

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 Арслан Зайнұталайұлы, 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. Dalelkhankyzy¹, G. Baimbetova², N. Koilyk¹, S. Toktarbay³,
A. Beisebayeva⁴, 2025.

¹Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan;

²Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan;

³Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan;

⁴Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: dalelkhankyzy.d@gmail.com

QUASISPIN FORMALISM OF INTERACTION BETWEEN BOSONS AND ITS APPLICATION IN NUCLEAR THEORY

A. Dalelkhankyzy — PhD, Senior Lecturer at Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: dalelkhankyzy.d@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4974-2860>;

G.A. Baimbetova — Physics and Mathematics, Head of the Department for Research and Training of Scientific Personnel at Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: bgulzada_74@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4922-5310>;

N.O. Koilyk — Physics and Mathematics, Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: nurgali.koilyk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0281-0096>;

S. Toktarbay — PhD, Senior Lecturer at Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: toktarbay.saken@kaznu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-5699-4476>;

A.S. Beisebayeva — Physics and Mathematics, Associate Professor at Satbayev University, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: a.s.beisebayeva@satbayev.university, <https://orcid.org/0009-0004-6097-5384>.

Abstract. In the field of nuclear physics, the nature of the forces between nucleons has not yet been fully revealed. Therefore, the movement of nucleons in the medium field and their effective interaction currently play an important role in explaining the basic properties of these nuclear systems. Because of this, nucleons can be arranged in pairs in quantum state shells that correspond to energy levels, such as atomic electrons, as a result of strong mutual effects. Over the past decades, the Interacting Boson Model (IBM) has gained wide application for describing nuclear structure. This model has proven particularly effective in analyzing low-energy levels in nuclear spectroscopy. The simplicity of the algebraic structure and the fundamental concepts underlying the IBM provide extensive opportunities for studying collective excitations in the nucleus. Early theoretical approaches linked nuclear deformations with the geometrical distribution of nucleons; however, modern interpretations view these excitations as energy levels arising from interactions between bosons within the

nucleus. At present, the IBM is regarded as one of the leading tools for describing nuclear structure. The simplest version of this model considers only the interactions of s- and d-bosons, which is sufficient to explain the structure of low-energy states in heavy nuclei. The relevance of the study is important. Despite the diversity of approaches to describing the nature of nuclear interactions in many-particle systems, most early theories were phenomenological in nature. Among them, the Interacting Boson Model occupies a special place, providing a solid foundation for interpreting new experimental data and addressing modern scientific and technological challenges.

Keywords: nucleus, states of the nucleus, Hamiltonian of the nuclear reaction, atomic nucleus, the spectra, gamma transitions

© А. Дәлелханқызы¹, Г. Баймбетова², Н. Қойлық¹, С. Токтарбай³,
А. Бейсебаева⁴, 2025.

¹Қазақ ұлттық педагогикалық қыздар университеті, Алматы, Қазақстан;

²Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан;

³Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан;

⁴Қ.И. Сатпаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан.
E-mail: dalelkhankyzy.d@gmail.com

БОЗОНДАР АРАСЫНДАҒЫ ӨЗАРА ӘСЕРЛЕСУДІҢ КВОЗИСПИНДІК ФОРМАЛИЗМІ ЖӘНЕ ОНЫҢ ЯДРОЛЫҚ ТЕОРИЯДАҒЫ ҚОЛДАНЫЛУЫ

А. Дәлелханқызы — PhD, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінің аға оқытушысы, Алматы, Қазақстан,

E-mail: dalelkhankyzy.d@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4974-2860>;

Г.А. Баймбетова — ф.-м.ғ.к., Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университетінің ҒЗЖ және ғылыми кадрларды даярлау басқармасының басшысы, Алматы, Қазақстан,

E-mail: bgulzada_74@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4922-5310>;

Н.О. Қойлық — ф.-м.ғ.к., Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан,

E-mail: nurgali.koilyk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0281-0096>;

С. Токтарбай — PhD, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің аға оқытушысы, Алматы, Қазақстан

E-mail: toktarbay.saken@kaznu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-5699-4476>;

А.С. Бейсебаева — ф.-м.ғ.к., Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің қауымдастырылған профессоры, Алматы, Қазақстан,

E-mail: a.s.beisebayeva@satbayev.university, <https://orcid.org/0009-0004-6097-5384>.

Аннотация. Ядролық физика саласында нуклондар арасындағы күштердің табиғаты әлі толық ашылған жоқ. Сондықтан нуклондардың орта өрістегі қозғалысы және олардың тиімді өзара әрекеттесуі қазіргі кезде осы ядролық жүйелердің негізгі қасиеттерін түсіндіруде маңызды рөл атқарады. Осыған байланысты нуклондар күшті өзара әсерлердің нәтижесінде атомдық электрондар сияқты энергия деңгейлеріне сәйкес келетін кванттық күй қабықшаларында жұп болып орналасуы мүмкін. Соңғы онжылдықтарда өзара әрекеттесетін бозон моделі (ӘБМ) ядролық құрылымды сипаттау үшін кеңінен қолданыла бастады.

