

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

2024 • 1



ҚАЙЫРЫМДЫЛЫҚ ҚОРЫ
HALYK
CHARITY FOUNDATION

«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»!**

БАС РЕДАКТОР:

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

РЕДАКЦИЈАЛЫҚ АЛҚА:

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, PhD (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

ТИГИНЯНУ 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

МАЛЪМ 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 Жаббаевич, 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

RAMANKULOV 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 1. Number 349 (2024), 31–49

<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1483.255>

УДК 524.834 МПНТИ 29.05.45

© A.A. Zhadyranova*, D.K. Anshokova, 2024

Department of General and Theoretical Physics, L.N. Gumilyov Eurasian
National University, Astana, Kazakhstan.

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

MODIFIED EQUATION OF STATE OF A LOGARITHMICALLY VISCIOUS FLUID WITH A POWER LAW

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;

Anshokova Dina Kuanyshevna — student of the department of general and theoretical physics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan

E-mail: anshokova06@mail.ru. Orcid:0009-0005-1329-492X.

Abstract. Currently, the study of the influence of the types of interaction between dark energy and dark matter on cosmological parameters and on the evolution of the Universe is of great interest in cosmology. Using an exotic ideal liquid with negative pressure satisfying the barotropic equation of state, it is possible to describe the accelerating expansion of the universe. Most dark liquid models are described using an inhomogeneous equation of state. On a large cosmological scale, the standard Λ CDM model gives good results, but on a galactic scale it has some discrepancies. In the considered viscous liquid model, the liquid pressure is modeled by a formula describing the pressure of isotropic crystalline solids. The liquid pressure must be negative, because with a positive tensile stress, the pressure is negative. In the logarithmic model, when the volume of the universe exceeds a certain value, pressure becomes dominant. The interacting term implies a continuous exchange of energy between dark sectors, a modified equation will be written for dark matter $\nabla^\nu T_{\mu\nu}^{DM} = Q$ and dark energy $\nabla^\nu T_{\mu\nu}^{DE} = Q$. The interacting term Q shows the interaction between dark matter and dark energy if $Q > 0$, then the energy flow occurs from dark energy to dark matter when $Q < 0$ the energy flow goes from dark energy to dark matter. The dynamics of interacting models is investigated. Functional forms are selected for the interacting member with the correct physical size. Then the corresponding evolutionary equations are found. Using viscous fluid models, the Hubble tension problem can be solved. These models show that dark energy, the mysterious force causing the accelerated expansion of the universe, has viscosity, and it resists flow and acts to some extent like a liquid. This viscosity can

affect how dark energy interacts with matter, and, accordingly, can affect the rate of expansion of the universe. In these models, the viscosity of dark energy can lead to a stronger interaction with matter in the early universe, which, accordingly, slows down the rate of expansion. As the universe grows and cools, the viscosity of dark energy decreases, which means that it becomes dominant and leads to an increase in the rate of expansion. Viscous dark liquid models have been proposed as a possible solution to the Hubble tension problem, as they can explain the differences between the two measurements of the Hubble constant. However, these models still require further research to fully understand their importance for cosmology.

Keywords: Hubble constant, viscous liquid, dark energy, dark matter, expansion of the universe, viscosity, modified equation

«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*, Д.К. Аншокова, 2024

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

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

ДӘРЕЖЕЛІК ЗАҢЫ БАР ЛОГАРИФМДІК МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН СҰЙЫҚТЫҚ КҮЙІНІҢ ӨЗГЕРТІЛГЕН ТЕҢДЕУІ

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;

Аншокова Дина Куанышевна — Жалпы және теориялық физика кафедрасының 4 курс студенті, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Сәтпаев көш. 2, Астана, Қазақстан

E-mail: anshokova06@mail.ru. Orcid:0009-0005-1329-492X.

Аннотация. Қазіргі уақытта күнгірт энергия мен күнгірт материя арасындағы өзара әрекеттесу түрлерінің космологиялық параметрлерге, ғаламның эволюциясына әсерін зерттеу космологияда үлкен қызығушылық тудырады. Баротропты күй теңдеуін қанағаттандыратын теріс қысымды экзотикалық идеалды сұйықтықты қолдана отырып, ғаламның үдемелі кеңеюін сипаттауға болады. Күнгірт сұйықтық модельдерінің көпшілігі біртекті емес күй теңдеуін қолдану арқылы сипатталады. Үлкен космологиялық масштабта стандартты Λ CDM модель жақсы нәтиже береді, бірақ галактикалық масштабта кейбір сәйкессіздіктер бар. Тұтқыр сұйықтықтың қарастырылып отырған моделінде сұйықтық қысымы изотропты кристалды қатты заттардың қысымын сипаттайтын формуламен модельденеді. сұйықтық қысымы теріс болуы керек, өйткені оң созылу кернеуінде қысым теріс болады. Логарифмдік

модельде ғаламның көлемі белгілі бір мәннен асып кетсе, қысым басым болады. Өзара әрекеттесетін термин күнгірт секторлар арасындағы энергияның

үздіксіз алмасуын білдіреді, өзгертілген тендеулер күнгірт материя $\nabla^{\nu} T_{\mu\nu}^{DM} = Q$

мен күнгірт энергия $\nabla^{\nu} T_{\mu\nu}^{DE} = Q$ үшін жазылады. Өзара әрекеттесетін термин күнгірт материя мен күнгірт энергияның өзара әрекеттесуін көрсетеді, Егер $Q > 0$ энергия ағыны күнгірт энергиядан күнгірт материяға ауысады, $Q < 0$ жағдайында энергия күнгірт энергиядан күнгірт материяға ауысады. Өзара әрекеттесетін модельдердің динамикасы зерттеледі. Дұрыс физикалық өлшемі бар өзара әрекеттесетін мүше үшін функционалды формалар таңдалады. Содан кейін сәйкес эволюциялық тендеулер анықталады. Тұтқыр сұйықтық модельдерін қолдана отырып, Хаббл кернеу мәселесін шешуге болады. Бұл модельдер күнгірт энергияны көрсетеді ғаламның жеделдетілген кеңеюін тудыратын жұмбақ күш тұтқырлыққа ие және ол ағынға қарсы тұрады және белгілі бір дәрежеде сұйықтық ретінде әрекет етеді. Бұл тұтқырлық күнгірт энергияның материямен әрекеттесуіне әсер етуі мүмкін және сәйкесінше ғаламның кеңею жылдамдығына әсер етуі мүмкін. Бұл модельдерде күнгірт энергияның тұтқырлығы ерте ғаламдағы материямен күштірек әрекеттесуге әкелуі мүмкін, бұл сәйкесінше кеңею жылдамдығын баяулатады. Ғалам ұлғайып, салқындаған сайын күнгірт энергияның тұтқырлығы төмендейді, яғни ол басым болады және кеңею жылдамдығының жоғарылауына әкеледі. Тұтқыр күнгірт сұйықтық модельдері Хаббл шиеленісінің ықтимал шешімі ретінде ұсынылды, өйткені олар Хаббл константасының екі өлшемі арасындағы айырмашылықтарды түсіндіре алады. Дегенмен, бұл модельдер космология үшін олардың маңыздылығын толық түсіну үшін әлі де қосымша зерттеулерді қажет етеді.

Түйін сөздер: Хаббл тұрақтысы, тұтқыр сұйықтық, күнгірт энергия, күнгірт материя, ғаламның кеңеюі, тұтқырлық, өзгертілген тендеу

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

© А.А. Жадыранова*, Д.К. Аншокова, 2024

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

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

МОДИФИЦИРОВАННОЕ УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ЛОГАРИФМИЧЕСКИ СКОРРЕКТИРОВАННОЙ ЖИДКОСТИ СО СТЕПЕННЫМ ЗАКОНОМ

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;

Аншокова Дина Куанышевна — студентка 4 курса кафедры общей и теоретической физики, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева 2, Астана, Казахстан

E-mail: anshokova06@mail.ru. Orcid:0009-0005-1329-492X.

Аннотация. В настоящее время изучение влияния видов взаимодействия между темной энергией и темной материей на космологические параметры, на эволюцию Вселенной имеет большой интерес в космологии. С использованием экзотической идеальной жидкости с отрицательным давлением, удовлетворяющей баротропному уравнению состояния можно описать ускоряющееся расширение Вселенной. Большинство моделей темной жидкости описываются с применением неоднородного уравнения состояния. На большом космологическом масштабе стандартная Λ CDM модель дает хорошие результаты, однако на галактическом масштабе имеет некоторые несовпадения. В рассматриваемой модели вязкой жидкости давление жидкости моделируется формулой, описывающей давление изотропных кристаллических твердых тел. Давление жидкости должно быть отрицательным, поскольку при положительном растягивающем напряжении давление отрицательно. В логарифмической модели, когда объем Вселенной превышает определенное значение, давление становится доминирующим. Взаимодействующий член подразумевает непрерывный обмен энергией между темными секторами, модифицированное уравнения запишется для темной материи $\nabla^{\nu} T_{\mu\nu}^{DM} = Q$ и темной энергии $\nabla^{\nu} T_{\mu\nu}^{DE} = Q$. Взаимодействующий член Q показывает взаимодействие между темной материей и темной энергией, если $Q > 0$, тогда поток энергии происходит от темной энергии к темной материи, когда $Q < 0$ поток энергии идет от темной энергии к темной материи. Исследуется динамика взаимодействующих моделей. Подбираются функциональные формы для взаимодействующего члена с правильным физическим размером. Затем находятся соответствующие эволюционные уравнения. С применением моделей вязкой жидкости можно

решить проблему напряженности Хаббла. Эти модели показывают, что темная энергия таинственная сила, вызывающая ускоренное расширение Вселенной, имеет вязкость, и она сопротивляется потоку и в некоторой степени действует как жидкость. Эта вязкость может влиять на то, как темная энергия взаимодействует с материей, и, соответственно, может влиять на скорость расширения Вселенной. В этих моделях вязкость темной энергии может привести к более сильному взаимодействию с материей в ранней Вселенной, что, соответственно, замедляет скорость расширения. По мере того, как Вселенная увеличивается и остывает, вязкость темной энергии уменьшается, что означает, что она становится доминирующей и приводит к увеличению скорости расширения. Модели вязкой темной жидкости были предложены в качестве возможного решения проблемы напряженности Хаббла, поскольку они могут объяснить различия между двумя измерениями постоянной Хаббла. Тем не менее, эти модели все еще требуют дальнейших исследований, чтобы полностью понять их важность для космологии.

