

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

2025 • 2



«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

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 Avgyzevich, 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

Бас редактор:

ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрыңұлы, 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 Мақсат Нұрәліұлы, 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 Тілекқабұл 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 оңтайландыру» 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, Корея 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), нанокүрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004303066>

БОШКАЕВ Құнтай Ағвазыұлы, 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 Арслан Зайнуталлаұлы, 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 № KZ31VPY00111215 Күзлік.

Тақырыптық бағыты: *физика, химия.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

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

© «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ, 2025

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>

САИГ-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 Кунтайт 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>

БҮРКИТБАЕВ 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 Жаббагаевич, 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 Мелеу 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>

© РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан», 2025

CONTENTS

PHYSICS

A.A. Gazizova, D.M. Nasirova, V.O. Kurmangaliyeva, Sh.I. Khamraev DISTRIBUTION OF PRESSURE AND TEMPERATURE IN NEUTRON STARS: NUMERICAL ANALYSIS.....	11
A. Dalelkhankyzy, G. Baimbetova, N. Koilyk, S. Toktarbay, A. Beisebayeva QUASISPIN FORMALISM OF INTERACTION BETWEEN BOSONS AND ITS APPLICATION IN NUCLEAR THEORY.....	22
N.K. Zhusupova, V.N. Zhumabekova, A.A. Zhadyranova DETERMINATION OF ANTINEUTRON-NUCLEAR SCATTERING AMPLITUDE.....	34
V. Mukamedenkyzy, B. Akberdiyev INVESTIGATION OF CONCENTRATION FIELDS IN BINARY GAS MIXTURES IN THE PRESENCE OF CONVECTIVE FLOWS.....	46
A.V. Serebryanskiy, Ch.B. Akniyazov, Ch.T. Omarov, S.Sittykova, D. Kadyrova SEARCHING FOR INNER-EARTH ASTEROIDS.....	62
G.B. Suliyeva, M.A. Makukov, E.G. Mychelkin TWO TYPES OF SCALAR BACKGROUND VISUALIZATION.....	79
U.A. Ualikhanova, A.M. Konys, A.B. Altaibayeva, Zh.M. Beisekeyeva DYNAMICAL SYSTEMS ANALYSIS OF $f(R,T) = R + \beta T^m$ COSMOLOGY.....	94
Zh.S. Umbetova, U.U. Abdizhalilova DYNAMICS OF THE EVOLUTION OF ANISOTROPIC COMPACT STARS IN $f(\tau)$ TELEPARALLEL GRAVITY.....	105
L.I. Shestakova, R.R. Spassyyuk DESTRUCTION OF SMALL BODIES COMPOSED OF SILICATES BY THERMAL STRESSES.THERMAL EMISSION OF DISRUPTION PRODUCTS.....	121
S.A. Shomshekova, L.K. Kondratyeva, I.V. Reva, L. Aktay, V.Y. Kim STUDIES OF THE MRK 766 GALAXY IN THE OPTICAL RANGE.....	138

CHEMISTRY

D.T. Altynbekova, B.K. Massalimova, B.E. Begenova, A. Darmenbayeva, M.D. Akanova SYNTHESIS AND STUDY OF PROTON CONDUCTIVITY OF NANOCOMPOSITES BASED ON COMPLEX OXIDES (LaNbO ₄) AND ALLOYS (NiCoOx, CuCoOx, NiCuOx).....	152
--	-----

D.Zh. Amantayeva, M.A. Dyusebayeva, B.K. Kopzhassarov, A.E. Berganayeva, G.E. Berganayeva PHYTOCHEMICAL COMPOSITION AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF ULMUS PUMILA LEAVE.....	164
A. Assanov, S.A. Mameshova, G.S. Tatykhanova, T.A. Savitskaya CHEMICAL AND MINERALOGICAL ANALYSIS OF KAZAKHSTAN CLAYS AND STUDY OF THEIR HYDRODISPERSIVE PROPERTIES.....	182
G.S. Akhmetova, U.B. Issayeva, K.D. Praliyev, M.T. Omyrzakov, T.M. Seilkhanov TECHNOLOGY OF PRODUCING 1-(2-ETHOXYETHYL)-4- ADAMANTANECARBONYLOXY-PIPERIDINE HYDROCHLORIDE AND STUDY OF ITS CYTOTOXICITY.....	206
G.Zh. Baisalova, G.K. Token, B.B. Torsykbaeva, A.D. Dukenbayeva, N. Rakhmetova STUDYING THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE PHRAGMITES COMMUNIS PLANT BY GAS CHROMATOGRAPHY–MASS–SPECTROMETRY.....	218
A. Yedilova, Z. Inelova, N. Kurbatova, B. Turalin PHYTOCHEMICAL STUDY OF MEDICINAL PLANT - HUMULUS LUPULUS L., FOR THE PURPOSE OF OBTAINING BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES.....	229
A. Kuandykova, B. Taimasov, E. Potapova, B. Zhakipbayev, N. Zhanikulov STUDY OF THE MICROSTRUCTURE OF CLINKERS OBTAINED FROM METALLURGICAL SLAG.....	242
X.A. Leontyeva, G.M. Khussurova, D.S. Puzikova, A.N. Nefedov, M. Zhurynov PERFORMANCE AND APPLICATION OF ORGANIC CORROSION INHIBITORS IN THE PETROCHEMICAL INDUSTRY OF THE CIS COUNTRIES. REVIEW.....	258
L.K. Orazzhanova, Zh.S. Kassymova, Zh.Zh. Nurtazina, D.K. Asserzhanov, K.K. Kabdulkarimova SYNTHESIS AND APPLICATION OF IRON NANOPARTICLES FOR THE PRODUCTION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES CHLORELLA VULGARIS.....	275
B.Kh. Khussain, A.R. Brodskiy, A.S. Sass, I.I. Torlopov, K.S. Rakhmetova SOLID CARBON DIOXIDE ADSORBENT BASED ON ALKALI METAL CARBONATES WITH PROMOTER ADDITIVES.....	291

МАЗМҰНЫ

ФИЗИКА

А.А. Ғазизова, Д.М. Насирова, В.О. Құрманғалиева, Ш.И. Хамраев. НЕЙТРОНДЫ ЖҰЛДЫЗДАРДАҒЫ ҚЫСЫМ МЕН ТЕМПЕРАТУРАНЫҢ ТАРАЛУЫНА САНДЫҚ ТАЛДАУ.....	11
А. Дәлелханқызы, Г. Баймбетова, Н. Қойлық, С. Тоқтарбай, А. Бейсебаева БОЗОНДАР АРАСЫНДАҒЫ ӨЗАРА ӘСЕРЛЕСУДІҢ КВОЗИСПИНДІК ФОРМАЛИЗМІ ЖӘНЕ ОНЫҢ ЯДРОЛЫҚ ТЕОРИЯДАҒЫ ҚОЛДАНЫЛУЫ.....	22
Н.К. Жусупова, В.Н. Жумабекова, А.А. Жадыранова АНТИНЕЙТРОНДАРДЫҢ ЯДРОДАН ШАШЫРАУ АМПЛИТУДАСЫН АНЫҚТАУ.....	34
В. Мукамеденқызы, Б. Ақбердиев КОНВЕКТИВТІ АҒЫНДАР КЕЗІНДЕ БИНАРЛЫ ГАЗ ҚОСПАЛАРЫНДАҒЫ КОНЦЕНТРАЦИЯЛЫҚ ӨРІСТЕРДІ ЗЕРТТЕУ.....	46
А.В. Серебрянский, Ч.Б. Акниязов, Ч.Т. Омаров, С. Ситтыкова, Д. Кадырова ІШКІ ЖЕР ОРБИТАСЫНДА АСТЕРОИДТАРДЫ ІЗДЕУ.....	62
Г.Б. Сулиева, М.А. Макуков, Э.Г. Мычелкин СКАЛЯРЛЫ ФОННЫҢ ЕКІ ТҮРЛІ ВИЗУАЛИЗАЦИЯСЫ.....	79
У.А. Уалиханова, А.М. Қоныс, А.Б. Алтайбаева, Ж.М. Бейсекеева $f(R,T) = R + \beta T^m$ КОСМОЛОГИЯСЫНЫҢ ДИНАМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕР ТАЛДАУЫ.....	94
Ж.С. Умбетова, У.У. Абдижалилова $f(\tau)$ -ТЕЛЕПАРАЛЛЕЛЬ ГРАВИТАЦИЯСЫНДАҒЫ АНИЗОТРОПТЫ КОМПАКТТЫ ЖҰЛДЫЗДАРДЫҢ ЭВОЛЮЦИЯСЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫ.....	105
Л.И. Шестакова, Р.Р. Спасюк СИЛИКАТТЫ ҚҰРАМДЫ ШАҒЫН ДЕНЕЛЕРДІҢ ТЕРМИЯЛЫҚ КЕРНЕУЛЕРДЕН БҰЗЫЛУЫ. БӨЛШЕКТЕНУ НӘТИЖЕСІНДЕ ПАЙДА БОЛАТЫН ӨНІМДЕРДІҢ ЖЫЛУЛЫҚ ЭМИССИЯСЫ.....	121
С.А. Шомшекова, Л.Н. Кондратьева, И.В. Рева, Л. Актай, В.Ю. Ким MRK 766 ГАЛАКТИКАСЫН ОПТИКАЛЫҚ ДИАПАЗОНДА ЗЕРТТЕУ.....	138