Бұл модель ядролық спектроскопиядағы төмен энергия деңгейлерін талдауда әсіресе тиімді екенін дәлелдеді. Алгебралық құрылымның қарапайымдылығы және ОБМ негізіндегі іргелі ұғымдар ядроғағы ұжымдық қозуларды зерттеуге кең мүмкіндіктер береді. Ертедегі теориялық тәсілдер ядролық деформацияларды нуклондардың геометриялық таралуымен байланыстырды; дегенмен, қазіргі заманғы интерпретациялар бұл қозуларды ядро ішіндегі бозондардың өзара әрекеттесуінен туындайтын энергия деңгейлері ретінде қарастырады. Қазіргі уақытта әрекеттесетін бозондар моделі ядролық құрылымды сипаттайтын жетекші құралдардың бірі болып саналады. Бұл модельдің қарапайым нұсқасы тек s - және d -бозондарының өзара әрекеттесуін қарастырады, бұл ауыр ядролардағы төмен энергиялы күйлердің құрылымын түсіндіру үшін жеткілікті болып табылады. Зерттеудің өзектілігі маңызды. Көп бөлшекті жүйелердегі ядролық өзара әрекеттесу сипатын сипаттауға арналған тәсілдердің алуан түрлілігіне қарамастан, алғашқы теориялардың көпшілігі феноменологиялық сипатта болды. Олардың ішінде өара әрекеттесетін бозон моделі ерекше орын алады, бұл жаңа эксперименттік деректерді интерпретациялауға және заманауи ғылыми-техникалық мәселелерді шешуге берік негіз береді.

Түйін сөздер: ядро, ядро күйлері, ядролық реакция гамильтониан, атом ядросы; спектрлер, гамма ауысу

© А. Далелханкызы¹, Г. Баймбетова², Н. Койлык¹, С. Токтарбай³,
А. Бейсебаева⁴, 2025.

¹Казахский национальный женский педагогический университет,
Алматы, Казахстан;

²Казахский национальный педагогический университет имени Абая,
Алматы, Казахстан;

³Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан;

⁴Казахский национальный исследовательский технический университет имени
К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан.
E-mail: dalelkhankyzy.d@gmail.com

КВАЗИСПИНОВЫЙ ФОРМАЛИЗМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БОЗОНОВ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ЯДЕРНОЙ ТЕОРИИ

А. Далелханкызы — PhD, старший преподаватель Казахского национального женского педагогического университета, Алматы, Казахстан,
E-mail: dalelkhankyzy.d@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4974-2860>;

Г.А. Баймбетова — кандидат физико-математических наук, начальник управления НИР и подготовки научных кадров Казахского национального педагогического университета имени Абая, Алматы, Казахстан,

E-mail: bgulzada_74@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4922-5310>;

Н.О. Койлык — кандидат физико-математических наук, Казахский национальный женский педагогический университет, Алматы, Казахстан,

E-mail: nurgali.koilyk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0281-0096>;

С. Токтарбай — PhD, старший преподаватель Казахского национального университета имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан,



E-mail: toktarbay.saken@kaznu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-5699-4476>;

А.С. Бейсебаева — кандидат физико-математических наук, доцент Казахского национального технического исследовательского университета имени К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан,

E-mail: a.s.beisebayeva@satbayev.university, <https://orcid.org/0009-0004-6097-5384>.

Аннотация. В области ядерной физики природа взаимодействий между нуклонами до конца еще не раскрыта. Поэтому движение нуклонов в поле среды и их эффективное взаимодействие в настоящее время играют важную роль в объяснении основных свойств этих ядерных систем. Благодаря этому нуклоны могут располагаться парами в оболочках квантовых состояний, соответствующих энергетическим уровням, таким как атомные электроны, в результате сильных взаимных эффектов. За последние десятилетия модель взаимодействующих бозонов (ВМБ) получила широкое применение для описания структуры ядра. Эта модель оказалась особенно эффективной при анализе низкоэнергетических уровней в ядерной спектроскопии. Простота алгебраической структуры и фундаментальные концепции, лежащие в основе IBM, предоставляют широкие возможности для изучения коллективных возбуждений в ядре. Ранние теоретические подходы связывали ядерные деформации с геометрическим распределением нуклонов; однако современные интерпретации рассматривают эти возбуждения как энергетические уровни, возникающие в результате взаимодействий между бозонами внутри ядра. В настоящее время ВМБ считается одним из ведущих инструментов для описания структуры ядра. Простейшая версия этой модели рассматривает только взаимодействия s- и d-бозонов, чего достаточно для объяснения структуры низкоэнергетических состояний в тяжелых ядрах. Актуальность исследования важна. Несмотря на разнообразие подходов к описанию природы ядерных взаимодействий в многочастичных системах, большинство ранних теорий были феноменологическими по своей природе. Среди них модель взаимодействующих бозонов занимает особое место, обеспечивая прочную основу для интерпретации новых экспериментальных данных и решения современных научных и технологических задач.

