

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

2023 • 4



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ  
«ХАЛЫҚ» ЖҚ

# БАЯНДАМАЛАРЫ

## ДОКЛАДЫ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ  
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН»  
ЧФ «ХАЛЫҚ»

## REPORTS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
«Halyk» Private Foundation

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944

ALMATY, NAS RK



## ЧФ «ХАЛЫҚ»

В 2016 году для развития и улучшения качества жизни казахстанцев был создан частный Благотворительный фонд «Халык». За годы своей деятельности на реализацию благотворительных проектов в областях образования и науки, социальной защиты, культуры, здравоохранения и спорта, Фонд выделил более 45 миллиардов тенге.

Особое внимание Благотворительный фонд «Халык» уделяет образовательным программам, считая это направление одним из ключевых в своей деятельности. Оказывая поддержку отечественному образованию, Фонд вносит свой посильный вклад в развитие качественного образования в Казахстане. Тем самым способствуя росту числа людей, способных менять жизнь в стране к лучшему – профессионалов в различных сферах, потенциальных лидеров и «великих умов». Одной из значимых инициатив фонда «Халык» в образовательной сфере стал проект *Ozgeris powered by Halyk Fund* – первый в стране бизнес-инкубатор для учащихся 9-11 классов, который помогает развивать необходимые в современном мире предпринимательские навыки. Так, на содействие малому бизнесу школьников было выделено более 200 грантов. Для поддержки талантливых и мотивированных детей Фонд неоднократно выделял гранты на обучение в Международной школе «Мирас» и в *Astana IT University*, а также помог казахстанским школьникам принять участие в престижном конкурсе «*USTEM Robotics*» в США. Авторские работы в рамках проекта «Тәлімгер», которому Фонд оказал поддержку, легли в основу учебной программы, учебников и учебно-методических книг по предмету «Основы предпринимательства и бизнеса», преподаваемого в 10-11 классах казахстанских школ и колледжей.

Помимо помощи школьникам, учащимся колледжей и студентам Фонд считает важным внести свой вклад в повышение квалификации педагогов, совершенствование их знаний и навыков, поскольку именно они являются проводниками знаний будущих поколений казахстанцев. При поддержке Фонда «Халык» в южной столице был организован ежегодный городской конкурс педагогов «*Almaty Digital Ustaz*».

Важной инициативой стал реализуемый проект по обучению основам финансовой грамотности преподавателей из восьми областей Казахстана, что должно оказать существенное влияние на воспитание финансовой грамотности и предпринимательского мышления у нового поколения граждан страны.

Необходимую помощь Фонд «Халык» оказывает и тем, кто особенно остро в ней нуждается. В рамках социальной защиты населения активно проводится работа по поддержке детей, оставшихся без родителей, детей и взрослых из социально уязвимых слоев населения, людей с ограниченными возможностями, а также обеспечению нуждающихся социальным жильем, строительству социально важных объектов, таких как детские сады, детские площадки и физкультурно-оздоровительные комплексы.

В копилку добрых дел Фонда «Халык» можно добавить оказание помощи детскому спорту, куда относится поддержка в развитии детского футбола и карате в нашей стране. Жизненно важную помощь Благотворительный фонд «Халык» оказал нашим соотечественникам во время недавней пандемии COVID-19. Тогда, в разгар тяжелой борьбы с коронавирусной инфекцией Фонд выделил свыше 11 миллиардов тенге на приобретение необходимого медицинского оборудования и дорогостоящих медицинских препаратов, автомобилей скорой медицинской помощи и средств защиты, адресную материальную помощь социально уязвимым слоям населения и денежные выплаты медицинским работникам.

В 2023 году наряду с другими проектами, нацеленными на повышение благосостояния казахстанских граждан Фонд решил уделить особое внимание науке, поскольку она является частью общественной культуры, а уровень ее развития определяет уровень развития государства.

Поддержка Фондом выпуска журналов Национальной Академии наук Республики Казахстан, которые входят в международные фонды Scopus и Wos и в которых публикуются статьи отечественных ученых, докторантов и магистрантов, а также научных сотрудников высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов нашей страны является не менее значимым вкладом Фонда в развитие казахстанского общества.

**С уважением,  
Благотворительный Фонд «Халык»!**

Б А С Р Е Д А К Т О Р :

**БЕНБЕРИН Валерий Васильевич**, медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Президенті Іс Басқармасы Медициналық орталығының директоры (Алматы, Қазақстан), Н = 11

Р Е Д А К Ц И Я Л Ы Қ А Л Қ А :

**РАМАЗАНОВ Тілекқабил Сәбитұлы**, (бас редактордың орынбасары), физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), Н = 26

**РАМАНҚҰЛОВ Ерлан Мирхайдарұлы**, (бас редактордың орынбасары), профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Ph.D биохимия және молекулалық генетика саласы бойынша Ұлттық биотехнология орталығының бас директоры (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 23

**САНГ-СУ Квак**, Ph.D (биохимия, агрохимия), профессор, Корей биоғылым және биотехнология ғылыми-зерттеу институты (KRIBB), өсімдіктердің инженерлік жүйелері ғылыми-зерттеу орталығының бас ғылыми қызметкері, (Дэчон, Корея), Н = 34

**БЕРСІМБАЕВ Рахметқажы Ескендірұлы**, биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Еуразия ұлттық университеті. Л.Н. Гумилев (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 12

**ӘБИЕВ Руфат**, техника ғылымдарының докторы (биохимия), профессор, Санкт-Петербург мемлекеттік технологиялық институты «Химиялық және биотехнологиялық аппаратураны онтайландыру» кафедрасының меңгерушісі, (Санкт-Петербург, Ресей), Н = 14

**ЛЮКШИН Вячеслав Нотанович**, медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «PERSONA» халықаралық клиникалық репродуктология орталығының директоры (Алматы, Қазақстан), Н = 8

**СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич**, биология ғылымдарының докторы, профессор, Чуваш республикасының еңбек сіңірген ғылым қайраткері, «Чуваш мемлекеттік аграрлық университеті» Федералдық мемлекеттік бюджеттік жоғары білім беру мекемесі Акушерлік және терапия кафедрасының меңгерушісі, (Чебоксары, Ресей), Н = 23

**ФАРУК Асана Дар**, Хамдар аль-Маджида Хамдар университетінің шығыс медицина факультеті, Шығыс медицинасы колледжінің профессоры, (Карачи, Пәкістан), Н = 21

**ЩЕПЕТКИН Игорь Александрович**, медицина ғылымдарының докторы, Монтана штаты университетінің профессоры (Монтана, АҚШ), Н = 27

**КАЛАНДРА Пьетро**, Ph.D (физика), нанокұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия), Н = 26

**МАЛЫМ Анна**, фармацевтика ғылымдарының докторы, профессор, Люблин медицина университетінің фармацевтика факультетінің деканы (Люблин, Польша), Н = 22

**БАЙМҰҚАНОВ Дастан Асылбекұлы**, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, ҚР ҰҒА корреспондент мүшесі, "Мал шаруашылығы және ветеринария ғылыми-өндірістік орталығы" ЖШС мал шаруашылығы және ветеринарлық медицина департаментінің бас ғылыми қызметкері (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 1

**ТИГИНИЯНУ Ион Михайлович**, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова Ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова), Н = 42

**КАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәліұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), Н = 7

**БОШКАЕВ Қуантай Авғазыұлы**, Ph.D. Теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 10

**QUEVEDO Hernando**, профессор, Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика), Н = 28

**ЖУСНОВ Марат Абжанұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 7

**КОВАЛЕВ Александр Михайлович**, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина), Н = 5

**ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағаұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 5

**ХАРИН Станислав Николаевич**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан-Британ техникалық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 10

**ДАВЛЕТОВ Асқар Ербуланович**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 12

«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.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № КЗ93VPY00025418 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *өсімдік шаруашылығы, экология және медицина саласындағы биотехнология және физика ғылымдары.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет. Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28; 219 бөл.; тел.: 272-13-19

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

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:**

**БЕНБЕРИН Валерий Васильевич**, доктор медицинских наук, профессор, академик НАН РК, директор Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан (Алматы, Казахстан), Н = 11

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

**РАМАЗАНОВ Тлеккабул Сабитович**, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), Н = 26

**РАМАНКУЛОВ Ерлан Мирхайдарвич**, (заместитель главного редактора), профессор, член-корреспондент НАН РК, Ph.D в области биохимии и молекулярной генетики, Генеральный директор Национального центра биотехнологии (Нур-Султан, Казахстан), Н = 23

