

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 Aygazyevich, 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 Арпан 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

© A.A. Gazizova^{1*}, D.M. Nasirova¹, V.O. Kurmangaliyeva²,
Sh.I. Khamraev¹, 2025.

¹ Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan;

² Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

*E-mail: askarkyzy_94@mail.ru

DISTRIBUTION OF PRESSURE AND TEMPERATURE IN NEUTRON STARS: NUMERICAL ANALYSIS

Gazizova A.A. — PhD student of the Abai Kazakh National Pedagogical University; Master of Pedagogical Sciences, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: askarkyzy_94@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-4849-5118>;

Nasirova D.M. — Associate Professor of the Department of Physics, Abai Kazakh National Pedagogical University; Almaty, Kazakhstan,

E-mail: diana-nasirova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3349-0128>;

Kurmangaliyeva V.O. — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Al-Farabi Kazakh National University; Almaty, Kazakhstan,

E-mail: venera_baggi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8046-8508>;

Khamraev Sh.I. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics, Abai Kazakh National Pedagogical University; Almaty, Kazakhstan,

E-mail: hamraev_sh@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8171-4360>.

Abstract. This article presents a numerical modeling of the internal structure of neutron stars, considering various equations of state (EOS) and initial conditions, including pressure and temperature in the central regions. The relevance of this study is due to the need to refine theoretical models of ultra-dense matter under conditions close to real astrophysical scenarios, which is especially important in the context of observations from NICER, FAST, and LIGO missions. The study examines key physical processes that determine the behavior of neutron matter under extreme densities and pressures, including possible instabilities and energy bursts. The aim of the study is to evaluate the impact of different EOS models (SLy, APR, DD2) and initial parameters (pressure $P_{\text{center}}=10^{34}\text{Pa}$, temperature $T_{\text{center}}=10^9\text{K}$) on the distribution of macroscopic parameters such as mass, radius, and stability of a neutron star. The methodology is based on the numerical integration of hydrostatic and heat transfer equations using the fourth-order Runge–Kutta method. Special attention is paid to phase transitions, including the formation of hyperon and quark matter, as well as thermal fluctuations in the stellar core. The key hypothesis is that EOS variations significantly affect the structure and evolution of the object. The practical significance

lies in interpreting observable characteristics of neutron stars and refining theoretical models considering rotation and magnetic fields.

Keywords: neutron stars, nuclear structure, pressure, temperature, hydrostatics, heat transfer, numerical simulation

©А.А. Ғазизова^{1*}, Д.М. Насирова¹, В.О. Құрманғалиева²,
Ш.И. Хамраев¹, 2025.

¹Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан;

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан.

*E-mail: askarkyzy_94@mail.ru

НЕЙТРОНДЫ ЖҰЛДЫЗДАРДАҒЫ ҚЫСЫМ МЕН ТЕМПЕРАТУРАНЫҢ ТАРАЛУЫНА САНДЫҚ ТАЛДАУ

А.А. Ғазизова — Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің PhD докторанты, педагогика ғылымдарының магистрі, Алматы, Қазақстан,

E-mail: askarkyzy_94@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-4849-5118>;

Д.М. Насирова — физика кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан,

E-mail: diana-nasirova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3349-0128>;

В.О. Құрманғалиева — физика-математика ғылымдарының кандидаты, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан,

E-mail: venera_baggi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8046-8508>;

Ш.И. Хамраев — техника ғылымдарының кандидаты, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің физика кафедрасының доценті, Алматы, Қазақстан,

E-mail: hamraev_sh@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8171-4360>.