Ключевые слова: ядро, состояния ядра, гамильтониан ядерной реакции, атомное ядро, спектры, гамма-переходы

Кіріспе. Көп нуклонды жүйелердің ішкі құрылымы мен қасиеттерін сипаттау үшін нуклондардың күшті өзара әрекеттесуіне және олардың жұптасу құбылысына негізделген бірыңғай микроскопиялық фермиондық теория жасалды. Осы мақсатта Фермион операторларын бозондық кеңістігіне проекциялау әдісі қолданылды, ол Отсука–Арима–Якелло (ОАЯ) схемасына негізделген. Бұл әдіс арқылы фермион матрицасының элементтері негізінде ӘБМ гамильтонианындағы ерікті параметрлерді анықтау мүмкіндігі берілді. (Arima, et al., 1978) Құрылған теория жеңіл және орташа ядролық массасы бар сфералық изотоптардың құрылымын талдауда қолданылды. Теориялық тұрғыдан алынған физикалық шамалар эксперименттік нәтижелермен және әдебиеттегі балама әдістермен алынған мәліметтермен салыстырылды және олардың өзара

сәйкестігін талдады. Осы зерттеудің нәтижесінде ұсынылған тәсіл ӘБМ феноменологиясының негіздерін тереңірек түсіндіріп қана қоймайды, сонымен қатар ядролық құрылымның жаңа тенденцияларын ашады және оларды бейбіт ядролық технологияларда тиімді пайдалануға мүмкіндік береді (Baktybaev, et al., 1985).

Сфералық ядролардағы бозондар мен коллективтік күйлердің өзара байланысы

Бозондардан тұратын жүйелерді сипаттайтын SU(6) симметриялы гамильтонианның асимптотикалық шегі көптеген жағдайларда реал ядролардың қасиеттерін толық бейнелей алмайды. Себебі көптеген ядролар үшін асимптотикалық симметриялар айқын сақталмайды. Мысалы, сфералық ядроларды қарастыру кезінде SU(5) симметриясында ε, C_L соңғы екі мүшелер параметрлерінен айтарлықтай көп деп алып: $\varepsilon, C_L > \nu_0, \nu_2$, соңғы екі мүшені есептен шығарып тастап отырады. Мұндай симметрия жағдайында гамильтонианның бастапқы екі мүшесі жүйенің энергетикалық сипаттамасын анықтаса, кейінгі мүшелері параметрлік түрленулерге тәуелді болады. Бұл – жүйенің нақты күйін бейнелеу үшін жеткіліксіз. Барреттің зерттеулерінде, Se изотоптарындағы ядролық күй сипаттамаларын SU(5) симметриясы аясында бозондық үлгімен түсіндірудің шектеулері көрсетілген. Аталған теория E2 типті электромагниттік ауысулар ықтималдығын $B(E2, 2_1^+ \rightarrow 0_1^+)$ анықтауға негізделеді. Дегенмен, эксперименттік деректер бұл мәндердің теориялық нәтижелермен толық сәйкес келмейтінін көрсетті (Pannet, et al., 1985). Бұл – квадрупольдік күйлердің фондық күйлермен күрделі араласуының жеткілікті түрде ескерілмегенін аңғартады.

Аталған қиындықтарды айналып өту үшін, коллективтік ядролық қозғалыстарды дәлірек сипаттауға мүмкіндік беретін кеңейтілген үлгілер ұсынылған. Мысалы, Бақтыбаев және әріптестері d-бозондармен қатар f-бозондарды да енгізіп, модельге теріс октупольдік күй элементтерін қосуды ұсынды. Бұл тәсіл Se изотоптарының кейбір күйлерін дәлірек сипаттауға мүмкіндік бергенімен, тәжірибе нәтижелерімен толық сәйкес келетін жалпылама шешім бола алған жоқ. Қазіргі жұмыс аясында E2 – өту интенсивтігін және γ -сәулелену сипаттамаларын сандық жолмен есептеп, алынған теориялық нәтижелерді нақты эксперименттік деректермен салыстыру мақсатын көздейді. Сонымен қатар, f-бозондардың модельдегі үлес салмағы мен маңызын анықтау үшін қосымша тексерулер жүргізіледі.

Негізгі әдістер мен материалдар. Зерттеуде қарастырылатын модель екі түрлі бозоннан — квадрупольдік және октупольдік — құралған жүйеге негізделеді. Мұндай жүйелерде гамильтонианды және сәйкес электромагниттік операторларды диагональдық түрде бейнелеу мүмкіндігі артады. Себебі, физикалық тұрғыдан маңызды болып табылатын конфигурациялар тек белгілі бір түрдегі бозондардың (мысалы, $(d^+)^{Nd} * f^+$ өзара әрекеттесуінен құралады. Бұл жағдайда E1-типті ауысулар, яғни $(d^+)^{N+1}$ конфигурациясынан пайда болған күйлер, экспериментте байқалатын теріс жұптылықтағы күйлерге сәйкес келеді және көбіне негізгі күймен бірге байқалады.

$$H = H_d + H_f + V_{fd} \quad (1)$$

Аталған конфигурациялардың гамильтонианын былайша бейнелеуге болады:

• H_d – дәстүрлі s және d бозондар үшін жазылған квадрупольдік гамильтониан;

• H_f — октупольдік күйді сипаттайтын f -бозон гамильтонианы;

• V_{fd} — квадруполь және октуполь бозондары арасындағы өзара әрекеттесу бөлімі.