**САНГ-СУ Квак**, доктор философии (Ph.D, биохимия, агрохимия), профессор, главный научный сотрудник, Научно-исследовательский центр инженерных систем растений, Корейский научно-исследовательский институт бионауки и биотехнологии (KRIBB), (Дэчон, Корея), Н = 34

**БЕРСИМБАЕВ Рахметкажи Искендрович**, доктор биологических наук, профессор, академик НАН РК, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева (Нур-Султан, Казахстан), Н = 12

**АБНЕВ Руфат**, доктор технических наук (биохимия), профессор, заведующий кафедрой «Оптимизация химической и биотехнологической аппаратуры», Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Санкт-Петербург, Россия), Н = 14

**ЛЮКШИН Вячеслав Нотанович**, доктор медицинских наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного клинического центра репродуктологии «PERSONA» (Алматы, Казахстан), Н = 8

**СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич**, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки Чувашской Республики, заведующий кафедрой морфологии, акушерства и терапии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный аграрный университет» (Чебоксары, Чувашская Республика, Россия), Н = 23

**ФАРУК Асана Дар**, профессор Колледжа восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет восточной медицины Университета Хамдарда (Карачи, Пакистан), Н = 21

**ЦЕПЕТКИН Игорь Александрович**, доктор медицинских наук, профессор Университета штата Монтана (США), Н = 27

**КАЛАНДРА Пьетро**, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия), Н = 26

**МАЛЫМ Анна**, доктор фармацевтических наук, профессор, декан фармацевтического факультета Люблинского медицинского университета (Люблин, Польша), Н = 22

**БАЙМУКАНОВ Дастанбек Асылбекович**, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент НАН РК, главный научный сотрудник Департамента животноводства и ветеринарии (Нур-Султан, Казахстан), Н = 1

**ТИГИНЯНУ Ион Михайлович**, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова), Н = 42

**КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), Н = 7

**БОШКАЕВ Куантай Авгазыевич**, доктор Ph.D, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 10

**QUEVEDO Hemando**, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика), Н = 28

**ЖУСУПОВ Марат Абжанович**, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 7

**КОВАЛЕВ Александр Михайлович**, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина), Н = 5

**ТАКИБАЕВ Нургали Жабгаевич**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 5

**ХАРИН Станислав Николаевич**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахстанско-Британский технический университет (Алматы, Казахстан), Н = 10

**ДАВЛЕТОВ Аскар Ербуланович**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 12

**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 о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № **KZ93VPY00025418**, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *биотехнология в области растениеводства, экологии, медицины и физические науки.*

Периодичность: 4 раз в год. Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28; ком. 219; тел. 272-13-19

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

## EDITOR IN CHIEF:

**BENBERIN Valery Vasilievich**, Doctor of Medicine, Professor, Academician of NAS RK, Director of the Medical Center of the Presidential Property Management Department of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan), H = 11

## EDITORIAL BOARD:

**RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich**, (Deputy Editor-in-Chief), Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), H = 26

**RAMANKULOVA Erlan Mirkhaidarovich**, (Deputy Editor-in-Chief), Professor, Corresponding Member of NAS RK, Ph.D in the field of biochemistry and molecular genetics, General Director of the National Center for Biotechnology (Nur-Sultan, Kazakhstan), H = 23

**SANG-SOO Kwak**, PhD in Biochemistry, Agrochemistry, Professor, Chief Researcher, Plant Engineering Systems Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), (Daecheon, Korea), H = 34

**BERSIMBAEV Rakhmetkazhi Iskendirovich**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of NAS RK, L.N. Gumilyov Eurasian National University (Nur-Sultan, Kazakhstan), H = 12

**ABIYEV 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), H = 14

**LOKSHIN Vyacheslav Notanovich**, Professor, Academician of NAS RK, Director of the PERSONA International Clinical Center for Reproductology (Almaty, Kazakhstan), H = 8

**SEMENOV Vladimir Grigorievich**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of the Chuvash Republic, Head of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy, Chuvash State Agrarian University (Cheboksary, Chuvash Republic, Russia), H = 23

**PHARUK Asana Dar**, professor at Hamdard al-Majid College of Oriental Medicine. Faculty of Oriental Medicine, Hamdard University (Karachi, Pakistan), H = 21

**TSHEPETKIN Igor Aleksandrovich**, Doctor of Medical Sciences, Professor at the University of Montana (Montana, USA), H = 27

**CALANDRA Pietro**, PhD in Physics, Professor at the Institute of Nanostructured Materials (Monterotondo Station Rome, Italy), H = 26

**MALM Anna**, Doctor of Pharmacy, Professor, Dean of the Faculty of Pharmacy, Lublin Medical University (Lublin, Poland), H = 22

**BAIMUKANOV Dastanbek Asylbekovich**, Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of the NAS RK, Chief Researcher of the department of animal husbandry and veterinary medicine, Research and Production Center for Livestock and Veterinary Medicine Limited Liability Company (Nur-Sultan, Kazakhstan), H=1

**TIGHINEANU Ion Mikhailovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Academician, Full Member of the Academy of Sciences of Moldova, President of the AS of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), H = 42

**KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich**, doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), H = 7

**BOSHKAYEV Kuantai Avgazievich**, PhD, Lecturer, Associate Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 10

**QUEVEDO Hemando**, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico), H = 28

**ZHUSSUPOV Marat Abzhanovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 7

**KOVALEV Alexander Mikhailovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Academician of NAS of Ukraine, Director of the State Institution «Institute of Applied Mathematics and Mechanics» DPR (Donetsk, Ukraine), H = 5

**TAKIBAYEV Nurgali Zhabagaevich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 5

**KHARIN Stanislav Nikolayevich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan), H = 10

**DAVLETOV Askar Erbulanovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 12

**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. **KZ93VPY00025418**, issued 29.07.2020.

Thematic scope: *biotechnology in the field of crop research, ecology and medicine and physical sciences.*

Periodicity: 4 times a year. Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19

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



REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE  
REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

Volume 4. Number 348 (2023), 28–40

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1483.240>

УДК 524.834

МРПТИ 29.05.45

© A.A. Zhadyranova\*, R. Nurmakhan, 2023

Department of General and Theoretical Physics,

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

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

## THE HIERARCHY OF ASSOCIATIVITY EQUATIONS WITH THE METRIC $\eta_{11} \neq 0$

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

**Nurmakhan Ramazan** – magistr student of the department of general and theoretical physics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan  
E-mail: nurmakhanramazan@gmail.com. Orcid: 0009-0000-8791-825X.

**Abstract.** The article investigates the hierarchy of the associativity equation for the case  $N = 2$  and  $n=3$  with the metric  $\eta_{11} \neq 0$  when  $V_0=0$ . Nonlinear differential associativity equations originated from 2D topological field theory. Two-dimensional topological field theory is a material sector of topological string theory. In the physical setting the solutions of associativity equations describe moduli space of topological conformal field theories. We give a description of nonlinear partial differential equations of associativity in 2D topological field theories as integrable nondiagonalizable weakly nonlinear homogeneous system of hydrodynamic type. The article discusses nonlinear equations of the third order for a function  $f = f(x,t)$  of two independent variables  $x, t$ . In this work we consider the associativity equation for  $n=3$  and  $N = 2$  case with an metric  $\eta_{11} \neq 0$  when  $V_0=0$ . The solution of some cases of hierarchy when  $N = 2$  and  $V_0 = 0$  equations of associativity illustrated. Lax pairs for the system of three equations, that contains the equation of associativity are written to find the hierarchy of associativity equation. Using the compatibility condition are found the relations between the matrices  $U, V_2, V_1$ . We obtained the elements of the matrices  $V_2, V_1$  for this described case.

**Key words:** topological field theory, the equations of associativity, string theory, the Lax pair, the compatibility condition

*«This research is funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan grant number AP19674478*

*Influence of minimal and non-minimal coupling on the dynamics of evolution the universe in multifield cosmological models»*

© А.А. Жадыранова \*, Р. Нурмахан, 2023

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

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

## ИЕРАРХИЯ УРАВНЕНИЯ АССОЦИАТИВНОСТИ С МЕТРИКОЙ $\eta_{11} \neq 0$

**Жадыранова Алия Амирбековна\*** – старший преподаватель кафедры общей и теоретической физики, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатпаева 2, Астана, Казахстан

E-mail: a.a.zhadyranova@gmail.com. Orcid: 0000-0003-1153-3438;

Нурмахан Рамазан – магистрант 1 курса кафедры общей и теоретической физики, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатпаева 2, Астана, Казахстан

E-mail: nurmakhanramazan@gmail.com. Orcid: 0009-0000-8791-825X.