ХИМИЯ

Д.Т. Алтынбекова, Б.К. Масалимова, Б.Е. Бегенова, А. Дарменбаева, М.Д. Аканова КҮРДЕЛІ ОКСИДЕР (LaNbO_4) МЕН ҚҰЙМАЛАРДЫҢ (NiCoO_x , CuCoO_x , NiCuO_x) НЕГІЗІНДЕГІ НАНОКОМПОЗИТТЕРДІ СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ПРОТОНӨТКІЗГІШТІГІН ЗЕРТТЕУ.....	152
Д.Ж. Амантаева, М.А. Дюсебаева, Б.К. Копжасаров, А.Е. Берганаева, Г.Е. Берганаева ULMUS PUMILA ЖАПЫРАҚТАРЫНЫҢ ФИТОХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІ.....	164
А. Асанов, С.А. Мамешова, Г.С. Татыханова, Т.А. Савицкая ҚАЗАҚСТАН САЗДАРЫНЫҢ ХИМИКО-МИНЕРАЛОГИЯЛЫҚ ТАЛДАУЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ГИДРОДИСПЕРСИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	182
Г.С. Ахметова, Ұ.Б. Исаева, Қ.Ж. Пірәлиев, М.Т. Омырзаков, Т.М. Сейлханов 1-(2-ЭТОКСИЭТИЛ)-4-АДАМАНТАНКАРБОНИЛОКСИ-ПИПЕРИДИН ГИДРОХЛОРИДІН АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ ОНЫҢ ЦИТОУЫТТЫЛЫҚ ӨСЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	206
Г.Ж. Байсалова, Г.Қ. Төкен, Б.Б. Торсыкбаева, А.Д. Дукенбаева, Н. Рахметова ГАЗ ХРОМАТОГРАФИЯ–МАСС–СПЕКТРОМЕТРИЯ ӘДІСІМЕН PHRAGMITES COMMUNIS ӨСІМДІГІНІҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ.....	218
А. Едилова, З. Инелова, Н. Күрбатова, Б. Туралин ДӘРІЛІК HUMULUS LUPULUS L. ӨСІМДІГІНЕН БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТАРДЫ АЛУ МАҚСАТЫНДАҒЫ ФИТОХИМИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ.....	229
А. Қуандыкова, Б. Таймасов, Е. Потапова, Б. Жакипбаев, Н. Жаникулов МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ШЛАКТАРДАН АЛЫНАТЫН КЛИНКЕРЛЕРДІҢ МИКРОҚҰРЫЛЫМЫН ЗЕРТТЕУ.....	242
К.А. Леонтьева, Г.М. Хусурова, Д.С. Пузикова, А.Н. Нефедов, М. Жұрынов ТМД ЕЛДЕРІНІҢ МҰНАЙ-ХИМИЯ ӨНЕРКӘСІБІНДЕ КОРРОЗИЯҒА ҚАРСЫ ОРГАНИКАЛЫҚ ИНГИБИТОРЛАРЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІ ЖӘНЕ ҚОЛДАНЫЛУЫ. ШОЛУ.....	258
Л.К. Оразжанова, Ж.С. Касымова, Ж.Ж. Нуртазина, Д.Қ. Әсержанов, К.К. Кабдулкаримова CHLORELLA VULGARIS БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТАРЫН АЛУ ҮШІН ТЕМІР НАНОБӨЛШЕКТЕРІН СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУ.....	275
Б.Х. Хусаин, А.Р. Бродский, А.С. Сасс, И.И. Торлопов, К.С. Рахметова ПРОМОУТЕРЛІК ҚОСПАЛАРЫ БАР СІЛТІЛІ МЕТАЛЛ КАРБОНАТТАРЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН КӨМІРҚЫШҚЫЛ ГАЗЫНЫҢ ҚАТТЫ АДСОРБЕНТІ.....	291

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

А.А. Газизова, Д.М. Насирова, В.О. Курмангалиева, Ш.И. Хамраев РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ В НЕЙТРОННЫХ ЗВЁЗДАХ: ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ.....	11
А. Далелханкызы, Г. Баймбетова, Н. Койлык, С. Токтарбай, А. Бейсебаева КВАЗИСПИНОВЫЙ ФОРМАЛИЗМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БОЗОНОВ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ЯДЕРНОЙ ТЕОРИИ.....	22
Н.К. Жусупова, В.Н. Жумабекова, А.А. Жадыранова ОПРЕДЕЛЕНИЕ АМПЛИТУДЫ АНТИНЕЙТРОН-ЯДЕРНОГО РАССЕЯНИЯ.....	34
В. Мукамеденкызы, Б. Акбердиев ИССЛЕДОВАНИЯ КОНЦЕНТРАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ В БИНАРНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЯХ ПРИ НАЛИЧИИ КОНВЕКТИВНЫХ ТЕЧЕНИЙ.....	46
А.В. Серебрянский, Ч.Б. Акниязов, Ч.Т. Омаров, С. Ситтыкова, Д. Кадырова ПОИСК АСТЕРОИДОВ ВНУТРИ ЗЕМНОЙ ОРБИТЫ.....	62
Г.Б. Сулиева, М.А. Макуков, Э.Г. Мычелкин ДВА ТИПА ВИЗУАЛИЗАЦИИ СКАЛЯРНОГО ФОНА.....	79
У.А. Уалиханова, А.М. Коныс, А.Б. Алтайбаева, Ж.М. Бейсекеева АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ $f(R,T) = R + \beta T^m$ КОСМОЛОГИИ.....	94
Ж.С. Умбетова, У.У. Абдижалилова ДИНАМИКА ЭВОЛЮЦИИ АНИЗОТРОПНЫХ КОМПАКТНЫХ ЗВЕЗД В $f(\tau)$ -ТЕЛЕПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ГРАВИТАЦИИ.....	105
Л.И. Шестакова, Р.Р. Спасюк РАЗРУШЕНИЕ МАЛЫХ СИЛИКАТНЫХ ТЕЛ ТЕПЛОВЫМИ НАПРЯЖЕНИЯМИ. ТЕПЛОВАЯ ЭМИССИЯ ПРОДУКТОВ РАЗРУШЕНИЯ.....	121
С.А. Шомшекова, Л.Н. Кондратьева, И.В. Рева, Л. Актай, В.Ю. Ким ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЛАКТИКИ MRK 766 В ОПТИЧЕСКОМ ДИАПАЗОНЕ.....	138

ХИМИЯ

Д.Т. Алтынбекова, Б.К. Масалимова, Б.Е. Бегенова, А. Дарменбаева, М.Д. Аканова СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТОННОЙ ПРОВОДИМОСТИ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ СЛОЖНЫХ ОКСИДОВ (LaNbO_4) И СПЛАВОВ (NiCoO_x , CuCoO_x , NiCuO_x).....	152
---	-----