Бұл өзара әсер гамильтонианы келесі түрде өрнектеледі:

$$V_{fd} = \sum_L w_L [(d^+ f^+)^{(L)} (df)^{(L)}]^{(0)} + w'_L [(d^+ s + s^+ d)^{(L)} (f^+ f)^{(L)}]^{C_0} \quad (2)$$

Квадрупольдік бозондармен шектелетін қарапайым жағдайларда бұл өрнектің тек бірінші қосындысы, яғни w_L параметрі ғана басты рөл атқарады. Ал берілген жұмыс аясында гамильтонианның толық құрылымы қарастырылады, мұндағы w_L ($L = 12345$) мәндеріндегі параметрлер арқылы әр түрлі өзара әсер процестері сипатталады. Енді толық гамильтонианды

$$\begin{aligned} H = & \varepsilon_d \sum_m d_m^+ d_m + \sum_L \frac{1}{2} (2L+1)^{\frac{1}{2}} C_L [(d^+ d^+)^{(L)} * (d)^{(L)}]^{(0)} + \\ & + \varepsilon_f \sum_m f_m^+ f_m + \sum_{L,m} \frac{1}{2} (2L+1)^{\frac{1}{2}} C_L [(f^+ f^+)^{(L)} (f)^{(L)}]^{(0)} + \\ & + \sum_L w_L [(d^+ f^+)^{(L)} (df)^{(L)}]^{(0)} \end{aligned} \quad (3)$$

Осы зерттеу аясында есептеулерді оңтайландыру мақсатында келесі қарапайым шектеу қойылды: жүйеде тек бір квадрупольдік бозон N_d – және бір ғана октупольдік бозон $N_f = 1$ қарастырылды. Мұндай шектеу қойылған модель үшін гамильтонианның диагональдық элементі келесі түрде өрнектеледі:

$$E(d^{N_d} I_d = 2N_d, f, I = 2N_d + 3) = E(d^{N_d}) + \varepsilon_f + N_d w_L \quad (4)$$

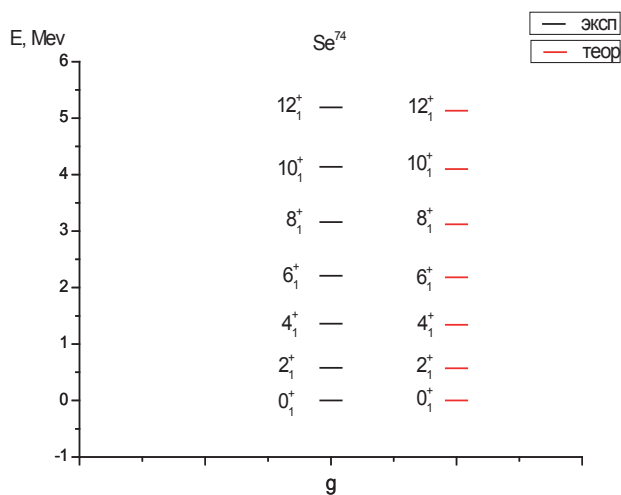
$E(d^{N_d})$ – квадрупольдік бозондар есебінен қалыптасқан негізгі жолақ күйінің энергиясы; соңғы мүше — d -бозон мен f -бозон арасындағы өзара әсер энергиясын сипаттайды.

Осылайша құрастырылған модель тек бір октупольдік бозон қосылған жүйеге негізделіп, селеннің изотоптарындағы теріс жұптылықты күйлер мен олардың энергетикалық жолақтарының табиғатын сипаттауға мүмкіндік береді. Мұндай үлгі теориялық параметрлердің алдын ала белгілі мәндеріне негізделіп құрастырылған және олар тәжірибелік мәндермен сәйкестендіріліп елеулі түзетулер енгізуді қажет етпеді.

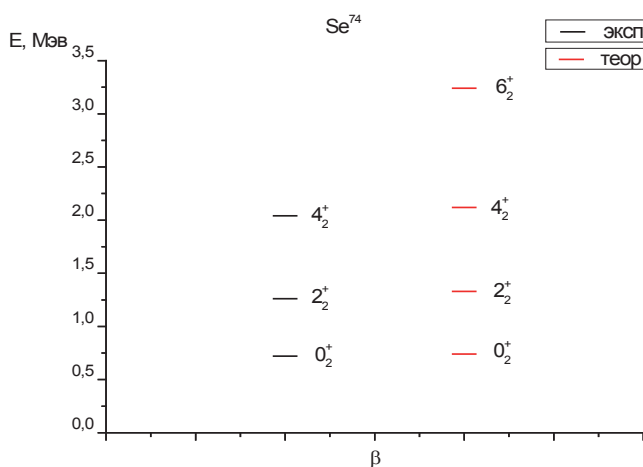
Пайдаланылған гамильтониан параметрлерінің нақты мәндері:

$$\begin{aligned} \varepsilon &= 0.62 \text{ МэВ}, & C_4 &= 0.10 \text{ МэВ}, & C_2 &= -0.001 \text{ МэВ} \\ C_0 &= -0.40 \text{ МэВ}, & \varepsilon_3 &= 2.2 \text{ МэВ}, & w_L &= -0.07 \text{ МэВ} \end{aligned}$$

