symmetry generators and conserved quantities are determined. The accelerated expansion of the Universe through the scale factor has been studied, as well as a numerical analysis of cosmographic parameters such as the Hubble parameter, deceleration, click and jerk. Special attention is paid to the study of energy conditions, including weak and strong energy conditions, which are studied within the framework of various phases of the evolution of the universe. The reconstruction of a scalar field is investigated and its behavior is analyzed in the context of the gravity model $f(G)$. The graphs show the dynamic behavior of pressure, energy density, and cosmographic parameters, confirming the transition from positive to negative values, which is associated with the accelerated expansion of the universe. The analysis demonstrates the agreement of the results with astrophysical observations, including data from Planck, cosmic microwave background radiation, and baryon acoustic oscillations. The results obtained emphasize the importance of Noether symmetries in creating models of extended gravity. They also show that the use of fermionic fields makes it possible to study the dynamics of the accelerated expansion of the universe in more detail. The proposed approach is considered as a universal tool for solving equations of motion, analyzing kinematics, and describing the accelerated expansion of the universe.

Keywords: Gauss-Bonnet invariant, dark energy, Noether symmetry, fermionic field, separation of variables, cosmographic parameters.

Ш.А. Мырзакулова, © А.А. Жадыранова*, 2025.

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан.

E-mail: a.a.zhadyranova@gmail.com

НЕТЕР СИММЕТРИЯСЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, $f(G)$ ГРАВИТАЦИЯСЫН ЗЕРТТЕУ

Мырзакулова Шамшырак Ансатбаевна – Жалпы және теориялық физика кафедрасының докторанты, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, E-mail: shamyrgyzakulova@gmail.com, Orcid: 0000-0002-0027-0970;

Жадыранова Алия Амирбековна – PhD, Жалпы және теориялық физика кафедрасының аға оқытушысы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, E-mail: a.a.zhadyranova@gmail.com. Orcid: 0000-0003-1153-3438.

Аннотация. Бұл мақалада фермиондық өрісі бар Гаусс-Бонне моделіндегі әлемнің Фридман-Робертсон-Уокер моделіндегі Нетердің симметриялары зерттеледі. Фермион өрісі үшін гравитациялық әрекет зерттелуде. Динамикалық жүйені сипаттау үшін Эйлер-Лагранж теңдеуі қолданылады. Энергия тығыздығы, қысым және күй теңдеуінің параметрі үшін өрнектер ең жалпы түрде қарастырылады. Әрі қарай, энергия тығыздығына, қысымға және күй теңдеуінің параметріне арналған өрнектер Фридман-Робертсон-Уокердің изотропты және біртекті космологиясы үшін жеңілдетілген. Айнымалыларды бөлу әдісін қолдана отырып, симметрия генераторлары мен сақталған шамалар анықталады. Масштабты фактор арқылы ғаламның жеделдетілген кеңеюі зерттелді, сонымен қатар Хаббл, баяулау, шертпе және серпіліс параметрі сияқты космографиялық параметрлерге сандық талдау жасалды. Ғаламның эволюциясының әртүрлі фазаларында зерттелетін әлсіз және күшті энергия жағдайларын қоса алғанда, энергия шарттарын зерттеуге ерекше назар аударылады.

Скалярлық өрісті қайта құру зерттелді және оның $f(G)$ гравитациясының моделі контекстіндегі әрекеті талданды. Графиктер қысымның, энергия тығыздығының және космографиялық параметрлердің динамикалық әрекетін көрсетеді, бұл оң мәндерден теріс мәндерге ауысуды растайды, бұл ғаламның жеделдетілген кеңеюімен байланысты. Жүргізілген талдау нәтижелердің астрофизикалық бақылаулармен, соның ішінде Planck деректерімен, реликті сәулеленуімен және бариондық акустикалық тербелістерімен сәйкестігін көрсетеді.

Нәтижелер Нетер симметрияларының кеңейтілген гравитациялық модельдерде маңызды екенін көрсетеді. Олар сондай-ақ фермиондық өрістерді пайдалану ғаламның жеделдетілген кеңею динамикасын егжей-тегжейлі зерттеуге мүмкіндік беретінін көрсетеді. Ұсынылған тәсіл қозғалыс теңдеулерін шешудің, кинематиканы талдаудың және Ғаламның үдетілген кеңеюін сипаттаудың әмбебап құралы ретінде қарастырылады.

Түйін сөздер: Гаусс-Бонне инварианты, күнгірт энергия, Нетер симметриясы, фермион өрісі, айнымалыларды бөлу, космографиялық параметрлер.

«Осы зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырады грант No AP19674478 Мультиөрістік космологиялық моделдердегі галам эволюциясының динамикасына минималды және минималды емес байланыстың әсері»

Ш.А. Мырзакулова, ©А.А. Жадыранова*, 2025.

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева,
Астана, Казахстан.

E-mail: a.a.zhadyranova@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ $F(G)$ ГРАВИТАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИММЕТРИИ НЁТЕР

Мырзакулова Шамшырак Ансатбаевна – докторант 3 курса кафедры общей и теоретической физики, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан, E-mail: shamyzakulova@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0027-0970;

Жадыранова Алия Амирбековна – PhD, старший преподаватель кафедры общей и теоретической физики, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан. E-mail: a.a.zhadyranova@gmail.com. ORCID: 0000-0003-1153-3438.

Аннотация. В данной статье исследуются симметрии Нётер в модели Фридмана-Робертсона-Уокера Вселенной в модифицированной модели Гаусса-Бонне с фермионным полем. Изучается гравитационное действие для фермионного поля. Для описания динамической системы используется уравнение Эйлера-Лагранжа. Рассматриваются выражения для плотности энергии, давления и параметра уравнения состояния в наиболее общем виде. Далее выражения для плотности энергии, давления и параметра уравнения состояния упрощаются для изотропной и однородной космологии Фридмана-Робертсона-Уокера. С использованием метода разделения переменных определяются генераторы симметрий и сохраняемые величины. Исследовано ускоренное расширение Вселенной через масштабный фактор, а также выполнен численный анализ космографических параметров, таких как параметр Хаббла, замедления, щелчка и рывка. Особое внимание уделяется изучению энергетических условий, включая слабое и сильное энергетические условия, которые исследуются в рамках различных фаз эволюции Вселенной.