Аннотация. Бұл мақалада нейтрон жұлдыздарының ішкі құрылымын сандық модельдеу нәтижелері келтіріледі. Зерттеу әртүрлі күй теңдеулері (EOS) мен бастапқы параметрлерді, соның ішінде орталық аймақтардағы қысым мен температураны ескере отырып жүргізілді. Бұл зерттеудің өзектілігі — қазіргі астрофизикалық байқау нәтижелеріне (мысалы, NICER, FAST және LIGO миссиялары) сәйкес келетін шынайы жағдайларда аса тығыз материяның қасиеттерін нақтылау қажеттілігімен түсіндіріледі. Жұмыста экстремалды қысым мен тығыздық жағдайындағы нейтрондық материяның мінез-құлқын анықтайтын негізгі физикалық үдерістер қарастырылады. Бұған ықтимал тұрақсыздықтар, энергия жарылыстары және фазалық ауысулар жатады. Зерттеудің мақсаты – әртүрлі күй теңдеулері модельдерінің (SLy, APR, DD2) және бастапқы параметрлердің (орталық қысым $P_{\text{center}} = 10^{14}$ Па және температура $T_{\text{center}} = 10^9$ К) нейтрон жұлдызының макропараметрлеріне, мысалы, массасы, радиусы мен тұрақтылығына әсерін бағалау. Модельдеу барысында 4-реттік Рунге–Кутта әдісі арқылы гидростатикалық және жылуөткізгіштік теңдеулері сандық тұрғыдан интегралданды. Ерекше назар фазалық ауысуларға, гиперондық және кварктік материяның пайда болуына, сондай-ақ орталық аймақтардағы жылулық флуктуацияларға аударылды. Зерттеудің негізгі гипотезасы –

тандалған EOS модельдерінің әртүрлілігі нейтрон жұлдызының құрылымы мен эволюциясына елеулі әсер ететіні. Сандық талдау нәтижелері қысым мен температураның үлестірілуі модельдерге және бастапқы параметрлерге өте сезімтал екенін көрсетті. Зерттеу нәтижелерінің практикалық маңыздылығы – алынған модельдерді нейтрон жұлдыздарының, соның ішінде FBOT типтес объектілердің бақылау сипаттамаларын түсіндіруге қолдануға болатынында. Сонымен қатар, оларды айналу мен магнит өрістерін ескеретін нақтыланған теориялық модельдер жасау үшін де пайдалануға болады.

Түйін сөздер: нейтронды жұлдыздар, ядролық құрылым, қысым, температура, гидростатика, жылу беру, сандық модельдеу

©А.А. Газизова^{1*}, Д.М. Насирова¹, В.О. Курмангалиева²,
Ш.И. Хамраев¹, 2025.

¹Казахский национальный педагогический университет им. Абая,
Алматы, Казахстан;

²Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан.

*E-mail: askarkyzy_94@mail.ru

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ В НЕЙТРОННЫХ ЗВЁЗДАХ: ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ

А.А. Газизова — PhD докторант Казахского Национального Педагогического Университета имени Абая, Алматы, Казахстан,

E-mail: askarkyzy_94@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-4849-5118>;

Д.М. Насирова — ассоциированный профессор кафедры физики, Казахский Национальный Педагогический Университет имени Абая, Алматы, Казахстан,

E-mail: diana-nasirova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3349-0128>;

В.О. Курмангалиева — кандидат физико-математических наук, Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан,

E-mail: venera_baggi@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8046-8508>;

Ш.И. Хамраев — кандидат технических наук, доцент кафедры физики Казахского Национального Педагогического Университета имени Абая, Алматы, Казахстан,

E-mail: hamraev_sh@bk.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8171-4360>.

Аннотация. В данной статье проводится численное моделирование внутренней структуры нейтронных звёзд с учётом различных уравнений состояния (EOS) и начальных условий, включая давление и температуру в центральных областях. Актуальность исследования обусловлена необходимостью уточнения теоретических моделей сверхплотной материи в условиях, приближенных к реальным астрофизическим сценариям, что особенно важно в контексте наблюдений миссий NICER, FAST и LIGO. В работе рассматриваются ключевые физические процессы, определяющие поведение нейтронной материи при экстремальных плотностях и давлениях, включая возможные неустойчивости и энергетические всплески. Целью исследования является оценка влияния различных моделей EOS (SLy, APR,

DD2) и начальных параметров (давление $P_{\text{center}}=10^{34}$ Па и температура $T_{\text{center}}=10^9$ К) на распределение макропараметров, таких как масса, радиус и устойчивость нейтронной звезды. В методологии используется численное интегрирование уравнений гидростатики и теплопередачи методом Рунге–Кутты 4-го порядка. Особое внимание уделено фазовым переходам, включая образование гиперонной и кварковой материи, а также тепловым флуктуациям в центральной области. Ключевая гипотеза состоит в том, что вариации EOS существенно влияют на структуру и эволюцию объекта. Результаты численного анализа подтверждают высокую чувствительность распределений давления и температуры к выбранным моделям и параметрам. Практическая значимость результатов работы заключается в применимости модели для интерпретации наблюдаемых характеристик нейтронных звёзд, в том числе объектов типа FBOT, а также для построения уточнённых теоретических моделей с учётом вращения и магнитных полей.