**Аннотация.** В статье исследуется иерархия уравнения ассоциативности для случая  $N = 2$  и  $n=3$  с метрикой  $\eta_{11} \neq 0$ , когда  $V_0=0$ . Нелинейные дифференциальные уравнения ассоциативности возникли из 2D топологической теории поля. Двумерная топологическая теория поля представляет собой материальный сектор топологической теории струн. В физической постановке решения уравнений ассоциативности описывают пространство модулей топологических конформных теорий поля. Дано описание нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных ассоциативности в 2D топологических теориях поля как интегрируемой недиагонализуемой слабонелинейной однородной системы гидродинамического типа. В статье рассматриваются нелинейные уравнения третьего порядка для функции  $f = f(x,t)$  двух независимых переменных  $x$ ,  $t$ . В работе рассматривается уравнение ассоциативности для  $n = 3$  случая с метрикой  $\eta_{11} \neq 0$ . Проиллюстрировано решение некоторых случаев иерархии при  $N=2$  и  $V_0=0$  уравнения ассоциативности. Для нахождения иерархии уравнений ассоциативности были записаны пары Лакса для системы из трех уравнений, которая содержит уравнения ассоциативности. С применением условия совместности найдены соотношения между матрицами  $U$ ,  $V_2$ ,  $V_1$ . Получены элементы матриц  $V_2$ ,  $V_1$  для этого описанного случая.

**Ключевые слова:** топологическая теория поля, уравнение ассоциативности, теория струн, пара Лакса, условие совместности

*«Настоящее исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан грант № AP19674478 Влияние минимальной и неминимальной связи на динамику эволюции вселенной в мультиполевых космологических моделях»*



© А.А. Жадыранова\*, Р. Нурмахан, 2023

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

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

## МЕТРИКАСЫ $\Pi_{11} \neq 0$ ҮШІН АССОЦИАТИВТІ ТЕНДЕУІНІҢ ИЕРАРХИЯСЫ

**Жадыранова Алия Амирбековна** - Жалпы және теориялық физика кафедрасының аға оқытушысы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Сәтпаев көш. 2, Астана, Қазақстан

E-mail: a.a.zhadyranova@gmail.com. Orcid: 0000-0003-1153-3438;

**Нурмахан Рамазан** - Жалпы және теориялық физика кафедрасының 1 курс магистанты, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Сәтпаев көш. 2, Астана, Қазақстан

E-mail: nurmakhanramazan@gmail.com. Orcid: 0009-0000-8791-825X.

**Аннотация.** Бұл мақалада  $\Pi_{11} \neq 0$  метрикасымен  $V_0 = 0$  болғандағы  $N=2$  және  $n = 3$  жағдайы үшін ассоциативтілік тендеуінің иерархиясы зерттеледі. Сызықтық емес дифференциалды ассоциативті тендеуі 2D топологиялық өріс теориясынан туындаған. Екі өлшемді топологиялық өріс теориясы ішектердің топологиялық теориясының материалдық секторы болып табылады. Физикалық қолданылуда WDVV ассоциативтілік тендеуінің шешімі өрістің топологиялық конформдық теориясының модульдерінің кеңістігін сипаттайды. 2D топологиялық теориясында ассоциативтілік тендеу жүйесінің гидродинамикалық типтегі интегралданатын сызықты емес біртекті жүйе ретінде берілген. Бұл жұмыста  $x$ ,  $t$  тәуелсіз айнымалыларынан тұратын  $f=f(x,t)$  функциясы үшін үшінші ретті сызықты емес тендеулер талқыланады. Ассоциативтілік тендеу метрика  $\Pi_{11} \neq 0$  болғандағы  $n=3$  жағдайы үшін қарастырылады. Ассоциативтілік тендеулер  $N=2$  және  $V_0 = 0$  иерархиясының бірнеше шешімдері сипатталады. Ассоциативтілік тендеулерінің иерархиясын табу мақсатында ассоциативтілік тендеулерінен құралған тендеулер жүйесі үшін Лакс жұптары жазылды. Сәйкестік шартының қолдану арқылы  $U$ ,  $V_2$ ,  $V_1$  матрицалары арасындағы қатынастар анықталды. Бейнеленген жағдай үшін  $V_2$ ,  $V_1$  матрицалардың элементтері табылды.

**Түйін сөздер:** топологиялық өріс теориясы, ассоциативтілік тендеуі, ішек теориясы, Лакс жұптары, үйлесімділік шарты

*«Осы зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырады грант № AP19674478 Мультиөрістік космологиялық моделдердегі ғалам эволюциясының дина-микасына минималды және минималды емес байланыстың әсері»*

### Кіріспе

Біздің әдеттегі қабылдауымыз кеңістік пен уақыттың суреттерін пайдаланбай мүмкін емес. Ньютон механикасынан бастап, ішек теориясының қазіргі нұсқасына дейінгі барлық физикалық теориялар классикалық механика объектілері немесе жолдар теориясындағы жолдар батырылған белгілі бір

шындық ретінде кеңістік-уақыттың болуын алдын — ала болжайды. Ішек теориясы бастапқыда 70-ші жылдардағы күшті өзара әрекеттесуді зерттеуде пайда болды, бірақ содан кейін калибрлеу теорияларына жол берді. Алайда, теориямен жұмыс жасау барысында белгілі бір күйлердің уақыт кеңістігіндегі фотон мен гравитонға ұқсас екендігі байқалғандықтан, электромагниттік және гравитациялық өзара әрекеттесулерді біріктіруге арналған қосымша зерттеулерге түрткі болды.

Тербелмелі синхронды ішектердің ерекше келісілген күйі кеңістік-уақыт құрылымын құрайды. Ішектер теориясына сәйкес, әдеттегі кеңістіктің әр нүктесінде жасырылған алты өлшемді бүктелген өте қиын қасиеттерге ие кеңістік - кеңістік топологиясы. Кеңістік топологиясы бөлшектердің параметрлеріне: массаларға, зарядтарға, спиндерге, сондай-ақ бөлшектердің ұрпақтарының санына тікелей байланысты.

Ішектердің топологиялық теориясы ішек теорияларына өте ұқсас, атап айтқанда, фермиондық ішек теориясымен көптеген сәйкестіктер бар (Дижграф, 1990). Топологиялық өріс теорияларын екі өлшемді гравитациямен байланыстыру үшін әдеттегі гравитация теориясын Q-симметриясын көрсететін етіп өзгерту қажет. Бұл теория екі өлшемді топологиялық гравитация деп аталады. Екі өлшемді гравитация толығымен кванттық және оны зерттеу (ішек теориясын құруда сөзсіз) кванттық гравитация қалай жұмыс істейтініне біраз жарық түсіреді. Ақырында, істің математикалық жағын атап өтпеуге болмайды. Көптеген ішекті модельдер бай алгебралық және геометриялық қасиеттерге ие. Шын мәнінде, кез-келген геометриялық объектімен арнайы ішекті модельді байланыстыруға болады. Егер бұл берілген метрикасы бар әртүрлілік болса, онда оған сигма моделі салынады; егер тек топология берілсе, онда топологиялық модель болады.

Сондықтан, ішек модельдері Ли алгебрасымен байланысты, ол үшін ол ғаламдық симметрия, киральды алгебра немесе толық симметрия алгебрасы және т. б. болып саналады.

### **Материалдар және негізгі әдістер**

Суперішектер теориясынан стандартты  $U(1) \times SU(2) \times SU(3)$  үлгісінің калибрлеу тобын қамтитын калибрлеу топтары бар квазиреалистік төрт өлшемді супергравитация теорияларын алуға болады. Ландау-Гинзбург теорияларында және топологиялық өріс теорияларында арнайы геометриямен байланысты математикалық объектілер, атап айтқанда Фробениус әртүрліліктері пайда болады. Когомология мен кванттық когомология кеңістігінде пайда болатын көбейту құрылымдары мен метрикалар сәйкесінше Фробениус алгебралары мен Фробениус әртүрліліктерінің ерекше жағдайлары мен маңызды мысалдары болып табылады.

