

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

2023 • 2

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

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

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944

ALMATY, NAS RK

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

РЕДАКЦИЈАЛЫҚ АЛҚА:

РАМАЗАНОВ Тілеккабыл 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, PhD (биохимия, агрохимия), профессор, Корея биоғылым және биотехнология ғылымизерттеу институты (KRIBB), өсімдіктердің инженерлік жүйелері ғылыми-зерттеу орталығының бас ғылыми қызметкері, (Дэчон, Корея), Н = 34

БЕРСИМБАЕВ 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 оңтайландыру» кафедрасының менгерушісі, (Санкт-Петербург, Ресей), Н = 14

ЛОКШИН 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 менгерушісі, (Чебоксары, Ресей), Н = 23

ФАРУК Асана Дар, Хамдар аль-Маджида Хамдард 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), наноқұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия), Н = 26

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

БАЙМУҚАНОВ 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

ҚАЛИМӨЛДАЕВ Максат 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 Nemando, профессор, Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика), Н = 28

ЖҮСІПОВ 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 Жабағұлы, 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 № **KZ93VPR00025418** 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>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2023

Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

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

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

ЛОКШИН 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 Хамларда аль-Маджида, факультет восточной медицины Университета Хамларда (Карачи, Пакистан), Н = 21

ЩЕПЕТКИН 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 ветеринарной медицины ТОО «Научнопроизводственный центр 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

КАЛЫМЖОЛДАЕВ 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 Нурғали Жабағевич, 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 № KZ93VPYU00025418, 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>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2023 Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

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>

© A.A. Zhadyranova, 2023

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

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

USING PYTHON SOFTWARE IN COSMOLOGY

Abstract. The article uses Bayesian Machine learning (BMO) to solve the problem of tension in gravity. The intensity in the work refers to the difference between the early measurements (for example, the cosmic microwave background and baryon acoustic oscillations) and the late (supernova type) values of the Hubble constant. The evolution of the Universe in teleparallel gravity is investigated. Gravity generalizes teleparallel gravity formulated on Weizenbeck space-time, characterized by a vanishing curvature tensor (absolute parallelism) and a non-vanishing torsion tensor. Observational constraints on modified teleparallel gravity are obtained using data obtained by the method of baryon acoustic oscillations (BAO) and the method of differential age. Results The model behaves like the cosmological constant Λ CDM under the condition. Gravity is also consistent with observations of baryon acoustic oscillations and the differential age method. Gravity can serve as a viable candidate among other modified theories of gravity. Bayesian model selection methods are used to compare gravity predictions with observations of baryon acoustic oscillations and the differential age method. The most probable models are determined. This approach will test the viability of gravity as a solution to the problem of tension. The Bayesian model selection system is described and the analysis methodology is considered. The results are presented and the implications for our understanding of gravity and the universe are discussed. The parameter spaces of background dynamics are studied using currently available Hubble observational data. The space–plane Universe of Friedman Robertson Walker is considered. In order to cover the different redshift ranges for both the lens and the sources, as well as the different number of lenses and sources, model-based data was generated.

Keywords: Bayesian machine learning, $f(T)$ gravity, H_0 tension

«This research is funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan grant number AP14869238 Properties of cosmological models with higher-order geometric invariants against the background of cosmological observational data»

© А.А. Жадыранова, 2023

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

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

КОСМОЛОГИЯДА РYТНОН БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖАСАҚТАМАСЫН ҚОЛДАНУ

Аннотация. Мақалада ауырлық күшіндегі шиеленіс мәселесін шешу үшін Байес Машиналық оқыту (БМО) қолданылады. Жұмыстағы шиеленіс ерте өлшемдер арасындағы айырмашылықты білдіреді (мысалы ғарыштық микротолқынды фон және бариондық акустикалық тербелістер) және кеш (типті суперновалар) Хаббл константасының мәндері. Телепараллель ауырлық күшіндегі Ғаламның эволюциясы зерттелуде. Ауырлық күші жойылып бара жатқан қисықтық тензорымен (абсолютті параллелизм) және жоғалып кетпейтін бұралу тензорымен сипатталатын вейценбек кеңістігінде тұжырымдалған телепараллельді ауырлық күшін жалпылайды. Бариондық акустикалық тербеліс (БАО) және дифференциалды жас әдісі арқылы алынған деректерді пайдалана отырып, өзгертілген телепараллельді ауырлық күшіне бақылау шектеулері алынды. нәтижелер модель космологиялық тұрақты Λ CDM сияқты әрекет етеді. Гравитация сонымен қатар бариондық акустикалық тербелістерді байқауға және дифференциалды жас әдісіне сәйкес келеді. Ауырлық күші басқа өзгертілген ауырлық теориялары арасында өміршең үміткер бола алады. Ауырлық күшін болжауды бариондық акустикалық тербелістерді бақылаумен және дифференциалды жас әдісімен салыстыру үшін Байес моделін таңдау әдістері қолданылады. Ең ықтимал модельдер анықталды. Бұл тәсіл ауырлық күшінің өміршеңдігін шиеленіс мәселесін шешу ретінде тексеруге мүмкіндік береді. Байес моделін таңдау жүйесі сипатталған және талдау әдістемесі қарастырылған. Нәтижелер ұсынылып, ауырлық күші мен ғаламды түсінуіміздің мағыналары талқыланды. Қазіргі уақытта қол жетімді Хаббл бақылау деректерін пайдалана отырып, фондық динамика параметрлерінің кеңістіктері зерттелді. Фридман Робертсон Уокердің кеңістіктік-жазықтық әлемі қарастырылады. Линзалар үшін де, көздер үшін де әртүрлі қызылмещысу диапазондарын, сондай-ақ линзалар мен көздердің әртүрлі санын қамту үшін модельдер негізінде деректер жасалды.