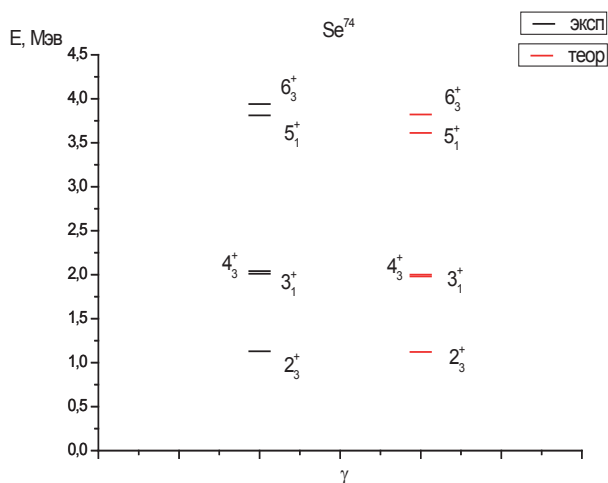
Жоғарыда көрсетілген параметрлерге сүйене отырып, $^{74}_{34}\text{Se}_{40}$ изотопының төменгі энергетикалық күйлерінен құралған спектрі есептелді. Қорытынды нәтижелер 1–4 суреттерде келтірілген. Эксперименттік мәліметтерден барлық ядролар үшін тек Y^{00}, Y^{10}, Y^{01} жолақтарының энергетикалық деңгейлері анықталған және олар энергия бірлігі ретінде МэВ-пен берілген. Бұл жолақтар геометриялық Бор–Маттельсон жіктеу жүйесі бойынша $g-, \beta-, \gamma-$ типтегі ауысулар ретінде белгіленген (Bohr, et al., 1971).



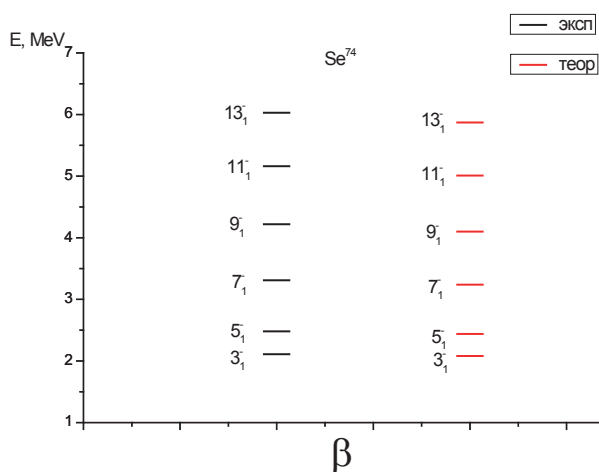
Сурет 1. Теориялық модельмен және тәжірибе арқылы анықталған $^{74}_{34}\text{Se}_{40}$ Ядроның g-жолағы спектрі (МэВ)



Сурет 2. Теориялық модельмен және тәжірибе арқылы анықталған $^{74}_{34}\text{Se}_{40}$ Ядроның β -жолағы спектрі (МэВ)



Сурет 3. Теориялық модельмен және тәжірибе арқылы анықталған $^{74}\text{Se}_{40}$ Ядроның γ - жолағы спектрі (МэВ)



Сурет 4. Теориялық модельмен және тәжірибе арқылы анықталған $^{74}\text{Se}_{40}$ Ядроның β - жолағының түрленуі (МэВ)

Қарастырылып отырған ядроның энергетикалық спектрі қолданылған теориялық әдістің тиімділігін дәлелдейді. Әрбір күйдің толқындық функциясының сипаттамалары нақты күйлермен дұрыс сәйкестенуі қажет. Бұл үшін толқындық функцияларды талдауда $B(E1)$, $B(E2)$ электромагниттік ауысу ықтималдықтарын есептеу арқылы толықтыру қажет. Анықталған ықтималдықтарды тек тәжірибелік нәтижелермен салыстырумен шектелмей, өзге теориялық әдістермен алынған мәліметтермен де салыстырған жөн. Мұндай балама теория ретінде Давыдов пен оның шәкірті Чобанның Бор–Моттelson моделіне негізделген γ гамма-асимметриялы ядроларға арналған геометриялық феноменологиялық тұжырымдамасын қарастыруға болады.

А.С. Давыдовтың теориясында β, γ, μ – параметрлері асимметриялы ядролардың сипаттамасы ретінде енгізіледі. Бұл шамалар ядроның симметрия осіндегі деформациясын, айналмалы қозғалыс бағытындағы динамикасын және тербеліс амплитудасын сипаттайды. Алдында айтылғандай, ^{74}Se изотопының негізгі g-жолағымен қатар β, γ жолақтары мен жұптылығы теріс күй деңгейлері арасындағы E(2) квадрупольдік γ -ауысуларының ықтималдығы біз қолданған ӘБМ әдісімен, сондай-ақ Давыдов моделімен есептелді. Бұл теориялық бағалар эксперименттік нәтижелермен салыстырылып, 1-кестеде берілген.