Исследована реконструкция скалярного поля, и проанализировано его поведение в контексте модели $f(G)$ гравитации. Графики показывают динамическое поведение давления, плотности энергии и космографических параметров, подтверждающее переход от положительных значений к отрицательным, что ассоциируется с ускоренным расширением Вселенной. Проведённый анализ демонстрирует согласие результатов с астрофизическими наблюдениями, включая данные Planck, реликтового излучения и барионных акустических осцилляций.

Полученные результаты подчёркивают значимость симметрий Нётер в создании моделей расширенной гравитации. Они также показывают, что использование фермионных полей позволяет исследовать динамику ускоренного расширения Вселенной более детально. Предложенный подход рассматривается как универсальный инструмент для решения уравнений движения, анализа кинематики и описания ускоренного расширения Вселенной.

Ключевые слова: Инвариант Гаусса-Бонне, темная энергия, симметрия Нётер, фермионное поле, разделение переменных, космографические параметры.

Кіріспе. Космологиялық бақылаулар, мысалы, жоғары қызыл ығысу супержаңалар, Ia типті супержаңалар, реликті сәулелену, бариондық акустикалық тербелістер және Планктың ынтымақтастық деректері ғаламның үдемелі кеңеюін көрсетеді. Бұл құбылыстың себебі кейбір экзотикалық күңгірт энергияның болуымен қабылданады. Теріс қысым күшті энергия жағдайларының бұзылуын, сондай-ақ жалпы салыстырмалылықтың теориясын көрсетеді. Тиісінше, ЖСТ теңдеулеріндегі модификацияларды геометриялық бөлікке немесе материалға енгізуге болады деп болжанады (Barvinsky, 2015).

Материалдық бөлігін динамикалық параметрлерді күңгірт энергия параметрлерімен ауыстыру арқылы өзгертуге болады, нәтижесінде күңгірт энергия модельдері пайда болады. Геометриялық бөлікті өзгерту геометриялық кеңейтілген гравитациялық модельдер деп аталатын қосымша мүшелерді қосу арқылы жүзеге асырылуы мүмкін. Симметрия динамикалық жүйелер үшін нақты шешімдерді табуға маңызды рөл атқарады. Атап айтқанда, лагранжианға ие дифференциалдық теңдеулермен байланысты нетер симметриясы сақталатын шамаларды табуға пайдалы тәсіл болып табылады (Capozziello, 2014). Сонымен қатар, бұл әдіс лагранжианда болатын белгісіз функцияларды анықтау үшін де өте пайдалы. Бүгінгі таңда бұл тәсіл скалярлық-тензорлық ауырлық теориялары, телепараллельділігі бар күңгірт энергия модельдері, фермиондық өріс модельдері, $F(R)$ және $F(T)$ теориялары сияқты космологиялық модельдерде кеңінен зерттелген (Sharif, 2014).

Әдебиетте айтылған космологиялық зерттеулерге арналған нетер симметриясының екі түрі бар. Біріншісі-нетер симметриясының тәсілі, онда берілген Лагранжианның туындысы нөлге тең болады (Abbas, 2015). Екіншісі-калибрленген нетер симметриясы тәсілі, бұл бірінші тәсілді жалпылау, өйткені нетер симметриясының теңдеуі калибрлеу мүшесін қамтиды. Нетер симметриясы теңдеуіндегі калибрлеу мүшесін есепке алу нетер симметриясының жалпы анықтамасын береді. Бұл калибрленген Нетер симметриясы тәсілі деп аталады (Tsamparlis, 2010). Осылайша, қосымша симметрия генераторларын күтуге болады.

Ғаламның үдетілген кеңеюін түсіндірудің тағы бір тәсілі әсердің геометриялық бөлігін өзгерту арқылы жүзеге асырылады, нәтижесінде $f(R)$ гравитациясы, Гаусс-Бонне гравитациясы, модификацияланған Гаусс-Бонне гравитациясы және басқа да өзгертілген теориялар пайда болады (Khan, 2022). Модификациялық Гаусс-Бонне

гравитациясы теориясы G-дан Эйнштейн-Гильберттің әсеріне еркін функцияны қосу арқылы алынады (Bahamonde, 2016). Бұл модификацияның мотивациясы төмен энергиялық тиімді шкала арқылы ішектер теориясынан келеді. Бұл теория Күн жүйесінің сынақтары, термодинамика, энергетикалық жағдайлар және басқа да құбылыстар тұрғысынан ақырғы уақытша ерекшеліктердің төрт түрінен аулақ, Әлемнің ғарыштық кеңеюі контекстінде талданды (Vamba, 2012). Бұл теория Күн жүйесінің, термодинамиканың, энергетикалық жағдайлардың және басқа құбылыстардың сынақтары тұрғысынан ақырғы уақыт сингулярлығының төрт түрінен аулақ бола отырып, ғаламның ғарыштық кеңеюі аясында талданды (Bajardi, 2020).

Фермион өрісін пайдаланатын модель солардың бірі болып табылады. Жиырма жылдан астам уақыт бойы фермион өрісі гравитациялық өріс болған кездегі ерекше мінез-құлқына байланысты космологияда кеңінен қолданылды (Elizalde, 2018). Бірқатар зерттеулер сызықты емес фермион өрісі тұрақты шешімдерді генерациялай алатындығын және сонымен қатар оның кейінгі кезеңдерінде Ғаламның үдемелі кеңеюін түсіндіре алатынын көрсетті. Дегенмен, бұл жұмыстардың көпшілігі фермион мен гравитациялық өрістердің минималды өзара әрекеттесуін қарастырды. Айта кету керек, күңгірт энергия үлгілерімен қатар көптеген авторлар Эйнштейн теңдеулерінің модификацияларын өздері ұсынған. Олардың ішінде скаляр-тензорлық гравитациялық теориясын, минималды емес әрекеттесу теориясын, F(R) теориясын, F(R,T) теориясын бөліп көрсетуге болады, мұндағы T – энергия-импульстік тензордың ізі, F(T) теориясы, мұнда T - бұралу, F(G) теориясы және т.б. (Sharif, 2016).

Материалдар мен әдістер

Жұмыста Нетер симметрия және айнымалыларды бөлу әдістері қолданылды (Shamir, 2020).