Түйін сөздер: Байес Машиналық оқыту, $f(T)$ гравитация, H_0 шиеленіс

«Осы зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырады грант № AP14869238 Космологиялық бақылау деректерінің аясындағы жоғары тәртіпті

геометриялық инварианттары бар космологиялық модельдердің қасиеттері
»

© А.А. Жадыранова, 2023

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

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ PYTHON В КОСМОЛОГИИ

Жадыранова Алия Амирбековна — старший преподаватель кафедры общей и теоретической физики, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, ул. Сапгаева 2, Астана, Казахстан

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

Аннотация. В статье используется Байесовское машинное обучение (БМО) для решения задачи напряженности H_0 в гравитации $f(T)$. Под напряженностью в работе подразумевается разница между ранними измерениями (например, космический микроволновый фон и барионные акустические колебания) и поздними (сверхновые типа Ia) значения постоянной Хаббла. Исследуется эволюция Вселенной в телепараллельной гравитации $f(T)$. Гравитация $f(T)$ обобщает телепараллельную гравитацию, сформулированную на пространстве-времени Вейценбека, характеризующуюся исчезающим тензором кривизны (абсолютный параллелизм) и неисчезающим тензором кручения. Получены наблюдательные ограничения на модифицированную телепараллельную гравитацию, используя данные, полученные методом барионных акустических колебаний (БАО) и методом дифференциального возраста. Результаты модель ведет себя подобно космологической постоянной Λ CDM при условии $\omega_{de} \approx -1$. Гравитация $f(T)$ также согласуется с наблюдениями барионных акустических колебаний и методом дифференциального возраста. Гравитация $f(T)$ может служить жизнеспособным кандидатом среди других модифицированных теорий гравитации. Используются методы выбора байесовской модели для сравнения предсказаний гравитации $f(T)$ с наблюдениями барионных акустических колебаний и методом дифференциального возраста. Определены наиболее вероятные модели. Такой подход позволит проверить жизнеспособность гравитации $f(T)$ в качестве решения проблемы напряженности H_0 . Описывается система выбора Байесовской модели и рассматривается методология анализа. Представлены результаты и обсуждены значения для нашего понимания гравитации и Вселенной.

Изучены пространства параметров фоновой динамики с использованием доступных в настоящее время данных наблюдений Хаббла. Рассматривается пространственно – плоская Вселенная Фридмана Робертсона Уокера. Для того, чтобы охватить различные диапазоны красного смещения как для объектива, так и для источников, а также разное количество объективов и источников были сгенерированы данные на основе моделей.

Ключевые слова: Байесовское машинное обучение, гравитация $f(T)$, напряженность H_0 ,

«Настоящее исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан грант № AP14869238 Свойства космологических моделей с геометрическими инвариантами высшего порядка на фоне космологических наблюдательных данных»

Введение

Постоянная Хаббла, обозначаемая как H_0 , является фундаментальным параметром, определяющим скорость расширения Вселенной. Это играет решающую роль в нашем понимании космоса и его эволюции. Значение H_0 может быть измерено с использованием различных методов, включая космическое микроволновое фоновое излучение и метод определения расстояния по лестнице. Однако недавние наблюдения выявили расхождение в значении H_0 , полученном разными методами. Это несоответствие называется напряжением H_0 и вызвало большой интерес в научном сообществе.

Одно из возможных объяснений напряженности H_0 заключается в том, что наше нынешнее понимание гравитации является неполным. Модифицированные теории гравитации, такие как $f(T)$ гравитация, были предложены в качестве альтернативы Общей теории относительности (ОТО) для решения этой проблемы. $f(T)$ — это модифицированная версия телепараллельного эквивалента GR, где скаляр кручения T заменяет скаляр Риччи R в гравитационном действии. Эта теория привлекла большое внимание благодаря своей способности объяснять различные космологические наблюдения без необходимости использования темной материи.

Однако проверка гравитации $f(T)$ требует сравнения ее прогнозов с наблюдениями, что является сложной задачей. Байесовское машинное

обучение (BML) предоставляет мощную платформу для достижения этой цели. BML — это статистический подход, который объединяет данные и предварительные знания для составления прогнозов и обновления убеждений. Он был успешно применен в различных научных областях, включая астрофизику и космологию, для анализа сложных наборов данных.

Конечная цель машинного обучения заключается в том, чтобы получить информацию из данных. Байесовский подход к машинному обучению представляет собой статистический подход, который позволяет нам обрабатывать неопределенность и неизвестные данные.

Байесовский машинный алгоритм использует теорему Байеса, чтобы обновлять вероятности переменных, основываясь на новых данных. Он основывается на принципе байесовского вывода, который предполагает, что нам нужно определить вероятность гипотезы на основе данных, а не наоборот.

Материалы и основные методы

Одним из альтернативных методов выполнения байесовского вывода является вариационный вывод. Он значительно быстрее, чем методы цепочки Маркова Монте-Карло (MCMC) и не страдает от проблем конвергенции, что делает его очень привлекательным для космологических и астрофизических приложений. Итак, как может быть полезен вариационный вывод. Это полезный инструмент, поскольку он предлагает решение задачи оптимизации путем аппроксимации целевой плотности вероятности. В качестве меры такой близости используется расхождение Kullback-Leibler (KL). В нашем случае целевой плотностью вероятности будет байесовская апостериорная, которая позволяет нам ограничивать параметры модели. Для этой цели первым шагом является нахождение или предложение семейства плотностей Q , а затем нахождение члена этого семейства $q(\theta) \in Q$, который является наиболее близким к целевой плотности вероятности. Этот элемент известен как вариационный задний, который минимизирует расхождение KL до точного заднего.

Использование программного обеспечения Python в космологии $f(T)$
гравитация

Было предложено несколько расширений общей теории относительности (Aldrovandi, 2013; Bengochea, 2009) и всесторонне исследованы для объяснения данных наблюдений в космологии и астрофизике. В частности, дополнительная гравитационная степень (степени) свободы из модифицированных гравитационных моделей мотивирована ускоряющимся расширением Вселенной как в более поздние, так и в ранние времена (инфляция). Большинство работ в этом направлении обычно исходят из стандартного гравитационного описания, т.е. из его формулировки кривизны, и различными способами расширяют действие Эйнштейна-Гильберта, например, $f(R)$ -гравитацию (Clifton, 2012), гравитацию Гаусса-Бонне (Carozziello, 2016), гравитация Лавлока, гравитация Хоравы-Лифшица

(Saridakis, 2016), массовая гравитация (Capozziello 2011) и некоторые другие. Однако в равной степени можно построить и гравитационные модификации, исходя из формулировки на основе кручения, а именно из Телепараллельного Эквивалента Общей Теории Относительности (Rham, Massive, 2014; Horava, 2009; Hayashi and Shirafuji, 1979; Linder, 2010; Mukhanov, 2007; Maluf, 2013). Поскольку в этой теории лагранжиан есть торсионный скаляр T , простейшей модификацией является $f(T)$ гравитация (Muhsin Aljaf, 2022; Nojiri, 2017; Nojiri, 2005).