Д.Ж. Амантаева, М.А. Дюсебаева, Б.К. Копжасаров, А.Е. Берганаева, Г.Е. Берганаева ФИТОХИМИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЛИСТЬЕВ ULMUS PUMILA.....	164
А. Асанов, С.А. Мамешова, Г.С. Татыханова, Т.А. Савицкая ХИМИКО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГЛИН КАЗАХСТАНА И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ИХ ГИДРОДИСПЕРСИЙ.....	182
Г.С. Ахметова, Ұ.Б. Исаева, Қ.Ж. Пралиев, М.Т. Омырзаков, Т.М. Сейлханов ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГИДРОХЛОРИДА 1-(2-ЭТОКСИЭТИЛ)-4- АДАМАНТАНКАРБОНИЛОКСИ-ПИПЕРИДИНА И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО ЦИТОТОКСИЧНОСТИ.....	206
Г.Ж. Байсалова, Г.К. Токен, Б.Б. Торсыкбаева, А.Д. Дукенбаева, Н. Рахметова ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РАСТЕНИЯ RHAGMITES COMMUNIS МЕТОДОМ ГАЗ ХРОМАТОГРАФИИ–МАСС–СПЕКТРОМЕТРИИ.....	218
А. Едилова, З. Инелова, Н. Курбатова, Б. Туралин ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТЕНИЯ – HUMULUS LUPULUS L. С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ.....	229
А. Куандыкова, Б. Таймасов, Е. Потапова, Б. Жакипбаев, Н. Жаникулов ИЗУЧЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ КЛИНКЕРОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ.....	242
К.А. Леонтьева, Г.М. Хусурова, Д.С. Пузикова, А.Н. Нефедов, М. Журинов ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ В НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРАН СНГ. ОБЗОР.....	258
Л.К. Оразжанова, Ж.С. Касымова, Ж.Ж. Нуртазина, Д.К. Асержанов, К.К. Кабдулкаримова СИНТЕЗ И ПРИМЕНЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ ЖЕЛЕЗА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ CHLORELLA VULGARIS.....	275
Б.Х. Хусаин, А.Р. Бродский, А.С. Сасс, И.И. Торлопов, К.С. Рахметова ТВЁРДЫЙ АДсорбЕНТ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА НА ОСНОВЕ КАРБОНАТОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ С ПРОМОТИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ.....	291

© **Zh.S. Umbetova***, **U.U. Abdizhalilova**, 2025.

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

E-mail: zhanumbetova@gmail.com

DYNAMICS OF THE EVOLUTION OF ANISOTROPIC COMPACT STARS IN $f(\mathcal{T})$ TELEPARALLEL GRAVITY

Umbetova Zhanbala — doctoral student of the department of general and theoretical physics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,

E-mail: zhanumbetova@gmail.com Orcid: 0009-0008-4569-4655;

Abdizhalilova Ulzhalgas — undergraduate student of the department of general and theoretical physics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,

E-mail: ulzhalgasusenkyzy@gmail.com Orcid: 0009-0005-7499-6685.

Abstract. This article investigates the dynamical evolution of anisotropic compact stars within the framework of $f(\mathcal{T})$ teleparallel gravity. To derive the field equations of the modified gravity $f(\mathcal{T})$ theory, the gravitational action is defined and varied with respect to the tetrad field. The foundation of teleparallel gravity is introduced through the tetrad torsion tensor. The field equations are obtained by substituting the tetrad field including the torsion scalar and its derivative. Next, the field equations of $f(\mathcal{T})$ teleparallel gravity were solved using physical ansatz for the anisotropy function. The effect of anisotropy by increasing the torsion parameter can serve as an explanation for stars with masses exceeding $2.5 M_{\odot}$. Thus, precise solutions have been obtained, including energy density, radial and tangential pressures, which investigate the physical quantities of the star. A graph was built with the exact solutions obtained, and a physical analysis was performed, which shows satisfaction with physical standards. The energy conditions that play a key role in verifying the physical feasibility of the proposed models of compact objects are considered. Graphs are constructed for zero, weak, strong, and dominant energy conditions, which show the distributions of energy density, radial, and tangential pressures depending on the radius. Tolman-Oppenheimer-Volkoff equation describes the hydrostatic equilibrium in compact stars, reflecting the balance between the internal pressure of an object and gravitational attraction, preventing gravitational collapse. In the course of the work, graphs of stability of an anisotropic compact star depending on forces such as gravitational force, hydrostatic force, anisotropic and electric force are obtained and analyzed.

Keywords: Anisotropic compact stars, $f(\mathcal{T})$ teleparallel gravity, modified gravity theories, energy conditions, hydrostatic equilibrium

«This research is funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant № AP25794707)»

© Ж.С. Умбетова*, У.У. Абдижалилова, 2025.

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

E-mail: zhanumbetova@gmail.com

$f(\mathcal{T})$ -ТЕЛЕПАРАЛЛЕЛЬ ГРАВИТАЦИЯСЫНДАҒЫ АНИЗОТРОПТЫ КОМПАКТТЫ ЖҰЛДЫЗДАРДЫҢ ЭВОЛЮЦИЯСЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫ

Умбетова Жанбала Сундетовна — Жалпы және теориялық физика кафедрасының докторанты, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, E-mail: zhanumbetova@gmail.com, ORCID: 0009-0008-4569-4655;

Абдижалилова Улжалгас Усеновна — Жалпы және теориялық физика кафедрасының студенті, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, E-mail: ulzhalgasusenkyzy@gmail.com, ORCID: 0009-0005-7499-6685.

Аннотация. Бұл мақалада $f(\mathcal{T})$ - телепараллель гравитациясының анизотропты компактты жұлдыздардың эволюциясының динамикасы зерттеледі. $f(\mathcal{T})$ - модификацияланған гравитация теориясында өріс теңдеулерін алу үшін гравитациялық әсер анықталуы қажет. Қозғалыс теңдеулерін құру үшін әсер тетрада өрісі бойынша түрлендіріледі. Телепараллель гравитацияның негізі ретінде тетрада мен ширату тензорының сипаттамасымен ұсынылды. Содан кейін $f(\mathcal{T})$ - телепараллель гравитация өрісінің теңдеулері тетрада өрісін ауыстырып, ширату скалярын және оның туындысын енгізу арқылы алынды. Әрі қарай, $f(\mathcal{T})$ - телепараллель гравитация өрісінің теңдеулері анизотропия функциясына арналған физикалық анзацтар арқылы шешілді. Анизотропияның әсері ширату параметрінің артуымен массасы $2.5 M_\odot$ асатын жұлдыздарды түсіндіруге мүмкіндік береді. Нәтижесінде жұлдыздың физикалық шамаларын зерттейтін энергия тығыздығын, радиалды және тангенциалды қысымды қамтитын нақты шешімдер алынды. Алынған нақты шешімдерді пайдалана отырып, график тұрғызылды және модельдің физикалық заңдылықтарға сәйкес келетіндігі көрсетілді. Компактты объектілердің ұсынылған модельдерінің физикалық жарамдылығын тексеруде маңызды рөл атқаратын энергетикалық шарттар қарастырылды. Нөлдік, әлсіз, күшті және басым энергетикалық шарттар үшін энергия тығыздығының, радиалды және тангенциалды қысымның радиусқа тәуелді таралуы графиктер арқылы көрсетілді. Толман-Оппенгеймер-Волков теңдеуі көмегімен компактты жұлдыздардағы гидростатикалық тепе-теңдік сипатталады, ол заттың ішкі қысымы мен гравитациялық тартылыс арасындағы тепе-теңдікті көрсетеді, гравитациялық коллапсты болдырмайды. Ұсынылған

модель телепараллель гравитация аясында физикалық шынайылықты қамтамасыз ете алатыны көрсетілді. Жұмысты орындау барысында гравитациялық күш, гидростатикалық күш, анизотроптық және электрлік күш сияқты күштерге тәуелді анизотропты компактты жұлдыздың тұрақтылық графиктері алынып, талданды.

Түйін сөздер: анизотропты компактты жұлдыздар, $f(\tau)$ - телепараллель гравитациясы, модификацияланған гравитация теориялары, энергетикалық шарттар, гидростатикалық тепе-теңдік

«Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырады (Грант № AP25794707)»

© Ж.С. Умбетова*, У.У. Абдижалилова, 2025.