1 – Кесте. $^{74}\text{Se}_{40}$ ядросындағы гамма – ауысуларындағы $B(E2)$ мәндерін тәжірибеде жүзінде салыстыру

γ – ауысу	$B(E2), 10^{-50} e^2 cm^2$			
$I \rightarrow I'$	$E_I \rightarrow E_{I'} (МэВ)$	экспер	ӘБМ	мдч, $\mu = 0.5 \quad \gamma = 25^\circ$
1	2	3	4	5
$2_1^+ \rightarrow 0_1^+$	0.64→0	74(3)	74	74
$4_1^+ \rightarrow 2_1^+$	1.36→0.64	148(6)	128	128
$6_1^+ \rightarrow 4_1^+$	2.23→1.36	83(20)	105	193
$8_1^+ \rightarrow 6_1^+$	3.20→2.23	97(7)	110	252
$10_1^+ \rightarrow 8_1^+$	4.26→3.20	88(13)	104	298
$12_1^+ \rightarrow 10_1^+$	5.44→4.26	87(11)	102	360
$14_1^+ \rightarrow 12_1^+$	6.74→5.44	73(12)	93	-
$16_1^+ \rightarrow 14_1^+$	8.12→6.74	90(27)	121	-
$4_2^+ \rightarrow 2_2^+$	1,88→1,27	120(5)	110	62
$6_2^+ \rightarrow 4_2^+$	2,66→1,88	77(35)	115	-
$8_2^+ \rightarrow 6_2^+$	3,53→2,66	49(20)	83	-
$10_2^+ \rightarrow 8_2^+$	4,45→3,53	67(30)	102	-
$12_2^+ \rightarrow 10_2^+$	1,88→0,64	8.2(35)	2.2	-
$4_2^+ \rightarrow 2_1^+$	2,66→1,36	3.3(15)	5.3	-
$6_2^+ \rightarrow 4_1^+$				
$3_1^+ \rightarrow 2_2^+$	1.88→1.27	120(5)	104	191
$5_1^+ \rightarrow 3_1^+$	2.66→1.88	77(35)	85	-
$7_1^+ \rightarrow 5_1^+$	3.53→2.66	49(20)	76	-
$9_1^+ \rightarrow 7_1^+$	4.55→3.53	67(30)	87	-
$11_1^+ \rightarrow 9_1^+$	1.88→0.64	8.2(35)	3.0	9.2
$3_1^+ \rightarrow 2_1^+$	2.66→1.36	3.3(15)	2.0	-
$5_1^+ \rightarrow 4_1^+$	1.88→1.36	81(35)	54	90
$3_1^+ \rightarrow 4_1^+$				

Нәтижелер мен талқылау. Жүргізілген салыстырмалы талдаулар негізінде, біз ұсынған кванттық бозондық модель – яғни квадрупольдік және октупольдік бозондарды бірлесіп қарастыратын теория – ядроның E2 түріндегі ауысуларының ықтималдықтарын дәл сипаттай алатыны анық байқалады. Бұл теория тек негізгі ипасит-жолаққа тән энергетикалық деңгейлер үшін ғана емес,

сонымен қатар күрделі құрылымды, теріс жұптылыққа ие күй жолақтары үшін де энергетикалық сипаттамаларды нақты бере алады. Бұл нәтиже ұсынылған моделіміздің кең ауқымды физикалық жүйелерге қолдануға жарамды екенін көрсетеді. Жалпы алғанда, Давыдов–Чобан моделі ядролық құрылымды сипаттау үшін белгілі бір тиімділікке ие әрі физикалық тұрғыда түсінікті, қанағаттанарлық тәсіл болып табылады. Алайда, бұл теорияның әлсіз тұстары да бар екенін эксперименттік мәліметтермен салыстыру барысында байқауға болады. Атап айтқанда, Давыдов–Чобан моделінде спин саны артқан сайын ауысу ықтималдықтары да сызықтық түрде ұлғая береді, ал тәжірибеде мұндай заңдылық орындалмайды. Бұл теориялық болжамның физикалық шындықпен толық үйлеспейтінін білдіреді.

Электромагниттік ауысулар ықтималдығы бойынша есептелген мәндер мен нақты эксперименттік нәтижелердің арасындағы сәйкестік біздің кеңейтілген бозондық моделімізде анағұрлым жоғары. Мысалы, электромагниттік бозондық теория (ЭБТ) шеңберінде есептелген энергетикалық деңгейлердің тәжірибе нәтижелерімен айырмасы бар болғаны 0.015–0.017 МэВ шегінде ғана. Бұл – жоғары дәлдік көрсеткіші. Керісінше, Давыдов–Чобан моделінде бұл айырма орташа алғанда 0.25 МэВ-қа дейін жетеді, бұл – айтарлықтай ауытқу. Сонымен қатар, зерттеу нәтижелері көрсеткендей, Давыдов–Чобан моделі теріс жұптылыққа ие күйлер арасындағы квадрупольдік ауысулардың ықтималдықтарын дәл сипаттай алмайды. Мұндай айырмашылықтарды осы модельдің параметрлерін өзгерту арқылы азайту да мүмкін емес екені анықталды. Бұл жағдай, өз кезегінде, моделдің құрылымдық шектеулерін көрсетіп, күрделі ядролық жүйелерге оны қолдануда белгілі бір шектеулер бар екенін білдіреді.