Ключевые слова: постоянная Хаббла, вязкая жидкость, темная энергия, темная материя, расширение вселенной, вязкость, модифицированное уравнение

«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».

Кіріспе

Қазіргі уақытта ғалам жеделдетілген кеңею фазасында, бұл Ia типті суперновалардан (SNIa), ауқымды құрылымнан (LSS), ғарыштық микротолқынды фондық сәулеленуден (CMB), бариондық акустикалық тербелістерден (BAO) алынған бірнеше космологиялық бақылаулармен расталады. Спиральды галактикалардан және Галактика кластерлерінен алынған бақылаулармен бірге ғаламда күнгірт материя деп аталатын бақыланатыннан да көп материя бар және ол құрылымның пайда болуына жауап береді. Лямбда суық күнгірт материя Λ CDM деп аталатын қарапайым космологиялық модель бұл құбылыстарды күнгірт секторды құрайтын және Ғаламның шамамен 95% құрайтын екі компонент ретінде сипатталады. Жеделдетілген кеңею космологиялық тұрақтымен күй теңдеуімен сипатталады $p = -p$, ал құрылымның пайда болуы шаң затына байланысты ($p = 0$). Космологиялық бақылауларға сәйкес келетініне қарамастан, Λ CDM галактикалық масштабта бірнеше мәселелерді ұсынады және космологиялық тұрақтысының шығу тегі туралы сұрақтарды ашық қалдырады. Сондықтан мұндай Λ CDM сәйкессіздіктерін шешудің балама модельдері пайда болды. Күнгірт материяны түсіндіру үшін бірнеше аксиондар бар, ультра жеңіл скалярлық бөлшектер, суперсимметриялық бөлшектер және басқалар. Алайда, ғарыштық өлшемдер күнгірт сектордың екі күнгірт компоненттен

тұратындығын анықтай алмайды, өйткені ауырлық теориялары тек толық энергия-импульс тензорын бағалайды.

Осы мәселеге негізделген көптеген модельдер күнгүрт секторды ерекше компонент немесе сұйықтық ретінде түсіндіруді ұсынады, ол жоғары қызыл ығысу кезінде күнгүрт материя және төмен қызыл ығысу кезінде күнгүрт энергия сияқты әрекет етеді және осылайша ғаламның қазіргі үдеуін модельдейді. Бір қызығы, бұл модельдер космологиялық тұрақтысыменкүй теңдеуі баламаларын ұсынады. Екінші жағынан, күнгүрт материя және күнгүрт энергияны біріктіру механизмі идеалды сұйықтықтың орнына тұтқыр сұйықтықпен толтырылған ғаламды болжайды. Бұл шеңберде ғаламның жеделдетілген кеңеюі космологиялық тұрақты емес, тұтқыр сұйықтықтың қысымынан туындайды. Осылайша, бірыңғай күнгүрт материя модельдерінің бұл түрі космологиялық тұрақты мәселе және сәйкестік мәселесі сияқты космологиялық тұрақты мәселелерін болдырмайды.

Материалдар және негізгі әдістер

Ғалам логарифмдік модификациямен тұтқыр байланысқан сұйықтықпен толтырылған ретінде қарастырамыз. Үлкен масштабтағы күнгүрт энергия қасиеттерін есепке алудың қарапайым түрі, ол ғарыштық үдеуге жауапты сұйықтықты өзгерту тәсілі болуы мүмкін. Оны Чаплыгин ұсынған газ және әртүрлі күй теңдеулерінен байқай аламыз. Ғарыштық қысым теріс болғандықтан, ғаламның эволюциясының белгілі бір кезеңдерінде теріс қысымды қамтамасыз ету үшін тек материяны қолдануға бола ма деген ойға келеміз. Ол үшін табиғатта мүмкін болатын жағдайларды талдауымыз қажет. Мүмкін болатын жағдайлардың бірі-стандартты материяны оның қысымы нөлге айналатын әдеттегі жағдаймен салыстырғанда басқа күй теңдеуімен қарастыру. Заттың қысымсыз күй теңдеуінен теріс қысымға өтуіне мүмкіндік беретін процесс стандартты модельде қарастырылғандай ғарыштық кеңеюге байланысты. Осылайша, осы стратегияға жүгіне отырып, Дебайдың жуықтауындағы Антон-Шмидт күй теңдеуіне бағынатын материяны ұсынамыз (Капозицелло, 2019).

Дәрежелік заңы бар логарифмдік модификацияланған тұтқыр сұйықтық үшін өзгертілген күй теңдеуі қарастыра аламыз (Бревик, 2021).

Бұл жердегі мақсатымыз — күнгүрт энергияны дәрежелік заңы бар логарифмдік модификацияланған сұйықтық тұрғысынан зерттеу (Капозицелло, 2018) болып табылады. Осыған байланысты күй теңдеуіміз келесідей болады

$$p = A \left(\frac{\rho}{\rho_*} \right)^{-l} \ln \left(\frac{\rho}{\rho_*} \right); \quad (1)$$

мұндағы ρ_* -Планк тығыздығымен анықталатын анықтамалық тығыздық: $\rho_p = c^5 / \hbar G^2 \approx 5.16 \times 10^{99} \text{ g/m}^3$. $A > 0$ болған жағдайда, логотропты температураы білдіреді, ал $l = -\frac{1}{6} - \nu_G$.

Космологияға тұтқырлықты енгізу әр түрлі тұрғыдан зерттелді (Грон О.

1990). Күнгірт энергия моделі (Бревик, 2005), ғарыштық сингулярлық сияқты соңғы әзірлемелер бар. Күнгірт материя мен күнгірт энергияны тұтқыр ортамен біріктірілген (Бревик, 2005). Мұндай модельдерде ғалам тұтқыр, біртекті сұйықтықпен толтырылған деп болжанады. Ғарыштық тығыздық күнгірт энергияның бір бөлігіне және күнгірт заттың бір бөлігіне бөлінбейді (Мэн, 2009). Көлемдік тұтқырлық ғарыштық қысымға ықпал етеді және ғаламның үдеткіші рөлін атқарады.

Логотропты күнгірт энергия моделінің белгіленулерін қолдана отырып (1) күй теңдеуін қайта жазайық. Бұл үшін массалық тығыздық арқылы көлемді $V \sim \rho^{-1}$ қатынасы арқылы көрсетеміз (Чаванис, 2016)

$$p(V) = \beta \left(\frac{V}{V_0}\right)^{-\frac{1}{6} - v_G} \ln\left(\frac{V}{V_0}\right); \quad (2)$$

Мұндағы V_0 - әртүрлі қысым белгілері арасындағы тосқауылды ажырататын көлем, ал β - Грюнайзеннің өлшемдік параметрі болып келеді. Көлемді сығу модулі сыртқы күштердің әсерінен көлемнің қаншалықты өзгертетінін көрсетеді. Біртекті және изотропты ғаламдағы v_G параметрі теориядағы еркін параметр деп аталады. Егер қысым оң көлемді серпімділік модулі үшін оң болса. Егер $V < V_0$ болса, онда қысым оң көлемді серпімділік модулі үшін теріс болып табылады.

Егер күнгірт сұйықтықтың қысымы (2) теңдеуді қанағаттандырса, онда космологиялық үдеуді қамтамасыз ету үшін көлем $V \approx V_0$ кедергісінен өтуі қажет (Майер, 2003). Үш түрлі режимді ажырату керек :

1. V_0 тосқауылдан өткенге дейінгі аймақ, яғни $V < V_0$ болған кезде. Бұл аймақта қысым оң болып келеді және де Ғалам баяулайды. Бұл LCDM моделіндегі қысымсыз заттың жаңдайына сәйкес келеді.

2. $V \approx V_0$ аймақ. Бұл жағдайда баяулаудан үдеуге ауысу процесі орын алады.

3. $V > V_0$ болған кездегі, тосқауылдан өткеннен кейінгі аймақ V_0 . Осыдан кейін қысым теріс болады және де сұйықтық үйдей бастайды.

Осыған сәйкес, логарифмдік модификацияланған дәрежелік заңының моделінде ғаламның динамикалық эволюциясы оның көлемі $V \approx V_0$ тосқауылынан өткенде ғаламды жылдамдататын жалғыз сұйықтықпен сипатталады. Бұл осы модельді кейінгі ғаламды сипаттауға қолдануға мүмкіндік береді. Енді (1) күй теңдеуін қолдана отырып, ғаламның динамикалық эволюциясын толығырақ қарастырайық. Ғаламды кеңістіктік жазық, біртекті және изотропты деп қарастырып және көлемдік тұтқырлық бар деп есептейік (Авелино, 2010). Қысымға келесі мүшені қоссақ

$$\zeta(H, t) = \xi_1(t)(3H)^n; \quad (3)$$

Мұндағы $\zeta(H, t)H$ Хаббл параметріне және де t уақытқа байланысты болатын көлемді тұтқырлық болып табылады. Термодинамикалық себептерден

$\zeta(H, t) > 0$ шығады. Логарифмдік модификацияланған дәрежелік сұйықтық үшін кеңейтілген күй теңдеуі келесідей формаға ие болады

$$p = A \left(\frac{\rho}{\rho_*} \right)^{-l} - 3H\zeta(H, t); \quad (4)$$

Бұл формула жалпыланған күй теңдеуінің ерекше жағдайы болып табылады.

Әдетте, көлемдік тұтқырлық формасы уақытқа байланысты функция ретінде таңдалады (Мэн, 2007). Жұмыста тығыздыққа тәуелді тұтқырлық коэффициенті $\zeta(H, t)$ егжей-тегжейлі зерттелген. Біріктірілген күнгірт материя мен күнгірт энергияны модельдеу үшін көбінесе $A = 1$ параметрі тұтқыр сұйықтықтың қысымы нөлге тең, ал тұтқырлық термині тиімді қысымға ықпал етеді деп болжанады. Мұнда бірнеше мәселелер туындайды. Бақылау нәтижелері бойынша ғарыштық тығыздық ғарыштық қысымға тең (Бамба, 2012). Тұтқырлық моделінде тұтқырлық термині ғарыштық қысымға үстемдік етеді және дәстүрлі сұйықтық теориясына қайшы келетін ғарыштық заттардың басқа құрамдарының қысым үлесінен асып түседі. Тұтқыр космологияны зерттеудің берік негізін қалау маңызды екені анық.