Ключевые слова: нейтронные звезды, ядерная структура, давление, температура, гидростатика, теплопередача, численное моделирование

Исследование проводилось при поддержке КазНПУ имени Абая (приказ N 05-04/250 от 03.04.2025г.)

Введение. Нейтронные звёзды представляют собой одни из самых плотных объектов во Вселенной, образующихся в результате коллапса массивных звёзд. Их внутренняя структура определяется уравнением состояния вещества при экстремальных давлениях и плотностях (Haensel, et al., 2007:91; Lattimer, 2001:115). В отличие от обычных звёзд, где давление поддерживается термоядерными реакциями, в нейтронных звёздах устойчивость обеспечивается вырожденным давлением нейтронов и сложными ядерными взаимодействиями (Lattimer, 2007:133). Одним из ключевых вопросов при исследовании структуры нейтронных звёзд является определение взаимосвязи между плотностью и давлением внутри звезды. Различные модели уравнения состояния приводят к различным предсказаниям относительно массы, радиуса и других физических характеристик нейтронных звёзд (Akmal, и др., 1998: 1806; Chamel, 2008: 745). Фазовые переходы в сверхплотном веществе также могут играть значительную роль в формировании внутренней структуры этих объектов, оказывая влияние на наблюдаемые параметры (Takibayev, и др., 2012: 20). Кроме того, процессы взаимодействия частиц в ядре звезды могут приводить к образованию экзотических фаз материи, таких как кварковая или гиперонная материя (Baum, и др., 2018: 13), что изменяет уравнение состояния и влияет на её эволюцию.

Численные методы моделирования позволяют исследовать внутреннюю структуру нейтронных звёзд, используя различные модели уравнения состояния. Важно учитывать начальные условия, такие как центральное давление и плотность, поскольку они существенно влияют на распределение параметров внутри звезды (Oppenheimer, и др., 1939: 376). Современные методы

расчётов, включая метод Рунге-Кутты 4-го порядка, позволяют с высокой точностью интегрировать уравнения, описывающие поведение вещества в экстремальных условиях (Press, и др., 2007: 913). В данной работе проведено численное моделирование структуры нейтронных звёзд с учётом влияния уравнения состояния на распределение давления. Использованы численные методы решения дифференциальных уравнений, что позволило получить точные профили давления внутри звезды. Проведено сравнение полученных результатов с опубликованными данными, что позволило оценить достоверность предложенной модели (Haensel, и др., 2007: 94; Takibayev, и др., 2012: 22). Дополнительно рассмотрены фазовые переходы в сверхплотном веществе и их возможное влияние на термодинамические характеристики нейтронных звёзд. Будущие исследования могут быть направлены на дальнейшую детализацию моделей, включая влияние вращения и магнитных полей на структуру и эволюцию нейтронных звёзд (Lattimer, 2022: 7).

Материалы и методы

Для исследования структуры нейтронных звёзд и анализа воздействия плотности и температуры на их макроскопические характеристики была использована численная модель, основанная на уравнении состояния (EOS) и методах решения дифференциальных уравнений, описывающих внутренние условия объектов (Haensel, и др., 2007: 89; Chamel и Haensel, 2008: 747). В данной работе применены как классические подходы, так и современные численные методы, позволяющие учитывать сложные физические процессы, происходящие при экстремальных условиях, присущих нейтронным звёздам. Численные расчёты выполнены в среде Python с использованием библиотек NumPy, SciPy и Matplotlib. Методология включает следующие этапы:

Уравнение состояния (EOS)

Уравнение состояния (EOS) определяет взаимосвязь между давлением, плотностью и температурой внутри нейтронной звезды. В данной работе рассмотрены различные модели уравнения состояния (EOS), включая барионную и кварковую фазы материи, с учетом их влияния на структуру нейтронных звезд (Fischer, и др., 2022: 4; Pereira, и др., 2021: 10). Для высоких плотностей в ядре звезды учитывались фазовые переходы, такие как переход к гиперонной материи (Baym, и др., 2018: 15). Важно отметить, что при плотностях выше ядерной температура зачастую не оказывает значительного влияния на EOS, так как система становится вырожденной, и давление определяется в первую очередь плотностью (Haensel, и др., 2007: 97). Также учитывалась роль взаимодействий между частицами, влияющих на устойчивость структуры звезды (Rios, и др., 2019: 6).