Физикалық тұрғыдан қызықты жүйелерді құру үшін супер зарядтарды фермиондық айнымалылар бойынша сызықтық мүшелерге кеңейту керек (Козырев, 2019). Мұндай сызықтық терминдер ассоциативтіліктің дифференциалдық теңдеулеріне бағынатын жаңа құрылымдық функциялармен бірге

жүреді (Козырев, 2018). Жұмыста (Павлов, 2017) ассоциативті теңдеулердің Лагранж көрінісін табу мәселесі қарастырылды. Суперконформды механиканың гамильтонианы (немесе әрекеті) екі скалярлық потенциалмен анықталады (Лехтенфельд, 2011),  $F$  және  $U$ , олар бозон бөлшегінің координаталық функциялары болып табылады және  $F$  үшін ассоциативті теңдеулерге және  $F$  фонында  $U$  үшін Киллинг типті теңдеуге бағынады (Криванос, 2011). Веселов екі өлшемді топологиялық өріс теориясында және Сюзи Янг-Миллстің  $N = 2$  теориясында маңызды рөл атқаратын ассоциативті теңдеулердің арнайы шешімдер түрін ашты (Магри, 2016). Мақалада геометриялық тәсілдің екі өлшемді конформды өріс теориясы тұрғысынан тұжырыммен тікелей байланысы орнатылады (Гавриленко, 2014).

Бұл мақалада екі өлшемді (Мохов, 1996) топологиялық өріс теорияларындағы (Страчан, 2017) жартылай туындылардағы сызықтық емес дифференциалдық ассоциативті теңдеулерді қарастырамыз (Мохов, 1995). Бастапқыда екі өлшемді (Дубровин, 1996) топологиялық өріс теорияларында (Виттен, 1990) пайда болатын ассоциативтілік теңдеуінің (Сабликовский, 2015) жалпы түрі

$$\frac{\partial^3 F}{\partial t^i \partial t^j \partial t^p} \eta^{pq} \frac{\partial^3 F}{\partial t^q \partial t^k \partial t^r} = \frac{\partial^3 F}{\partial t^i \partial t^k \partial t^p} \eta^{pq} \frac{\partial^3 F}{\partial t^i \partial t^q \partial t^r}, \quad \forall i, j, k, r \in \{1, \dots, n\}$$

Мұндағы  $\Pi$  -препотенциал,  $\Pi$  -метрика болып табылады.  $F$  функциясы әрбір жанама кеңістікте ауыспалы туындыны о анықтайды (Буряк, 2019).

Ағаш (жол) деңгейінде (яғни сферада) топологиялық теория үш құрамдас бөлікпен анықталады (Миронов, 2011) «бақыланатын» негізі бар векторлық кеңістік  $\{\phi_i\}$ ,

$$\text{ассоциативті және ауыстырымды көбейту } \phi_i * \phi_k = \sum_k C_{ij}^k \phi_k,$$

$$\text{осы кеңістіктегі сызықтық пішіні (с-мәнді функция) } \langle \phi_i \rangle = K_i.$$

Жұмыста  $\eta_{11} \neq 0$  болатын метрикасы бар  $n=3$  жағдай үшін ассоциативтілік теңдеулері қарастырылды

$$\eta = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}. \tag{1}$$

Метрика (1) болған жағдайда, интервал (Козырев, 2017) келесідей анықталады

$$ds^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu = g_{11} dx^1 dx^1 + g_{23} dx^2 dx^3 + g_{32} dx^3 dx^2 = dx dx + dy dz + dz dy = dx^2 + 2 dy dz$$

Ассоциативті теңдеулер тензор емес екені анық (Магри, 2015). Аффиндік түрлендіруден басқа кез-келген координаталық өзгеріс теңдеулердің формасын бұзады. Осылайша, координаттар  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  теорияның негізгі құрамдас бөлігі болып табылады.

Бұл жағдайда (1) теңдеудегі метриканы қолданған кезде ассоциативтілік теңдеулері екі тәуелсіз айнымалының  $(x = t^2, t = t^3)$   $f = f(x, t)$  функциясы үшін келесі үшінші ретті сызықтық емес теңдеуге дейін азаяды

$$f_{xxx}f_{ttt} - f_{xxt}f_{xtt} = 1, \quad (2)$$

Жаңадан  $a, b, c$  айнымалыларын келесідей енгізейік

$$a = f_{xxx}, \quad b = f_{xxt}, \quad c = f_{xtt}.$$

Жоғарыдағы айнымалыларда (2) теңдеуді үш теңдеу жүйесі ретінде келесідей қайта жазуға болады

$$\left\{ \begin{array}{l} a_t = b_x, \\ b_t = c_x, \\ c_t = \left( \frac{(1+bc)}{a} \right)_x \end{array} \right. \quad (3)$$

(3) жүйеге арналған Лакс жұбы түрінде

$$\begin{array}{l} \Psi_x = \lambda U \Psi, \\ \Psi_t = \lambda V \Psi, \end{array} \quad (4)$$

мұндағы  $U$ -де арқылы берілген

$$U = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & b & a \\ 1 & c & b \end{pmatrix} \quad (5)$$

және мұндағы  $V$  -де арқылы берілген

$$V = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & c & b \\ 0 & \frac{(1+bc)}{a} & c \end{pmatrix}.$$

(4) жүйенің үйлесімділік шарты келесімен берілген

$$\begin{array}{l} U_t = V_x, \\ [U, V] = 0. \end{array}$$

$\eta_{11} \neq 0$  метрикасы бар  $N=1$  жағдайының иерархиялық шешімі (3) теңдеулер жүйесіне сәйкес келеді.  $n=3$  және  $N=2$  жағдайына арналған иерархиялық шешім  $V_0 \neq 0$  -дағы диагональға қарсы  $\eta$  метрикасымен (Жадыранова, 2018) жұмыста келтірілген. (Жадыранова, 2019) жұмыстарында  $n=3$  және  $N=2$

жағдайдың иерархиясы қарастырылады,  $V_0=0$  кезінде  $\eta$  диагональға қарсы метрикасы бар. Бұл мақалада  $n=3$  және  $N=2$  жағдайына  $V_0=0$  арналған иерархиясы (1) түр метрикасымен және келесі жүйемен қарастырылады

$$a_t = \varepsilon_1 b_x + \varepsilon_2 F_x, \quad (6)$$

$$b_t = \varepsilon_1 c_x + \varepsilon_2 H_x, \quad (7)$$

$$c_t = \varepsilon_1 \left( \frac{1+bc}{a} \right)_x + \varepsilon_2 G_x. \quad (8)$$

Атап айтқанда,  $N=2$  жағдай үшін,  $V_0=0$  форма метрикасымен (1)

$$\Psi_x = \lambda U \Psi,$$

$$\Psi_t = (\lambda^2 V_2 + \lambda V_1) \Psi = V \Psi$$

(4) үйлесімділік шарты келесімен берілген

$$\lambda U_t - V_x + \lambda[U, V] = 0.$$

Лах көрсетілімінің үйлесімділік шарты жүйемен берілген

$$[U, V_2] = 0, \quad (9)$$

$$U_t = V_{1x}, \quad (10)$$

$$V_{2x} = [U, V_1] \quad (11)$$

### Мәселені қою

Алдымен жүйенің екінші теңдеуін қарастырамыз және оны  $V_1$  арқылы белгілейміз

$$V_1 = \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & y_{13} \\ y_{21} & y_{22} & y_{23} \\ y_{31} & y_{32} & y_{33} \end{pmatrix}.$$

(10) теңдеуден  $y_{11}, y_{12}, y_{13}, y_{21}, y_{31}$  сілтеме жасай отырып  $x$ -қа қатысты тұрақтылар екендігі шығады.  $a, b, c$  үшін теңдеулері бар жүйені жазу тек береді

$$a_t = y_{23x}, \quad (12)$$

$$b_t = y_{22x}, \quad (13)$$

$$b_t = y_{33x}, \quad (14)$$

$$c_t = y_{32x}. \quad (15)$$

Енді біз (6)-(8) және (12)-(15) жүйелеріндегі ұқсас мүшелерді теңестіреміз, яғни бізде жүйе бар

$$a_t = y_{23x} = \varepsilon_1 b_x + \varepsilon_2 F_x, \quad (16)$$

$$b_t = y_{22x} = \varepsilon_1 c_x + \varepsilon_2 H_x, \quad (17)$$

$$b_t = y_{33x} = \varepsilon_1 c_x + \varepsilon_2 H_x, \quad (18)$$

$$c_t = y_{32x} = \varepsilon_1 \left( \frac{1+bc}{a} \right)_x + \varepsilon_2 G_x. \quad (19)$$