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

E-mail: zhanumbetova@gmail.com

ДИНАМИКА ЭВОЛЮЦИИ АНИЗОТРОПНЫХ КОМПАКТНЫХ ЗВЕЗД В $f(\tau)$ -ТЕЛЕПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ГРАВИТАЦИИ

Умбетова Жанбала Сундетовна — докторант кафедры общей и теоретической физики, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан,
E-mail: zhanumbetova@gmail.com, ORCID: 0009-0008-4569-4655;

Абдижалилова Улжалгас Усеновна — студент кафедры общей и теоретической физики, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан,
E-mail: ulzhalgasusenkyzy@gmail.com, ORCID: 0009-0005-7499-6685.

Аннотация. В данной статье исследуется динамика эволюции анизотропных компактных звезд в рамках $f(\tau)$ - телепараллельной гравитации. Для получения уравнения поля в модифицированной теории гравитации $f(\tau)$ необходимо определить гравитационное действие. Действие дифференцируется по полю тетрад для установления уравнений движения. Была представлена основа телепараллельной гравитации с описанием тетрады и тензора кручения. Затем уравнение поля $f(\tau)$ телепараллельной гравитации были выведены путем подстановки тетрадного поля и вставки скаляра кручения и его производной. Далее уравнения поля $f(\tau)$ телепараллельной гравитации были решены с использованием физических анзацев для функции анизотропии. Влияние анизотропии с помощью увеличения параметра кручения может служить объяснению звезд с массами, превышающими 2.5 $M_\odot$. Таким образом, получены точные решения включающие плотность энергии, радиальное и тангенциальное давление, которые исследуют физические величины звезды. С полученными точными решениями построен график, был сделан физический анализ, где показывают удовлетворение по физическим нормам. Рассмотрены энергетические условия, которые играют ключевую роль в проверке физической допустимости

предложенных моделей компактных объектов. Для нулевых, слабых, сильных и доминантных энергетических условий построены графики, где показаны распределения плотности энергии, радиального и тангенциального давления в зависимости от радиуса. С помощью уравнения Толмана-Оппенгеймера-Волкова описаны гидростатическое равновесие в компактных звездах, отражающий баланс между внутренним давлением объекта и гравитационным притяжением, препятствуя гравитационному коллапсу. В ходе работы получены и проанализированы графики устойчивости анизотропной компактной звезды зависящий от сил, таких как гравитационная сила, гидростатическая сила, анизотропная и электрическая сила.

Ключевые слова: анизотропные компактные звезды, $f(\mathcal{T})$ — телепараллельная гравитация, модифицированные теории гравитации, энергетические условия, гидростатическое равновесие

«Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (Грант № AP25794707)»

Кіріспе. Қазіргі заманғы гравитация теориясының негізі – Эйнштейн ұсынған жалпы салыстырмалық теориясы. Жалпы салыстырмалылық теориясы тек теориялық физиканың негізі ғана емес, сонымен қатар астрофизикада жұлдыздар эволюциясын, қара құрдымдар мен нейтронды жұлдыздардың қасиеттерін түсіндіруге мүмкіндік береді. Космологияда бұл теория ғаламның кеңеюін, күңгірт энергия мен үлкен жарылыстан кейінгі дамуын сипаттайды. Аспан механикасында орбиталық қозғалыстарды дәл анықтауға, гравитациялық толқындарда – үлкен массалы компоненттердің қосылуы нәтижесінде пайда болатын кеңістік-уақыттағы толқын тәрізді бұзылыстарды болжауға негіз болады. XX ғасырдың басында ғалымдар гравитацияны балама тәсілдермен сипаттауға тырысты, олардың бірі - ширату геометриясына негізделген телепараллель гравитация теориясы болды. Эйнштейннің гравитацияны қисықтық геометриясы негізінде сипаттауы сол кездегі жалғыз дамыған геометриялық құрылым – Риман геометриясы болғандықтан қажет болды (Misner, et al., 1973). Алайда, он жылдан аз уақыт өткенде, Эйнштейн гравитация тудыратын геометриялық деформацияны сипаттау үшін қисықтықтың орнына ширатуды пайдаланатын балама геометрияны қарастыруға мүмкіндік алды (Goenner, 2014). Бұл кезеңде және кейінгі ондаған жылдар бойы Роланд Вейценбек, Эли Картан, Лютер П. Айзенхарт, Герман Мюнц, Якоб Громмер және Корнелиус Ланчос сияқты ғалымдардың еңбектері бұл ізденісте шешуші рөл атқарды. Эйнштейннің бастапқы мақсаты - электромагнетизмді гравитацияны да қамтитын біртұтас теорияның құрамдас бөлігі ретінде сипаттау еді. Алайда, көп ұзамай ширатылған гравитациялық теориядағы қосымша еркіндік дәрежелері электромагнетизммен үйлеспейтіні белгілі болды, өйткені олар жергілікті Лоренц тобына тиесілі болды. Бұл жағдай Эйнштейн мен басқа зерттеушілерді бұл теориядан бас тартуға итермеледі (Bahamonde, et al., 2021).

Бірнеше қайта жаңғыру кезеңдерінен кейін телепараллель гравитацияның негіздері едәуір жетілдіріліп, түсінігі де айтарлықтай тереңдеді. Қазіргі кезде ол жалпы салыстырмалық теориясына балама ретінде телепараллель эквивалентін (TEGR) ұсына алады (Unzicker, et al., 2005). Бұл теория жалпы салыстырмалық теориясының барлық классикалық нәтижелерін дәл қайта шығаратынына кепілдік береді. Алайда, оның кванттық шегі тұрақтырақ сипатта болуы мүмкін, бұл кванттық гравитация теориясын құруға мүмкіндік ашады. Бұл гравитация формализмінің тағы бір қыры - оның сандық тиімділігі, себебі ол алгебралық жағынан ерекшеленеді (Aldrovandi, et al., 2012). Бұл әсіресе сандық салыстырмалық шеңберінде жүргізілетін модельдеулерде маңызды, мысалы, қара құрдымдар обсерваториялары үшін шаблондарды жасау сияқты процестер кейде бірнеше айға созылады. TEGR теориялық тұрғыдан да өте қызықты, өйткені ол гравитацияны қайтадан күш ретінде қарастырады, бұл оны электромагнетизмге жақындатады.

Соңғы онжылдықтарда жалпы салыстырмалық теориясында болғандай, TEGR теориясын модификациялаудың көптеген жолдары ұсынылды. $f(\mathcal{T})$ - гравитациясы телепараллель гравитацияның жалпыланған түрі болып табылады (De Andrade, et al., 2002; Bahamonde, et al., 2023), мұнда телепараллель гравитациясының лагранжианы болып табылатын ширату скаляры T оның $f(\mathcal{T})$ түріндегі функциясымен алмастырылады. Бұл функция ковариантты туындыны анықтау үшін жалпы салыстырмалық теориясында Леви-Чивита байланысының орнына Вейценбек байланысын қолданады (Turnbull, 1924). Телепараллель гравитациясы (De Andrade, et al., 2002) әрбір нүктеде жанамалы кеңістікте ортонормаланған базис жасайтын төрт векторлық өрістен (тетрада немесе вирбейндерден) тұрады. Бұл - жалпы салыстырмалық теориясындағы метрикалық тензордың рөлін атқаратын динамикалық шамалар. Вирбейндер параллель векторлық өрістер болып табылады, сондықтан бұл теория «телепараллель» деп аталады. Бұл теория шын мәнінде жалпы салыстырмалықпен эквивалентті және оған балама емес, оның қайта тұжырымдалған нұсқасы болып саналады, мұнда гравитация қисықтық арқылы емес, ширату арқылы сипатталады (Nashed, et al., 2022).