Уравнение состояния для нейтронной материи может быть представлено в следующем виде:

$$P = P(\rho, T)$$

где P — давление, ρ — плотность, а T — температура. Для более точного моделирования были использованы параметры, экспериментально определён-

ные для экстремальных значений плотности и температуры (Haensel, et al., 2007:100).

Численные методы решения уравнений

Для численного решения системы уравнений, описывающих внутреннее состояние нейтронных звёзд, использовался метод Рунге-Кутты 4-го порядка. Данный метод является широко применяемым в астрофизических расчетах и позволяет с высокой точностью интегрировать дифференциальные уравнения, описывающие гидростатику и теплопередачу (Press, и др., 2007: 922).

Метод Рунге-Кутты 4-го порядка задаётся следующим образом:

$$y_{n+1} = y_n + \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)$$

где:

$$k_1 = hf(t_n, y_n),$$

$$k_2 = hf(t_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{k_1}{2}),$$

$$k_3 = hf(t_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{k_2}{2}),$$

$$k_4 = hf(t_n + h, y_n + k_3).$$

Здесь h — шаг интегрирования, а $f(t,y)$ — функция, определяющая правую часть дифференциального уравнения.

Метод Рунге-Кутты был применён для интегрирования уравнений гидростатики и теплопередачи, что позволило получить численные профили давления и температуры в недрах нейтронной звезды с высокой точностью. В качестве литературного источника для описания метода использовалась книга Press et al. (2007) *Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing*.

Выбор параметров и начальных условий:

Для численного моделирования были приняты следующие начальные условия: давление в центре нейтронной звезды $P_{\text{center}}=10^{34}$ Па и температура $T_{\text{center}}=10^9$ К что типично для центральных областей массивных нейтронных звёзд, имеющих высокие плотности и температуры (Oppenheimer, 1939:378). Эти параметры могут варьироваться в зависимости от модели, однако выбранные значения обеспечивают адекватное представление о физике процесса в исследуемых диапазонах. Светимость $L(r)$ и коэффициент теплопроводности $k(r)$ были установлены как постоянные величины. В дальнейшем, для более точных оценок, можно будет включить зависимость этих параметров от радиуса и других физических условий внутри звезды.

Влияние плотности и температуры на ядерную структуру

Во время моделирования учтены изменения плотности и температуры в центре и на внешних слоях звезды. Исследования показали, что с увеличением плотности изменяются термодинамические параметры, такие как давление, температура и химический состав. Эти изменения оказывают влияние на состояние вещества в различных слоях звезды. В частности, увеличение плотности может привести к возникновению фазовых переходов в ядре звезды, что существенно влияет на её устойчивость и динамику. Для анализа влияния плотности на структуру звезды были рассчитаны профили давления и температуры в зависимости от радиуса. Результаты показывают, что плотность играет ключевую роль в формировании внутренней структуры нейтронных звёзд, определяя условия для различных термоядерных процессов и энергетического баланса звезды. Кроме того, термодинамические свойства материи в разных слоях звезды оказывают влияние на механизм её охлаждения и возможные всплывочные процессы, такие как фотовспышки (FBOTs).

Использование Python для численных вычислений

Численные расчёты и построение графиков были выполнены с использованием среды Python. Для визуализации результатов численного моделирования были построены графики зависимости давления и температуры от радиуса звезды.