Фермион өрісінің гравитациялық әсері мына формуламен анықталады (Bertini, 2022):

$$S = \int d^4x \sqrt{-g} \left(\frac{R}{2k^2} + Gf(u) + Y - V(u) \right) \quad 12$$

$u = \psi \bar{\psi}$, $\psi = (\psi_0, \psi_1, \psi_2, \psi_3)^T$, — фермиондық функция, $\bar{\psi} = \psi^+ \gamma^0$

түйіндес функциясы. Гаусса-Бонне инварианты: $G = 24 \frac{\dot{a}^2 \ddot{a}}{a^3}$

Кинетикалық бөлігі келесі түрде жазылады:

$$Y = 0.5i(\bar{\psi} \gamma^0 \dot{\psi} - \dot{\bar{\psi}} \gamma^0 \psi) \quad 34$$

Лагранжиан мына түрде жазылады (Aslam, 2013):

$$L = -3\dot{a}^2 a - 8\dot{a}^3 f_u \dot{u} + 0.5ia^3(\bar{\psi} \gamma^0 \dot{\psi} - \dot{\bar{\psi}} \gamma^0 \psi) - a^3 V(u) \quad 56$$

Белгілі болғандай, динамикалық жүйе үшін Эйлер-Лагранж теңдеуі келесі түрде анықталады:

$$\frac{\partial L}{\partial q_i} - \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right) = 0 \quad 78$$

$q_i = a, G, \psi, \bar{\psi}$ Лагранжианды Эйлер-Лагранж теңдеуіне қойып, мынаны аламыз:

$$\begin{aligned}
3H^2 + 2\dot{H} &= -p & 910 \\
3H^2 &= \rho & 1112 \\
f(G) - f_G G + 0.5i(\bar{\psi}\gamma^0\psi - \bar{\psi}\gamma^0\psi) - V(u) + 8H^2 f_{GGG}\dot{G}^2 + 8H^2 f_{GG}\ddot{G} + 16H(\dot{H} + H^2)f_{GG}\dot{G} &= p1314 \\
f_G \dot{G} - 24f_{GG}\dot{G}H^3 - f(G) + V(u) &= \rho & 1516 \\
\bar{\psi} - i\gamma^0 V_u \bar{\psi} + \frac{3}{2}H\bar{\psi} &= 0 & 1718 \\
\psi + iV_u \psi\gamma^0 + \frac{3}{2}H\psi &= 0 & 1920 \\
\omega = -1 + \frac{0.5i(\bar{\psi}\gamma^0\psi - \bar{\psi}\gamma^0\psi) + 8H^2 f_{GGG}\dot{G}^2 + 8H^2 f_{GG}\ddot{G} + 16H\dot{H}f_{GG}\dot{G} - 8f_{GG}\dot{G}H^3}{f_G \dot{G} - f(G) + V(u) - 24f_{GG}\dot{G}H^3} & & 2122
\end{aligned}$$

Нетер симметрия тәсілінің негізгі идеясы Лагранжианның Ли туындысы нөлге тең болатын симметрия генераторларының X класын табу болып табылады, яғни (Carozziello, 2012):

$$L_X = 0. \quad 2324$$

Жұмыстың мақсаты фермион өрісінің құрамдас бөліктері тұрғысынан біздің модель үшін нетерсимметрияларының қиымал жиынтығын $\psi = (\psi_0, \psi_1, \psi_2, \psi_3)^T$ және оның түйіндес $\bar{\psi} = (\psi_{0+}, \psi_{1+}, -\psi_{2+}, -\psi_{3+})$ өрісін іздеу. (12) теңдеумен берілген Ноетер симметриясының болуы келесі түрдегі X векторлық өрістің болуын білдіреді: $3\left(\gamma_j \frac{\partial}{\partial\psi_j} + \dot{\gamma}_j \frac{\partial}{\partial\dot{\psi}_j} + \eta_j \frac{\partial}{\partial\psi_j^\dagger} + \dot{\eta}_j \frac{\partial}{\partial\dot{\psi}_j^\dagger}\right), \quad 2526$

α, β, γ_i және η_i генераторлары $a, G, \psi_i, \psi_i^\dagger$ тәуелді, және олардың туындылары сәйкес теңдеулерден анықталады

$$3\left(\frac{\partial\eta_j}{\partial\psi_i} \psi_i + \frac{\partial\eta_j}{\partial\psi_i^\dagger} \psi_i^\dagger\right). \quad 2728$$

Мәндерді қоя отырып:

$$\alpha + 2\frac{\partial\alpha}{\partial a} a = 0, \quad 2930$$

$$3\alpha\psi + \gamma a - a\left(\frac{\partial\gamma}{\partial\psi}\bar{\psi} - \frac{\partial\eta}{\partial\psi}\psi\right) = 0, \quad 3132$$

$$3\alpha\bar{\psi} + \eta a + a\left(\frac{\partial\gamma}{\partial\psi}\bar{\psi} - \frac{\partial\eta}{\partial\psi}\psi\right) = 0, \quad 3334$$

$$3\frac{\partial\alpha}{\partial a} f_{GG} + \frac{\partial\beta}{\partial G} f_{GG} + \beta f_{GGG} = 0, \quad 3536$$

$$3\alpha a^2(f - f_G G - V) - a^3(\beta f_{GG} + \gamma V_u \bar{\psi} + \eta V_u \psi) = 0, \quad 3738$$

$$\frac{\partial \gamma}{\partial a} \psi - \frac{\partial \beta}{\partial a} \bar{\psi} = 0, \quad 3940$$

$$\frac{\partial \gamma}{\partial G} \bar{\psi} - \frac{\partial \eta}{\partial G} \psi = 0, \quad 4142$$

$$-8 \frac{\partial \beta}{\partial \psi} f_{GG} = 0, \quad -8 \frac{\partial \beta}{\partial \psi} f_{GG} = 0, \quad 4344$$

$$-24 \frac{\partial \alpha}{\partial \psi} f_{GG} = 0, \quad -24 \frac{\partial \alpha}{\partial \psi} f_{GG} = 0, \quad 4546$$

$$-24 \frac{\partial \alpha}{\partial G} f_{GG} = 0, \quad 4748$$

$$-8 \frac{\partial \beta}{\partial a} f_{GG} = 0, \quad 4950$$

$\alpha, \beta, \gamma, \eta, a(t), f(G), V(\Psi)$ белгісіз шамалар . (15)–(25) теңдеулер жүйесін айнымалыларды бөлу арқылы шешеміз.