Существуют различные направления, предложенные для построения модели тёмной энергии и тёмной материи. Три выбранные f функции гравитации $f(T)$ изучены в литературе и являются одними из предпочтительных. По имеющимся данным по сравнению с моделью Λ CDM В космологическом контексте постоянная Λ , введенная Эйнштейном, характеризует свойства вакуума, где полевые уравнения имеют пространственно-однородное статическое решение. Космологическая константа не была способна объяснить расширение Вселенной и впоследствии была отброшена. Однако в последние годы при построении космологических моделей, описывающих современное расширение Вселенной, в полевые уравнения снова внесли космологическую константу.

При рассмотрении телепараллель гравитации (Nojiri, 2005; Lovelock, 1971; Unzicker, 1961) используем буквы греческого алфавита $(\mu, \nu, \rho, \dots = 0, 1, 2, 3)$ для обозначения индексов, связанных с пространством-временем (базовое пространство), и буквы латинского алфавита $(i, j, k, \dots = 0, 1, 2, 3)$ для обозначения индексов, связанных с касательным пространством. Калибровочное преобразование определяется как локальное преобразование касательно-пространственных координат:

$$\delta x^i = \delta \alpha^j P_j x^i,$$

В гравитации $f(T)$ динамическими переменными являются тетрадные поля e_{μ}^A , где греческие индексы соответствуют координатам пространства-времени, а латинские индексы соответствуют координатам касательного пространства. Тетрадные поля e_{μ}^A образуют ортонормированный базис в касательном пространстве в каждой точке пространственно-временного многообразия. Отсюда следует, что они удовлетворяют соотношению $g_{\mu\nu} = \eta_{AB} e^A_{\mu} e^B_{\nu}$, где $g_{\mu\nu}$ метрика

пространства-времени, а $\eta_{AB} = (1, -1, -1, -1)$ метрика касательного пространства.

Соединение Вайтценбека в торсионной гравитации определяется как:

$$\hat{\Gamma}_{\mu\nu}^{\lambda} \equiv e_A^{\lambda} \partial_{\nu} e_{\mu}^A = -e_{\mu}^A \partial_{\nu} e_A^{\lambda} \quad (1)$$

Это соединение не включает кривизну Римана, а только ненулевое кручение, а именно:

$$T_{\mu\nu}^{\lambda} \equiv \hat{\Gamma}_{\mu\nu}^{\lambda} - \hat{\Gamma}_{\nu\mu}^{\lambda} = e_A^{\lambda} (\partial_{\mu} e_{\nu}^A - \partial_{\nu} e_{\mu}^A) \quad (2)$$

Кроме того, торсионный скаляр:

$$T = S_{\rho}^{\mu\nu} T_{\mu\nu}^{\rho} \quad (3)$$

где

$$S_{\rho}^{\mu\nu} \equiv \frac{1}{2} (K_{\rho}^{\mu\nu} + \delta_{\rho}^{\mu} T_{\alpha}^{\alpha\nu} - \delta_{\rho}^{\nu} T_{\alpha}^{\alpha\mu}) \quad (4)$$

вместе

$$K_{\mu\nu}^{\rho} \equiv \frac{1}{2} (T_{\mu}^{\rho} v^{\nu} + T_{\nu\rho}^{\mu} - T_{\mu\nu}^{\rho}) \quad (5)$$

Эта теория эквивалентна общей теории относительности на уровне уравнений движения и обобщенный Лагранжиан может быть записан как:

$$S = \int d^4 x e \left[\frac{1}{2k^2} f(t) + L_m \right] \quad (6)$$

где T — скаляр кручения, $e = \det(e_{\mu}^A) = \sqrt{-g}$, а L_m — материальный лагранжиан. Здесь e_{μ}^i компоненты векторного поля Вирбейна e_A в координатном базисе, то есть $e_A \equiv e^{\mu}_A \partial_{\mu}$. Обратите внимание, что в телепараллельной гравитации динамической переменной является поле Вирбейна $e_A(\chi^{\mu})$. Изменение действия относительно этого поля Вирбейна приводит к следующим гравитационным уравнениям движения:

$$\left[e^{-1} \partial_{\mu} (e S_i^{\mu\nu}) - e_i^{\lambda} T_{\mu\lambda}^{\rho} S_{\rho}^{\nu\mu} \right] f(T) + S_i^{\mu\nu} (\partial_{\mu} T) f_{TT} + \frac{1}{4} e_i^{\mu} f = \frac{1}{2} k^2 e^{\rho}_i T^{\nu}_{\rho}. \quad (7)$$

где $f_T \equiv \frac{\partial f(T)}{\partial T}$, а $f_{TT} \equiv \frac{\partial^2 f(T)}{\partial T^2}$, и $T(m)_{\rho}^{\mu}$ — тензор энергии-импульса материи.

Здесь скаляр кручения T задается через:

$$T = S_{\rho\mu\nu} T_{\mu\nu}^{\rho} \quad (8)$$

$$S_{\rho}{}^{\mu\nu} \equiv \frac{1}{2}(K_{\rho}{}^{\mu\nu} + \delta_{\rho}{}^{\mu}T_{\theta}{}^{\theta\nu} - \delta_{\rho}{}^{\nu}T_{\theta}{}^{\theta\mu}) \quad (9)$$

Здесь тензор искажения определяется как:

$$K_{\rho}{}^{\mu\nu} \equiv \frac{1}{2}(T_{\rho}{}^{\mu\nu} - T_{\rho}{}^{\nu\mu} - T_{\rho}{}^{\mu\nu}) \quad (10)$$

и тензор кручения выглядит следующим образом:

$$T_{\mu\nu}{}^{\lambda} \equiv \hat{\Gamma}_{\nu\mu}{}^{\lambda} - \hat{\Gamma}_{\mu\nu}{}^{\lambda} = e_i{}^{\lambda}(\partial_{\mu}e_{\nu}{}^i - \partial_{\nu}e_{\mu}{}^i) \quad (11)$$

Векторные поля Вирбейна связаны с метрикой через

$$g_{\mu\nu}(x) = \eta_{ij}e^i{}_{\mu}(x)e^j{}_{\nu}(x) \quad (12)$$

где $e_i \cdot e_j = \eta_{ij}$ и $\eta_{ij} = \text{diag}(1, -1, -1, -1)$. Теперь мы предположим плоскую однородную и изотропную FRW-вселенную с метрикой.