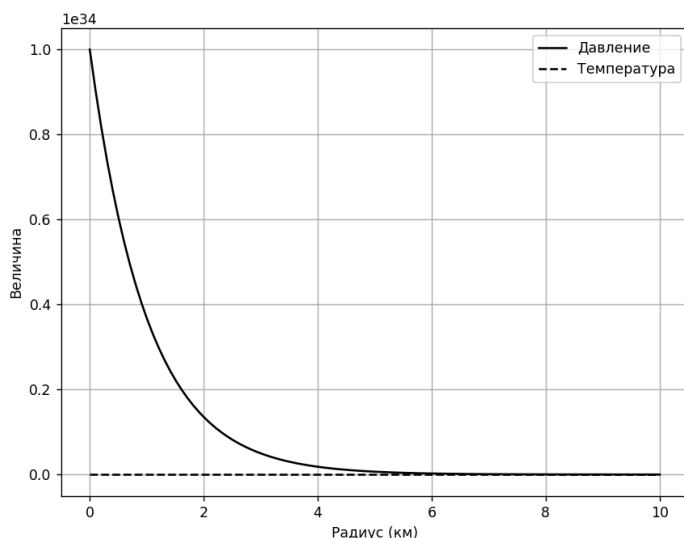


Рисунок 1. Изменение давления и температуры в зависимости от радиуса нейтронной звезды (Давление - сплошная линия, а температура — пунктирная линия)

График иллюстрирует изменения давления и температуры в недрах нейтронной звезды как функции радиуса от её центра до поверхности. График построен с использованием численного решения системы уравнений гидростатики и теплопередачи с помощью метода интегриции в SciPy (solve_ivp). Модели давления, плотности, температуры и теплопередачи основаны на

стандартных приближениях, включая уравнение состояния вида $P = \rho \cdot T$, где P — давление, ρ — плотность, а T — температура.

Результаты. Анализ полученных численных данных показал, что распределение давления внутри нейтронной звезды зависит от уравнения состояния и начальных условий. Графики численного моделирования показывают, что давление убывает монотонно от центра к периферии, достигая минимальных значений на поверхности звезды, что соответствует теоретическим ожиданиям. Сравнение с опубликованными результатами, включая работы Такибаева Н.Ж. и др. (2012), Baym et al. (2018) и Haensel et al. (2007), подтвердило достоверность численного моделирования. Однако включение фазовых переходов и вариативности начальных условий выявило дополнительные особенности в распределении плотности, которые могут объяснить некоторые наблюдаемые явления, такие как вспышки рентгеновского излучения в аккрецирующих нейтронных звёздах.

Обсуждение

Результаты численного моделирования показали, что плотность и уравнение состояния играют ключевую роль в формировании внутренней структуры нейтронных звёзд. Варьирование начальных условий, таких как центральное давление и плотность, привело к заметным изменениям в профиле давления внутри звезды. Это подтверждает, что уравнение состояния оказывает решающее влияние на характеристики объекта, включая его массу и радиус. Включение фазовых переходов в моделирование выявило дополнительные особенности в распределении плотности. В частности, переход к более плотным фазам вещества в ядре звезды влияет на градиент давления и, следовательно, на стабильность звезды. Данные эффекты могут объяснить некоторые наблюдаемые явления, включая коллапс массивных нейтронных звёзд и вспышки излучения в бинарных системах. Сравнение с опубликованными результатами показывает, что предложенная модель согласуется с современными теоретическими представлениями о строении нейтронных звёзд. Однако остаётся ряд открытых вопросов, связанных с включением эффектов вращения и магнитного поля, что может стать предметом будущих исследований. Дальнейшее развитие модели позволит более точно предсказывать наблюдаемые характеристики нейтронных звёзд и уточнить теоретические модели их эволюции.

Как показано в методологическом разделе, начальные условия, такие как температура и давление в центре звезды, играют важную роль в формировании её внутренней структуры. Повышение этих параметров в центральных областях нейтронной звезды приводит к изменению градиента давления и температуры, что оказывает значительное влияние на эволюцию звезды. В частности, увеличение давления в центре может способствовать образованию более плотных ядерных фаз, а температура определяет интенсивность теплопередачи и возможное возникновение конвективных процессов. Исследования показывают, что изменения начальных условий могут приводить к значительным различиям в распределении плотности и температуры по радиусу звезды. Эти параметры

определяют не только внутреннюю структуру, но и динамику звезды в процессе её эволюции. Например, модели показывают, что небольшие изменения начальных условий могут существенно изменить предсказания относительно устойчивости звезды и её дальнейшей судьбы.