Телепараллель гравитация (Krssak, et al., 2019) және оның модификациялары қызықты әрі тың нәтижелер беруді жалғастыруда. Алайда, бұл теория шеңберінде астрофизика саласы - жеткіліксіз зерттелген және әдебиетте елеулі ілгерілеу байқалмайтын бағыттардың бірі. Қара құрдымдардың табиғаты мен олардың телепараллель гравитациядағы мінез-құлқын түсіну үшін әлі де көп жұмыс қажет. Сондай-ақ, астрофизикалық күңгірт материяның осы модификацияланған телепараллель гравитациялық теорияларда қандай рөл атқаратыны немесе мүлде рөл атқармайтыны әлі нақты белгісіз. Астрофизика саласында телепараллель гравитациядағы қара құрдымдар мәселесі $f(\mathcal{T})$ гравитациясындағы әлсіз өріс шеңберінде зерттеліп, қызықты шешімдер мен болжамдар алынған (Pfeifer, et al., 2021; Vamba, et al., 2011). Ал сфералық симметрия жағдайындағы бұзылыстар басқа мақалада қайта қарастырылып, мұндай шешімдерді алудың жалпылама

тәсілдері ұсынылған (Golovnev, et al., 2021). Сонымен қатар, тағы бір мақалада Шварцшильд қара құрдымының квазинормальды режимдері зерттелген (Maluf, et al., 2021). Бұл зерттеулер телепараллель гравитацияның астрофизикалық объектілерді сипаттаудағы әлеуетін арттырып отыр.

Компактты жұлдыздар басқа қарапайым жұлдыздармен салыстырғанда радиусы кіші және өте массивті болып келетін жұлдыздар қалдығы. Компактты жұлдыздардың бірнеше түрі бар, ақ ергежейлілер, нейтронды жұлдыздар және қара құрдымдар. Галактиканың құрамдас бөлігі болып табылатын бұл объектілерге қатысты күшті гравитацияда $f(\mathcal{T})$ – телепараллель гравитациясы шешімдер ала алады (Nashed, et al., 2020).

Релятивистік гравитацияның маңызды міндеттерінің бірі – ғаламның құрылымын және аспан денелерінің гравитациялық әсерін Эйнштейннің жалпы салыстырмалылық теориясы негізінде кеңістік-уақыттың қисықтығы арқылы сипаттау. Компактты жұлдыздар жағдайында гравитациялық өрістің күрделілігі олардың ішкі құрылымы және энергия таралуына әсер етеді. Кеңістік-уақыттың метрикалық қасиеттері арқылы алынған өріс теңдеулері компактты жұлдыздардың тұрақтылық, қысым және энергия тығыздығы сияқты динамикалық сипаттамаларын зерттеуге мүмкіндік береді. Бұл өз кезегінде жұлдыздың эволюциясы мен оның физикалық жарамдылығын бағалауға мүмкіндік береді.

$f(\mathcal{T})$ - гравитациясы аясында қарастырылатын анизотропты компактты жұлдыздар конфигурациясы теорияның кеңейтілген мүмкіндіктерін көрсетеді. Мұндай жүйелерді зерттеу жұлдыз ішіндегі құрылымдық ерекшеліктер мен энергия тығыздығының таралуын сипаттауға мүмкіндік береді. Осыған байланысты, ұсынылған жұмыста $f(\mathcal{T})$ - гравитациясында анизотропты компактты жұлдыздардың теңдеулерін шешу арқылы олардың тұрақтылығы мен физикалық сипаттамаларын талдаймыз.

Материалдар мен негізгі әдістер. $f(\mathcal{T})$ модификацияланған гравитация теориясының қозғалыс теңдеулерін алу үшін гравитациялық әсерді анықтау қажет. Телепараллельді гравитация теориясында әсер келесідей жазылады (Maurya, et al., 2024):

$$S = \int d^4x e \left[\frac{1}{16\pi} f(\mathcal{T}) + L_{Matter} + L_E \right]. \quad (1)$$

Бұл теңдеудегі $f(\mathcal{T})$ - еркін таңдалатын функция, ол гравитациялық әсердің қалай түрленетіні мен модификацияланған гравитация теориясының формаларында қандай динамикалық қасиеттері бар екенін анықтайды.

$e = \det(e^\mu_\nu)$ - кеңістік-уақыттағы тетрадалық өрістің детерминанты, L_{Matter} - материялық өрістің Лагранжиан тығыздығы және L_E - электромагниттік өрістің Лагранжианы ретінде қарастырылады.

Қозғалыс теңдеулерін орнату үшін (1) теңдеуді тетрадалық өріс бойынша дифференциалданады:

$$S_{\mu}^{va} \partial_a T f_{\tau\tau} + \left[e^{-1} e_{\mu}^i \partial_a (e e_n^{\rho} S_{\mu}^{va}) + T_{\lambda\mu}^{\rho} S_{\rho}^{v\lambda} \right] f_{\tau} + \frac{1}{4} \delta_{\mu}^{\nu} f = 4\pi (\tilde{T}_{\mu}^{\rho} + E_{\mu}^{\rho}). \quad (2)$$

Анизотропты материяны болжай отырып, энергия-импульс тензоры келесі түрде болады:

$$T_{\mu}^{\rho} = (P_t + \rho) H_{\mu} H^{\rho} - P_t \delta_{\mu}^{\rho} + (P_r - P_t) N_{\mu} N^{\rho} \quad (3)$$

Гравитациялық өрістің қозғалыс теңдеулері $f(\tau)$ - телепараллель гравитация теориясында ковариантты туынды әдісін қолданумен алынады және өрістің қозғалыс теңдеуінің түрі:

$$16\pi \left[G_{\mu\nu} f_{\tau} + S_{\mu\nu}^{\rho} \nabla_{\rho} T f_{\tau\tau} + \frac{\tau}{2} \left(\frac{f}{\tau} - f_{\tau} \right) g_{\mu\nu} \right] = (E_{\mu\nu} + T_{\mu\nu}) \quad (4)$$

Сфералық - симметриялық және стационарлы сұйықтық таралуының ішкі құрылымына назар аударылады және келесі түрде сипатталады:

$$ds^2 = e^{A(r)} dt^2 - e^{B(r)} dr^2 - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin^2 \theta d\Omega^2 \quad (5)$$

мұнда $A(r)$ және $B(r)$ тек радиалды координата r - ге тәуелді екі гравитациялық потенциалды білдіреді. Сондай-ақ анизотропты жүйе үшін энергия тензорының компоненттері келесідей шығарылады:

$$T_{\mu}^{\nu} = \text{diag}(\rho, -P_r, -P_t, -P_t) \quad (6)$$

$$T_{\mu}^{\nu} = 0, \text{ егер } \mu \neq \nu. \quad (7)$$

Электр өрісінің күші E мен $B(r)$ және $A(r)$ потенциалдық функциялар арасындағы байланыс мына түрде өрнектеледі:

$$F^{01} = -F^{10} = E e^{-(B+A)/2}. \quad (8)$$

r радиалды координаталарымен сфералық құрылымда болатын электр зарядын $q(r)$ келесі түрде анықталынады және ол релятивистік Гаусс заңы мен сәйкес электр өрісі E арқылы беріледі:

$$q(r) = \frac{1}{2} \int e^{\lambda/2} \sigma r^2 dr = r^2 \sqrt{-F^{10} F_{10}}, \quad (9)$$

$$E^2 = -F^{10} F_{10} = \frac{q^2}{r^4}. \quad (10)$$

Екінші жағынан, (3) теңдеуінде ұзындық элементі үшін тетрадалық матрица түрде жазылады:

$$[e_\mu^\nu] = \text{diag}[e^{A/2}, e^{B/2}, r, r \sin \theta], \quad (11)$$

бұл тензордың анықтаушының өрнектелуі:

$$e = \det[e_\nu^\mu] = r^2 e^{A/2} e^{B/2} \sin \theta. \quad (12)$$

Радиалды координата r контекстінде ширату скаляры, оның туындысымен бірге анықталады:

$$T(r) = \frac{2}{e^{B(r)}} \left(\frac{A'(r)}{r} + \frac{1}{r^2} \right). \quad (13)$$

$f(\tau)$ - телепараллель гравитациясының өріс теңдеулері, бұрын берілген тетрадалық өрісті (11) - теңдеуден және ширату скаляры мен оның туындысын (2) - теңдеуге қою арқылы табылады:

$$8\pi\rho + \frac{q^2}{r^4} = \frac{\partial f}{\partial \tau} \left[\frac{1}{r^2} + \frac{1}{r} e^{-B} (B' + A') - \tau(r) \right] + \frac{f(\tau)}{2}, \quad (14)$$

$$8\pi P_r - \frac{q^2}{r^4} = \frac{\partial f}{\partial \tau} \left[-\frac{1}{r^2} + \tau(r) \right] - \frac{f(\tau)}{2}, \quad (15)$$

$$8\pi P_t + \frac{q^2}{r^4} = \frac{\partial f}{\partial \tau} \left[e^{-B} \left(\frac{A''}{2} - (B' - A') \left(\frac{1}{2r} + \frac{A'}{4} \right) \right) + \frac{\tau(r)}{2} \right] - \frac{f(\tau)}{2}. \quad (16)$$