$$ds^2 = dt^2 - a^2(t) \sum_{i=1}^3 (dx^i)^2 \quad (13)$$

где t – космическое время. Тогда модифицированные уравнения Фридмана и уравнение неразрывности читаются как

$$-2TF_T + F = 2k^2 \rho_m \quad (14)$$

$$-8HTf_{TT} + (2T - 4H)F_T - F = 2k^2 p_m \quad (15)$$

$$\dot{\rho}_m + 3H(\rho_m + p_m) = 0 \quad (16)$$

Этот набор может быть переписан следующим образом

$$-T - 2Tf_T + f = 2k^2 p_m \quad (17)$$

$$-8HTf_{TT} + (2T - 4H)f_T - f = 2k^2 p_m \quad (18)$$

$$\dot{\rho}_m + 3H(\rho_m + p_m) = 0 \quad (19)$$

Этот набор можно переписать как

$$-T - 2Tf_T + f = 2k^2 p_m \quad (20)$$

$$-8HTf_{TT} + (2T - 4H)f_T - f = 2k^2 p_m \quad (21)$$

$$\dot{\rho}_m + 3H(\rho_m + p_m) = 0 \quad (22)$$

Фоновая динамика. Как мы видим в работе [21] уравнение состояния темной энергии может быть записано как:

$$w_{de} \equiv \frac{P_{de}}{\rho_{de}} = \frac{f - f_T T + 2T^2 f_{TT}}{(2Tf_T - f)(1 + f_T + 2Tf_{TT})} \quad (27)$$

В рассмотренной выше установке холодная темная материя будет иметь свою эволюцию, продиктованную сохранением тензора энергии-импульса

$$\dot{\rho}_{dm} + 3H\rho_{dm} = 0 \quad (28)$$

Плотность темной энергии также будет соответствовать уравнению сохранения (Pellegrini and Plebanski, 1963),

$$\dot{\rho}_{de} + 3H\rho_{de}(1 + w_{de}) = 0 \quad (29)$$

Для удобства мы переписываем [21] уравнение Фридмана как

$$E^2(z, r) = \Omega_{dm}^{(0)}(1+z)^3 + \Omega_{de}^{(0)}y(z, r) \quad (30)$$

где $y(z, r)$ равно:

$$y(z, r) \equiv \frac{1}{6H^2_0\Omega_{de}^{(0)}} [2Tf_T - f] \quad (31)$$

И $\Omega_{de}^{(0)}$ будучи параметром плотности темной энергии

$$\Omega_{de}^{(0)} = 1 - \Omega_{dm}^{(0)} \quad (32)$$

исследованы сохранения (Pellegrini and Plebanski, 1963) три модели $f(T)$. Три выбранные функции уже были изучены в литературе и являются одними из предпочтительных по имеющимся данным по сравнению с моделью Λ CDM. Байесовское машинное обучение влияет на прогнозы для каждой из трёх моделей.

Первая модель $f(T)$ (далее f_1 CDM) представляет собой степенную модель, которая читается как

$$f_1 = \alpha(-T)^p \quad (33)$$

Вторая $f(T)$ модель (далее f_2 CDM) известна как экспоненциальная модель и считается как

$$f_2(T) = \alpha T_0(1 - e^{-pT/T_0}) \quad (34)$$

Третья модель $f(T)$ (далее f_3 CDM), рассмотренная в данной работе, также имеет экспоненциальную форму, но имеет другую экспоненту, а именно:

$$f_3(T) = \alpha T_0(1 - e^{-p\sqrt{T/T_0}}), \quad p = \frac{1}{b} \quad (35)$$

Результаты

С использованием команды на python построен космологический график степенной модели

```

import numpy as np
from getdist import plots, MCSamples

# Define parameter values and errors
Omega_values = [0.267, 0.275, 0.237, 0.259, 0.256]
Omega_errs = [0.022, 0.018, 0.0167, 0.01, 0.006]
H_values = [67.58, 73.44, 73.18, 69.86, 73.054]
H_errs = [0.161, 0.1, 0.16, 0.125, 0.102]
p_values = [5.16, 5.15, 4.67, 4.87, 5.61]
p_errs = [0.1, 0.1, 0.142, 0.135, 0.095]

# Define parameter names and labels
names = ['Omega_dm', 'H_0', 'p']
labels = ['\\Omega_dm', '\\H_0', 'p']

# Create lists of samples for each parameter
samples_list = []
for i in range(len(Omega_values)):
    Omega_samples = np.random.normal(Omega_values[i], Omega_errs[i], 10000)
    H_samples = np.random.normal(H_values[i], H_errs[i], 10000)
    p_samples = np.random.normal(p_values[i], p_errs[i], 10000)
    samples = MCSamples(samples=[Omega_samples, H_samples, p_samples], names=names, labels=labels)
    samples_list.append(samples)

# Save samples to file
np.savetxt('Omega_samples_{}.txt'.format(i), Omega_samples)
np.savetxt('H_samples_{}.txt'.format(i), H_samples)
np.savetxt('p_samples_{}.txt'.format(i), p_samples)

# Define legend labels
legend_labels = ['Experiment {}'.format(i+1) for i in range(len(Omega_values))]

legend_labels = ['z1 ∈ [0.1,1.2], z2 ∈ [0.3,1.7], when N=50', 'z1 ∈ [0.1,1.2], z2 ∈ [0.3,1.7], when N=100', 'z1 ∈ [0.1,1.5], z2 ∈ [0.3,1.7], when N=100', 'z1 ∈ [0.1,2.0], z2 ∈ [0.3,2.5], when N=100', 'z1 ∈ [0.1,2.4], z2 ∈ [0.3,2.9], when N=100']

g = plots.get_subplot_plotter(subplot_size=2)
g.triangle_plot(samples_list, filled=True, legend_labels=legend_labels)

```

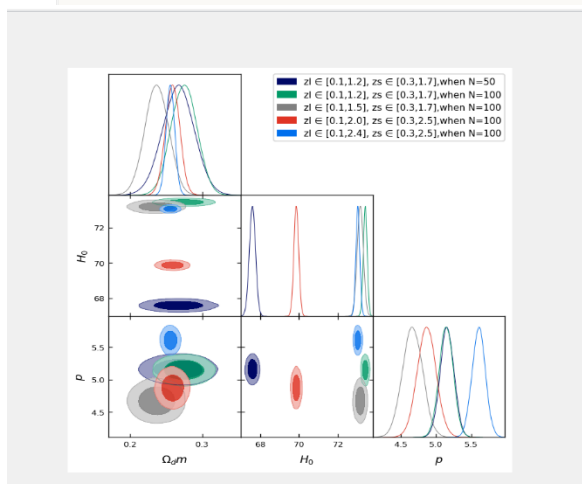


Рисунок 1. 1σ и 2σ графики контуров доверительного уровня для космологических параметров и параметра b для степенной модели