Қорытынды. Асимптотикалық шек теориясын симметриялы бозондық модельдерге сүйене отырып, сферикалық ядролардың қасиеттерін талдауға қолдану тиімді нәтижелер беретіндігі тәжірибе жүзінде айқындалды. Осы зерттеуде $SU(6)$ - симметриялы бозондық тәсілдің әмбебаптығы тек сферикалық ядроларға ғана емес, сондай-ақ сферикалық пен деформацияланған ядролардың аралығында орналасқан нуклидтерге де таралатыны қарастырылды. Алайда, мұндай өтпелі ядроларға $SU(6) \supset SU(5)$ асимптотикалық симметрияны толық күйінде қолдану физикалық тұрғыдан шектеулі екендігі анықталды. Сондықтан, бұл симметрияны тек оның спонтанды түрде ішінара бұзылған формасында ғана пайдалану ядроның ішкі құрылымын дәл сипаттауға мүмкіндік беретіні белгілі болды. Зерттеу барысында сферикалық конфигурацияларға жақын ядролардың қасиеттерін сипаттау мақсатында, квадрупольді $SU(5)$ - симметриялы гамильтонианға бір немесе екі октупольді бозондық операторларды қосу арқылы жасалған модельдің жоғары деңгейде тиімділік танытатыны дәлелденді. Құрастырылған гамильтониан көмегімен зерттелген ядролардың төмен энергиялы күйдегі спектрлері және сол спектр деңгейлері арасындағы квадрупольдік $E2$ электромагниттік көшу ықтималдықтары есептелді. Бұл модель $^{74}_{34}\text{Se}_{40}$ ұсынылған ядролық жүйелердің энергетикалық құрылымын сандық тұрғыдан дәл сипаттай алатын қуатты құрал екендігін көрсетті.

Әдебиет

- Бор О., Моттelson Б. (1971) Структура атомного ядра. — Т.1,2. — С. 455-664.
- Arima A., & Iachello F. (1978) Interacting boson model of collective states. *Annals of Physics*, — Vol. 123. — P. 468–492.
- Baktybaev K.B., & Kabulov A.B. (1985) The role of particle-particle dipole model of collective motions in heavy nuclei. *Journal of Physics G: Nuclear Physics*, №11(4). — P. 63–67.
- Iachello, F., & Jackson, A. D. (1982) A phenomenological approach to clustering in heavy nuclei. *Physics Letters B*, №108(3). — P.151–154. [https://doi.org/10.1016/0370-2693\(82\)91162-5](https://doi.org/10.1016/0370-2693(82)91162-5).
- Vergados J.D. (1968) SU (3) R(3) Wigner coefficients in the 2s-1d shell. *Nuclear Physics A*, №111(3). — P. 681–682. [https://doi.org/10.1016/0375-9474\(68\)90249-2](https://doi.org/10.1016/0375-9474(68)90249-2).
- Voronov V.V., & Solovyev A.G. (1983) The basic equations of the quasiparticle-phonon model of the nucleus. *Theoretical and Mathematical Physics*, №57. — P. 75–84. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01028176>.
- Pannet W., Ring P., & Gambhir Y.K. (1985) An analysis of angular momentum-projected Hartree-Fock-Bogoliubov wave functions in IBM. *Nuclear Physics A*, №443(2). — P. 189–191. [https://doi.org/10.1016/0375-9474\(85\)90259-3](https://doi.org/10.1016/0375-9474(85)90259-3).
- Baktybaev K.K., Dalelkhankyzy A., Koilyk N.O., Ramankulov K.E., Koilyk N.O., & Baktybaev M.K. (2013) The nucleon-pair shell description of collective excitations of spherical nuclei. *Advanced Studies in Theoretical Physics*, Phys. — Vol. 7, №12. — P. 595-603. <https://m-hikari.com/astp/astp2013/astp9-12-2013/dalelkhankyzyASTP9-12-2013>.
- Baktybaev K.K., Dalelkhankyzy A., Koilyk N.O., Ramankulov K.E., & Baktybaev M.K. (2014). Description of collective states of 102,104,106,108,110Pd isotopes in the nucleon-pair model. *Adv. Studies Theor. Phys.* — Vol. 8, №10. — P. 475-484. <https://m-hikari.com/astp/astp2014/astp9-12-2014/dalelkhankyzyASTP9-12-2014>.
- Бактыбаев К.Б., Абельдина Ж.К. (1978) Структура состояний изотопов с $\Phi=89-94$ в оболочечной модели с обобщенной сеньорити. *Изв.АН СССР, сер.физ.*, — Т.42, — С.116. (орысша).
- Baktybaev K.K., Dalelkhankyzy A., Koilyk N.O. (2015). Methods Strongly-Connected Channels and the Inelastic of Alpha Particles on Nuclei ^{28, 30, 32} Si. *Advanced Studies in Theoretical Physics*, Phys. — Vol. 9, №10. — P. 483-493. <https://www.m-hikari.com/astp/astp2015/astp9-12-2015/p/dalelkhankyzyASTP9-12-2015>.
- Бекжанов Р.Б. (1989) Справочник по ядерной физике. Книга 1.
- Lederer C.M., & Shirley V.S. (1978) Table of isotopes (7th ed.). New York. <https://escholarship.org/content/qt28m305b5/qt28m305b5.pdf#page=170>.
- Luo, Y. A., Pan, F., Bahri, C., & Dayer, I. P. (2005). Pair shell model and the interacting boson model. *Physical Review* — C. 71, 044304. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevC.71.044304>.
- Takada K. & Tazaki S. Yosumoto S. (2006) Dyson Boson Mapping and Shell-Model Calculations for Even-Even Nuclei. *Progress of Theoretical Physics*, №1. 1, — Vol. 16. — P. 107.10.1143/PTP.116.107. <https://doi.org/10.1143/PTP.116.107>.