**Әдістің схемасы және эквивалентті есепке келтіру**

Жоғарыда келтірілген жүйеден мынаны табамыз

$$y_{23} = \varepsilon_1 b + \varepsilon_2 F,$$

$$y_{22} = \varepsilon_1 c + \varepsilon_2 H,$$

$$y_{33} = \varepsilon_1 c + \varepsilon_2 H,$$

$$y_{32} = \varepsilon_1 \left( \frac{1+bc}{a} \right) + \varepsilon_2 G.$$

Осылайша  $V_1$  матрицаның келесі түрі бар

$$V_1 = \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & y_{13} \\ y_{21} & \varepsilon_1 c + \varepsilon_2 H & \varepsilon_1 b + \varepsilon_2 F \\ y_{31} & \varepsilon_1 \left( \frac{1+bc}{a} \right) + \varepsilon_2 G & \varepsilon_1 c + \varepsilon_2 H \end{pmatrix}. \quad (20)$$

Енді (9) теңдеуді шешеміз.  $V_2$  келесідей белгілесек

$$V_2 = \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} & z_{13} \\ z_{21} & z_{22} & z_{23} \\ z_{31} & z_{32} & z_{33} \end{pmatrix},$$

U (5) және  $V_2$  (9)-ға қосу арқылы келесі қатынасты аламыз

$$z_{21} = z_{13},$$

$$z_{33} = z_{22},$$

$$z_{31} = z_{12}.$$

Демек, тек келесі теңдеулер қалады

$$z_{22} = z_{11} + bz_{12} + cz_{13},$$

$$z_{23} = az_{12} + bz_{13},$$

$$z_{32} = cz_{12} + \frac{1+bc}{a} z_{13},$$



Осылайша  $V_2$  матрицаның келесі түрі пайда болады

$$V_2 = \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} & z_{13} \\ z_{13} & z_{11} + bz_{12} + cz_{13} & az_{12} + bz_{13} \\ z_{12} & cz_{12} + \frac{1+bc}{a}z_{13} & z_{11} + bz_{12} + cz_{13} \end{pmatrix}.$$

Демек, тек  $V_2$ -ның  $z_{11}, z_{12}, z_{13}$  тәуелсіз элементтер, ал қалған элементтерді олардың шарттары ретінде жазуға болады.

Енді (20) ішіндегі  $V_1$  элементтерін табайық. Ол үшін (11) теңдеуін қолданайық.

Келесі жүйенің элементтік кірістілігі бар

$$11: z_{11x} = y_{21} - y_{13},$$

$$12: z_{12x} = \varepsilon_1 c + \varepsilon_2 H - y_{11} - by_{12} - cy_{13},$$

$$13: z_{13x} = \varepsilon_1 b + \varepsilon_2 F - ay_{12} - by_{13},$$

$$21: z_{13x} = by_{21} + ay_{31} - \varepsilon_1 b - \varepsilon_2 F,$$

$$22: z_{11x} + b_x z_{12} + bz_{12x} + c_x z_{13} + cz_{13x} = a\left(\varepsilon_1 \left(\frac{1+bc}{a}\right) + \varepsilon_2 G\right) - y_{21} - c(\varepsilon_1 b + \varepsilon_2 F),$$

$$23: a_x z_{12} + az_{12x} + b_x z_{13} + bz_{13x} = 0,$$

$$31: z_{12x} = y_{11} + cy_{21} + by_{31} - \varepsilon_1 c - \varepsilon_2 H,$$

$$32: c_x z_{12} + cz_{12x} + \frac{1+bc}{a}z_{13x} + \frac{acb_x + abc_x - a_x - bca_x}{a^2}z_{13} = y_{12} - y_{31},$$

$$33: z_{11x} + b_x z_{12} + bz_{12x} + c_x z_{13} + cz_{13x} = y_{13} + c(\varepsilon_1 b + \varepsilon_2 F) - a\left(\varepsilon_1 \left(\frac{1+bc}{a}\right) + \varepsilon_2 G\right)$$

Демек,  $V_1$  тәуелді элементтері мына түрде беріледі

$$y_{21} = z_{11x} + y_{13}, \quad (21)$$

$$y_{31} = y_{12} - c_x z_{12} - cz_{12x} - \frac{1+bc}{a}z_{13x} - \frac{acb_x + abc_x - a_x - bca_x}{a^2}z_{13}, \quad (22)$$

$$\varepsilon_1 c + \varepsilon_2 H = z_{12x} + y_{11} + by_{12} + cy_{13}, \quad (23)$$

$$\varepsilon_1 b + \varepsilon_2 F = z_{13x} + ay_{12} + by_{13}, \quad (24)$$

$$a\left(\varepsilon_1 \left(\frac{1+bc}{a}\right) + \varepsilon_2 G\right) = 2z_{11x} + b_x z_{12} + bz_{12x} + c_x z_{13} + 2cz_{13x} + acy_{12} + (1+bc)y_{13} \quad (25)$$

Сонымен қатар,  $V_2$  матрицасының  $Z_{11}, Z_{12}, Z_{13}$  тәуелсіз айнымалылары келесі теңдеулер жүйесін қанағаттандыруы керек

$$bz_{11x} - ac_x z_{12} - acz_{12x} - (2 + bc)z_{13x} - \frac{acb_x + abc_x - a_x - bca_x}{a} z_{13} = 0,$$

$$a_x z_{12} + az_{12x} + b_x z_{13} + bz_{13x} = 0, \quad (26)$$

$$cz_{11x} - bc_x z_{12} - bcz_{12x} - b \frac{1+bc}{a} z_{13x} - b \frac{acb_x + abc_x - a_x - bca_x}{a^2} z_{13} - 2z_{12x} = 0$$

$$3z_{11x} + 2b_x z_{12} + 2bz_{12x} + 2c_x z_{13} + 2cz_{13x} = 0$$

Жоғарыдағы жүйеден (26) келесі теңдеулер шығады

$$z_{13x} = -\frac{a_x}{b} z_{12} - \frac{a}{b} z_{12x} - \frac{b_x}{b} z_{13} \quad (27)$$

$$z_{12xx} = \frac{3 - b^2 c_x + bcb_x}{3b} z_{12x} - \frac{bb_x c_x - cb_x^2}{3b} z_{12} -$$

$$-\frac{bc_x^2 - cb_x c_x}{3b} z_{13} - \frac{bcc_x - c^2 b_x}{3b} z_{13x} \quad (28)$$

$$z_{13xx} = \frac{3 - 2acb_x + 2bca_x}{3a} z_{13x} - \frac{2ab_x^2 - 2ba_x b_x}{3a} z_{12} -$$

$$-\frac{2abb_x - 2b^2 a_x}{3a} z_{12x} - \frac{2ab_x c_x - 2ba_x c_x}{3a} z_{13} \quad (29)$$

$$z_{12x} = \left( \frac{\frac{2ac^2 a_x}{b} + 2b^2 b_x + 2acb_x - 3a_x - 2a_x bc}{9a + 4abc - \frac{2a^2 c^2}{b} - 2b^3} \right) z_{12} +$$

$$+ \left( \frac{\frac{2ac^2 b_x}{b} + 2b^2 c_x - 3b_x - 2bcb_x - 2acc_x}{9a + 4abc - \frac{2a^2 c^2}{b} - 2b^3} \right) z_{13} \quad (30)$$

### Нәтижелер

Жүйенің (21-25) қажетті мүшелерін (16-19) қолдана отырып,  $n=3$  және  $N=2$  жағдайының  $V_0=0$  ассоциативті теңдеулерде (1) түрдегі метрикасы үшін иерархиялық шешімі алынды

$$a_i = z_{13xx} + a_x y_{12} + b_x y_{13},$$

$$b_i = z_{12xx} + b_x y_{12} + c_x y_{13},$$

$$c_i = \frac{4b_x + 3ab_{xx} - 3a_x b_x}{3a^2} z_{12} + \frac{4b + 3ab_x - 3ba_x}{3a^2} z_{12x} + \frac{4c_x + 3ac_{xx} - 3a_x c_x}{3a^2} z_{13} +$$

$$+ c_x y_{12} + \left( \frac{1+bc}{a} \right)_x y_{13}$$

мұндағы  $z_{12x}$ ,  $z_{13x}$ ,  $z_{12xx}$ ,  $z_{13xx}$  мәндері сәйкесінше (27-30) теңдеулерде берілген.