С использованием команды на python построен космологический график экспоненциальной модели

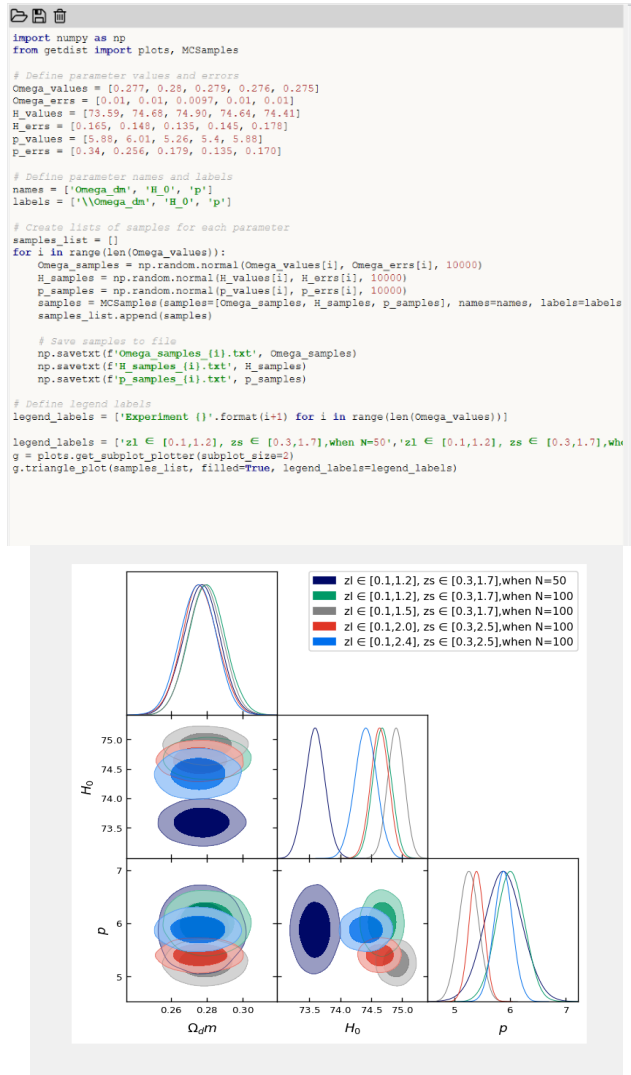


Рисунок 2. Контурные графики доверительного уровня 1σ и 2σ для экспоненциальной модели
 С использованием команды на python построен космологический график экспоненциальной модели

```

import numpy as np
from getdist import plots, MCSamples

# Define parameter values and errors
Omega_values = [0.267, 0.275, 0.237, 0.259, 0.256]
Omega_errs = [0.022, 0.018, 0.0167, 0.01, 0.006]
H_values = [67.58, 73.44, 73.18, 69.86, 73.054]
H_errs = [0.161, 0.1, 0.16, 0.125, 0.102]
p_values = [5.16, 5.15, 4.67, 4.87, 5.61]
p_errs = [0.1, 0.1, 0.142, 0.135, 0.095]

# Define parameter names and labels
names = ['Omega_dm', 'H_0', 'p']
labels = ['\\Omega_dm', 'H_0', 'p']

# Create lists of samples for each parameter
samples_list = []
for i in range(len(Omega_values)):
    Omega_samples = np.random.normal(Omega_values[i], Omega_errs[i], 10000)
    H_samples = np.random.normal(H_values[i], H_errs[i], 10000)
    p_samples = np.random.normal(p_values[i], p_errs[i], 10000)
    samples = MCSamples(samples=[Omega_samples, H_samples, p_samples], names=names, labels=labels)
    samples_list.append(samples)

# Save samples to file
np.savetxt(f'Omega_samples_{i}.txt', Omega_samples)
np.savetxt(f'H_samples_{i}.txt', H_samples)
np.savetxt(f'p_samples_{i}.txt', p_samples)

# Define legend labels
legend_labels = ['Experiment {}'.format(i+1) for i in range(len(Omega_values))]

legend_labels = ['z1 ∈ [0.1,1.2], z2 ∈ [0.3,1.7], when N=50', 'z1 ∈ [0.1,1.2], z2 ∈ [0.3,1.7], when N=100', 'z1 ∈ [0.1,1.5], z2 ∈ [0.3,1.7], when N=100', 'z1 ∈ [0.1,2.0], z2 ∈ [0.3,2.5], when N=100', 'z1 ∈ [0.1,2.4], z2 ∈ [0.3,2.5], when N=100']

g = plots.get_subplot_plotter(subplot_size=2)
g.triangle_plot(samples_list, filled=True, legend_labels=legend_labels)

```

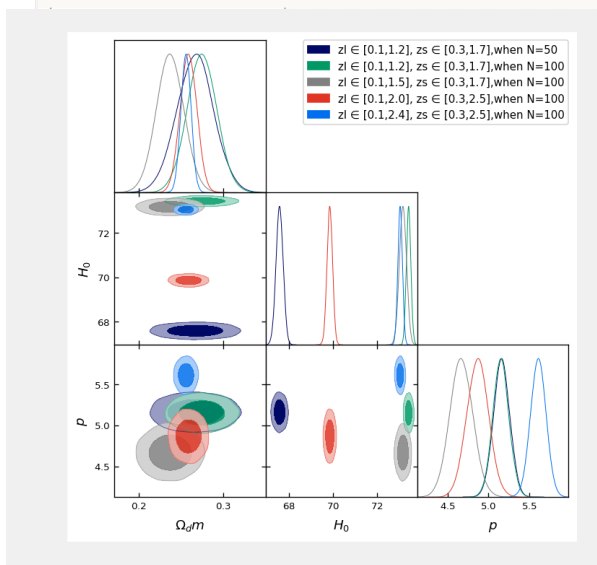


Рисунок 3. Контурные графики доверительного уровня 1σ и 2σ для экспоненциальной модели с квадратным корнем

Этот код строит треугольные графики для Байесовских выборок параметров модели, полученных в результате нескольких экспериментов. В начале кода определены значения параметров модели и их погрешности для каждого эксперимента, а также количество экспериментов. Затем для

каждого эксперимента генерируются выборки для каждого параметра модели с использованием нормального распределения с заданными средними значениями и погрешностями. Для каждой выборки создается объект класса MCSamples из библиотеки getdist, который представляет собой набор выборок с заданными метками и названиями для каждого параметра модели. Объекты MCSamples добавляются в список samples_list. Затем для каждой выборки сохраняются значения в текстовые файлы. Наконец, для списка samples_list строятся треугольные графики с помощью функции triangle_plot из библиотеки getdist, которая принимает список MCSamples, опционально заполненный цветом, а также список легенд для каждой выборки. Графики отображают зависимости между парами параметров модели, а также гистограммы для каждого параметра на диагонали графика.