Бұл бөлімде Фридман-Робертсон-Уокердің кеңістіктік-жазықтық кеңістігіндегі екі тұтқыр байланысқан сұйықтықтың формализмін қолдана отырып, кейінгі уақыт әлемін қарастырытын боламыз (Фараони, 2002). Күнгірт материямен біріктірілген (4) күйінің логарифмдік модификацияланған дәрежелік теңдеуін қолдана отырып, Фридман-Робертсон-Уокер динамикасы зерттеледі. Логарифмдік модификацияланған дәреже модельде ғаламның көлемі $V = V_0$ тосқауылынан өткен кезде үдемелі ғаламға жауап беретін бір ғана сұйықтық бар. Модель ерте ғаламды сипаттай алмайды, себебі бұл кезеңдегі температура қатты денелер үшін дебай температурасынан әлдеқайда жоғары болып келеді. Инфляция кезеңінде сұйықтықтағы қысым логотропты күнгірт энергия моделіндегідей кемиді, ал кейінгі уақытта қысым тұрақты теріс мәнге ұмтылады (Колдуэлл, 2002). Бұл жағдайда ғалам күнгірт сұйықтықпен толтырылған жағдайда өзара әрекеттесетін екі компонентпен толтырылған ғалам қарастырылады: тұтқырлығы бар логарифмдік модификацияланған дәрежелік заңының құрамдас бөлігі және масштабты факторы бар Фридман-Робертсон-Уокер кеңістіктегі жазық ғаламдағы күнгірт материяның құрамдас бөлігі (Элизальде, 2014).

Фондық теңдеулер

$$\dot{\rho} + 3H(p + \rho) = -Q, \quad (5)$$

$$\dot{\rho}_1 + 3H(p_1 + \rho_1) = Q, \quad (6)$$

және

$$\dot{H} = -\frac{k^2}{2}(p + \rho + p_1 + \rho_1). \quad (7)$$

Мұндағы, H Хаббл функциясы болып табылады, яғни $H(t) = \dot{a}(t)/a(t)$, ал $k^2 = 8\pi G$, G -Ньютонның гравитациялық тұрақтысы, p , ρ және p_r , p_l дегеніміз - байланысты сұйықтардың қысымы мен энергия тығыздығы, ал Q - өзара әрекеттесу мүшесі болып табылады. Формулада көрсетілген нүкте ол ғарыштық уақыт t бойынша туындыны білдіреді, Λ космологиялық тұрақты нөлге тең деп есептеледі. Келесідей метриканы қарастырамыз

$$ds^2 = -dt^2 + a^2(t) \sum_i dx_i^2. \quad (8)$$

Фридман метрикасы үшін Хаббл тұрақтысы келесідей [11]

$$H^2 = \frac{k^2}{3} (\rho + \rho_1). \quad (9)$$

Қазіргі уақытта космологияның шешілмеген мәселелерінің бірі ол, стандартты Λ CDM моделіндегі сәйкестік мәселесі болып табылады (Рен, 2006).

Алғашқыжуықтауретінде модельдетек бір сұйықтықты қарастырдық, алайда модельге сәулелену және күнгірт энергия сияқты көптеген компоненттерді қосып, $\zeta(H, t)$, кез-келген сұйықтықтың көлемдік тұтқырлығын тағайындау деградацияға әкеледі, яғни фондық деңгейде тұтқырлықты тудыратын нақты ғарыштық компонентті анықтау мүмкін емес (Рен, 2007). Екінші жағынан, шаң бөлшектері төмен қызыл ығысу кезінде релятивистік бөлшектерге ыдырауына байланысты тұтқырлық тудыруы мүмкін ($z < 1$). Мұндай соңғы бөлшектер энергетикалық фотондар болмауы керек, өйткені оларды анықтау оңай болар еді. Демек, ғарыштық компонентіміз қысымсыз ($p=0$) шаң тәрізді зат сияқты әрекет етеді деп сенеміз. Содан кейін үздіксіздік теңдеуі формула арқылы беріледі.

Күнгірт энергияның тығыздығы мен қазіргі ғаламдағы материяның энергия тығыздық шамасының реті бірдей болатындықтан, күнгірт энергия мен материя бір-бірімен белгілі бір дәрежеде өзара әрекеттеседі деп болжам жасай аламыз (Ноджири, 2005). Нақты космологиялық бақылаулар $r = p_r/p$ -ның бірлік реті бар екенін анықтайды. Тығыздық коэффициентін тұрақты деп есептеп (тұрақты қатынас CDM моделінің салдары), осыған сәйкес (9) теңдеуіміз келесідей болады

$$\rho = \frac{3H^2}{k^2(1+r)}. \quad (10)$$

Осыдан кейін өзара әрекеттесудің космологиялық моделін зерттейміз.

Мәселені қою

Ландау мен Лифшицтен ғарыштық эволюциядағы көлемдік тұтқырлық маңызды болып көрінетінін білеміз және оны макроскопиялық тұрғыдан

түсіндіре аламыз, бұл тепе-теңдік күйін қалпына келтірудің баяу процестерінің болуына тең. Ғарыштық сұйықтықтың көлемдік тұтқырлығы бөлшектердің сақталмайтын өзара әрекеттесуінің нәтижесі болуы мүмкін деп болжайды (Одинцов, 2018), ал басқалары ғарыштық орта компоненттерінің әртүрлі салқындату жылдамдығы көлемдік тұтқырлыққа әкелуі мүмкін екенін көрсетеді (Падманабхан, 1987). Сонымен қатар, CDM сұйықтығындағы бейтарап CDM үшін көлемдік тұтқырлық қысымы CDM сұйықтығынан сәулелену сұйықтығына берілетін энергияға байланысты пайда болады. Дискілі галактикалардың көптеген байқалатын қасиеттерін жасырын секторда тұрақты компонент ретінде көрінетін күнгірт материя диссипативті компоненті арқылы көбейтуге болады. Екінші жағынан, бұзылу деңгейінде тұтқыр сұйықтық динамикасы сипаттаманы сызықтық емес режимге тарату үшін қарапайым және дәл негіз береді. (Ноджири 2003) Бүгінгі таңға дейін күнгірт материя табиғаты белгісіз болғандықтан және космологиядағы диссипативті әсерді жоққа шығаруға болмайтындықтан, Λ CDM моделіндегі күнгірт материя түрінің сипаттамасын зерттеу физикалық қызығушылық тудырады.

Сұйықтық компоненттерінің өзара әрекеттесу түрін келесідей қарастыруға болады

$$Q = 3\alpha H \frac{\rho_1 \dot{\rho}}{\dot{\rho}_1 \rho - \rho_1 \dot{\rho}} \quad (11)$$

Мұндағы α – өлшемсіз тұрақты болып табылады. Энергия тығыздығының қатынасы тұрғысынан $r = p_1/p$ екенін ескеріп, өзара әрекеттесу мүшесін келесідей жазамыз

$$Q = 3\alpha H \frac{r}{\dot{r}} \quad (12)$$

Логарифмдік модификацияланған дәрежелік сұйықтығы үшін кеңейтілген күй теңдеуін қайта жазатын болсақ (4) формула келесі түрге келеді

$$p = A \left(\frac{\rho}{\rho_*} \right)^{-l} - 3H\zeta(H, t);$$

Қысымға $\zeta(H, t)$ көлемдік тұтқырлық қосылады, ол H Хаббл тұрақтысына және t уақытқа байланысты болып келеді

$$\zeta(H, t) = \xi_1(t)(3H)^n, \quad (13)$$

Осы жағдайда уақыт бойынша сызықтық түрде өзгертін $\xi_1(t)$ функциясын келесідей жазуға болады

$$\xi_1(t) = dt + z, \quad (14)$$

Мұндағы d, z – тұрақты параметрлер.

(13) формуладығы $n = 1$ деп есептеп, содан кейін $p > p_*/2$ жағдайында тұтқырлық болған кездегі логарифмдік түзетуі бар дәрежелік заңымен байланысты сұйықтық үшін теңдеуді жазамыз

$$\zeta(H, t) = \xi_1(t)(3H)^1 = 3H(dt + z),$$

Кейін (5) теңдеуіне (12) теңдеуін қоятын болсақ келесідей өрнекті аламыз

$$\dot{\rho} + 3H(p + \rho) + \frac{3\alpha Hr}{\dot{r}} = 0 \quad (15)$$

Осы өрнекке ұлғаю күй өрнегінің мәнін қоятын болсақ өрнегіміз келесідей түрде болады

$$\dot{\rho} + 3H \left(A \left(\frac{\rho}{\rho_*} \right)^{-l} \ln \left(\frac{\rho}{\rho_*} \right) - 9HH(dt + z) + \rho \right) + \frac{3\alpha Hr}{\dot{r}} = 0 \quad (16)$$

(6) теңдеуінен $3H^2$ анықтайтын болсақ, ол келесідей түрге ие болады

$$3H^2 = k^2(\rho + r\rho) \quad (17)$$

Осыдан (17) өрнегін (16) теңдеуіне қойып, қайта анықтайтын болсақ

$$\dot{\rho} + 3H \left[\left(A \left(\frac{\rho}{\rho_*} \right)^{-l} \ln \left(\frac{\rho}{\rho_*} \right)^{-l-1} - 3d(1+r)k^2t\rho + \rho - 3z(1+r)k^2\rho + \frac{\alpha r}{\dot{r}} \right) \right] = 0 \quad (18)$$

Кейін $\rho > \frac{\rho_*}{2}$: жағдайында тұтқырлық болған кезде логарифмдік модификациясы бар дәрежелік заңымен байланысқан сұйықтық үшін гравитациялық теңдеуін келесідей жазылады

$$\dot{\rho} + 3H \left[A \left(\frac{\rho}{\rho_*} \right)^{-l} - A \left(\frac{\rho}{\rho_*} \right)^{-l-1} + (\tilde{d}t + \tilde{z})\rho \right] = 0 \quad (19)$$

Мұндағы, $\tilde{d} = -3d(1+r)k^2$, ал $\tilde{z} = 1 - 3z(1+r)k^2\rho + \frac{\alpha r}{\dot{r}}$:

$$\frac{6H\dot{H}}{k^2(1+r)} + 3H \left[A \left(\frac{\rho}{\rho_*} \right)^{-l} \ln \frac{\rho}{\rho_*} \right] \quad (20)$$

$l = -1$ жағдайында өрнегіміз келесідей түрде болады

$$2\dot{H} + 3 \left(\tilde{d}t + \tilde{z} + \frac{A}{\rho_*} \right) H^2 = 0 \quad (21)$$

(21) теңдеуінің шешімі

$$H(t) = \frac{4\tilde{d}}{3(\tilde{d}t + \tilde{z} + \frac{A}{\rho_*})^2 + C_2}, \quad (22)$$

C_1 – интегралдау тұрақтысы болып табылады. $C_1 = 0$ жағдайында $H > 0$ болады, яғни ғалам кеңейеді. Сонымен бірге, $t_0 = -\frac{1}{\tilde{d}}\left(\tilde{z} + \frac{A}{\rho_*}\right)$ уақытында H алшақтайды және осылайша үлкен алшақтық сингулярлығы пайда болады (Ноджири, 2005).

