

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

**ACADEMIC JOURNAL
OF PHYSICAL AND CHEMICAL SCIENCES**

**№3
2026**

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

2026 • 3



ACADEMIC JOURNAL OF PHYSICAL AND CHEMICAL SCIENCES

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944

ALMATY, NAS RK

Editor-in-Chief:

ZHURINOV Murat Zhurinovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of IAAS and NAS RK, General Director of the Research Institute of Petroleum Refining and Petrochemicals (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960> <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

Editorial Board:

KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56153126500>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2428551>

ADEKENOV Sergazy Mynzhasarovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Director of the JSC "Phytochemistry Research and Production Center", (Karaganda, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/48648658>

RAMAZANOV Tlekkaul Sabitovich, (Deputy Editor-in-Chief), Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701328029>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/13503476>

ABIEV Rufat, Doctor of Technical Sciences (Biochemistry), Professor, Head of the Department of Optimization of Chemical and Biotechnological Equipment, St. Petersburg State Technological Institute (St. Petersburg, Russia), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602431781>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1405661>

OLIVIERO Rossi Cesare, PhD (Chemistry), Professor at the University of Calabria (Calabria, Italy), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221375979>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/399768>

TIGINYANU Ion Mihailovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician, President of the Academy of Sciences of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006315935>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/524462>

SANG SU Kwak, PhD (Biochemistry, Agricultural Chemistry), Professor, Chief Scientist, Research Center for Plant Systems Engineering, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), (Daecheon, Korea), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59286321700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/30028581>

BERSIMBAYEV Rakhmetkazhi Iskenderovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of NAS RK, L.N. Gumilyov Eurasian National University (Astana, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004012398>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/19854255>

CALANDRA Pietro, PhD (Physics), Professor, Institute for the Study of Nanostructured Materials (Rome, Italy), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004303066>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/616360>

BOSHKAEV Kuantai Avgazyevich, PhD, Associate Professor, Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=54883880400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2080231>

BURKITBAEV Mukhambetkali, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, (Almaty, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/29017135>

QUEVEDO Hernando, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55989741100>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/30353742>

ZHUSUPOV Marat Abzhanovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602166928>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/566>

KOVALEV Alexander Mikhailovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician of NAS of Ukraine, Institute of Applied Mathematics and Mechanics (Donetsk, Ukraine), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7202799321>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/65533963>

TAKIBAEV Nurgali Zhabagaevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=24077239000>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1671760>

KHARIN Stanislav Nikolaevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701353063>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2023295>

ABISHEV Medeu Erzhanovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Corresponding Member of NAS RK, (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=26530759900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1556025>

ABILMAGZHANOV Arlan Zainutallaevich, PhD in Chemistry, First Deputy Director General of JSC "Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry named after D.V. Sokolsky", (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57197468109>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2024265>

ACADEMIC JOURNAL OF PHYSICAL AND CHEMICAL SCIENCES.

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

Owner: «Central Asian Academic Research Center» LLP (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 № **KZ93VPY00121157** issued **05.06.2025**

Thematic scope: *physics and chemistry*.

Periodicity: 4 times a year.

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

Бас редактор:

ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрыңұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ХҒАҚ және ҚР ҰҒА академигі, Мұнай өңдеу және мұнай-химиясы ғылыми-зерттеу институтының бас директоры (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960%2638>; <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

Редакция ұжымы:

КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нұрәділұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56153126500>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2428551>

ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мынжасарұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, "Фитохимия" ғылыми-өндірістік орталығы " АҚ директоры (Қарағанды, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/48648658>

РАМАЗАНОВ Тілеккабыл Сәбитұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701328029>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/13503476>

ӘБИЕВ Руфат, техника ғылымдарының докторы (биохимия), профессор, Санкт-Петербург мемлекеттік технологиялық институты «Химиялық және биотехнологиялық аппаратураны оңтайландыру» кафедрасының меңгерушісі, (Санкт-Петербург, Ресей), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602431781>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1405661>

ОЛИВЬЕРО Росси Сесаре, PhD (химия), Калабрия университетінің профессоры (Калабрия, Италия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221375979>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/399768>