Нәтижелер

$f(\tau)$ қарапайым функционалды модель алу үшін келесідей түрі қолданылады:

$$f(\tau) = \alpha \tau e^\beta \quad (17)$$

мұнда, α және β - тұрақтылар. Көрсетілген тұрақтылар өріс теңдеуін шешу барысында қолданылады. Өріс теңдеулеріне $f(\mathcal{T})$ моделін енгізу арқылы жаңа түрі алынады:

$$\rho = \frac{1}{16\pi^2} [2\alpha(rB' - 1 + e^\beta) + r^2\beta] \quad (18)$$

$$P_r = \frac{1}{16\pi^2} [-2\alpha(rA' + 1 - e^\beta) + r^2\beta] \quad (19)$$

$$P_t = \frac{1}{16\pi} \left[A''\alpha - 2\alpha(B' - A') \left(\frac{1}{2r} + \frac{A'}{4} \right) - \beta \right]. \quad (20)$$

Бұл - $f(\mathcal{T})$ - телепараллель гравитациясындағы энергия тығыздығы, радиалды және тангенциалды қысым теңдеулері.

$f(\mathcal{T})$ - телепараллель гравитациясында жаңа нақты шешім алу
 $f \mathcal{T}$ қарапайым моделіне сәйкес толық шешім алу үшін, қысым анизотропиясының теңдеуі алынады:

$$\alpha(2Ar^2 - Br'(A'r + 2) + A'r^2 - 2A'r - 4 + 4e^b) = \frac{8q^2}{r^2} = 32\pi r^2 \Delta. \quad (21)$$

Белгісіздердің қолайлы түрі қарастырылады

$$A = br^3 + c, \quad (22)$$

$$B = ar^3, \quad (23)$$

сонымен қатар $r \rightarrow 0$ онда $e^B = 1$. Қысым анизотропиясына (22)-(23) теңдеулері қойылғанда

$$\alpha[12b - 3a(2 + 3br^2) - 6b + 6b^2r^4] = \frac{4}{r} \left(8\pi r \Delta + \frac{2q^2}{r^4} \right). \quad (24)$$

Содан анизотропия коэффициенті анықталады

$$\Delta = \frac{1}{8\pi} \left[-3r^2\alpha(a - b) \left(\frac{1}{2r} + \frac{3b}{4}r^2 \right) - \frac{2q^2}{r^4} \right]. \quad (25)$$

Қысым анизотропиясы - анизотропты компактты жұлдыздар мен зарядталған астрофизикалық жүйелердің құрылымын зерттеуге мүмкіндік береді.

$$8\pi\rho = 3a r \alpha + \frac{\gamma}{2} - \frac{q^2}{r^4}, \quad (26)$$

$$8\pi P_r = 3b r \alpha - \frac{\gamma}{2} + \frac{q^2}{r^4}, \quad (27)$$

$$8\pi P_t = 3r\alpha \left[b - r(a-b) \left(\frac{1}{2r} + \frac{3br^2}{4} \right) \right] - \frac{\gamma}{2} - \frac{q^2}{r^4}. \quad (28)$$

Энергетикалық шарттар

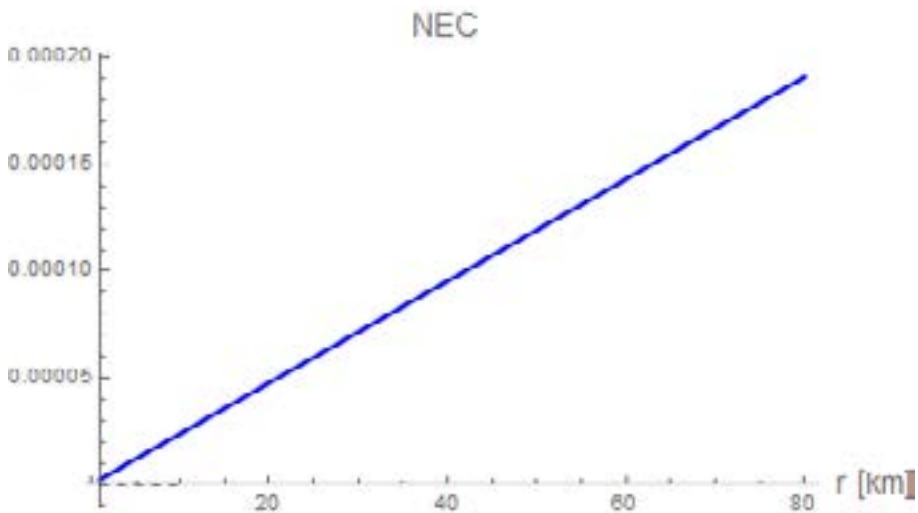
Энергетикалық шарттар компактты объектілер моделінің физикалық рұқсат етілуін тексеруде маңызды рөл ойнайды. Жалпы салыстырмалық теориясында материяның классикалық емес әрекетін жоққа шығару үшін, энергия-импульс тензорына қойылатын шектеулер теңсіздіктер түрінде беріледі. Энергетикалық шарттардың қарастырылатын түрлері.

$$\text{NEC: } \rho + P_r \geq 0, \quad (29)$$

$$\text{WEC: } \rho \geq 0, \rho + P_i \geq 0, \quad (30)$$

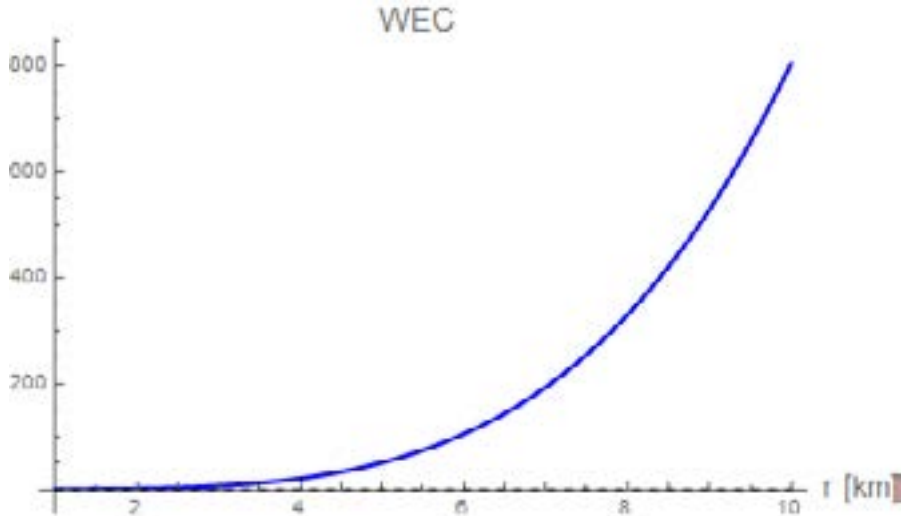
$$\text{SEC: } \rho + \sum P_i \geq 0, \quad (31)$$

$$\text{DEC: } \rho \geq 0, \rho \geq P_i. \quad (32)$$



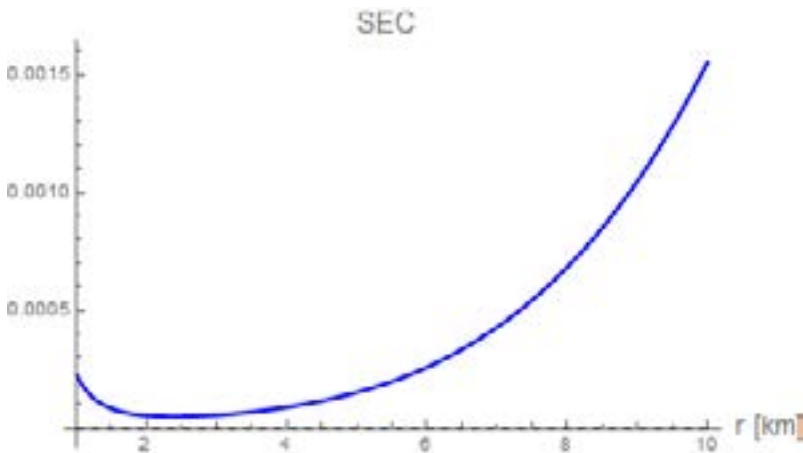
Сурет 1 – NEC шарты

Сурет 1-де көрсетілгендей NEC нөлдік энергетикалық шарты компактты жұлдыз бойымен толық орындалады, $\rho + P_r \geq 0$ яғни энергия тығыздығы мен радиалды қысымның қосындысы оң мәнде болу қажет. Радиустың өсуімен NEC мәні өсіп отырады. Бұл модельде бұзылу болмағандықтан физикалық түрде тұрақты екендігінің нақты көрінісі.