(22) өрнегінен масштабты факторды анықтайтын болсақ, онда ол келесідей түрге ие болады

$$a(t) = a_0 \exp\left[-\frac{4}{3}\left(\tilde{d}t + \tilde{z} + \frac{A}{\rho_*}\right)^{-1}\right], \quad (23)$$

Мұндағы α_0 – интегралдау тұрақтысы деп аталады. Масштабты фактордың уақыт бойынша туындасы

$$\dot{a}(t) = \frac{4/3}{\left(t + \frac{\tilde{z}}{\tilde{d}} + \frac{A}{\tilde{d}\rho_*}\right)^2} a(t) \quad (24)$$

Уақыт бойынша туынды оң болғандықтан, ғалам кеңейеді деп тұжырымдаймыз. Уақыт бойынша екінші туындыны аламыз

$$\ddot{a}(t) = \left[1 - \frac{3}{2}\left(\tilde{d}t + \tilde{z} + \frac{A}{\rho_*}\right)\right] H^2(t) a(t). \quad (25)$$

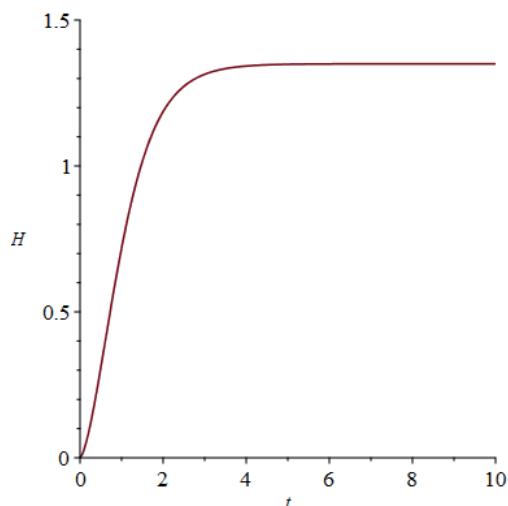
Демек, $t_1 = \frac{1}{\tilde{d}}\left(\frac{2}{3\tilde{d}} - \tilde{z} - \frac{A}{\rho_*}\right)$ жағдайында $\ddot{a}(t) = 0$. Осылайша, $t < t_1$, жағдайында, $\tilde{d} > 0$, яғни $\ddot{a}(t) > 0$ және ғалам кеш жеделдетілген дәуірге өтеді (Суэтин, 2018). Күнгірт материямен өзара әрекеттесусіз тұтқыр емес сұйықтық жағдайында (яғни $d = z = 0$ және $\alpha = 0$ параметрлерінде), $l = -l$ жағдайында өрнегіміз

$$H(t) = \frac{2/3}{\left(1 + \frac{A}{\rho_*}\right)t + C_3} \quad (26)$$

Мұндағы C_3 – интегралдау тұрақтысы.

Нәтижелер

Алынған модельдің (26) өрнегіне сәйкес Хаббл параметрінің уақытқа тәуелді графигі келесідей



Сурет 1 Хаббл параметрінің $H(t)$ уақытта тәуелділік графигі

Ғаламның қазіргі түсінігі-қазіргі уақытта оның кеңеюі жеделдейді. Бұл кейінгі үдеуді күнгірт энергия деп аталатын басым ғарыштық компоненттің болуымен түсіндіруге болады. Стандартты Λ CDM моделі, осы жеделдетілген кеңеюді түсіндірудің ең сәтті моделі күнгірт энергия ретінде космологиялық тұрақтыны қамтиды. Алайда, модель негізінен космологиялық тұрақтылық проблемасынан және кездейсоқтық проблемасынан зардап шегеді (Колдуэлл, 2003). 120-ға жуық космологиялық тұрақты тығыздықтың бақыланатын және болжанған мәндері арасындағы үлкен алшақтық космологиялық тұрақты проблема болып табылады. Күнгірт энергия компоненттері мен күнгірт материяның энергия тығыздығының ғаламның қазіргі дәуіріндегі сәйкестігі сәйкестік мәселесі ретінде қарастырылады (Фэн, 2009). Сонымен қатар, Λ CDM моделі классикалық қашықтық баспалдақтарымен өлшенген Хаббл параметрінің ағымдағы мәні мен Планктың CMB деректер мәні арасындағы айтарлықтай келіспеушіліктерден зардап шегеді. Дәлірек айтсақ, супернова бақылауларынан $H_0 = 74.03 \pm 1.42$ км/с·Мпк бар, ал Планк CMB деректерінен алынған Λ CDM космологиясы $H_0 = 67.4 \pm 0.5$ км/с·Мпк. Бұл мәселелерді шешу үшін күнгірт энергияның әртүрлі динамикалық модельдері ұсынылды. Күнгірт энергияның елес моделі, голографиялық модель, фантом, тахион, дилатон, квинтом және вакуумның динамикалық энергиясы бұлар күнгірт энергияның динамикалық модельдерінің бірнеше мысалдары (Колдуэлл, 2002). Олардың көпшілігі бақылаулармен жақсы үйлеседі. Тағы бір балама тәсіл-ауырлық теориясын өзгерту.

Ерекше жағдайда, $C_3 = 0$ болғанда, $H(t)$ уақыт бойынша туындысы

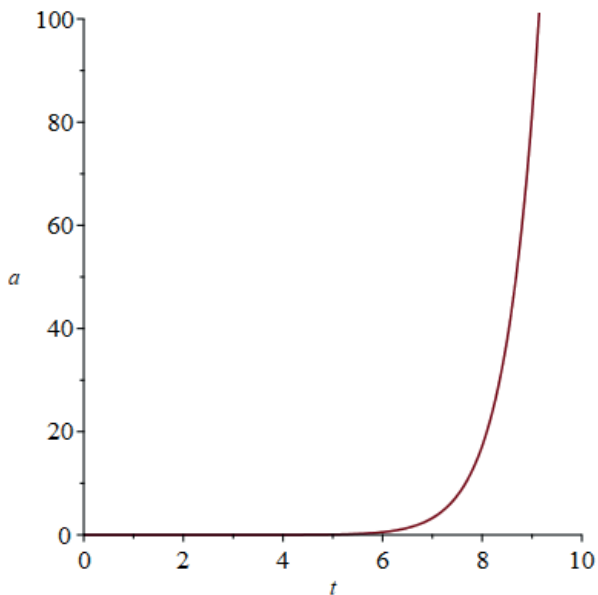
$$\dot{H}(t) = -\frac{2}{3\left(1+\frac{A}{\rho_*}\right)t^2}. \quad (27)$$

$\dot{H} < 0$ болған жағдайда, ғалам баяулайды. Осыдан масштабты факторды анықтайтын болсақ

$$a(t) = a_0 t^{\frac{2}{3(1+\frac{A}{\rho_*})}}, \tag{28}$$

Мұндағы a_0 – ерікті тұрақты.

Осы модельдің (28) теңдеуінде көрсетілген масштаб факторының графигі 2 суретте көрсетілген



Сурет 2 Масштаб факторының уақытқа тәуелділік графигі

2-суретте модификацияланған кері қарау уақытына қатысты масштабты коэффициент ретінде құрылған біріктірілген деректер жиынтығы көрсетілген. Сондай-ақ, графикте $\Omega_L = 0.73$ және $\Omega_L = 1 - 0,27$ тығыздығының параметрлері бар ең кіші квадраттар әдісімен Λ CDM сәйкестігі көрсетілген. Бұл мәндер серпімділік модулінің графигінде алынған мәндерге өте жақын, осылайша, кері санақ уақытын есептеудің дұрыстығы расталады. 2-суреттегі Λ CDM үшін R-квадраттың сәйкестік коэффициенті 0,98 құрайды. Сондай-ақ, графикте күнгірт материя $p = \frac{1}{3}\rho$ күй теңдеуі бар идеалды сұйықтық түрінде ұсынылған. Оның тығыздығы t тұрақтысы ретінде өзгереді және ол Фридман теңдеулеріне Ω_{dark}/t^2 ретінде енеді, тек Ω_{dark}/a^3 мүшесін Λ CDM-ге ауыстырады (Рен, 2006). Немесе, ол Λ CDM масштаб коэффициенті сияқты есептеледі. Бұл алмастыру арқылы $a(t)$ жаңа шешімін табуға болады.

Масштабты фактордың уақыт бойынша бірінші туындысы келесідей анықталады

$$\dot{a}(t) = \frac{2/3}{\left(1 + \frac{A}{\rho_*}\right)t} a(t). \quad (29)$$

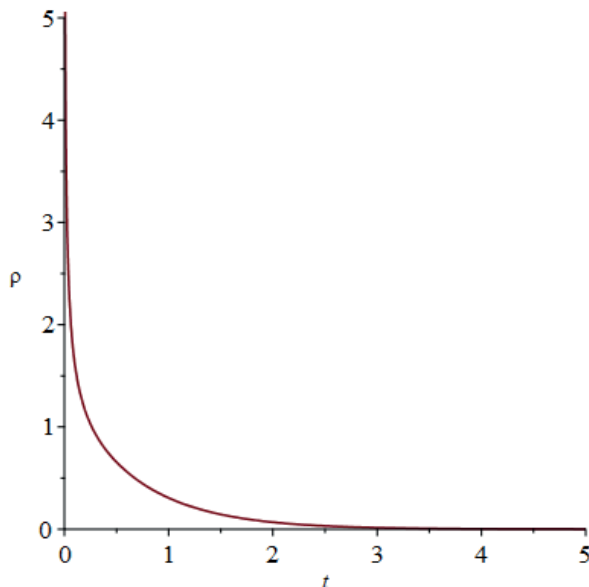
Туынды оң болғандықтан, ғалам кеңейуде (Бревик, 2009). Осыдан көретініміз, егер логарифмдік модификацияланған дәрежелік сұйықтығының тұтқырлығын және оның күнгірт материямен өзара әрекеттесуін ескермесек, қазіргі таңдағы ғаламның үдемелі ұлғаюын сипаттамайтын космологиялық модельді алдық.