ТИГІНЯНУ Ион Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова Ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006315935>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/524462>

САНГ-СУ Квак, PhD (биохимия, агрохимия), профессор, Корея Биология және биотехнология ғылыми-зерттеу институты (KRIIBV), өсімдіктердің инженерлік жүйелері ғылыми-зерттеу орталығының бас ғылыми қызметкері, (Дэчон, Корея), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59286321700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/30028581>

БЕРСІМБАЕВ Рахметқажы Ескендірұлы, биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. (Астана, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004012398>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/19854255>

КАЛАНДРА Пьетро, PhD (физика), нанотехнология материалдары зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004303066>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/616360>

БОШКАЕВ Қуантай Авғазыұлы, Ph.D. Теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=54883880400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2080231>

БҮРКІТБАЕВ Мұхамбетқали, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/29017135>

QUEVEDO Hernando, профессор, Мексика ұлттық автономиялық университеті (UNAM), Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55989741100>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/30353742>

ЖҮСІПОВ Марат Абжанұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602166928>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/566>

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7202799321>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/65533963>

ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=24077239000>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1671760>

ХАРИН Станислав Николаевич, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701353063>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2023295>

ӘБІШЕВ Медеу Ержанұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=26530759900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1556025>

ӘБІЛМАҒЖАНОВ Арлан Зайнуталлайұлы, химия ғылымдарының кандидаты, Д.В. Сокольский атындағы "Отын, катализ және электрохимия институты" АҚ Бас директорының бірінші орынбасары, (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57197468109>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2024265>

ACADEMIC JOURNAL OF PHYSICAL AND CHEMICAL SCIENCES

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

Меншіктеуші: «Орталық Азия академиялық ғылыми орталығы» ЖШС (Алматы қ.).

Ақпарат агенттігінің мерзімді баспасөз басылымын, ақпарат агенттігін және желілік басылымды қайта есепке қою туралы ҚР Мәдениет және Ақпарат министрлігі «Ақпарат комитеті» Республикалық мемлекеттік мекемесі 05.06.2025 ж. берген № KZ93VPY00121157 Куәлік.

Тақырыптық бағыты: физика, химия.

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

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

Главный редактор:

ЖУРИНОВ Мурат Журинович, доктор химических наук, профессор, академик МАН и НАН РК, Генеральный директор НИИ нефтепереработки и нефтехимии (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960%3Cp%3Ehttps://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

Редакционная коллегия:

КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56153126500>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2428551>

АДЕКЕНОВ Сергезы Мынжасарович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, директор АО "Научно-производственного центра "Фитохимия" (Караганда, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/48648658>

РАМАЗАНОВ Тлеккабул Сабитович, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701328029>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/13503476>

АБИЕВ Руфат, доктор технических наук (биохимия), профессор, заведующий кафедрой «Оптимизация химической и биотехнологической аппаратуры», Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Санкт-Петербург, Россия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602431781>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1405661>

ОЛИВЬЕРО Росси Чезаре, доктор философии (PhD, химия), профессор Университета Калабрии (Калабрия, Италия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221375979>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/399768>

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006315935>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/524462>

САНГ-СУ Квак, доктор философии (PhD, биохимия, агрохимия), профессор, главный научный сотрудник, Научно-исследовательский центр инженерных систем растений, Корейский научно-исследовательский институт бионауки и биотехнологии (KRIBB), (Дэжон, Корея), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59286321700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/30028581>

БЕРСИМБАЕВ Рахметкажи Искендинович, доктор биологических наук, профессор, академик НАН РК, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева (Астана, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004012398>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/19854255>

КАЛАНДРА Пьетро, доктор философии (PhD, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004303066>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/616360>

БОШКАЕВ Куантай Авгазыевич, PhD, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. Аль-Фараби (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=54883880400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2080231>

БУРКИТБАЕВ Мухамбеткали, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/29017135>

QUEVEDO Hernando, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55989741100>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/30353742>

ЖУСУПОВ Марат Абжанович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602166928>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/566>