Айнымалыларды бөлу

(15)–(25) теңдеулер жүйесін шеше отырып, мынаны аламыз:

$$\alpha = \alpha_0 a^{-\frac{1}{2}}, \quad 5152$$

$$\beta = -\left(\frac{3}{2} \frac{\alpha}{a} + \varepsilon \beta_0\right) \psi, \quad 5354$$

$$\gamma = -\left(\frac{3}{2} \frac{\alpha}{a} - \varepsilon \beta_0\right) \bar{\psi}, \quad 5556$$

(26)–(28) теңдеулерін (19) теңдеуге қоя отырып, $f(G)$ және $V(\Psi)$ шамаларын табамыз

$$f(u) = -\frac{2c_1}{\sqrt{u}} + c_2, \quad 5758$$

$$V(\Psi) = V_0 u. \quad 5960$$

Сәйкес сақталған мән келесідей көрсетіледі:

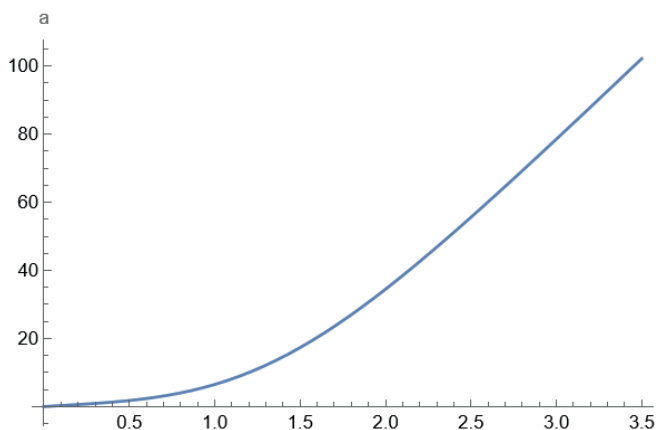
$$Q = \alpha \frac{\partial L}{\partial \dot{a}} + \beta \frac{\partial L}{\partial \dot{G}} + \gamma \frac{\partial L}{\partial \dot{\psi}} = \alpha_0 a^{-\frac{9}{2}} f_u c_0 + 24 \{ \dot{a}^3 \alpha_0 a^{-\frac{9}{2}} c_0 - \varepsilon \beta_0 i \gamma^0 c_0 = \text{const}; \quad 6162$$

$$-6 \dot{a} \alpha_0 a^{\frac{1}{2}} - 72 \{ \dot{a}$$

$$\bar{Q} = -6 \dot{a} \alpha_0 a^{\frac{1}{2}} - 72 \{ \dot{a}^2 \alpha_0 a^{-\frac{9}{2}} f_u c_0 + 24 \{ \dot{a}^3 \alpha_0 a^{-\frac{9}{2}} c_0 + \varepsilon \beta_0 i \gamma^0 c_0 = \text{const} \quad 6364$$

Нәтижелер

Қолданылған әдістер нәтижесінде қысым, энергия тығыздығы және космографиялық параметрлердің графиктері салынды.



Сурет 1- Уақытқа тәуелді масштабты фактор.

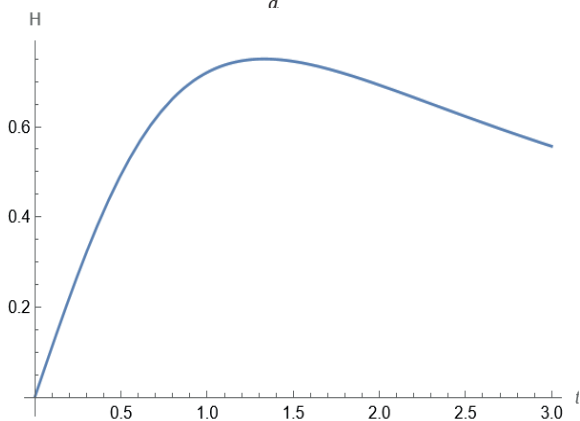
Бұл теңдеуді келесі параметр мәндерін көрсете отырып, масштаб коэффициенті үшін сандық түрде шешеміз: $c=1, c_0=1, a_0=10^{-9}, a_1=10^{-5}, b_0=1, b_1=10^{-15}, \lambda=10^{-3}, k_1=10^{-15}$ бастапқы шарттар $a(0)=0.8, \dot{a}(0)=0.001, \ddot{a}(0)=0.9$. Масштабты факторының графикалық әрекеті сурет 1 көрсетілген, мұнда уақыт бойынша оң өсу байқалады. Бұл Ғаламның үдемелі кеңеюін көрсетеді.

Біз әртүрлі космографиялық әдістерді және модель таңдау әдісін қысқаша таныстырамыз. Космография - кең ауқымды біртектілік пен изотропия болжамы бойынша Тейлор кеңеюі арқылы кинематикалық параметрлердің ақылды комбинациясы. Бұл шеңберде Ғаламның эволюциясын кейбір космографиялық параметрлермен сипаттауға болады, мысалы, Хаббл параметрі H , баяулау параметрі q , серпіліс параметрі j , шертпе параметрі және лерк параметрі l . Олардың анықтамалары келесідей берілген:

Хаббл параметрі:

$$H = \frac{\dot{a}}{a}$$

6566



Сурет 2- Уақытқа тәуелді Хаббл параметрі.

Сурет 2 Хаббл параметрінің уақытқа тәуелділігі көрсетілген. Мұнда біз уақыттың бастапқы сәтінде ($t \rightarrow 0$) Хаббл параметрінің өсетінін көреміз, бұл үдемелі кеңею кезеңіне сәйкес келеді. H максималды мәні кеңею жылдамдығының шыңын көрсетеді.