### Қорытынды

Сонымен, ассоциативтілік теңдеулерінің иерархиясының кейбір жағдайларын қарастырдық. Ассоциативтілік теңдеуінің иерархиясын табу үшін жазылған ассоциативтілік теңдеуі бар үш теңдеу жүйесіне арналған Лакс жұптары қарастырылды. Үйлесімділік шартының көмегімен  $U$ ,  $V_2$ ,  $V_1$  матрицаларының арасындағы байланыстар табылды. Осылайша,  $n = 3$  және  $N=2$  жағдай үшін  $V_2$ ,  $V_1$  матрицаларының элементтерін  $V_0=0$  жағдайда және жоғарыда аталған  $a_t, b_t, c_t$  жүйесінде  $\Pi_{11} \neq 0$  метрикасы қарастырылды.  $V_2$ -нің тәуелсіз элементтері тек  $z_{11}, z_{12}, z_{13}$  екені анықталды, ал қалған элементтерді олардың терминдерімен жазуға болатыны көрсетілді. Анықталғандай,  $y_{11}, y_{12}, y_{13}$ -тің тәуелсіз  $V_1$  элементтері, ал қалған элементтерді  $z_{11}, z_{12}, z_{13}$  терминдерімен жазуға болады.  $V_0$  матрицасының элементтері нөлге тең қабылдаанды. Үш теңдеудің  $a_t, b_t, c_t$  айнымалылары  $z_{ij}, y_{ij}$  матрицалық элементтерінің көмегімен жазылды.

### ӘДЕБИЕТТЕР

- Буряк А. (2019). WDVV ашық теңдеулері және Вирасоро шектеулері / А. Буряк, А. Басалаев // *Arnold Mathematical Journal*. – 2019. – No. 2 – Pp. 145–186. – DOI 10.1007/s40598-019-00115-w.
- Виттен Э. (1990) Екі өлшемді ауырлық күшінің топологиялық фазасының құрылымы туралы / Э. Виттен // *Nuclear Physics B*. – 1990. – No. 3 – Pp. 281–332.
- Гавриленко П. (2014) Препотенциалдар, инстантондық ыдырау және конформды блоктар үшін шегерім формулалары / П. Гавриленко, А. Маршаков // *Journal of High Energy Physics*. – 2014. – No. 5 – 30 p. – DOI 10.1007/jhep05(2014)097.
- Дижграф Р. (1990) Топологиялық жол теориясы және екі өлшемді кванттық ауырлық күші туралы ескертпелер / Дижграф Р, Верлинде х, Верлинде Э. // *Proc. of the Trieste Spring School*. – 1990. – 173 p.
- Дубровин Б. (1996) Екі өлшемді топологиялық өріс теорияларының геометриясы / Б. Дубровин // *Integrable systems and quantum groups*. – 1996. – Pp. 120–348.
- Жадыранова А. А. (2018)  $n = 3$  және  $N = 2$  жағдайына арналған WDVV ассоциативтілік теңдеулерінің иерархиясы  $V_0 \neq 0$  / А. А. Жадыранова, Ж. Мырзақұл, Ы.Е. Әнуарбекова // Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы. – 2018. – №. 4 – Б. 60–66.
- Жадыранова А. А. (2019)  $V_0 = 0$  кезінде  $n = 3$  және  $N=2$  жағдайына арналған WDVV ассоциативті теңдеулер иерархиясы / А. А. Жадыранова, Ы.Е. Әнуарбекова // Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы. – 2019. – №. 3 – Б. 79–85.
- Жадыранова А. А. (2019)  $a_t, b_t, c_t$  жаңа жүйесін  $V_0 = 0$  кезінде  $n = 3$  және  $N = 2$  жағдайына арналған WDVV ассоциативтілік теңдеулерінің иерархиясы / А. А. Жадыранова // Қазақстан Республикасы Ұлттық Ғылым Академиясы хабарлары. – 2019. – №. 5 – Б. 70–77.
- Жадыранова А. А. (2018)  $n = 3$  жағдайына бағытталған ассоциативтілік теңдеуімен байланысты солитон беті / А. А. Жадыранова, Ж.Р. Мырзақұл, К. Р. Мырзақұлов // *International Journal of Mathematics and Physics*. – 2019. – No. 2 – Pp. 63–68.
- Козырев Н. (2019) WDVV және суперпольдің кысық теңдеулері / Н. Козырев // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2019 – DOI:10.1088/1742-6596/1194/1/012061.

Козырев Н. (2018) SU (2/1) Қысық кеңістіктердегі суперсимметриялық механика | Н. Козырев, С.Кривонос, О. Лехтенфельд, А. Сутулин // Journal of High Energy Physics. – 2018. – No. 5 – 175 p.

Козырев Н. (2017) Виттен-Дижграф-Верлинде-Верлинде қысық сызықты теңдеуі және механика  $N = 4$  / Н. Козырев, С. Кривонос, О. Лехтенфельд, А. Нерсесян, А Сутулин // Physical Review D 96. – 2017. – No. 10 – 101702 p. – DOI 10. 1103/PhysRevD.96.101702.

Кривонос С. (2011) D (2,1; $\alpha$ ) суперконформды симметриясы бар көптеген бөлшектердің механикасы / С. Кривонос, О. Лехтенфельд // Journal of High Energy Physics. – 2011. – No. 2 – DOI 10.1007/jhep02(2011)042.

Лехтенфельд о. (2011)  $N=4$  көп бөлшекті механика, WDVV теңдеуі және тамырлар / О. Лехтенфельд, К. Швердтфегер, Дж. Туриген // SIGMA. – 2011. – No. 7 – DOI 10.3842/SIGMA.2011.023.

Магри Ф. (2015) WDVV теңдеулері / Ф. Магри // Nuovo cimento s-colloquia and communications in physics. – 2015. – No. 5 – DOI 10.1393/ncc/i2015-15166-2.

Магри Ф. (2016) Хантýес коллекторлары және Веселов жүйесі / Ф.Магри // Theoret. and Math. Phys. – 2016. – No. 1 Pp. 1486–1499.

Миронов А. (2011) Хурвицтің статистикалық функцияларының интегралдылық қасиеттері. II. кесу және қосу операторларын және WDVV теңдеулерін көбейту / А. Миронов, А. Морозов, С. Натанзон // J. High Energy Physics. – 2011. – No. 11 – DOI 10. 1007/JHEP11%282011%29097.

Мохов О.И. (1996) Гидродинамикалық типтегі интегралданатын гамильтондық диагонализацияланбайтын жүйелер ретінде екі өлшемді топологиялық өріс теориясының ассоциативті теңдеулері / О. И. Мохов, Ю. В. Ферапонтов // Functional analysis and its applications. – 1996. – No. 3 – Pp. 62–72.

Мохов О.И. (1995) Көптүрлік пен сызықтық емес теңдеулердің циклдік кеңістігіндегі Симплектикалық және Пуассондық геометрия / О. И. Мохов // Translations of the American Mathematical Society-Series. – 1995. – No. 2 – Pp. 121–152.

Павлов М. В. (2017) Лагранждың бигамильтон теңдеулерін ұсынуы туралы ескертулер / М. В. Павлов, Р. Ф. Витоло // J. Geom. Phys. – 2017. – No. 113 – Pp. 239–249.

Страчан И. (2017) Жалпыланған Лежандр түрлендірулері және WDVV теңдеулерінің симметриялары / И. Страчан, Р. Стедман // Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical. – 2017. – No. 9 – 095202 p.

Сабликовский Б. М. (2015) Фробениус көптүрлігі, WDVV теңдеулеріне және жазық метрикаларға классикалық  $tt$  матрицалық тәсіл / Б.М. Сабликовский // J. Phys. A: Math. Theor. – 2015. – No. 48 – 47 p.

## References

Buryak A. (2019). Open WDVV equations and Virasoro constraints / A. Buryak, A. Basalaev // Arnold Mathematical Journal. – 2019. – No. 2 – Pp. 145–186. – DOI 10.1007/s40598-019-00115-w .

Dijkgraaf R (1990) Notes on topological string theory and 2D quantum gravity / Dijkgraaf R., Verlinde H. Verlinde E. // Proc. of the Trieste Spring School. – 1990. – 173 p.

Dubrovin B. (1996) Geometry of 2D topological field theories / B. Dubrovin // Integrable systems and quantum groups. – 1996. – Pp. 120–348.

Gavrylenko P. (2014) Residue Formulas for Prepotentials, Instanton Expansions and Conformal Blocks / P. Gavrylenko, A. Marshakov // Journal of High Energy Physics. – 2014. – No. 5 – 30 p. – DOI 10.1007/jhep05(2014)097.

Kozyrev N. (2019) The curved WDVV equations and superfields / N. Kozyrev // Journal of Physics: Conference Series. – 2019 – DOI:10.1088/1742-6596/1194/1/012061.