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7202799321>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/65533963>

ТАКИБАЕВ Нурғали Жабағаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. Аль-Фараби (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=24077239000>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1671760>

ХАРИН Станислав Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701353063>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2023295>

АБИШЕВ Медеу Ержанович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=26530759900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1556025>

АБИЛМАТЖАНОВ Арлан Зайнуталлаевич, кандидат химических наук, первый заместитель генерального директора АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57197468109>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2024265>

ACADEMIC JOURNAL OF PHYSICAL AND CHEMICAL SCIENCES

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

Собственник: ТОО «Центрально-азиатский академический научный центр» (г. Алматы).

Свидетельство № KZ93VPY00121157 о повторной регистрации периодического печатного издания информационного агентства, информационного агентства и сетевого издания, выданное Республиканским государственным учреждением «Комитет информации» Министерства культуры и информации Республики Казахстан 05.06.2025

Тематическая направленность: физика, химия.

Периодичность: 4 раза в год.

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

© ТОО «Центрально-азиатский академический научный центр», 2026

CONTENTS

PHYSICS

Aliuly A., Kaltayev A.

Aliuly A., Kaltayev A. Assessment of the Applicability of Similarity Laws for Centrifugal Pump Scaling Based on Hydrodynamic Modeling.....14

Baratov A.G., Sailaubek A., Serik A.S.

Synthesis and Investigation of a Narrow-Bandgap SrTaO₂N-Based Photocatalyst.....33

Nurbayev B., Dmitriyeva E., Kemelbekova A.

Modern Methods of Selective Lithium Leaching from Spent Lithium-Ion Batteries.....45

Seitov A., Amanzholov T.

Comparative Analysis of One-Dimensional Physical-Hydrodynamic Models of Centrifugal Flow in an Impeller for Mineralized Media.....60

Syzdykova A.M., Serikbayev N.S., Kutum B.B.

Local Kodama-Type Transformations and Integrability Limits of the Extended Fifth-Order Korteweg-de Vries Equation.....83

Ualikhanova U.A., Ussipkyzy T., Altayeva G.S., Razina O.V.

Calculation of the Screened $f(T)$ Gravity Model.....101

Zhadyranova A.A., Tsyba P.Yu., Ismail U.K., Yerzhan B.

Divergence-Free Deceleration Parameter, Kinematic Constraints from DESI DR2 and Cosmic Chronometers.....123

Zhenishan K., Bekov S.S., Syzdykova A.M.

The Influence of Gaussian Process Parameters on Reconstructing the Hubble Constant.....146

CHEMISTRY

Amangeldi B., Zhanikulov N., Taimasov B., Aitureev M., Dauletiyarov M.

Research of the Firing Processes and Whiteness of White Cement Clinkers.....155

Baisalova G.Zh., Bauyrzhanova G.B., Niyaz G.A., Taltenov A.A., Ainabayev A.A.

Study of the Chemical Composition of Ethanol Extracts of Lady's Mantle by Gas Chromatography-Mass Spectrometry.....169

Bishimbaev V.K., Kapsalyamov B.A.

Hydrogeochemical Indicators of Sulfuric-Acid Uranium Leaching Impact on Groundwater in Shieli and Zhanakorgan Districts.....183

Darmenbayeva A.S., Aubakirova R.A. Nurgaliyeva D.A., Abylkassova G.E., Abilmazhinova G.A.

Structural and Morphological Features of Polymer-Metal Functional Materials.....205

Dyusebaeva M.A., Berganayeva A.E., Ibragimova N.A., Utaraliev D.M., Berganayeva G.E.