Баяулау параметрі:

$$q = -\frac{\ddot{H}}{H^2} - 1; \quad 6768$$

Серпіліс параметрі:

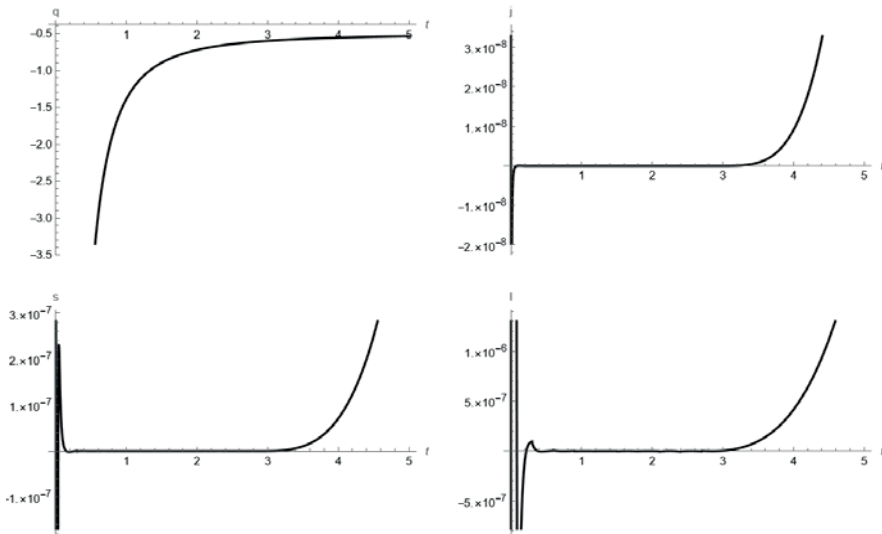
$$j = \frac{\dot{H}}{H^3} - (3q + 2); \quad 6970$$

Шертпе параметрі:

$$s = \frac{\ddot{H}}{H^4} + 4j + 3q(q + 4) + 6; \quad 7172$$

Лерк параметрі:

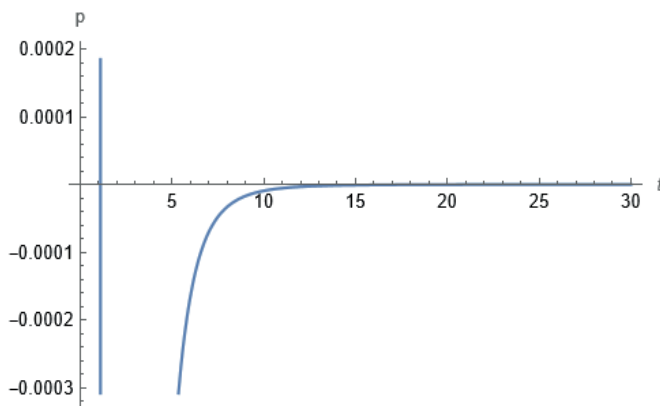
$$l = \frac{\overset{\circ}{H}}{H^5} + 5s - 10(q + 2)j - 30(q + 2)q - 24; \quad 7374$$



Сурет 3- Уақытқа тәуелді космографиялық параметрлер.

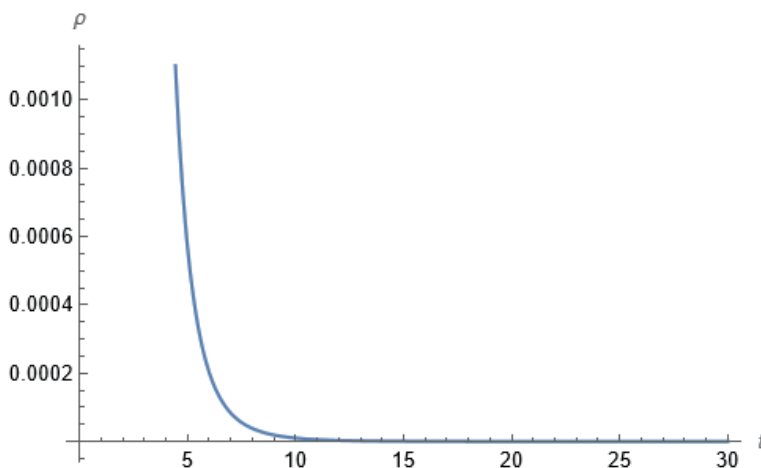
Сурет 3 Ғаламның кеңеюінің кинематикалық қасиеттерін сипаттайтын t уақыт ішінде әртүрлі космографиялық параметрлердің эволюциясын көрсететін төрт график жиынтығы. Баяулау параметрі $q(t)$ Ғаламның кеңеюінің үдеуін немесе баяулауын сипаттайды. Бастапқы кезеңдерінде ($t \approx 0$) q теріс мәнге ие, ол үдемелі кеңеюді көрсетеді. Уақыт өте келе, q жоғары мәнге ұмтылады, бірақ теріс болып қалады, бұл жалғасатын үдемелі кеңеюді көрсетеді. Серпіліс параметрі үдемелі кеңеюдің өзгеруін сипаттайды. $j(t)$ төменгі теріс мәнден басталады, содан кейін оң мәндерге жақындайды. Оның әрекеті басқа параметрлермен салыстырғанда аз болып қалады. Шертпе параметрі $j(t)$ серпіліс параметрінің туындысын сипаттайды. График ерте кезеңдегі ауытқуларды көрсетеді ($t < 1$), содан кейін бірқалыпты өседі. Лерк параметрінің графигі бастапқы фазадағы күрт ауытқуларды көрсетеді ($t \approx 1$), содан кейін лерк тұрақтанады және соңғы кезеңде жоғарылай бастайды ($t > 3$). Параметрлердегі көрінетін өзгерістер ұлғаюдың әртүрлі фазаларымен байланысты.

болуы мүмкін: бастапқы баяулаудан кеш үдетуге дейін. Параметрлердің әрекеті $f(G)$ гравитация сияқты кеңейтілген гравитация үлгілеріне немесе күнгірт энергия әсерін қамтитын үлгілерге сәйкес келеді.