References

- Bor O., Mottel'son B. (1971) Struktura atomnogo yadra [The structure of the atomic nucleus]. Moscow: Mir, — Т.1,2. — С. 455-664. (in Russian)
- Arima A., & Iachello F. (1978) Interacting boson model of collective states. *Annals of Physics*, — Vol. 123. — P. 468–492. (in Eng.).
- Baktybaev K.B., & Kabulov A.B. (1985) The role of particle-particle dipole model of collective motions in heavy nuclei. *Journal of Physics G: Nuclear Physics*, №11(4). — P. 63–67. (in English)
- Iachello F., & Jackson A.D. (1982) A phenomenological approach to clustering in heavy nuclei. *Physics Letters B*, №108(3), — P.151–154. [https://doi.org/10.1016/0370-2693\(82\)91162-5](https://doi.org/10.1016/0370-2693(82)91162-5). (in English)
- Vergados J.D. (1968) SU (3) R(3) Wigner coefficients in the 2s-1d shell. *Nuclear Physics A*, №111(3). — P. 681–682. [https://doi.org/10.1016/0375-9474\(68\)90249-2](https://doi.org/10.1016/0375-9474(68)90249-2). (in English)
- Voronov V.V., & Solovyev A.G. (1983) The basic equations of the quasiparticle-phonon model of the nucleus. *Theoretical and Mathematical Physics*, №57. — P. 75–84. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01028176>. (in English)

Pannet W., Ring P., & Gambhir Y.K. (1985) An analysis of angular momentum-projected Hartree-Fock-Bogoliubov wave functions in IBM. Nuclear Physics A, №443(2). — P.189–191. [https://doi.org/10.1016/0375-9474\(85\)90259-3](https://doi.org/10.1016/0375-9474(85)90259-3). (in English)

Baktybaev K.K., Dalelkhankyzy A., Koilyk N.O., Ramankulov K.E., Koilyk N.O., & Baktybaev M.K. (2013) The nucleon-pair shell description of collective excitations of spherical nuclei. Advanced Studies in Theoretical Physics, Phys. — Vol. 7, №12. — P. 595-603. <https://m-hikari.com/astp/astp2013/astp9-12-2013/dalelkhankyzyASTP9-12-2013>. (in English)

Baktybaev K.K., Dalelkhankyzy A., Koilyk N.O., Ramankulov K.E., & Baktybaev M.K. (2014) Description of collective states of 102,104,106,108,110Pd isotopes in the nucleon-pair model. Adv. Studies Theor. Phys. — Vol. 8, №10. — P. 475-484. <https://m-hikari.com/astp/astp2014/astp9-12-2014/dalelkhankyzyASTP9-12-2014>. (in English)

Baktybaev K.B., Abel'dina ZH.K. (1978) Struktura sostoyanij izotopov s $F=89-94$ v obolochечноj modeli s obobshchennoj sen'oriti [The structure of isotope states with $F=89-94$ in the shell model with generalized seniority] Izv.AN SSSR, ser.fiz., — T.42. — S.116. (in Russian)

Baktybaev K.B., Dalelkhankyzy A., Koilyk N.O. (2015) Methods Strongly-Connected Channels and the Inelastic of Alpha Particles on Nuclei ^{28, 30, 32} Si. Advanced Studies in Theoretical Physics, Phys. — Vol. 9, №10. — P. 483-493. <https://www.m-hikari.com/astp/astp2015/astp9-12-2015/p/dalelkhankyzyASTP9-12-2015>.

Bekzhanov R.B. (1989) Spravochnik po yadernoj fizike. Kiniga [Handbook of Nuclear Physics] (in Russian)

Lederer, C. M., & Shirley, V. S. (1978). Table of isotopes (7th ed.). New York. <https://escholarship.org/content/qt28m305b5/qt28m305b5.pdf#page=170>

Luo Y.A., Pan F., Bahri C., & Dayer I.P. (2005). Pair shell model and the interacting boson model. Physical Review — C. 71. 044304. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevC.71.044304>.

Takada K. & Tazaki S. Yosumoto S. (2006). Dyson Boson Mapping and Shell-Model Calculations for Even-Even Nuclei. Progress of Theoretical Physics, №1. 1, — Vol. 16. — P. 07.10.1143/PTP.116.107.<https://doi.org/10.1143/PTP.116.107>.

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.