Үздіксіздік теңдеуді шешу байланыс мүшесі бар күнгірт материя пен Хаббл функциясы келесідей өрнектеледі

$$\rho_1(t) = \left[\frac{A}{\tilde{a}C_4} \left(\frac{\alpha r}{\tilde{r}} - 1 \right) \arctan \left(\frac{\tilde{a}t + \tilde{z} + \frac{A}{\rho_*}}{C_4} \right) \right], \quad (30)$$

Мұндағы $C_4 \neq 0$ – ерікті тұрақты болып табылады, ал $\tilde{\rho}_0 = \rho_1(0)$. Кейінгі ғалам үшін $t \rightarrow \infty$ шегінде $\rho_1 \rightarrow \tilde{\rho}_0 \exp \left[\frac{2\pi}{\tilde{a}C_4} \left(\frac{\alpha r}{\tilde{r}} - 1 \right) \right]$. Осыған сәйкес, ұсынылған модель ғаламның эволюциясын бақылауларға сәйкес сипаттай алады, материяның үстемдік ету дәуірінен кейінгі үдеу дәуіріне ауысады.

Ал осы (30) теңдеуінде өрнектелген тығыздықтың модель графигі 3 суретте көрсетілген



Сурет 3 Тығыздықтың уақытқа тәуелді графигі

3 суретте бейнеленгендей, энергия тығыздығы әрқашан уақыттың оң және кему функциясы болып қала береді және ол $t \rightarrow \infty$ кезінде нөлге жақындайды. Бұл графиктен энергияның барлық тығыздығы кеңейіп жатқан ғаламды көрсететін, яғни уақыттың оң төмендейтін функциялар екенін көрсетеді.

Қазіргі таңда күнгірт материя және күнгірт энергия тығыздықтары бірдей шама ретіне ие (Бревик, 2021), бірақ Λ CDM моделінде бұл энергия тығыздықтары әртүрлі жолдармен дамиды, сондықтан екі тығыздық та қазіргі уақытта шама ретіне сәйкес келуі үшін ерте ғаламда олардың арасында нақты өлшемдерін алу қажет. Көлемдік тұтқырлық сұйықтықтың энергия тығыздығына тұрақты және пропорционалды екенін ескере отырып (Бревик, 2021), ерте және кейінгі уақыттық ерекшеліктерге әкелетін Λ CDM тәрізді тұтқыр модельдің нақты шешімдері зерттелуде.

Қорытынды

Бұл жұмыста көлемдік тұтқырлығы ζ бар, біртекті және изотропты кеңістіктік-жазықтық кеңістікте логарифмдік модификацияланған дәрежелік күй теңдеуіне негізделген ғаламның күнгірт энергия моделі қарастырылды. Дәрежелік заңы бойынша логарифмдік модификацияланған сұйықтық изотропты деформациялардағы кристалды қатты заттарға ұқсас қасиеттерге ие, тіпті қысым теріс болған жағдайда да. Бұл формализм модельді модельдеуге және кейінгі ғаламның жеделдетілген кеңеюін логотропты күнгірт сұйықтық тұрғысынан түсіндіруге мүмкіндік береді. Сондай-ақ күнгірт материямен өзара әрекеттесуді қарастырдық және екі сұйықтықтың энергия тығыздығы үшін аналитикалық өрнектер алдық. Масштабты фактор $\alpha(t)$ және оның бірінші және екінші туындыларының өрнектеріне сүйене отырып, әр түрлі сипаттама режимдеріне бөлінді: не жеделдетілген кеңейту (қазіргі кездегідей), не баяулайтын кеңейту. Күнгірт материямен өзара әрекеттесусіз тұтқыр емес логарифмдік модификацияланған дәрежелік сұйықтығынан айырмашылығы, модель қазіргі ғаламды сипаттауға қолайлы екендігі дәлелденді.

Көрсетілгендей, сұйықтықтың тұтқырлығы бар күнгірт энергия мен күнгірт материяның өзара әрекеттесуі әртүрлі типтегі ерекшеліктердің сипатына әсер етеді. Бұл жағдай нақты жұмысқа түрткі болды. Байланысты күнгірт сұйықтықтары бар космологиялық сценарий материяның үстемдік ету дәуірінен кейінгі үдеу дәуіріне ауысуды бастан кешіретін ғаламды тудыруы мүмкін екенін көрсетті. Бакылау деректерімен, атап айтқанда Ia (SN Ia) супернова деректерімен және Хаббл функциясымен жұмыста келтірілген логарифмдік модификация мен тұтқырлық жағдайлары жақсы келіседі. Осылайша, жеделдетілген кеңеюдің әртүрлі режимдерін зерттеп, кейінгі ғаламның бұл сипаттамасы қызықты нәтижелерге әкелуі мүмкін деген қорытындылауға болады.

Байланыс теңдеулеріне байланысты Q байланыс мүшесінің табиғаты физикалық тұрғыдан белгісіз екенін байқаймыз. Осы теңдеулердің соңғысы, егер $Q > 0$ болса, көлемдік тұтқырлық болған кезде энергияны сақтау теңдеуі түрінде болады. Алдағы уақытта кейінгі уақыт әлемінің эволюциясының термодинамикалық аспектілерін зерттеу қызығушылық тудырады.

ӘДЕБИЕТТЕР

Авелино А. (2010). Ғаламның үдемелі кеңеюін ынталандыру үшін жаппай тұтқырлығы бар материя үстемдік ететін модельді зерттеу / У.Нукаменди // *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*. — 2010. — № 8. — 009 p.

Бамба К. (2012). Күнгірт энергия космологиясы: әртүрлі теориялық модельдер мен космографиялық сынақтар арқылы баламалы сипаттама / С.Капозицелло, С. Ноджири, С. Д. Одинцов // *Astrophys. Space Sci.* — 2012. — № 342. — Б. 155–228.

Бревик И. (2005). Күнгірт энергия және тұтқыр космология / О.Горбунова // *General Relativity and Gravitation*. — 2005. — № 12. — Б. 2039–2045.

Бревик И. (2005). Тұтқыр космология, энтропия және Карди-Верлинде формуласы / А.Реймер // *Progress in General Relativity and Quantum Cosmology Research*. — 2005. — № 246. — Б. 165–183.

Бревик И. (2009). Болашақ сингулярлыққа жақын 4d және 5d тұтқыр космологияларындағы сингулярлықтарға қысқаша шолу / О.Горбунова *The Problems of Modern Cosmology: A volume in Honour of Professor S.D Odintsov in the Occasion of His 50th Dirthday*. — 2009. — Б.106–113.

Бревик И. (2021). Логарифмді түзетілген күй теңдеуі бойынша тұтқыр байланысқан сұйықтықтар / Мырзакулов К., Жадьранова А. // *International Journal of Geometric Methods in Modern Physics*. — 2021. — № 18. — 2150198 p.

Бревик И. (2021). Термиялық сәулеленудің күнгірт ғаламдағы сингулярлықтарға әсері / А.В. Тимошкин, Танму Пол // *Int. J. Geom. Meth. Mod. Phys.* — 2021. — №. 18. — 2150113 p.

Бревик И. (2021). Тұтқырлығы бар энтропикалық космологияның термодинамикалық аспектілері / А.В. Тимошкин, // *Int. J. Mod. Phys D*. — 2021. — № 30. — 2150008 p.

Грон О. (1990). Тұтқыр инфляциялық ғаламның модельдері // *Astrophysics and Space Science*. — 1990. — № 173. — Б.191–225.

Капозицелло С. (2018). Сұйықтықтың бір сипаттамасынан ғарыштық үдеу / Р.Д. Агостино, О. Луонго // *Physics of the dark Universe*. — 2018. — №. 20. — Б. 1–12.

Капозицелло С. (2019). Антон-Шмидт ғарыштық сұйықтығының тиімді өріс сипаттамасы / Р.Д. Агостино, Р. Джамбо, О. Луонго, // *Phys. Rev. D*. — 2019. — № 99. — 023532 p.

Колдуэлл Р.Р. (2002). Елес қауіп пе? Күйдің супер-теріс теңдеуі бар күнгірт энергия компонентінің космологиялық салдары // *Phys. Lett.* — 2002. — № 542. — Б. 23–29.

Колдуэлл Р.Р. (2003). Елес энергиясы: $w < -1$ бар күнгірт энергия ғарыштық ақырзаманды тудырады / М. Камионковский, Н.Н. Вайнберг // *Phys. Rev. Lett.* — 2003. — №. 91. — 071301 p.

Майер Б. (2003). Ab-initio лавалар фазаларының серпімді тұрақтылары мен термиялық кенею коэффициенттерін есептеу / Х.Антон, Э. Ботта, М. Метфессельб, Дж. Стихта, Дж. Харриск, П. С. Шмид // *Intermetallics*. — 2003. — №. 11. — Б. 23–32.

Мэн Х.-Х. (2007). Фридман космологиясы күй мен көлемдік тұтқырлықтың жалпыланған теңдеуімен / Дж. Рен, М.-Г. Ху // *Communications in Theoretical Physics*. — 2007. — №. 47. — Б. 379–384.

Мэн Х.-Х. (2009). Фридманның тұтқырлығы бар космологиясы: күнгірт энергияның нақты моделі / Х. Dou // *Communications in Theoretical Physics*. — 2009. — № 52. — Б. 377–382.

Ноджири С. (2003). Кванттық Де Ситтер космологиясы және елес материя / С.Д. Одинцов // *Phys. Lett. B*. — 2003. — № 562. — Б. 147–152.

Ноджири С. (2005). (Фантомдық) күнгірт энергетикалық ғаламдағы сингулярлықтардың қасиеттері / С.Д. Одинцов, С. Цуджикава // *Phys. Rev. D*. — 2005. — № 73. — 063004 p.