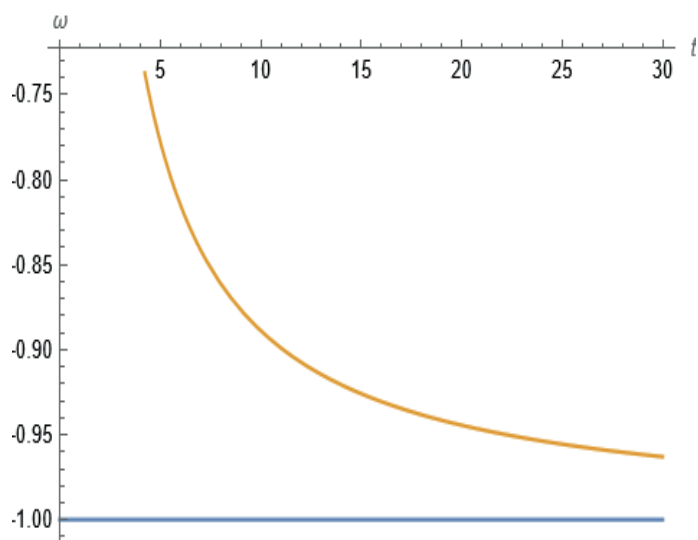
Сурет 4- Уақытқа тәуелді күнгірт энергия қысымы

Сурет 4 қысым теріс мәндерде тұрақтанады. Теріс қысым Ғаламның үдемелі кеңеюіне байланысты, бұл күнгірт энергияның үстемдігімен байланысты фазаларға тән. Қысымның оң мәндерден теріс мәндерге ауысуы Ғаламның кеңею динамикасының баяу кеңеюден үдемелі кеңеюге өзгеруін растайды.



Сурет 5- Уақытқа тәуелді күнгірт энергия тығыздығы

Сурет 5 уақыт өте келе энергия тығыздығының төмендеуінің жалпы тенденциясын көрсетеді, бұл Ғаламның кеңеюін, атап айтқанда $f(G)$ гравитация контекстінде ескерілетін үлгілерге сәйкес келеді. Бұл әрекет фазалық ауысуларды және әртүрлі компоненттердің Ғаламның эволюциясына әсерін зерттеу үшін маңызды.



Сурет 6- Уақытқа тәуелді күй теңдеуі параметрі.

Сурет 6 $\omega(t) = -1$ орташа мәні, ол коэффициенттің максималды мәні. $\omega(t)$ – энергиясы шамалардың кең диапазонында таралатын зат массасының динамикалық теңдеуі, сондықтан заттың энергетикалық тығыздығы соншалықты жоғары, ол жеткілікті түрде таралмайды.

Космологиялық шешімдер контекстінде модельдің физикалық қолданылуын зерттеу үшін әртүрлі энергетикалық шарттарды қарастыру маңызды. Бұл шарттарға мыналар жатады:

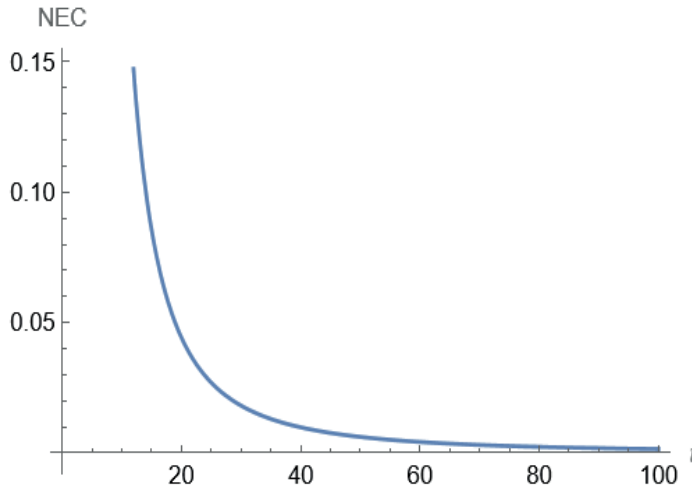
$$\text{NEC: } \rho + p \geq 0, \quad 7576$$

$$\text{WEC: } \rho + p \geq 0, \rho \geq 0, \quad 7778$$

$$\text{SEC: } \rho + p \geq 0, \rho + 3p \geq 0, \quad 7980$$

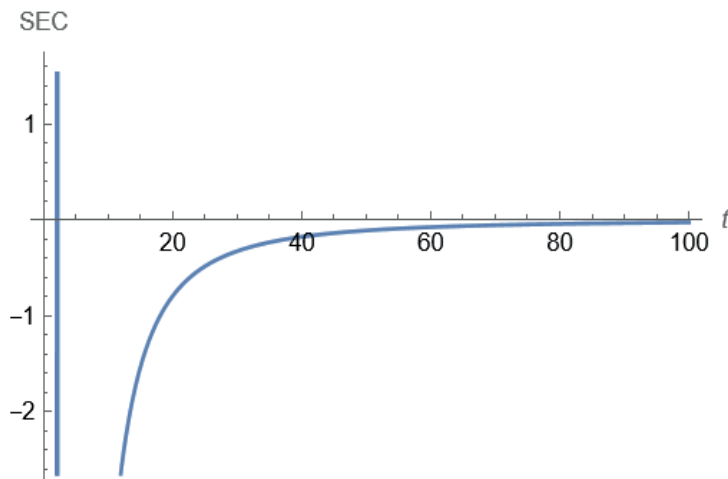
$$\text{DEC: } \rho \geq 0, -\rho \leq p \leq \rho. \quad 8182$$

Бұл жағдайлардың графикалық әрекеті . 7–9 суретте көрсетілген. Шарттардың әрқайсысы таңдалған модель үшін сандық шешімдер шеңберінде тексеріледі.



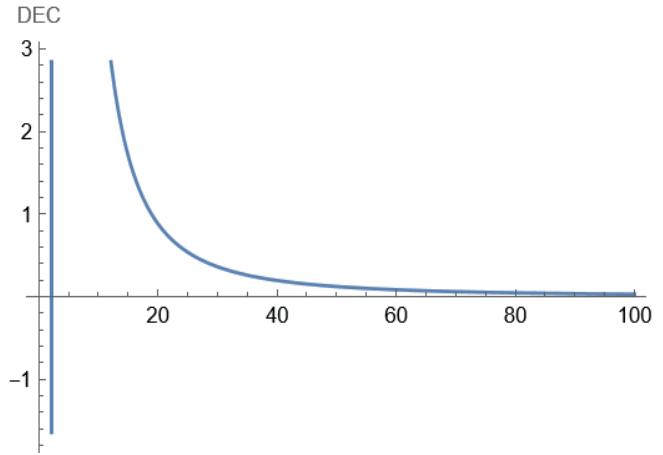
Сурет 7- Уақытқа тәуелді NEC шарты.