Обсуждение

Использованы BML — Байесовское машинное обучение для ограничения космологических моделей, основанных на гравитации $f(T)$, чтобы посмотреть, как эта проблема может быть решена там. Рассмотрели и изучили ограничения на степенные, экспоненциальные и экспоненциальные модели с квадратным корнем $f(T)$, используя SLTD в качестве основного элемента процесса генерации и ключевого компонента вероятностного подхода ML. Результаты содержат подсказку, показывающую, что более точные измерения временной задержки и количество линзовых систем могут существенно повлиять на ограничения на параметры модели. Принимая во внимание напряжение H_0 , проверены полученные результаты с помощью доступного OHD и обнаружены признак напряжения, которое может существовать между линзовыми сигналами GW + EM и OHD. Использование $f(T)$ в свете данных SLTD может решить напряженность H_0 .

Заключение

Поскольку расстояния с временной задержкой могут быть измерены по сигналам гравитационных волн линз и их соответствующим аналогам электромагнитных волн, наш подход может быть очень полезен в процессе идентификации источника. Действительно, найден четкий намек на то, что у нас могут быть очень сильные ограничения на системы GW + EM с линзами и разумная комбинация этого с моделированием, основанным на LSST, телескопе Эйнштейна (ET) и Обзоре темной энергии (DES) может обеспечить мощный инструмент для настоящего космологического анализа. Подход, предложенный в настоящем документе, может быть легко расширен и для ограничения систем линзирования.

REFERENCES

De Andrade V.C., Guillen L.C.T., Pereira J.G.— Teleparallel Gravity: An Overview // IX Marcel Grossmann Meeting. [arXiv:gr-qc/0011087].

- R. Aldrovandi and J.G. Pereira, 2013 — Teleparallel Gravity: An Introduction, Springer, Dordrecht (2013). – 13p.
- G.R. Bengochea and R. Ferraro, 2009 — Dark torsion as the cosmic speed-up, Phys. Rev. D 79, 124019 (2009), [arXiv:0812.1205].
- T. Clifton, P.G. Ferreira, A. Padilla and C. Skordis, 2012 — Modified Gravity and Cosmology, Physics Reports 513, 1 (2012), [arXiv:1106.2476].
- Y.F. Cai, S. Capozziello, M. De Laurentis and E.N. Saridakis, 2016 — $f(T)$ Teleparallel Gravity and Cosmology, Rept. Prog. Phys. 79 4 (2016), [arXiv:1511.07586].
- Cai Y.-F. Capozziello S., De Laurentis M., Saridakis E.N., 2016 — $f(T)$ teleparallel gravity and cosmology // Reports on Progress in Physics. - 2016. - Vol. 79. - P. 106901
- S. Capozziello and M. De Laurentis, 2011 — Extended Theories of Gravity, Phys. Rept. 509, 167 (2011), [arXiv:1108.6266].
- A. De Felice and S. Tsujikawa, 2010 — $f(R)$ theories, Living Rev. Rel. 13, 3 (2010), [arXiv:1002.4928].
- C. de Rham, Massive Gravity, Living Rev. Rel. 17, 7 (2014), [arXiv:1401.4173].
- P. Horava, 2009 — Membranes at Quantum Criticality, JHEP 0903, 020 (2009), [arXiv:0812.4287].
- K. Hayashi and T. Shirafuji, 1979 — New general relativity, Phys. Rev. D 19, 3524 (1979) [Addendum-ibid. D 24, 3312 (1982)].
- E.V. Linder, 2010— Einstein's Other Gravity and the Acceleration of the Universe, Phys. Rev. D 81, 127301 (2010), [arXiv:1005.3039].
- Mukhanov V., Winitzki S., 2007 — Introduction to quantum effects in gravity // Cambridge, UK: Cambridge University Press. - 2007. - P. 273.
- J.W. Maluf, 2013— The teleparallel equivalent of general relativity, Annalen Phys. 525, 339 (2013), [arXiv:1303.3897].
- Muhsin Aljaf, Emilio Elizalde, Martiros Khurshudyan, Kairat Myrzakulov, Aliya Zhadyranova, 2022 — Solving the H_0 tension in $f(T)$ Gravity through Bayesian Machine Learning // The European Physical Journal C. – 2022. – Vol. 82. – P. 1130.
- S. Nojiri, S.D. Odintsov, V.K. Oikonomou, 2017 — Modified Gravity Theories on a Nutshell: Inflation, Bounce and Late-time Evolution, Phys. Rept. 692 (2017), [arXiv:1705.11098].
- S. Nojiri and S.D. Odintsov, 2005 — Modified Gauss-Bonnet theory as gravitational alternative for dark energy, Phys. Lett. B 631, 1 (2005), [arXiv:hep-th/0508049].
- D. Lovelock, 1971 — The Einstein tensor and its generalizations, J. Math. Phys. 12, 498 (1971).
- A. Unzicker and T. Case — Translation of Einstein's attempt of a unified field theory with teleparallelism, [arXiv:physics/0503046]. C. Moller, Conservation laws and absolute parallelism in general relativity, Mat. Fys. Skr. Dan. Vid. Selsk. 1, 3 (1961).
- C. Pellegrini and J. Plebanski, 1963 — Tetrad fields and gravitational fields, Mat. Fys. Skr. Dan. Vid. Selsk. 2, 1 (1963).