Одинцов С.Д. (2018). Күйінің логарифмдік теңдеуі бар космологиялық сұйықтықтар / В.К. Ойконому, А. В. Тимошкин, Е. Н. Саридакис, Р. Мырзакулов // *Annals of Physics*. — 2018. — № 398. — Б. 238–253.

Падманабхан Т. (1987). Тұтқыр ғаламдар / С.М. Читре // *Physics Letters A* – 1987. – № 120 – Б. 433–436.

Рен Дж. (2006). Күйдің тиімді теңдеуімен сипатталған тұтқырлық ортасы (күнгірт сұйықтық) бар космологиялық модель / Х.-Н. Meng // *Physics Letters B*. — 2006. — № 633. — Б. 1–8.

Рен Дж. (2006). Фридман әлеміндегі күйдің, скалярлық өрістің және сусымалы тұтқырлықтың өзгертілген теңдеуі / X.-H. Meng // *Physics Letters B*. — 2006. — № 636. — Б. 5–12.

Рен Дж. (2007). Космологиядағы күйдің бірыңғай теңдеуімен сипатталған күнгірт тұтқыр сұйықтық / X.-H. Meng // *International Journal of Modern Physics D*. — 2007. — № 16. — Б. 1341–1348.

Суэтин Д.В. (2018). Электрондық құрылым, алтыбұрышты субкарбидтердің механикалық және динамикалық тұрақтылығы M2C (M= Tc, Ru, Rh, Pd, Re, Os, Ir және Pt): Ab-initio есептеулері / И.Р. Шейн // *Physics of the Solid State*. — 2018. — № 60. — Б.213–224.

Фараони В. (2002). Фридман-Робертсон-Уокер ашық ғаламдарының жалпы энергиясы туралы // *Int. J. Mod. Phys. D*. — 2002. — № 11. — Б. 471–484.

Фэн Си Джей (2009). Тұтқыр Риччи күнгірт энергиясы / X.З. Ли // *Physics Letters B*. — 2009. — № 680. — Б. 355–358.

Чаванис П.Х. (2016). Логотропты күнгірт сұйықтық күнгірт материя мен күнгірт энергияның бірігуі ретінде // *Phys. Lett. B*. — 2016. — №758. — Б. 59–66.

Элизальде, Э.В. (2014). ФРУ әлеміндегі күнгірт материямен біріктірілген біртекті емес тұтқыр күнгірт сұйықтық / В.Обухов, А.В. Тимошкин, // *Mod. Phys. Lett. A*. — 2014. — № 29. —1450132 p.

REFERENCES

Avelino A. (2010). Exploring a matter-dominated model with bulk viscosity to drive the accelerated expansion of the Universe / U. Nucamendi // *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*. — 2010. — No. 8. — 009 p.

Bamba K. (2012). Dark energy cosmology: the equivalent description via different theoretical models and cosmography tests / S. Capozziello, S. Nojiri, S. D. Odintsov // *Astrophys. Space Sci*. — 2012. — No. 342. — Pp. 155–228.

Brevik I. (2005). Dark energy and viscous cosmology / O. Gorbunova // *General Relativity and Gravitation*. — 2005. — No. 12. — Pp. 2039–2045.

Brevik I. (2005). Viscous cosmology, entropy, and the Cardy-Verlinde formula / A. Reimer // *Progress in General Relativity and Quantum Cosmology Research*. — 2005. — No. 246. — Pp. 165–183.

Brevik I. (2009). A brief review of the singularities in 4D and 5D viscous cosmologies near the future singularity / O. Gorbunova // *The Problems of Modern Cosmology: A volume in Honour of Professor S.D Odintsov in the Occasion of His 50th Dirthday*. — 2009. — Pp.106–113.

Brevik I. (2021). The effect of thermal radiation on singularities in the dark universe / A. V. Timoshkin, Tanmou PauL, // *Int. J. Geom. Meth. Mod. Phys*. – 2021. – No. 18 – 2150113 p.

Brevik I. (2021). Thermodynamic aspects of entropic cosmology with viscosity / A. V. Timoshkin, // *Int. J. Mod. Phys D*. — 2021. — No. 30. — 2150008 p.

Brevik I. (2021). Viscous coupled fluids in terms of a log-corrected equation-of-state / MyrzakuLov K., Zhadyranova A. // *International Journal of Geometric Methods in Modern Physics*. — 2021. — No. 18. —2150198 p.

Caldwell R.R. (2003). Phantom energy: dark energy with $w < -1$ causes a cosmic doomsday / M. Kamionkowski, N. N. Weinberg // *Phys. Rev. Lett*. — 2003. — No. 91. — 071301 p.

Caldwell R.R. (2002). A phantom menace? Cosmological consequences of a dark energy component with super-negative equation of state // *Phys. Lett*. — 2002. — No. 542. — Pp. 23–29.

Capozziello S. (2018). Cosmic acceleration from a single fluid description / R. D’Agostino, O. Luongo // *Physics of the dark Universe*. — 2018. — No. 20. — Pp. 1–12.

Capozziello S. (2019). Effective field description of the Anton-Schmidt cosmic fluid / R. D’Agostino, R. Giamb’o, O. Luongo, // *Phys. Rev. D*. — 2019. — No. 99. — 023532 p.

Chavanis P.H. (2016). The logotropic dark fluid as a unification of dark matter and dark energy // *Phys. Lett. B*. — 2016. —No.758. — Pp. 59–66.

- Elizalde E.V. (2014). Inhomogeneous viscous dark fluid coupled with dark matter in the FRW universe / V. Obukhov, A. V. Timoshkin, // *Mod. Phys. Lett. A.* — 2014. — No. 29. — 1450132 p.
- Faraoni V. (2002). On the total energy of open Friedmann-Robertson-Walker universes // *Int. J. Mod. Phys. D.* — 2002. — No. 11. — Pp. 471–484.
- Feng C.-J. (2009). Viscous Ricci dark energy / X.-Z. Li // *Physics Letters B.* — 2009. — No. 680. — Pp. 355–358.
- Gron O. (1990). Viscous inflationary universe models // *Astrophysics and Space Science.* — 1990. — No. 173. — Pp.191–225.
- Mayer B. (2003). Ab-initio calculation of the elastic constants and thermal expansion coefficients of laves phases, Intermetallics / H. Antona, E. Botta, M. Methfesselb, J. Stichta, J. Harrisc, P. C. Schmid // *Intermetallics.* — 2003. — No. 11. — Pp. 23–32.
- Meng X.-H. (2007). Friedmann cosmology with a generalized equation of state and bulk viscosity / J. Ren, M.-G. Hu // *Communications in Theoretical Physics.* — 2007. — No. 47. — Pp. 379–384.
- Meng X.-H. (2009). Friedmann cosmology with bulk viscosity: a concrete model for dark energy / X. Dou // *Communications in Theoretical Physics.* — 2009. — No. 52. — Pp. 377–382.
- Nojiri S. (2005). Properties of singularities in the (phantom) dark energy universe / S. D. Odintsov, S. Tsujikawa // *Phys. Rev. D.* — 2005. — No. 73. — 063004 p.
- Nojiri S. (2003). Quantum de Sitter cosmology and phantom matter /S.D. Odintsov // *Phys. Lett. B.* — 2003. — No. 562. — Pp. 147–152.
- Odintsov S.D. (2018). Cosmological fluids with logarithmic equation of state / V. K. Oikonomou, A. V. Timoshkin, E. N. Saridakis, R. Myrsakulov // *Annals of Physics.* — 2018. — No. 398. — Pp. 238–253.
- Padmanabhan T. (1987). Viscous universes / S. M. Chitre // *Physics Letters A.* — 1987. — No. 120. — Pp. 433–436.
- Ren J. (2006). Cosmological model with viscosity media (dark fluid) described by an effective equation of state / X.-H. Meng // *Physics Letters B.* — 2006. — No.633. — Pp. 1–8.
- Ren J. (2007). Dark viscous fluid described by a unified equation of state in cosmology / X.-H. Meng // *International Journal of Modern Physics D.* — 2007. — No.16. — Pp. 1341–1348.
- Ren J. (2006). Modified equation of state, scalar field, and bulk viscosity in Friedmann universe / X.-H. Meng // *Physics Letters B.* — 2006. — No.636. — Pp. 5–12.
- Suetin D.V. (2018). Electronic structure, mechanical and dynamical stability of hexagonal subcarbides M₂C (M= Tc, Ru, Rh, Pd, Re, Os, Ir, and Pt): Ab-initio calculations / I. R. Shein // *Physics of the Solid State.* —2018. — No. 60. — Pp.213–224.



РАКИШЕВ БАЯН РАКИШЕВИЧ
(к 90-летию со дня рождения)

Выдающийся ученый-горняк, действительный член Национальной академии наук Республики Казахстан, заслуженный деятель РК, доктор технических наук, профессор, почетный ректор Казахского национального исследовательского технического университета им. К. И. Сатпаева Баян Ракишевич Ракишев родился 15 марта 1934 года.

После окончания с отличием Казахского горно-металлургического института с 1957 по 1965 годы он работал на Коунрадском руднике Балхашского горно-металлургического комбината в должностях начальника смены, начальника цеха и карьера. В 1964 году без отрыва от производства успешно защитил кандидатскую диссертацию.

Дальнейшая его трудовая деятельность связана с родным вузом. С 1966 по 1987 годы доцент, профессор, заведующий кафедрой теоретической механики, в период с 1988 по 2016 год заведующий кафедрой открытых горных работ, с 1980 по 1993 год научный руководитель проблемной лаборатории новых физических методов разрушения горных пород и отраслевой лаборатории технологии буровзрывных работ КазПТИ им. В.И. Ленина. С 2016 года по настоящее время он профессор кафедры «Горное дело», почетный ректор Казахского национального исследовательского технического университета им. К.И. Сатпаева.

Под руководством Б. Ракишева факультет Автоматики и вычислительной техники занимал передовые позиции в научно-исследовательской, учебно-производственной и общественной деятельности. Факультетский ансамбль «Досмукасан» сформировался, состоялся как творческий самостоятельный коллектив и стал популярным в странах СНГ. О творческой деятельности

«Досмукасан» и роли декана Баяна Ракишева в его становлении рассказывается в кинофильме «Досмукасан», выпущенном Казахфильмом в 2020 году.