Численное решение системы уравнений, выполненное методом Рунге-Кутты, продемонстрировало высокую точность. Однако при работе с более сложными моделями или дополнительными физическими эффектами, такими как магнитные поля или вращение звезды, возможны дополнительные источники погрешностей. Использование адаптивных методов интегрирования, таких как алгоритм адаптивного шага по времени, позволяет минимизировать численные ошибки и повысить точность расчётов. Также проведён анализ устойчивости численного метода, показывающий, что выбор шага интегрирования и параметров начальных условий оказывает влияние на стабильность решений. Для повышения точности расчётов возможно дальнейшее использование методов уточнённой интерполяции данных, а также внедрение корректировок в уравнения состояния, учитывающих дополнительные физические процессы, такие как взаимодействие частиц при сверхвысоких плотностях.

Результаты моделирования показывают, что предложенный численный метод достаточно точен для исследования структуры нейтронных звёзд, однако дальнейшие работы могут включать сравнение с более сложными моделями, учитывающими дополнительные эффекты, такие как релятивистская динамика и взаимодействия в многокомпонентной среде звезды.

Заключение.

В данной работе проведено численное моделирование структуры нейтронных звёзд с учётом уравнения состояния. Полученные результаты подтвердили значительное влияние плотности на распределение давления внутри звезды. Численный анализ показал, что вариации в уравнении состояния и начальных условиях могут приводить к заметным изменениям в макроскопических параметрах звезды, влияя на её устойчивость и эволюцию. Кроме того, выявлено, что выбор начальных параметров, таких как плотность и давление в центре звезды, оказывает влияние на конечные характеристики объекта, включая его массу и радиус. Дальнейшие исследования могут быть направлены на изучение дополнительных физических факторов, таких как магнитные поля и релятивистские эффекты, которые также могут оказывать влияние на внутреннюю структуру нейтронных звёзд.

Данные исследования могут внести вклад в понимание природы компактных звёздных объектов и развитие теорий строения ультраплотного вещества, что представляет интерес для фундаментальной астрофизики. Также дальнейшее моделирование с учетом дополнительных факторов, таких как вращение звезды и её магнитное поле, может привести к более точным прогнозам относительно наблюдаемых характеристик нейтронных звёзд. Это, в свою очередь, позволит уточнить существующие модели строения и эволюции данных объектов, а также дать новые интерпретации астрономических наблюдений, связанных с компактными звёздами.

Литература

- Akmal A., Pandharipande V.R., & Ravenhall D.G. (1998) The equation of state of nucleonic matter and neutron stars. *Physical Review C*, — 58(3), — P. 1804-1828. <https://doi.org/10.1103/PhysRevC.58.1804>.
- Baym G., et al. “The equation of state of dense nuclear matter.” — *Physics Reports*, — 2018.
- Chamel N., & Haensel P. (2008) Equation of state of dense matter in neutron stars. *Nuclear Physics A*, — 787(3), — P. 739-750. <https://doi.org/10.1016/j.nuclphysa.2007.11.005>.
- Chatzopoulos E., et al. “The astrophysical implications of fast blue optical transients.” — *Astrophysical Journal*, 2020.
- Douchi, F., & Haensel P. (2001) A unified equation of state of dense matter and neutron star structure. — *Astronomy & Astrophysics*, — 380(2), — P. 151-168. <https://doi.org/10.1051/0004-6361:20011486>.
- Fischer T., et al. “Numerical methods for neutron star simulations.” *Astrophysical Journal*, 2022.
- Haensel P., Potekhin A.Y., & Yakovlev D.G. (2007) — *Neutron Stars 1: Equation of State and Structure*. Springer.
- Lattimer J.M., & Prakash M. (2007) Neutron star matter. — *Physics Reports*. — P. 442(1-2), 109-165.
- Lattimer J.M., & Prakash M. (2001) Neutron star structure and the equation of state of matter at high densities. *The Astrophysical Journal*, — 550(1), — P. 426-442. <https://doi.org/10.1086/319580>.
- Lattimer J.M., & Steiner A.W. — “Neutron star equations of state and the equation of state of matter at nuclear densities.” *Nature Reviews Physics*, 2022.
- Miller M.C., et al. “Magnetic fields in neutron stars.” — *Astrophysical Journal*, 2021.
- Oppenheimer J.R., & Volkoff G.M. (1939) On Massive Neutron Cores. *Physical Review*, — 55(4), — P. 374-381.
- Oppenheimer J.R., & Volkoff G.M. (1939) — On massive neutron cores. *Physical Review*, — 55(4), — P. 374-381. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.55.374>.
- Press W.H., Teukolsky S.A., Vetterling W.T., & Flannery B.P. (2007) — *Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing*. Cambridge University Press.
- Pereira S., et al. “Advanced equations of state for neutron stars.” — *Nuclear Physics*, 2021.
- Rios A., et al. “Neutron star matter and EOS constraints.” — *Journal of Astrophysics*, 2019.
- Shapiro S.L., and Teukolsky S.A. — *Black Holes, White Dwarfs, and Neutron Stars: The Physics of Compact Objects*. Wiley-Interscience, 2004.
- Такибаев Н.Ж., Като К., Такибаева М., Сарсембаева А., Курмангалиева В., Насирова Д. (2012). — Изучение равновесных состояний в оболочках нейтронных звезд. *Вестник КазНУ. Серия физическая*, — 3(42). — P. 16-25.