Kozyrev N. (2018) SU (2| 1) supersymmetric mechanics on curved spaces / N. Kozyrev, S. Krivonos, O. Lechtenfeld, A. Sutulin // Journal of High Energy Physics. – 2018. – No. 5 – 175 p.

Kozyrev N. (2017) Curved Witten-Dijkgraaf-Verlinde-Verlinde equation and  $N= 4$  mechanics / N. Kozyrev, S. Krivonos, O. Lechtenfeld, A. Nersessian, A Sutulin // Physical Review D 96. – 2017. – No. 10 – 101702 p. – DOI 10. 1103/PhysRevD.96.101702.

Krivonos S. (2011) Many-particle mechanics with  $D(2,1;\alpha)$  superconformal symmetry / S. Krivonos, O. Lechtenfeld // *Journal of High Energy Physics*. – 2011. – No. 2 – DOI 10.1007/jhep02(2011)042.

Lechtenfeld O. (2011)  $N=4$  multi-particle mechanics, WDVV equation and roots / O. Lechtenfeld, K. Schwedtfeger, J. Thurigen // *SIGMA*. – 2011. – No. 7 – DOI 10.3842/SIGMA.2011.023.

Magri F. (2015) WDVV equations / F. Magri // *Nuovo cimento c-colloquia and communications in physics*. – 2015. – No. 5 – DOI 10.1393/ncc/i2015-15166-2.

Magri F. (2016) Haantjes manifolds and Veselov systems / F. Magri // *Theoret. and Math. Phys.* – 2016. – No. 1 Pp. 1486–1499.

Mironov A. (2011) Integrability properties of Hurwitz partition functions. II. Multiplication of cut-and-join operators and WDVV equations / A. Mironov, A. Morozov, S. Natanzon // *J. High Energy Physics*. – 2011. – No. 11 – DOI 10.1007/JHEP11%282011%29097.

Mokhov O.I. (1996) The associativity equations for two-dimensional topological field theory as integrable hamiltonian non-diagonalizable systems of hydrodynamic type / O.I. Mokhov, Y.V.Ferapontov // *Functional analysis and its applications*. – 1996. – No. 3 – Pp. 62–72.

Mokhov O.I. (1995) Symplectic and poisson geometry on loop spaces of manifolds and nonlinear equations / O.I. Mokhov // *Translations of the American Mathematical Society-Series*. – 1995. – No. 2 – Pp. 121–152.

Pavlov M.V. (2017) Remarks on the Lagrangian representation of bi-Hamiltonian equations / M.V. Pavlov, R.F. Vitolo // *J. Geom. Phys.* – 2017. – No. 113 – Pp. 239–249.

Strachan I. (2017) Generalized Legendre transformations and symmetries of the WDVV equations / I. Strachan, R. Stedman // *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*. – 2017. – No. 9 – 095202 p.

Szablikowski B.M. (2015) Classical rr-matrix like approach to Frobenius manifolds, WDVV equations and flat metrics / B.M. Szablikowski // *J. Phys. A: Math. Theor.* – 2015. – No. 48 – 47 p.

Witten E. (1990) On the structure of the topological phase of two-dimensional gravity / E. Witten // *Nuclear Physics B*. – 1990. – No. 3 – Pp. 281–332.

Zhadyranova A.A. (2018) Hierarchy of WDVV associativity equations for  $n = 3$  case and  $N = 2$  when  $V_0 \neq 0$  / A.A. Zhadyranova, Zh.R. Myrzakul, Y.Ye. Anuarbekova // *Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University*. – 2018. – No. 4 – Pp. 60–66.

Zhadyranova A.A. (2019) Hierarchy of WDVV associativity equations for  $n = 3$  case and  $N = 2$  when  $V_0 = 0$  / A.A. Zhadyranova, Y.Ye. Anuarbekova // *Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University*. – 2019. – No. 3 – Pp. 79–85.

Zhadyranova A.A. (2019) Hierarchy of WDVV associativity equations for  $n=3$  and  $N=2$  case when  $V_0=0$  with new system  $a_i, b_i, c_i$  / A.A. Zhadyranova // *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series*. – 2019. – No. 5 – Pp. 70–77.

Zhadyranova A.A. (2018) Soliton surface associated with the oriented associativity equation for  $n=3$  case / A.A. Zhadyranova, Zh.R. Myrzakul, K.R. Myrzakulov // *International Journal of Mathematics and Physics*. – 2019. – No. 2 – Pp. 63–68.

**МАЗМҰНЫ**  
**ФИЗИКА**

<b>Н. Ж. Ахметова, Н.А. Сандибаева, Е.С. Сапажанов</b> ФИЗИКА БОЙЫНША БІЛІМ БЕРУДІ ЖАҚСARTУ ҮШІН ЗАМАНАУИ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ИНТЕРАЦИЯЛАУ.....	7
<b>Е.Ж. Бегалиев, А.Ж. Сейтмуратов, Г.Б. Исаева, Ф.Ж.Наметкулова</b> ПЕДАГОГИКАЛЫҚ ЖОҒАРҒЫ ОҚУ ОРЫНДАРЫНДА ФИЗИКА КУРСЫНДА АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ.....	18
<b>А.А.Жадыранова, Р. Нурмахан</b> МЕТРИКАСЫ $\Pi_1 \neq 0$ ҮШІН АССОЦИАТИВТІ ТЕНДЕУІНІҢ ИЕРАРХИЯСЫ.....	28
<b>Г.И. Жанбекова, А.Қ. Қозыбай, Г. Б. Исаева, К.К Нуррахметова</b> ҚАЗІРГІ ЗАМАН ТАЛАБЫНА СӘЙКЕС «АВТОКӨЛІК ЖӨНЕ АВТОКӨЛІК ШАРШУШЫЛЫҒЫ» МАМАНДЫҒЫНА ФИЗИКА КУРСЫН ОҚЫТУ.....	41
<b>С.Б. Дубовиченко, Н.А. Буркова, А.С. Ткаченко, Д.М. Зазулин</b> <sup>10</sup> B РАДИЯЛЫҚ ПРОТОНДЫ ТҮСІРУ ҚАРҚЫМЫ.....	59
<b>А. Касымов, А. Адылканова, А. Бектемисов, К. Астемесова, Г. Турлыбекова</b> ЖЫЛУ ТАСЫМАЛДАҒЫШ РЕТІНДЕ НАНОСҰЙЫҚТЫҚТАРДЫ ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ГИБРИДТІ КҮН КОЛЛЕКТОРЛАРЫНДАҒЫ ЖЫЛУ АЛМАСУДЫ ҚАРҚЫНДАТУ.....	69
<b>Ф.Д. Наметкулова, Е.А. Оспанбеков, А.К. Сугирбекова</b> ФИЗИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕР ШЫҒАРУ ПРАКТИКУМЫНЫҢ МАЗМҰНДЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	80
<b>Б.Д. Оразов, Г.Б. Исаева</b> БОЛАШАҚ ФИЗИКА МҰҒАЛІМДЕРІНІҢ "МОЛЕКУЛАЛЫҚ ФИЗИКА" КУРСЫН ОҚЫТУ БАРЫСЫНДА КӘСІБИ ДАЙЫНДЫҒЫН ЖЕТІЛДІРУ.....	93
<b>Н.А. Сандибаева, Н. Ж. Ахметова, Ж.С.Байымбетова.</b> ФИЗИКАНЫҢ ЦИФРЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯСЫ ЖАҒДАЙЫНДА СТУДЕНТТЕРДІҢ ЗЕРТТЕУ ҚҰЗЫРЕТТІЛІГІН ДАМУ.....	102
<b>Серік А., Құспанов Ж., Идрисов Н., Бисенова М., Даулбаев Ч.</b> ӘР ТҮРЛІ ҚҰРАМ МЕН ҚҰРЫЛЫМНАН ТҰРАТЫН БІР ӨЛШЕМДІ ТАЛШЫҚТАРДЫҢ СИПАТТАМАЛАРЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ.....	114
<b>В. М. Терещенко</b> ПЛАНЕТАЛАРЫ БАР, 5 G-ЖҰЛДЫЗДАРДЫҢ СПЕКТРЛЕРІНДЕГІ АБСОЛЮТТІ ЭНЕРГИЯНЫҢ ТАРАЛУЫ.....	127