В должностиректора он всю свою силу и энергию отдавал расширению связей науки с производством, практической подготовке будущих специалистов. Тогда в КазПТИ впервые в Казахстане были организованы специализированные студенческие отряды для прохождения производственных практик, открылось несколько филиалов кафедр на базе предприятий и НИИ. Активно внедрялись договоры о научно-техническом содружестве и подготовке специалистов по прямым связям с предприятиями. Контингент иностранных студентов из 37 стран в то время составлял внушительную цифру – более 300 человек. Существенно улучшилось состояние материально-технической базы института. КазПТИ им. В.И. Ленина был одним из ведущих высших учебных заведений СССР.

Баян Ракишевич создал стройную теорию разрушения реального массива горных пород действием взрыва ВВ. Разработал аналитические методы определения расположения зарядов ВВ в массиве, гранулометрического состава взорванной горной массы, затрат энергии ВВ на дробление, перемещение и графо-аналитические методы определения размещения разнородных пород в развале, параметров технологий буровзрывных и экскаваторных работ, обеспечивающих наименьшие количественные и качественные потери.

Баяном Ракишевым сформулированы стратегические задачи рационального освоения недр и комплексного использования полезных ископаемых, обоснованы системы их обеспечения, разработаны горно-геологические, геометрические модели сложноструктурных блоков месторождений, математические модели минерального сырья на различных этапах его переработки, позволяющие управлять уровнем извлечения как основных, так и сопутствующих полезных компонентов в концентрат, в металл, что чрезвычайно важно в условиях систематического снижения содержания профильных металлов в руде и увеличения спроса на редкие металлы в связи с развитием высоких технологий.

Разработанные математические модели стабилизации качества многокомпонентной руды для оперативного управления внутрикарьерным усреднением и состоянием минерального сырья на каждом из этапов его переработки способствуют совершенствованию экономически эффективных технологий добычи и переработки полезных ископаемых.

Научными работами, выполненными на высоком теоретическом уровне и оригинальными практическими разработками, получившими признание горной общественности, академик Б.Р. Ракишев внес большой вклад в горную науку и промышленность, создал научную школу в области эффективного разрушения массивов пород и разработки полезных ископаемых в режиме их рационального использования недр, подготовил 9 докторов, 30 кандидатов технических наук, 9 докторов PhD, сотни магистров и инженеров.

Академик НАН РК Б.Р. Ракишев является автором около 800 научных и учебно-методических работ, в том числе 15 монографий, 6 аналитических обзоров, 14 учебников и учебных пособий, 50 авторских свидетельств и патентов на изобретения, более 100 статей в изданиях в базе данных Scopus и Web of Science.

За заслуги в области научной, педагогической и организационной деятельности Б. Р. Ракишев награжден орденами Трудового Красного Знамени и «Парасат», шестью медалями СССР и РК, Почетной грамотой Верховного Совета Казахской ССР, удостоен почетного звания «Заслуженный деятель РК», является лауреатом Республиканской премии им. К.И. Сатпаева.

Баян Ракишевич и сейчас ведет активную научно-исследовательскую, научно-организационную работу, являясь научным руководителем проектов Министерства науки и высшего образования РК, председателем диссертационного совета по защите докторских диссертаций, руководителем докторантов PhD, вице-президентом ОО «Союз ученых Казахстана», почетным президентом Горнопромышленного союза Казахстана, членом редколлегий журналов Казахстана, России, Украины и Узбекистана.

Поздравляя Баяна Ракишевича с юбилеем, желаем ему здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов.

*Министерство высшего образования и науки РК,
Национальная академия наук РК,
Казахский национальный исследовательский
технический университет им. К.И. Сатпаева,
редакции журналов «Доклады НАН РК» и
«Вестник НАН РК»*

МАЗМУНЫ

ФИЗИКА

Ж.С. Байымбетова, Н.А. Сандибаева, Е.А. Склярова, Н.Ж. Ахметова ОРТА МЕКТЕП ФИЗИКА ПӘНІН ОҚЫТУДЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІ: ӘДЕБИЕТТЕРГЕ ШОЛУ.....	7
Е.А. Дмитриева, А.Е. Кемелбекова, Е.С. Отунчи, А.Қ. Шонғалова, А.Г. Умирзаков АТОМДЫҚ ДЕҢГЕЙДЕ АЛКИЛ АРАЛЫҚТАРЫ АРҚЫЛЫ WS_2 НАНОПАРАҚТАРЫНЫҢ ФОТОСЕЗІМТАЛДЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН АРТТЫРУ.....	16
А.А. Жадыранова, Д.К. Аншокова МОДИФИЦИРОВАННОЕ УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ЛОГАРИФМИЧЕСКИ СКОРРЕКТИРОВАННОЙ ЖИДКОСТИ СО СТЕПЕННЫМ ЗАКОНОМ.....	31
В.Ю. Ким, Ш.Т. Омаров АЛЫТ-АЗИМУТАЛДЫ МОНТАЖДАУДАН ӨТКЕН ТЕЛЕСКОПТЫҢ ДЕРОТАТОРЛЫ ӨРІСІ.....	50
А. Марасулов, И.И. Сафаров, М.Х. Тешаев, Ә.С. Төлеп, Г.А. Абдраимова ҚАБАТТЫ ТҮТҚЫР СЕРПІМДІ ЦИЛИНДРДЕ СТАЦИОНАРЛЫҚ ЕМЕС ТОЛҚЫНДАРДЫҢ ТАРАЛУЫ.....	63
М. Пахомов, Ү. Жапбасбаев, Г. Рамазанова ҚҰБЫРДАҒЫ ТҮТҚЫР-ПЛАСТИКАЛЫҚ СҮЙІҚТЫҚТЫҢ ИЗОТЕРМИЯЛЫҚ ЕМЕС ТУРБУЛЕНТТІК АҒЫСЫН ЕСЕПТЕУГЕ АРНАЛҒАН РЕЙНОЛЬДС КЕРНЕУІ МОДЕЛІ.....	79
К. Саурова, С. Нысанбаева, Н. Сейдахмет, Г. Турлыбекова, Қ. Астемесова ҒАРЫШ АППАРАТЫНЫҢ ОРБИТАЛДЫҚ ҚОЗҒАЛЫС ДИНАМИКАСЫН СИМУЛЯЦИЯЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ.....	95
Е.О. Шаленов, Е.С. Сейтқожанов, М.М. Сейсембаева, К.Н. Джумагулова СЭНДВИЧ ПЕН КЕРІ КОНТАКТЫ ПЕРОВСКИТ КҮН ЭЛЕМЕНТТЕРІН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ.....	109
Л.И. Шестакова, Р.Р. Спасюк КОМЕТАЛАРДЫҢ ТЕРМИЯЛЫҚ КЕРНЕУЛЕРМЕН ЖОЙЫЛУЫ.....	123
С.А. Шомшекова, М.А. Кругов, Ч.Т. Омаров, Е.К. Аймурагов АСТРОХАБ ШЕҢБЕРІНДЕ ҒЫЛЫМДЫ НАСИХАТТАУ.....	139

ХИМИЯ

Т.К. Джумадилов, Г.Т. Дюсембаева, Ж.С. Мукатаева, Ю.В. Гражулявичюс, И.С. Сапарбекова ПОЛИМЕТАКРИЛ ҚЫШҚЫЛЫ МЕН ПОЛИ-2-МЕТИЛ-5-ВИНИЛПИРИДИН ГЕЛЬДЕРІНІҢ ҚАШЫҚТЫҚТАН ӘРЕКЕТТЕСУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	155
Ә. Қаппасұлы, Д. Махаева, Ж. Қожантаева, Ғ. Ирмухаметова ДӘРІЛІК ЗАТТАРДЫ ЖЕТКІЗУДІҢ ОФТАЛЬМОЛОГИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІН ӨЗІРЛЕУ ҮШІН МЕТАКРИЛДЕНГЕН АЛГИН ҚЫШҚЫЛЫН АЛУ.....	167
А. Карилхан, А. Турсынова МОНОТЕРПЕНДІК ЦИТРОНЕЛЛАЛДАН ИЗОПУЛЕГОЛ ЖӘНЕ МЕНТОЛ СИНТЕЗІН ЗЕРТТЕУ.....	186
А.А. Құдайбергін, А.К. Нурлыбекова, Ж. Жеңіс, М.А. Дюсебаева ARTEMISIA TERRAE-ALBAE МАЙДА ЕРИТІН СЫҒЫНДЫСЫНЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ.....	195
М.Г. Мурзагалиева, Н.С. Ашимхан, А.О. Сапиева АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАБИҒИ АДСОРБЕНТТЕРМЕН ТАЗАЛАУДЫҢ КОЛЛОИДТЫ – ХИМИЯЛЫҚ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ.....	204

Г.Ф. Сагитова, С.А. Сакибаева, Б.А. Сақыбаев, З.А. Емқұлова, В.Ю. Морозова БУТАДИЕН-НИТРИЛДІ КАУЧУКТАР МЕН ТОЛЫҚТЫРҒЫШТАР НЕГІЗІНДЕГІ ТЫҒЫЗДАҒЫШ РЕЗИНАЛАРДЫ ӨЗІРЛЕУ.....	219
Б. Серикбаева, Р. Абжалов, А. Колесников, Ш. Кошкарбаева, М. Сатаев ПОЛИМЕРЛЕРДІҢ ТІКЕЛЕЙ ФОТОХИМИЯЛЫҚ КҮМІСТЕНУІ.....	230
А.Т. Такибаева, О.В. Демец, А.А. Жорабек, А. Карилхан, Д.А. Ражабова ЛУПАН ТРИТЕРПЕНОИДТАРЫНЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТАРЫН СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ.....	244
Б.Р. Таусарова, М.Ш. Сулейменова, Ж.Е. Шаихова, С.О. Абилкасова, Л.М. Калимолдина МЫС НАНОБӨЛШЕКТЕРІНІҢ НЕГІЗІНДЕГІ ЦЕЛЛЮЛОЗАЛЫҚ ТОҚЫМА МАТЕРИАЛДАРЫНЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	259
Б.Х. Хусаин, А.Р. Бродский, А.С. Сасс, И.И. Торлопов, К.Р. Рахметова КӨМІРТЕКСІЗДЕНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНДАҒЫ ЖЫЛУ ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫНЫҢ ГАЗДАРЫН АЛДЫН АЛА ӨҢДЕУ.....	271
РАКИШЕВ БАЯН РАКИШЕВИЧ (90 жас).....	283