МАЗМҰНЫ

ФИЗИКА

- А.А. Жадыранова**
КОСМОЛОГИЯДА РҮТНОН БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖАСАҚТАМАСЫН ҚОЛДАНУ.....5
- К. Келесбаев, Ш. Раманкулов, М. Нуризинова, А. Паттаев, Н. Мұсахан**
STEM ЖОБАЛЫҚ ОҚЫТУДЫҢ БОЛАШАҚ ФИЗИКА МАМАНДАРЫН ДАЯРЛАУДАҒЫ
ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....19
- А.Н. Қарымбай, Н.А. Сандибаева, С.Т. Тоқтауғалиева**
ОРТА МЕКТЕП ФИЗИКА КУРСЫНДА ОҚЫТУДА КҮРДЕЛІЛІК ДӘРЕЖЕСІ ӘРТҮРЛІ
ТАПСЫРМАЛАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ.....27
- Л.К. Тастанова, А.З. Бекешев, Г.С. Басбаева**
ТИТАН ДИОКСИДІ НАНОБӨЛШЕКТЕРІМЕН МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН ЭПОКСИДТІ
ШАЙЫР НЕГІЗІНДЕГІ КОМПОЗИТТІ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ЖЫЛУ-ФИЗИКАЛЫҚ
ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....34
- З.С. Утемағанбетов, Г.Н. Нигметова, Б.Т. Урбиснинова, К.С. Астемесова, Г.К. Турлыбекова**
АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ И РАСШИРЕННЫЙ ВАРИАНТ МЕТОДА ПРОГОНКИ (АЛГОРИТМ
ТОМАСА) ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ 1-ОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ЛИНЕЙНЫХ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА.....42

ХИМИЯ

- Х.Әкімжанова, А.Сабитова, Б.Мұсабаева, Б. Баяхметова**
МОЙЫЛДЫ ЖӘНЕ ТҰЗҚАЛА ТҰЗДЫ КӨЛДЕРІНІҢ ТАБИҒИ БАЛШЫҒЫНЫҢ ӘЛЕУЕТТІ
ТАБИҒИ РЕСУРС РЕТІНДЕГІ ХИМИЯЛЫҚ-МИНЕРАЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ.....58
- А. Асанов, С.А. Мамешова, А.А. Асанов**
ОҢТҮСТІК Өңір САЗДЫ МИНЕРАЛДАРЫНЫҢ КОЛЛОИДТЫ-ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ
РЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ.....75
- Б. Имангалиева, Г. Рахметова, Б. Досанова, Р. Жаналиева**
ТҰРМЫСТЫҚ ЖАҒДАЙДА ТАБИҒИ ЗАТТАРДАН САБЫН ЖАСАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ...94
- А.С. Искакова, З.Ж. Сейдахметова, Э.К. Асембаева, Д.Е. Нурмуханбетова, А.Н. Аралбаева**
ЖАРТЫЛАЙ ҚАНЫҚПАҒАН МАЙ ҚЫШҚЫЛДАРЫМЕН БАЙЫТЫЛҒАН ЖҰМСАҚ
ІРІМШІКТІҢ САПАСЫН ЗЕРТТЕУ.....108
- А.Б. Қайыңбек, М.А. Дюсебаева, С.А. Сыдықбаева, С.С. Асканбаев, Г.Е. Берганаева**
«ЛИКАМЕРО» БИДАЙ СОРТЫНЫҢ СО₂-СЫҒЫНДЫСЫНЫҢ ФИТОХИМИЯЛЫҚ
САРАПТАМАСЫ..... 118
- Л.М. Калимолдина, Г.С. Султангазиева, С.О. Абилкасова, Ж.Е. Шаихова**
КӨЛІКТЕРДЕН ШЫҒАТЫН ГАЗДАРМЕН АТМОСФЕРАЛЫҚ АУАНЫҢ БЕТКІ
ҚАБАТЫНЫҢ ЛАСТАНУ ДЕНГЕЙІН КӨМІРТЕГІ ТОТЫҒЫНЫҢ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫ
БОЙЫНША АНЫҚТАУ.....127

Г.Н. Калматаева, Г.Ф. Сагитова, В.И. Трусов, С.А. Сакибаева, Г.А. Такибаева МАЙ ӨНЕРКӘСІБІ ҚАЛДЫҚТАРЫНЫҢ ЭЛАСТОМЕРЛІК КОМПОЗИЦИЯЛАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІ.....	139
Б.Е. Савденбекова, Д.Т. Рахматуллаева, Ж.Б. Бекисанова ТИТАНДЫ ИМПЛАНТАТ БЕТІНДЕ КҮМІС НАНОБӨЛШЕКТЕРІ БАР БАКТЕРИЯҒА ҚАРСЫ ЖАБЫН АЛУ.....	153
Н.С. Таласбаева, Т.С. Байжуманова, С.А. Тунгатарова, А.О. Айдарова, G.G. Xanthopoulou МЕТАННЫҢ СИНТЕЗ-ГАЗҒА ДЕЙІН КАТАЛИТИКАЛЫҚ ТОТЫҒУЫ.....	166
Б.Р. Таусарова, Ж.Е. Шаихова, С.О. Абилкасова, Г.Ж. Джаманбаева, С.С. Егеубаева МЫС НАНОБӨЛШЕКТЕРІ БАР ЦЕЛЛЮЛОЗДЫ ТОҚЫМА МАТЕРИАЛДАРЫН МОДИФИКАЦИЯЛАУ, ҚАСИЕТТЕРІ МЕН АЛЫНУЫ.....	180
ҚР ҰҒА академик Н.С. Буктуковты 75 жасымен құттықтау.....	194

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

- А.А. Жалдыранова**
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ RUTHON В КОСМОЛОГИИ.....5
- К. Келесбаев, Ш. Раманкулов, М. Нуризинова, А. Паттаев, Н. Мұсахан**
ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТНОГО ОБУЧЕНИЯ STEM В ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ФИЗИКЕ.....19
- А.Н. Карымбай, Н.А. Сандибаева, С.Т. Токтаугалиева**
СТРУКТУРА ЗАДАНИЙ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ СЛОЖНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ НА КУРСЕ ФИЗИКИ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ.....27
- Л.К. Тастанова, А.З. Бекешев, Г.С. Басбаева***
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦАМИ ДИОКСИДА ТИТАНА.....34
- З.С. Утемаганбетов, Г.Н. Нигметова, Б.Т. Урбиснинова, К.С. Астемесова, Г.К. Турлыбекова**
АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ И РАСШИРЕННЫЙ ВАРИАНТ МЕТОДА ПРОГОНКИ (АЛГОРИТМ ТОМАСА) ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ 1-ОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА.....42