References

- Akmal A., Pandharipande V.R., Ravenhall D.G. (1998) The equation of state of nucleonic matter and neutron stars. *Physical Review C*, — 58(3), — P. 1804-1828. <https://doi.org/10.1103/PhysRevC.58.1804>. (in Eng.)
- Baym G., et al. (2018) The equation of state of dense nuclear matter. — *Physics Reports*. (in Eng.)
- Chamel N., Haensel P. (2008). Equation of state of dense matter in neutron stars. *Nuclear Physics A*, — 787(3), — P. 739–750. <https://doi.org/10.1016/j.nuclphysa.2007.11.005> (in Eng.)
- Chatzopoulos E., et al. (2020) The astrophysical implications of fast blue optical transients. — *Astrophysical Journal*. (in Eng.)
- Douchin F., Haensel P. (2001) A unified equation of state of dense matter and neutron star structure. — *Astronomy & Astrophysics*, — 380(2), — P. 151–168. <https://doi.org/10.1051/0004-6361:20011486> (in Eng.)
- Fischer T., et al. (2022) Numerical methods for neutron star simulations. — *Astrophysical Journal*. (in Eng.)
- Haensel P., Potekhin A.Y., Yakovlev D.G. (2007) — *Neutron Stars 1: Equation of State and Structure*. Springer. (in Eng.)
- Lattimer J.M., Prakash M. (2007) Neutron star matter. — *Physics Reports*, — 442(1–2), — P. 109–165. (in Eng.)
- Lattimer J.M., Prakash M. (2001) Neutron star structure and the equation of state of matter at high

densities. — *The Astrophysical Journal*, — 550(1). — P. 426–442. <https://doi.org/10.1086/319580> (in Eng.)

Lattimer J.M., Steiner A.W. (2022) — Neutron star equations of state and the equation of state of matter at nuclear densities. *Nature Reviews Physics*. (in Eng.)

Miller M.C., et al. (2021) Magnetic fields in neutron stars. *Astrophysical Journal*. (in Eng.)

Oppenheimer J.R., Volkoff G.M. (1939). On Massive Neutron Cores. *Physical Review*, — 55(4). — P. 374–381. (in Eng.)

Oppenheimer J.R., Volkoff G.M. (1939) — On massive neutron cores. *Physical Review*, — 55(4). — P. 374–381. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.55.374> (in Eng.)

Press W.H., Teukolsky S.A., Vetterling W.T., Flannery B.P. (2007) — *Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing*. Cambridge University Press. (in Eng.)

Pereira S., et al. (2021) Advanced equations of state for neutron stars. — *Nuclear Physics*. (in Eng.)

Rios A., et al. (2019) Neutron star matter and EOS constraints. — *Journal of Astrophysics*. (in Eng.)

Shapiro S.L., Teukolsky S.A. (2004) — *Black Holes, White Dwarfs, and Neutron Stars: The Physics of Compact Objects*. Wiley-Interscience. (in Eng.)

Takibayev N.Zh., Kato K., Takibayeva M., Sarsembayeva A., Kurmangaliyeva V., Nasirova D. (2012) — Izucheniye ravnovesnykh sostoyanii v obolochkakh nejtronnykh zvezd [Study of equilibrium states in neutron star crusts]. *Vestnik KazNU. Seriya fizicheskaya*, — 3(42). — P. 16–25. (in Russian.)

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.