## **ХИМИЯ**

<b>А. Асанов, С.А. Мамешева, А.А. Асанов</b> СУ РЕСУРСТАРЫН САҚТАУДА ПАЙДАЛАНЫЛАТЫН САЗДЫ ГИДРОДИСПЕРСИЯНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	136
<b>Г. Асылбекова, М. Сатаев, Ш. Кошкарбаева, И. Перминова, П.А. Абдуразава</b> КОМПОЗИТТІК ҚАПТАМАЛАР: МАТЕРИАЛДАРДЫ, ӘДІСТЕРДІ ЖӘНЕ ҚОЛДАНБАЛАРДЫ КЕШЕНДІ ШОЛУ.....	148
<b>Н. Дузбаева, М. Ибраева, К. Қабдысалим, Ж. Мукажанова, А. Adhikari</b> HYSSOPUS CUSPIDATUS ӨСІМДІГІНІҢ ЭФИР МАЙЛАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІ.....	169
<b>Г. Тилеуов, А. Копжасарова, Б. Бекбауов, Ғ.И. Исаев, Ш.К. Шапалов</b> ЖЕРГІЛІКТІ МЕРГЕЛЬДЕРДЕН СОРБЕНТТЕРДІ АЛУ ҮШІН ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	179

## СОДЕРЖАНИЕ ФИЗИКА

<b>Н. Ж. Ахметова, Н.А. Сандибаева, Е.С. Сапажанов</b> ИНТЕГРАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ФИЗИКЕ.....	7
<b>Э.Ж. Бегалиев, А.Ж. Сейтмуратов, Г.Б. Исаева, Ф.Ж. Наметкулова</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КУРСЕ ФИЗИКИ В ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ВУЗАХ.....	18
<b>А.А. Жадыранова, Р. Нурмахан</b> ИЕРАРХИЯ УРАВНЕНИЯ АССОЦИАТИВНОСТИ С МЕТРИКОЙ $P_{11} \neq 0$ .....	28
<b>Г.И. Жанбекова, А.К. Козыбай, Г.Б. Исаева, К.К. Нурахметова</b> ОБУЧЕНИЕ КУРСУ ФИЗИКИ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «АВТОМОБИЛЬ И АВТОМОБИЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО» В СООТВЕТСТВИИ С СОВРЕМЕННЫМИ ТРЕБОВАНИЯМИ.....	41
<b>С.Б. Дубовиченко, Н.А. Буркова, А.С. Ткаченко, Д.М. Зазулин</b> СКОРОСТЬ РАДИАЦИОННОГО ЗАХВАТА ПРОТОНОВ НА $^{10}\text{В}$ .....	59
<b>А. Касымов, А. Адылканова, А. Бектемисов, К. Астемесова, Г. Турлыбекова</b> ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА В ГИБРИДНЫХ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРАХ ПОСРЕДСТВОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОЖИДКОСТЕЙ В КАЧЕСТВЕ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ.....	69
<b>Ф.Д. Наметкулова, Е.А. Оспанбеков, А.К. Сугирбекова</b> СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРАКТИКУМА ПО РЕШЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ.....	80
<b>Б.Д. Оразов, Г.Б. Исаева</b> ПОВЫШЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ ПО КУРСУ ПРЕПОДАВАНИЯ «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА».....	93
<b>Н.А. Сандибаева, Н. Ж. Ахметова, Ж.С.Байымбетова</b> РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ФИЗИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ.....	102
<b>Серік А., Куспанов Ж., Идрисов Н., Бисенова М., Даулбаев Ч.</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ОДНОМЕРНЫХ ВОЛОКОН С РАЗНООБРАЗНЫМИ СОСТАВАМИ И СТРУКТУРОЙ.....	114
<b>В. М. Терещенко</b> АБСОЛЮТНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ В СПЕКТРАХ 5 G-ЗВЕЗД, ОБЛАДАЮЩИХ ПЛАНЕТАМИ.....	127

**ХИМИЯ**

<b>А. Асанов, С.А. Мамешова, А.А. Асанов</b> ОСОБЕННОСТИ ГИДРОДИСПЕРСИИ ГЛИНЫ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ.....	136
<b>Г. Асылбекова, М. Сатаев, Ш. Кошкарбаева, И. Перминова, П. Абдуразова</b> КОМПОЗИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ: КОМПЛЕКСНЫЙ ОБЗОР МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ И ПРИМЕНЕНИЙ.....	148
<b>Н. Дузбаева, М. Ибраева, К. Кабдысальым, Ж. Мукажанова, А. Adhikari</b> КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРНОГО МАСЛА РАСТЕНИЯ HYSSOPUS CUSPIDATUS.....	169
<b>Г. Тилеуов, А. Копжасарова, Б. Бекбауов, Г.И. Исаев , Ш.К. Шапалов</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕСТНЫХ МЕРГЕЛЕЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЕНТОВ.....	179

**CONTENTS  
PHYSICAL**

<b>N. Zh. Akhmetova, N.A. Sandibayeva, Y.S. Sapazhanov</b>	
INTEGRATION OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES TO IMPROVE EDUCATION IN PHYSICS.....	7
<b>E.Zh. Begaliyev, A.Zh. Seitmuratov, G.B. Issayeva, F.Zh. Nametkulova</b>	
USE OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE COURSE OF PHYSICS IN PEDAGOGICAL HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS.....	18
<b>A.A. Zhadyranova, R. Nurmakhan</b>	
THE HIERARCHY OF ASSOCIATIVITY EQUATIONS WITH THE METRIC $\Pi_{11} \neq 0$ .....	28
<b>G.I. Zhanbekova, A.K. Kozybay, G.B. Issayeva, K.K. Nurakhmetova</b>	
TEACHING A PHYSICS COURSE IN THE SPECIALTY "AUTOMOBILE AND AUTOMOTIVE MANAGEMENT" IN ACCORDANCE WITH MODERN REQUIREMENTS.....	41
<b>S.B. Dubovichenko, N.A. Burkova, A.S. Tkachenko, D.M. Zazulin</b>	
REACTION RATE OF RADIATIVE CAPTURE PROTON BY $^{10}\text{B}$ .....	59
<b>A. Kassymov, A. Adylkanova, A. Bektemissov, K. Astemessova, G. Turlybekova</b>	
INTENSIFICATION OF HEAT TRANSFER IN HYBRID SOLAR COLLECTORS BY USING NANOFUIDS AS A COOLANT.....	69
<b>F. Nametkulova, E. Ospanbekov, A.Sugirbekova</b>	
SUBSTANTIVE FEATURES OF THE WORKSHOP ON SOLVING PHYSICAL PROBLEMS.....	80
<b>B.D. Orazov, G.B. Issayeva</b>	
IMPROVING THE PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE TEACHERS OF PHYSICS IN THE COURSE OF TEACHING "MOLECULAR PHYSICS".....	93
<b>N.A. Sandibayeva, N. Zh. Akhmetova, Zh.S.Baiymbetova</b>	
DEVELOPING STUDENT RESEARCH PROFICIENCY IN THE CONTEXT OF THE DIGITAL TRANSFORMATION OF PHYSICS EDUCATION.....	102
<b>A. Serik, Zh. Kuspanov, N. Idrisov, M. Bissenova, Ch. Daulbayev</b>	
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CHARACTERISTICS OF ONE-DIMENSIONAL FIBERS WITH DIFFERENT COMPOSITIONS AND STRUCTURES.....	114
<b>V. M. Tereschenko</b>	
ABSOLUTE ENERGY OF DISTRIBUTION IN THE SPECTRA OF 5 G-STARS POSSESSING PLANETS.....	127

## CHEMISTRY

<b>A. Assanov, S.A. Mameshova, A.A. Assanov</b> FEATURES OF HYDRODISPERSION OF CLAY USED TO CONSERVE WATER RESOURCES.....	136
<b>G. Assylbekova, M. Sataev, Sh. Koshkarbayeva, I. Perminova, P. Abdurazova</b> COMPOSITE COATINGS: A COMPREHENSIVE REVIEW OF MATERIALS, METHODS AND APPLICATIONS.....	148
<b>N. Duzbayeva, M. Ibrayeva, K. Kabdysalym, Zh. Mukazhanova, A. Adhikari</b> COMPONENT COMPOSITION AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF ESSENTIAL OIL OF HYSSOPUS CUSPIDATUS PLANTS.....	169
<b>G. Tileuov, A. Kopzhassarova, B. Bekbauov, G.I. Issayev, SH.K. Shapalov</b> INVESTIGATION OF PHYSICO-CHEMICAL FEATURES LOCAL MARLS FOR OBTAINING SORBENTS.....	179

## **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](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](http://www.nauka-nanrk.kz)**

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

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

Подписано в печать 12.12.2023.

Формат 60x88<sup>1/8</sup>. Бумага офсетная. Печать - ризограф.

9,0 п.л. Тираж 300. Заказ 4.