Сурет 7 зерттелетін үлгідегі NEC бүкіл кезең ішінде орындалуын растайды. Бұл модельдің физикалық тұрақтылығы үшін маңызды, өйткені NEC бұзылуы тұрақсыздыққа немесе ерекшеліктердің пайда болуына әкелуі мүмкін. Бұл әрекет кейіннен күңгірт энергияға ауысатын стандартты материя үстемдік етегін космологиялық модельдерге, сондай-ақ $f(G)$ гравитация сияқты модификацияланған гравитация теорияларына сәйкес келеді.



Сурет 8- Уақытқа тәуелді SEC шарты.

Сурет 8 SEC толығымен бұзылған ($\rho+3p < 0$) және теріс мәндерде тұрақтанады. Бұл күңгірт энергия негізгі рөл атқаратын Ғаламның үдемелі кеңею дәуіріне тән



Сурет 9- в Уақытқа тәуелді DEC шарты.

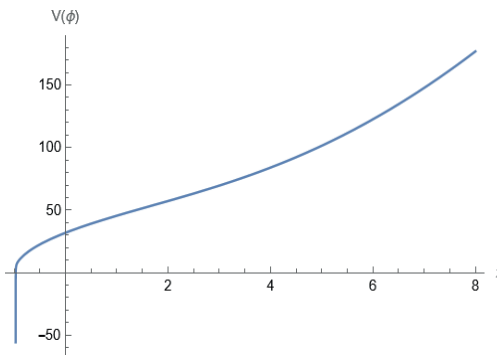
Кейінгі уақытта DEC ($\rho < |p|$) бұзылуы теріс қысым құрамдас бөлігінің басымдылығын көрсетеді, бұл Ғаламның үдемелі кеңею түсіндіретін модельдерге тән (мысалы, $f(G)$ гравитация контексінде). Бұл мінез-құлық Ғаламның материя басым фазасынан кеңею динамикасы күнгірт энергиямен немесе оған тең құрамдас бөлікпен анықталатын фазаға ауысуын растайды.

Талқылау

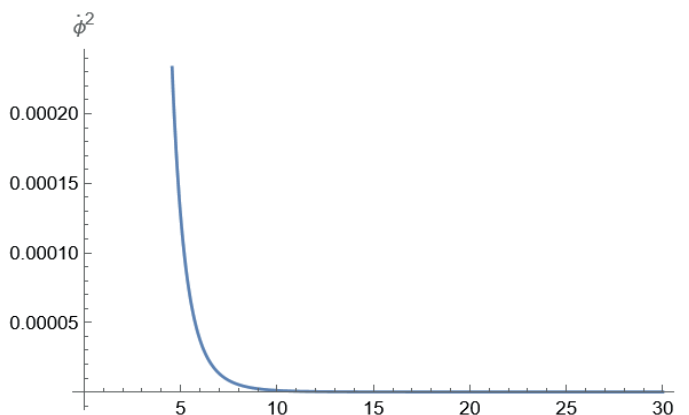
Скалярлық өрісті қайта құру кеңейтілген гравитация модельдерінің физикалық қасиеттерін зерттеу үшін маңызды қадам болып табылады. Бұл жұмыста қолайлы параметрлерді таңдау және алынған шешімдерді талдау арқылы қозғалыс теңдеулерінен қайта құру жүзеге асырылады. Шамалар $\dot{\phi}^2$ мен потенциалдар $V(\phi)$. Эволюциясының графиктері тиісінше 10 және 11 суретте берілген.

$$p = \frac{\dot{\phi}^2}{2} - V(\phi), \quad 8384$$

$$\rho = \frac{\dot{\phi}^2}{2} + V(\phi). \quad 8586$$



Сурет 10- Уақытқа тәуелді $V(\phi)$.



Сурет 11- Уақытқа тәуелді $\dot{\phi}^2$

Сурет 10 скалярлық потенциал жоғары мәннен жоғарылайды және уақыт өте келе бірте-бірте азаяды, бірақ оң профилде қалады. Сурет 11 скалярлық өрістің уақыт туындысының квадраты уақыт функциясы ретінде салынған. Уақыт кеңейген сайын скаляр өрістің уақыт туындысының квадраты азаяды. Скалярлық өрістің әрекеті модельге байланысты және Хаббл жылдамдығының әрекетінен көбірек ақпаратты алуға болады.

Қорытынды

Бұл жұмыста Ғаламның үдетілген кеңею құбылысын сипаттау үшін Нетер симметрия тәсілін қолдана отырып, өзгертілген Гаусс-Бонне $f(G)$ гравитациядағы қозғалыс тендеулерінің шешімдері зерттелді. Фридман-Робертсон-Уокер моделі өзгертілген Гаусс-Бонне фермиондық өріс моделінде қолданылды. Динамикалық жүйе Эйлер-Лагранж тендеуін қолдану арқылы сипатталған. Фермион өрісі үшін гравитациялық әсер қарастырылды. Энергия тығыздығы, қысым және күй тендеуінің параметрі табылды. Айнымалыларды бөлу әдісін қолдана отырып, симметрия генераторлары табылды. Космографиялық параметрлер, күй тендеуі, энергетикалық жағдайлар, бұзылулар теориясы және скаляр өрісінің қалпына келтірілуі зерттелді. Космографиялық параметрлерге сандық талдау жасалды: Хаббл параметрі, баяулау, шертпе және серпіліс. Ғалам эволюциясының әртүрлі фазаларындағы энергетикалық жағдайлар зерттелді. Алынған мәндер астрофизикалық бақылау деректерімен жақсы үйлеседі. Скалярлық өрісті қалпына келтіру алынды және оның әрекеті $f(G)$ гравитациясында көрсетілген. Қысым, энергия тығыздығы және космографиялық параметрлердің графиктері салынған. Оң мәндерден теріс мәндерге ауысу Ғаламның үдемелі кеңеюін дәлелдейді. Нетер симметрияларының $f(G)$ гравитациясының модельдерін зерттеудегі маңыздылығы дәлелденді. Ғаламның үдетілген кеңею динамикасын зерттеу үшін фермиондық өрістерді зерттеу маңызды рөл атқаратыны көрсетілген. Ұсынылған тәсілді болашақта ғаламның үдетілген кеңею динамикасын сипаттау үшін қарастыруға болады.