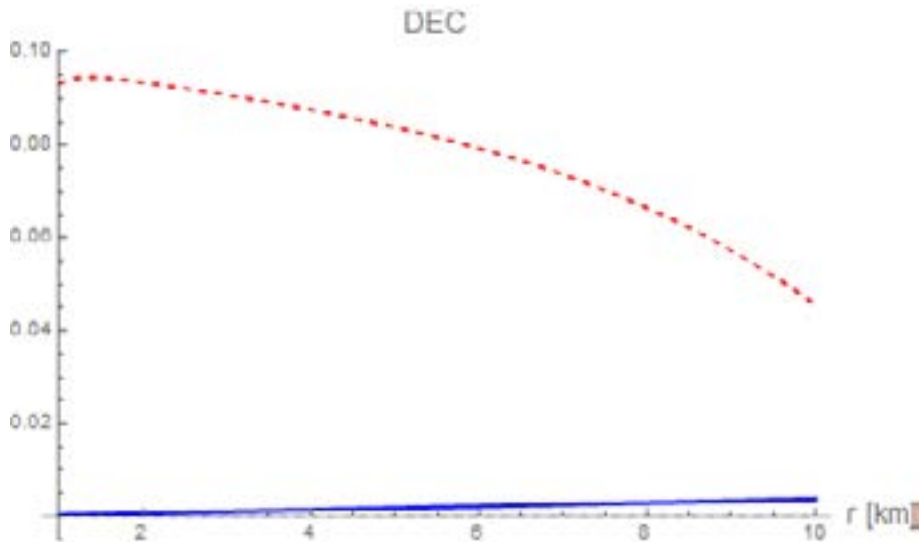
Сурет 2 – WEC шарты

WEC шарты бойынша энергия тығыздығы және энергия тығыздығы мен қысымның қосындысы кез-келген бағытта оң болуы қажет. WEC әлсіз энергетикалық шарты NEC-тің күшейтілген нұсқасы болып табылады. Сурет 2-де берілген модель бойынша WEC шарты толығымен орындалады. Берілген шамада радиус өскен сайын WEC мәнінің өсуі байқалады.



Сурет 3 – SEC шарты

SEC шарты $\rho + P_r + 2P_t \geq 0$ бойынша сурет 3-те көрсетілгендей график тұрғызылған. Радиустың өсуімен қисықтың айқын бейнесі көрсетіледі. Күшті энергетикалық шарттың оң мәнге ие болуы, компактты объектінің физикалық шынайылығы және барлық аралықта орындалатынын береді.



Сурет 4 – DEC шарты. Қызыл пунктирлі сызық $\rho \geq |P_r|$, көк сызық $\rho \geq |P_t|$.

Зерттелетін модель бойынша сурет 4-тегі графикте екі функцияда оң мәнде және берілген радиуста DEC шарты орындалады. DEC – басым энергетикалық шарт, барлық бағытта материяның энергия тығыздығы қысымдардың модулінен артық немесе тең болуын талап етеді. Компактты жұлдыздардың ішкі құрылымын зерттегенде гравитациялық модельдің жарамдылығын бағалайды.

Гидростатикалық тепе-теңдік

Толман-Оппенгеймер-Волков теңдеуі – жалпы салыстырмалылық теориясында гравитациялық тұрақтылықта болатын, идеал сұйықтан құралған статикалық, сфералық-симметриялық дененің құрылымын сипаттайды. Анизотропия немесе модификацияланған гравитациясы бар модельдерде, соның ішінде $f(\mathcal{T})$ - телепараллель гравитация теориясында Толман-Оппенгеймер-Волков теңдеуі анизотроптық қысым мен заряд сияқты шамалармен қамтылған қосымша күштермен жалпыланады:

$$\frac{dP_r}{dr} = -\frac{A'}{2}(P_r + \rho) + \frac{q}{4\pi r^4} \frac{dq}{dr} + \frac{2\Delta}{r}. \quad (29)$$

Бұл теңдеу гравитациялық, гидростатикалық, анизотроптық және электр күштер компоненттерімен жазылады:

$$\begin{aligned}
 F_g &= -\frac{A'}{2}(P_r + \rho), \\
 F_h &= \frac{dP_r}{dr}, \\
 F_a &= \frac{2\Delta}{r}, \\
 F_e &= \frac{q}{4\pi r^4} \frac{dq}{dr}.
 \end{aligned} \tag{30}$$

Берілген модель үшін нақты теңдеулері

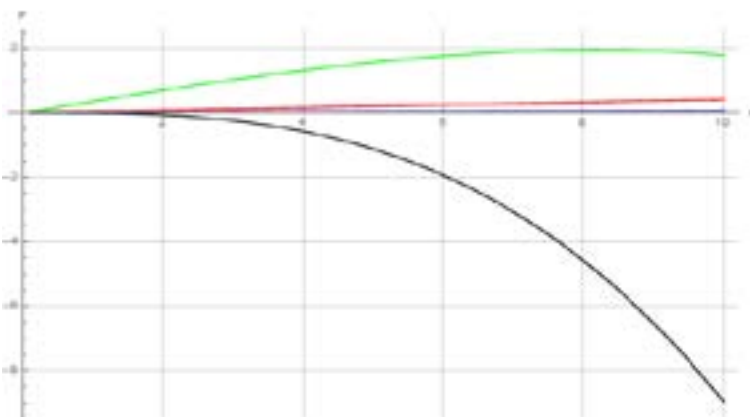
$$F_g = -\frac{9\alpha br^3}{16\pi}(b+a), \tag{31}$$

$$F_h = \frac{\alpha}{8\pi}[4q_0 r - 3b], \tag{32}$$

$$F_a = -\frac{1}{4\pi}\left[3r\alpha(a-b)\left(\frac{1}{2r} + \frac{3b}{4}r^2\right) - \frac{2q^2}{r^3}\right], \tag{33}$$

$$F_e = \frac{3r}{4\pi}\sqrt{\alpha q_0}. \tag{34}$$

Талқылау. Толман-Оппенгеймер-Волков теңдеуі бойынша берілген күштердің қосындысы нөлге тең болған жағдайда гидростатикалық тепе-теңдік орындалады. Күштер жүйенің параметрлеріне, соның ішінде α, β - тұрақтыларының және заряд тығыздығының шамаларына тәуелді өзгереді.



Сурет 5 - $\alpha = 0.01$, $q = 0.3$ тұрақты мәндерінде F_g (қара), F_h (көк), F_a (жасыл), F_e (қызыл) өзгерісі.

Гравитациялық күш компактты жұлдыздарға қарай, яғни сырттан ішкі бөлікке қарай бағытталады. Қалған күштер жұлдыздың ішінде оң мәнде және итермелейтін, іштен сыртқа бағытталған күш болады, Сурет 5 - те қара сызықпен берілген F_g гравитациялық күш орталықтан алыстаған сайын шамасы азаяды, себебі гравитациялық әсер орталықтан алыстаған сайын әлсіреп кетеді. Жалпы, гравитациялық күш жұлдыздың ішіндегі массаға тартылуын сипаттайды. Көк сызықпен берілген F_h гидростатикалық күш қысымның радиус бойымен қалай таралатынын сипаттайды. Берілген жағдайда біртекті таралу байқалып тұр. Келесі қызыл түсті F_a анизотроптық күш компактты объектінің ішкі анизотропиялық құрылымын сипаттайды. Құрылымында әртүрлі бағыттарда түрлі қасиеттер көрсететіндігін анықтап береді және оң немесе теріс мәндерге ие болуы мүмкін. α параметріне тікелей тәуелді, қарастырылған модельде оң мәнге ие болып тұр. Соңғы жасыл сызық F_e электр күші зарядталған жұлдыз модельдерінде маңызды, гравитациялық қысылуға қарсы тұрады. Бұл модельде оң мәнде және радиус бойымен аздап өсуін көрсетеді.