ХИМИЯ

- Х. Акимжанова, А. Сабитова, Б. Мусабаева, Б. Баяхметова**
ХИМИЧЕСКАЯ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ ГРЯЗЕЙ СОЛЕННЫХ ОЗЕР МОЙЫЛДЫ И ТУЗКАЛА КАК ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО РЕСУРСА.....58
- А. Асанов, С.А. Мамешева, А.А. Асанов**
КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ И РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ ЮЖНОГО РЕГИОНА.....75
- Б. Имангалиева, Г.А. Рахметова, Б.Б. Досанова, Р. Жаналиева**
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЫЛА ИЗ ПРИРОДНЫХ ВЕЩЕСТВ В БЫТОВЫХ УСЛОВИЯХ.....94
- А.С. Искакова, З.Ж. Сейдахметова, Э.К. Асембаева, Д.Е. Нурмуханбетова, А.Н. Аралбаева**
ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВО МЯГКОГО СЫРА, ОБОГАЩЕННОГО ПОЛИНЕНАСЫЩЕННЫМИ ЖИРНЫМИ КИСЛОТАМИ.....108
- А.Б. Кайыпбек, М.А. Дюсебаева, С.А. Сыдыкбаева, С.С.ьАсканбаев, Г.Е. Берганаева**
ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ CO₂-ЭКСТРАКТА СОРТА ПШЕНИЦЫ "ЛИКАМЕРО".....118
- Л.М. Калимолдина, Г.С. Султангазиева, С.О. Абилкасова, Ж.Е. Шанхова**
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОТРАБОТАННЫМИ ГАЗАМИ ОТ АВТОТРАНСПОРТА ПО КОНЦЕНТРАЦИИ ОКСИДА УГЛЕРОДА.....127

Г.Н. Калматаева, Г.Ф. Сагитова, В.И. Трусов, С.А. Сакибаева, Г.А. Такибаева ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ МАСЛОЖИРОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ.....	139
Б.Е. Савденбекова, Д.Т. Рахматуллаева, Ж.Б. Бекисанова ПОЛУЧЕНИЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ С НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЕБРА НА ТИТАНОВОМ ИМПЛАНТЕ.....	153
Н.С. Таласбаева, Т.С. Байжуманова, С.А. Тунгатарова, А.О. Айдарова, G.G. Xanthopoulou КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ МЕТАНА В СИНТЕЗ-ГАЗ.....	166
Б.Р. Таусарова, Ж.Е. Шаихова, С.О. Абилкасова, Г.Ж. Джаманбаева, С.С. Егеубаева МОДИФИКАЦИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НАНОЧАСТИЦАМИ МЕДИ, ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА.....	180
Поздравления академика НАН РК Буктукова Н.С.....	194

CONTENTS

PHYSICAL SCIENCES

A.A. Zhadyranova USING PYTHON SOFTWARE IN COSMOLOGY.....	5
K. Kelesbaev, Sh. Ramankulov, M. Nurizinova, A. Pattaev, N. Mussakhan FEATURES OF STEAM PROJECT TRAINING IN THE PREPARATION OF FUTURE SPECIALISTS IN PHYSICS.....	19
A.N. Karymbai, N.A. Sandybayeva, S.T. Toktaugalieva THE STRUCTURE OF TASKS OF DIFFERENT DEGREES OF COMPLEXITY WHEN STUDYING IN A HIGH SCHOOL PHYSICS COURSE.....	27
L.K. Tastanova, A.Z. Bekeshev, G.S. Basbayeva INVESTIGATION OF THE THERMAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIALS BASED ON EPOXY RESIN MODIFIED WITH TITANIUM DIOXIDE NANOPARTICLES.....	34
Z. Utemaganbetov, G. Nigmatova, B. Urbisinoва, K. Astemessova, G. Turlybekova ALTERNATIVE AND EXTENDED VERSION OF RUN METHOD (THOMAS ALGORITHM) OF NUMERICAL SOLUTION OF 1-OY EDGE PROBLEM FOR LINEAR DIFFERENTIAL EQUATIONS OF SECOND ORDER.....	42

CHEMISTRY

Kh. Akimzhanova, A. Sabitova, B. Mussabayeva, B. Bayahmetova CHEMICAL AND MINERALOGICAL CHARACTERISTICS OF THE NATURAL MUD OF THE SALT LAKES MOIYLDY AND TUZKALA AS A POTENTIAL NATURAL RESOURCE.....	58
A. Assanov, S.A. Mameshova, A.A. Assanov COLLOID-CHEMICAL AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF CLAY MINERALS OF THE SOUTHERN REGION.....	75
B. Imangaliyeva, G. Rakhmetova, B. Dossanova, R. Zhanaliyeva TECHNOLOGY OF MANUFACTURING SOAP FROM NATURAL SUBSTANCES IN DOMESTIC CONDITIONS.....	94
A.S. Iskakova, Z.Zh. Seidakhmetova, E.K. Assembayeva, D.E. Nurmukhanbetova, A.N. Aralbaeva STUDY OF THE QUALITY OF SOFT CHEESE ENRICHED WITH POLYUNSATURATED FATTY ACIDS.....	108
A.B. Kaiyngbek, M.A. Dyusebaeva, S.A. Sydykbayeva, S.S. Askanbaev, G.E. Berganayeva PHYTOCHEMICAL STUDY OF CO ₂ -EXTRACT VARIETIES OF WHEAT "LICAMERO".....	118
L.M. Kalimoldina, G.S. Sultangazieva, S.O. Abilkasova, J.E. Shaikhova DETERMINATION OF GROUND-LEVEL AIR POLLUTION BY VEHICLE EXHAUST GASES BASED ON CARBON MONOXIDE CONCENTRATIONS.....	127

G.N.Kalmatayeva, G.F. Sagitova, V.I. Trusov, S.A. Sakibayeva, G.A. Takibayeva THE EFFECT OF WASTE FROM THE FAT AND OIL INDUSTRY ON THE PROPERTIES OF ELASTOMERIC COMPOSITIONS.....	139
B.E. Savdenbekova, D.T. Rakhmatullayeva, Zh.B. Bekisanova OBTAINING OF ANTIBACTERIAL COATING WITH SILVER NANOPARTICLES ON A TITANIUM IMPLANT.....	153
N.S. Talasbayeva, T.S. Baizhumanova, S.A. Tungatarova, A.O. Aidarova, G.G. Xanthopoulou CATALYTIC OXIDATION OF METHANE TO SYNTHESIS GAS.....	166
B.R. Taussarova, Zh.E. Shaikhova, S.O. Abilkasova, S.S. Yegeubayeva, G.J. Jamanbayeva MODIFICATION OF CELLULOSE TEXTILE MATERIALS WITH COPPER NANOPARTICLES, PRODUCTION AND PROPERTIES.....	180
Congratulations to academician N.S. Buktukov on his 75th birthday.....	194

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](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>

Заместитель директор отдела издания научных журналов НАН РК *Р. Жәліқызы*

Редакторы: *М.С. Ахметова, Д.С. Аленов*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой* Подписано в печать 30.06.2023.

Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать - ризограф. 22,0 п.л. Тираж 300. Заказ 2.