References

- Abbas G., Momeni D., Aamir Ali M., Myrzakulov R. & Qaisar S. (2015). Anisotropic compact stars in $f(G)$ gravity. *Astrophysics and Space Science*, 357, 1-11. DOI: 10.1007/s10509-015-2311-4 (in Eng.)
- Aslam A., Jamil M., Momeni D., & Myrzakulov R. (2013). Noether gauge symmetry of modified teleparallel gravity minimally coupled with a canonical scalar field. *Canadian Journal of Physics*, 91(1), 93-97. DOI: 10.1139/cjp-2012-0381 (in Eng.)
- Bahamonde S., & Böhmer C.G. (2016). Modified teleparallel theories of gravity: Gauss–Bonnet and trace extensions. *The European Physical Journal C*, 76, 1-12. DOI: 10.1140/epjc/s10052-016-4491-0 (in Eng.)
- Bajardi F., Dialektopoulos K.F., & Capozziello S. (2020). Higher dimensional static and spherically symmetric solutions in extended Gauss–Bonnet gravity. *Symmetry*, 12(3), 372. DOI: 10.3390/sym12030372 (in Eng.)
- Bamba K., Capozziello S., Nojiri S.I., & Odintsov S.D. (2012). Dark energy cosmology: the equivalent description via different theoretical models and cosmography tests. *Astrophysics and Space Science*, 342, 155-228. DOI: 10.1007/s10509-012-1181-8 (in Eng.)
- Barvinsky A. O. (2015). Aspects of nonlocality in quantum field theory, quantum gravity and cosmology. *Modern Physics Letters A*, 30(03n04), 1540003. DOI: 10.1142/S0217732315400039 (in Eng.)
- Bertini N.R., Bilić N., & Rodrigues D.C. (2022). Primordial perturbations and inflation in a holography inspired Gauss-Bonnet cosmology. *Physical Review D*, 105(2), 023509. DOI: 10.1103/PhysRevD.105.023509 (in Eng.)
- Capozziello S., De Laurentis M., & Odintsov S. D. (2012). Hamiltonian dynamics and Noether symmetries in extended gravity cosmology. *The European Physical Journal C*, 72, 1-21. DOI: 10.1140/epjc/s10052-012-2193-3 (in Eng.)
- Capozziello S., De Laurentis M., & Odintsov S.D. (2014). Noether symmetry approach in Gauss–Bonnet cosmology. *Modern Physics Letters A*, 29(30), 1450164. DOI: 10.1142/S0217732314501648 (in Eng.)
- Elizalde E., Odintsov S. D., Pozdeeva E.O., & Vernov S.Y. (2018). De Sitter and power-law solutions in non-local Gauss–Bonnet gravity. *International Journal of Geometric Methods in Modern Physics*, 15(11), 1850188. DOI: 10.1142/S0219887818501888 (in Eng.)
- Khan H.A., & Yogesh. (2022). Study of Goldstone inflation in the domain of Einstein-Gauss-Bonnet gravity. *Physical Review D*, 105(6), 063526. DOI: 10.1103/PhysRevD.105.063526 (in Eng.)
- Shamir M.F., & Naz T. (2020). Stellar structures in $f(G)$ gravity admitting Noether symmetries. *Physics Letters B*, 806, 135519. DOI: 10.1088/1475-7516/2020/03/033 (in Eng.)
- Sharif M., & Ismat Fatima H. (2016). Noether symmetries in $f(G)$ gravity. *Journal of Experimental and Theoretical Physics*, 122, 104-112. DOI: 10.1134/S1063776116010119 (in Eng.)
- Sharif M., & Fatima H.I. (2014). Energy conditions for Bianchi type I universe in $f(G)$ gravity. *Astrophysics and Space Science*, 353, 259-265. DOI: 10.1007/s10509-014-1982-2 (in Eng.)
- Tsampanlis M., & Paliathanasis A. (2010). Lie and Noether symmetries of geodesic equations and collineations. *General Relativity and Gravitation*, 42, 2957-2980. DOI: 10.1007/s10714-010-1036-5 (in Eng.)

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. Свицерский 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 (ALTiZrYn₂)N, ОПРЕДЕЛЕННАЯ КЭМС МЕТОДОМ НА ЯДРАХ ИМПЛАНТИРОВАННОГО ЖЕЛЕЗА-57.....29
- Е. Бондарь, А. Шонгалова, А. Федосимова, С. Ибраимова, А. Кемелбекова**
ПОВЫШЕНИЕ ПОДВИЖНОСТИ ИОНОВ ГИДРОНИЯ В ПРОТОНООБМЕННЫХ МЕМБРАНАХ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА....39
- Н.Н. Жантурина, Г.К. Бекетова, З.К. Аймаганбетова, К.Б. Бижанова, Л.У. Таймуратова**
СОВРЕМЕННЫЕ ПЕРОВСКИТНЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ: ИННОВАЦИИ В МАТЕРИАЛАХ И ТЕХНОЛОГИЯХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ.....50
- У.К. Жапбасбаев, Г.И. Рамазанова, М.А. Пахомов**
ТУРБУЛЕНТНОЕ ТЕЧЕНИЕ ВЯЗКОПЛАСТИЧНОЙ ЖИДКОСТИ В ТРУБЕ С РЕЗКИМ РАСШИРЕНИЕМ.....64
- Д.М. Зазулин, С.Е. Кемелжанова, Н.А. Бейсен, А.Ш. Турсумбеков, М.О. Алимкулова**
ГЕОМЕТРОТЕРМОДИНАМИКА ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С НУЛЕВЫМ ЗВУКОМ.....78
- Е.М. Мырзакулов, А.Б. Алтайбаева, А.С. Буланбаева**
ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ AdS ЧЕРНЫХ ДЫР СВЯЗАННЫХ С НЕЛИНЕЙНОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКОЙ....89

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

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

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

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

ХИМИЯ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

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

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

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

Редакторы: *Д.С. Аленов, Ж.Ш. Әден*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 31.03.2025.

Формат 60x88¹/₈.

18,0 п.л. Заказ 1.