Берілген күштердің өзара әрекеті компактты жұлдыздардың ішкі тұрақтылығы мен құрылымын анықтайды. Анизотропия мен зарядтың болуы Толман-Оппенгеймер-Волков теңдеуі арқылы компактты жұлдыздардың физикалық сипатын түсінуге мүмкіндік берді. Бұл күштер гравитациялық теориялар үшін өзекті болып табылады.

Қорытынды. Жұмыс барысында $f(\mathcal{T})$ - телепараллель гравитациясы аясында жаңа функционалды модель енгізіліп, оның негізінде анизотропты және зарядталған компактты жұлдыздардың өріс теңдеулерінің нақты шешімі алынды. Гравитациялық өріс теңдеулерінің дәл шешімін алу үшін метрикалық потенциал, анизотропия, заряд функциясы сияқты бірқатар функцияларды қамтитын анзац құрылды. Олар бейсызық түрде болып, радиалды координатамен ширату скаляры физикалық шарттарға сәйкестігі қарастырылды. Жаңа модель негізінде энергия тығыздығы, радиалды және тангенциалды қысым сияқты физикалық шамалар алынды. Тангенциал және радиалды қысым негізінде анизотропия функциясы анықталды. Берілген модель бойынша көп шамалар α, β - тұрақтыларына тікелей тәуелді. Компактты жұлдыздарда бұл параметрлердің аз ғана өсуі немесе кемуі - тығыздық пен қысымға әсер етіп, заряд пен анизотропияны күшейтіп немесе азайтып отырады.

Берілген модельдің жарамдылығын тексеру үшін энергетикалық шарттар және гидростатикалық тепе-теңдік қарастырылды. Жұлдыздың ішкі құрылымының барлық аймағында энергетикалық шарттар орындалса онда физикалық жарамды нысан болып есептеледі. Тұрақты компактты жұлдыздар бағытында энергетикалық шарттар шешуші рөлде болады. Энергия тығыздығы, радиалды және тангенциалды қысымдардың әсерлесуінен негізделген нөлдік энергетикалық шарттары (NEC), әлсіз энергетикалық шарттары (WEC), күшті энергетикалық шарттары (SEC), басым энергетикалық шарттары (DEC) анықталды. Барлық берілген энергетикалық шарттарға байланысты графиктері

тұрғызылды. Ұсынылған мәндер бойынша энергетикалық шарттар толығымен орындалатындығы көрінді. Гидростатикалық тепе-теңдіктің тұрақтылығы Толман-Оппенгеймер-Волков теңдеуі көмегімен анықталды. Бұл теңдеу гравитациялық, гидростатикалық, анизотроптық және электрлік күштерден құралады. Берілген күштердің жиынтығы тепе-теңдіктің тұрақтылығын анықтайды. Гидростатикалық тепе-теңдікке байланысты график тұрғызылды. Берілген модельге сай гравитациялық күш ішке бағытталғаны, қалған гидростатикалық, анизотроптық және электрлік күштер сыртқа бағытталғаны ретінде нәтиже берді.

Ұсынылған жаңа модель $f(\tau)$ - телепараллель гравитация теориясындағы тұрақты конфигурациялардың соның ішінде энергетикалық шарттарда және гидростатикалық тепе-теңдікте толығымен орындалып тұрғаны көрініп тұр. Жұмыста орындалған зерттеулердің барлығы жаңа заңдылықтарды анықтауға және компактты жұлдыздардың физикалық сипаттамалары туралы идеяларды кеңейтуге мүмкіндік береді. Зерттеу бойынша алынған өріс теңдеуі мен оның шешімдері - $f(\tau)$ - телепараллель гравитация теориясындағы компактты жұлдыздардың тұрақты конфигурацияларының болу мүмкіндігінің дәлелі.

References

- Aldrovandi R., & Pereira J. G. (2012) Teleparallel gravity: an introduction. Springer Science & Business Media. — T. 173. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-94-007-5143-9> (in English)
- Bahamonde S., & Said J. L. (2021) Teleparallel Gravity: Foundations and Observational Constraints. Universe, — 7(8), 269. DOI: <https://doi.org/10.3390/universe7080269> (in English)
- Bahamonde S., Dialektopoulos K.F., Di Valentin, E., Escamilla-Rivera C., Farrugia G., Gakis V., Hendry M., Hohmann M., Levi Said J., & Mifsud J. (2023) Teleparallel gravity: from theory to cosmology. Reports on Progress in Physics, — 86(2), 026901. DOI: <https://doi.org/10.1088/1361-6633/ac9cef> (in English)
- Bamba K., Geng C.Q., Lee C.C., & Luo L.W. (2011) Equation of state for dark energy in $f(T)$ gravity. Journal of Cosmology and Astroparticle Physics, — 2011(01), 021. DOI: <https://doi.org/10.1088/1475-7516/2011/01/021> (in English)
- De Andrade V.C., Guillen L.C. T., & Pereira J.G. (2002) Teleparallel gravity: an overview. In The Ninth Marcel Grossmann Meeting: On Recent Developments in Theoretical and Experimental General Relativity, Gravitation and Relativistic Field Theories (In 3 Volumes). — P. 1022-1023. DOI: http://dx.doi.org/10.1142/9789812777386_0144 (in English)
- Göenner H.F. (2014). On the history of unified field theories. Part II. (ca. 1930–ca. 1965). Living reviews in relativity, 17, 1-241. DOI: <https://doi.org/10.12942/lrr-2014-5> (in English)
- Golovnev A., & Guzmán M. J. (2021) Approaches to spherically symmetric solutions in $f(T)$ gravity. Universe, — 7(5). — P. 121. DOI: <https://doi.org/10.3390/universe7050121> (in English)
- Krssak M., Van Den Hoogen R.J., Pereira J.G., Böhmer C.G., & Coley A. (2019). Teleparallel theories of gravity: illuminating a fully invariant approach. Classical and Quantum Gravity, — 36(18), 183001. DOI: <https://doi.org/10.1088/1361-6382/ab2e1f> (in English)
- Maluf J.W., Ulhoa S., Carneiro F.L., & Castello-Branco, K.H. (2021) Perturbations of the gravitational energy in the TEGR: quasinormal modes of the Schwarzschild black hole. Universe, 7(4), 100. DOI: <https://doi.org/10.3390/universe7040100> (in English)
- Maurya S.K., Errehymy A., Daoud M., Myrzakulov K., & Umbetova Z. (2024) Effect of torsion and electric charge parameters on the configuration of anisotropic compact stars in $f(T)$ gravity. Physics of the Dark Universe, — 46, 101586. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dark.2024.101586> (in English)
- Misner C.W., Thorne K.S., & Wheeler J.A. (1973) Gravitation. Macmillan. (in English)



Nashed G.G., & Bamba K. (2022) Realistic compact stars in conformal teleparallel gravity. *Progress of Theoretical and Experimental Physics*, — 2022(10), 103E01. DOI: <https://doi.org/10.1093/ptep/ptac121> (in English)

Nashed G.G., & Capozziello S. (2020) Stable and self-consistent compact star models in teleparallel gravity. *The European Physical Journal — C*, 80, — 1-18. DOI: <https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-020-08551-1> (in English)

Pfeifer C., & Schuster S. (2021) Static spherically symmetric black holes in weak f(T)-gravity. — *Universe*, — 7(5), 153. DOI: <https://doi.org/10.3390/universe7050153> (in English)

Turnbull H.W. (1924) *Invarianten-Theorie*. By Weitzenböck. Pp. 408. Paper cover, f. 5; cloth, f. 6 (10s., 12s.). — P. 1923. (Noordhoff, Groningen.) *The Mathematical Gazette*, 12 (170). — C. 122-124. DOI: <https://doi.org/10.2307/3604670> (in English)

Unzicker A., & Case T. (2005) Translation of Einstein's attempt of a unified field theory with teleparallelism. *arXiv preprint physics/0503046* DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.physics/0503046> (in English)

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 23.06.2025.

Формат 60x88¹/₈.

18,0 п.л. Заказ 2.