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

Ж.С. Байымбетова, Н.А. Сандибаева, Е.А. Склярова, Н.Ж. Ахметова СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЕМ ФИЗИКОЙ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	7
Е.А. Дмитриева, А.Е. Кемелбекова, Е.С. Отунчи, А.Қ. Шонгалова, А.Г. Умирзаков УЛУЧШЕНИЕ ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ НАНОЛИСТОВ WS ₂ С ПОМОЩЬЮ АЛКИЛЬНЫХ СПЕЙСЕРОВ НА АТОМИСТИЧЕСКОМ УРОВНЕ.....	16
А.А. Жадыранова, Д.К. Аншокова ДӘРЕЖЕЛІК ЗАҢЫ БАР ЛОГАРИФМДІК МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН СҮЙІҚТЫҚ КҮЙІНІҢ ӨЗГЕРТІЛГЕН ТЕНДЕУІ.....	31
В.Ю. Ким, Ч.Т. Омаров ДЕРОТАТОР ПОЛЯ ДЛЯ ТЕЛЕСКОПА НА АЛЬТ-АЗИМУТАЛЬНОЙ МОНТИРОВКЕ.....	50
А. Марасулов, И.И. Сафаров, М.Х. Тешаев, А.С. Тулеп, Г.А. Абдраимова РАСПРОСТРАНЕНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ВОЛН В СЛОИСТОМ ВЯЗКОУПРУГОМ ЦИЛИНДРЕ.....	63
М. Пахомов, У. Жапбасбаев, Г. Рамазанова МОДЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЙ РЕЙНОЛЬДСА ДЛЯ РАСЧЕТА НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОГО ТУРБУЛЕНТНОГО ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОПЛАСТИЧНОЙ ЖИДКОСТИ В ТРУБЕ.....	79
К. Саурова, С. Нысанбаева, Н. Сейдахмет, Г. Турлыбекова, Қ. Астемесова ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ОРБИТАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА.....	95
Е.О. Шаленов, Е.С. Сейткочанов, М.М. Сейсембаева, К.Н. Джумагулова СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СЭНДВИЧ И ОБРАТНО-КОНТАКТНЫХ ПЕРОВСКИТНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	109
Л.И. Шестакова, Р.Р. Спасюк РАЗРУШЕНИЕ КОМЕТ ТЕРМИЧЕСКИМИ НАПРЯЖЕНИЯМИ.....	123
С.А. Шомшекова, М.А. Кругов, Ч.Т. Омаров, Е.К. Аймуратов ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ НАУКИ В РАМКАХ АСТРОХАБА.....	139

ХИМИЯ

Т.К. Джумадилов, Г.Т. Дюсембаева, Ж.С. Мукатаева, Ю.В. Гражулявичюс, И.С. Сапарбекова ОСОБЕННОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГИДРОГЕЛЕЙ ПОЛИМЕТАКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ И ПОЛИ-2-МЕТИЛ-5-ВИНИЛПИРИДИНОМ.....	155
Ә. Қаппасұлы, Д.Н. Махаева, Ж. Кожантаева, Г.С. Ирмухаметова ПОЛУЧЕНИЕ МЕТАКРИЛИРОВАННОЙ АЛЬГИНОВОЙ КИСЛОТЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ.....	167
А. Карилхан А. Турсынова ИЗУЧЕНИЕ СИНТЕЗА ИЗОПУЛЕГОЛА И МЕНТОЛА ИЗ МОНОТЕРПЕНОВОГО ЦИТРОНЕЛЛАЛЯ.....	186
А.А. Кудайбергел, А.К. Нурлыбекова, Ж. Женис, М.А. Дюсебаева ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЖИРОРАСТВОРИМОГО ЭКСТРАКТА ARTEMISIA TERRAE-ALBAE.....	195
М.Г. Мурзагалиева, Н.С. Ашимхан, А.О. Сапиева ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРИРОДНЫМИ АДСОРБЕНТАМИ.....	204
Г.Ф. Сагитова, С.А. Сакибаева, Б.А. Сақыбаев, З.А. Емкулова, В.Ю. Морозова РАЗРАБОТКА УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ РЕЗИН НА ОСНОВЕ БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНЫХ КАУЧУКОВ И НАПОЛНИТЕЛЕЙ.....	219

Б.С. Серикбаева, Р. Абжалов, А.В. Колесников, Ш.Т. Кошкарбаева, М.С. Сатаев ПРЯМОЕ ФОТОХИМИЧЕСКОЕ СЕРЕБРЕНИЕ ПОЛИМЕРОВ.....	230
А.Т. Такибаева, О.В. Демец, А.А. Жорабек, А. Карилхан, Д.А. Ражабова СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ЛУПАНОВЫХ ТРИТЕРПЕНОИДОВ.....	244
Б.Р. Таусарова, М.Ш. Сулейменова, Ж.Е. Шаихова, С.О. Абилкасова, Л.М. Калимолдина ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ.....	259
Б.Х. Хусаин, А.Р. Бродский, А.С. Сасс, И.И. Торлопов, К.Р. Рахметова ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЧИСТКА ГАЗОВ ТЕПЛОВЫХ УСТРОЙСТВ В ТЕХНОЛОГИИ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ.....	271
РАКИШЕВ БАЯН РАКИШЕВИЧ (к 90-летию со дня рождения).....	283

CONTENTS
PHYSICAL

Zh.S. Baiymbetova, N.A. Sandibaeva, E.A. Sklyarova, N.Zh. Akhmetova THE SECONDARY SCHOOL PHYSICS LEARNING MANAGEMENT SYSTEM (LMS): LITERATURE REVIEW.....	7
E.A. Dmitriyeva, A.E. Kemelbekova, Ye.S. Otunchi, A.K. Shongalova, A.G. Umirzakov ENHANCING PHOTSENSITIVE PROPERTIES OF WS ₂ NANOSHEETS VIA ALKYL SPACERS AT THE ATOMISTIC LEVEL.....	16
A.A. Zhadyranova, D.K. Anshokova MODIFIED EQUATION OF STATE OF A LOGARITHMICALLY VISCOUS FLUID WITH A POWER LAW.....	31
V.Yu. Kim, Ch.T. Omarov FIELD DEROTATOR FOR A TELESCOPE WITH ALTAZIMUTH MOUNT.....	50
A. Marasulov, I.I. Safarov, M.Kh. Tshaev, A.S. Tolep, G.A. Abdraimova PROPAGATION OF NON-STATIONARY WAVES IN A LAYERED VISCOELASTIC CYLINDER.....	63
M. Pakhomov, U. Zhapbasbayev, G. Ramazanova RSM MODEL FOR CALCULATING NON-ISOTHERMAL TURBULENT FLOW OF A VISCOPLASTIC FLUID IN A PIPE.....	79
K. Saurova, S. Nysanbaeva, N. Seidakhmet, G. Turlybekova, K. Astemesova SIMULATION MODELING OF ORBITAL MOTION DYNAMICS SPACE CAR.....	95
E.O. Shalenov, Ye.S. Seitkozhanov, M.M. Seisembayeva, K.N. Dzhumagulova COMPARATIVE ANALYSIS OF SANDWICH AND BACK-CONTACT PEROVSKITE SOLAR CELLS.....	109
L.I. Shestakova, R.R. Spassyyk DESTRUCTION OF COMETS BY THERMAL STRESSES.....	123
S.A. Shomshekova, M.A. Krugov, Ch.T. Omarov, Y.K. Aimuratov POPULARIZATION OF SCIENCE WITHIN ASTROHUB.....	139

CHEMISTRY

T.K. Jumadilov, G.T. Dyussebayeva, Zh.S. Mukataeva, J.V. Gražulevicius, I.S. Saparbekova FEATURES OF REMOTE INTERACTION BETWEEN HYDROGELS OF POLYMETHACRYLIC ACID AND POLY-2-METHYL-5-VINYLPYRIDINE.....	155
A. Kappasuly, D. Makhayeva, Zh. Kozhantayeva, G. Irmukhametova PREPARATION OF METHACRYLATED ALGINIC ACID FOR THE DEVELOPMENT OF OPHTHALMOLOGICAL DRUG DELIVERY SYSTEMS.....	167
A. Karilkhan, A. Tursynova STUDY OF THE SYNTHESIS OF ISOPULEGOL AND MENTHOL FROM MONOTERPENE CITRONELLAL.....	186
A.A. Kudaibergen, A.K. Nurlybekova, J. Jenis, M.A. Dyusebaeva CHEMICAL CONSTITUENTS OF LIPOSOLUBLE EXTRACT OF ARTEMISIA TERRAE-ALBAE.....	195
M.G. Murzagaliyeva, N.S. Ashimkhan, A.O. Sapieva INVESTIGATION OF COLLOID-CHEMICAL PROCESSES OF WASTERWATER TREATMENT WITH NATURAL ADSORBENTS.....	204
G.F. Sagitova, S.A. Sakibayeva, B.A. Sakybayev, Z.A. Emkulova, V.Yu. Morozova DEVELOPMENT OF SEALING RUBBERS BASED ON BUTADIENE-NITRILE RUBBERS AND FILLERS.....	219
B.S. Serikbayeva, R. Abzhalov, A.V. Kolesnikov, Sh.T. Koshkarbayeva, M.S. Satayev DIRECT PHOTOCHEMICAL SILVERATION OF POLYMERS.....	230

A.T. Takibayeva, O.V. Demets, A.A. Zhorabek, A. Karilkhan, D.A. Rajabova SYNTHESIS AND RESEARCH OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF LUPAN TRITERPENOIDS.....	244
B.R. Taussarova, M.Sh. Suleimenova, Zh.E. Shaikhova, S.O. Abilkasova, L.M. Kalimoldina STUDY OF PROPERTIES OF CELLULOSE TEXTILE MATERIALS BASED ON COPPER NANOPARTICLES.....	259
B.Kh. Khussain, A.R. Brodskiy, A.S. Sass, I.I. Torlopov, K.R. Rakhmetova PRELIMINARY TREATMENT OF THERMAL DEVICES' EMISSIONS IN DECARBONIZATION TECHNOLOGY.....	271
AKISHEV BAYAN RAKISHEVICH (on the 90th anniversary of birth)	283

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

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

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

Подписано в печать 29.03.2024.

Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать - ризограф.

19,0 п.л. Тираж 300. Заказ 1.