Green synthesis of silver nanoparticles using the n-butanol fraction of Galega officinalis L.....223

Dyussembekova S.B., Utarova D.A., Kuspanov Zh.B., Daulbayev Ch.B., Abdikarimova U.A. Investigation of the Effect of SrTiO ₃ Heat Treatment on the Photocatalytic Efficiency of the \	
Decomposition of an Amphoteric Antibiotic.....	239
Issayeva U.B., Akhmetova G.S., Praliyev K.D., Malmakova A.E., Seilkhanov T.M. 1-Benzyl-4-(p-Fluorobenzoyloxyimino)Piperidine Hydrochloride as a Candidate for	
an Anti-Infective Agent.....	252
Kamunur K., Yskak M., Mussapyrova L. Effect of Chemical Modification of Sodium Lignosulfonate on Flotation Properties in the	
Barite – Calcite System.....	264
Kononov A., Kamunur K., Mussapyrova L., Assylkhanova D., Batkal A. Obtaining and Studying the Inorganic Flocculant Al–Fe–Mn Based on Modified Bentonite.....	276
Kurmangaliyeva A.1, Akhmetova F.2, Kareshova Zh.1, Iskakov R. PDMA-Modified Tagan Bentonite for Hydrogen Production in Catalytic Conversion	
of Hydrocarbons.....	292
Kurtebayeva A.A., Silvia Álvarez-Torrellas., Noor Haida Mohd Kaus., Gomes H.T., Kalmakhanova M.S. Corn-Cob-Derived Fe-Modified Activated Carbons for Paracetamol and Sulfamethoxazole	
Removal by Adsorption and Oxidative Treatment.....	307
Nadirov R.K., Nurtazina N.D., Ryskaliyeva R.G. Response Surface Modelling and Optimisation of Ilmenite Flotation Using a Modified	
Lignosulphonate Reagent.....	334
Nefedov A.N., Taikenova A.T., Imashev B.K., Nurislamov R.M., Leontyeva X. Quantum Computing in the Modeling of Corrosion Processes.....	350
Nurkenov O.A., Fazylov S.D., Syzdykov A.K., Kabiyeva S.K., Zhaslan R.K. Synthesis and Structural Study of 3,5-Dimethylisoxazole Sulfone Derivatives with Secondary	
Amines.....	365
Orazbekova R.S., Tungatarova S.A., Baizhumanova T.S., Kaumenova G.B., Zhumabek M. Influence of Reaction Mixture Composition in Steam Reforming of Bioethanol on a High-Entropy	
Oxide Catalyst.....	382
Ryskaliyeva R.G., L.K. Beisembayeva, Osserov T.B. Hydrocyclone Classification of Balkhash Processing Plant Tailings.....	398
Sass A.S., Torlopov I.I., Rakhmetova K.S., Kenzin E.N., Zhurinov M. Formation and Maturation of Phosphate Coatings on Steel from an Alcohol-Based	
Phosphating Solution.....	418
Sdikova G.Zh., Dalabayeva N.S., Balkembay A.S., Sarova N.B., Zhaltyrbayeva N.K. Effect of Electrolyte Formulation on the Characteristics of Zinc-Based	
Electroplated Coatings.....	435
Seitkaliyeva N., Kussainova G., Zhursumbayeva M., Mohamad Ibrahim M.N., Abdiyev K. Study of the Flocculation Properties of Itaconic Acid-Based Copolymers.....	448

Sergazina S.M., Nurmukhanbetova N.N., Ostretsova I.B., Kamze A.R., Kassenova N.B. Comprehensive Assessment of Natural Drinking Water Quality and Statistical Analysis of Physicochemical Parameters.....	460
Talgatkyzy A., Nazhipkyzy M., Otenov A., Seitkazinova A., Issanbekova A. Wood Waste-Derived Organosolv Lignin-Based Carbon Nanofibers For Energy Storage Applications.....	475
Toktabayeva A.K., Makhayeva D.N., Rakhmetullayeva R.K., Rvaidarova G.O., Issenova G.D. Synthesis, Structure, and Physicochemical Properties of Sulfur-Containing Composites Based on Aniline, p-Phenylenediamine, Phenol, and Formaldehyde.....	498
Yeshmanova G.B., Smagulov D.U. Effect of Silicon-Based Particles on the Formation and Composition of PEO Coatings.....	517
Zhortarova A.A., Kubicek V., Ibrayev M.K., Panshina S.Y., Seidakhmetova R.B. N-Phosphorylation of Amino-thiazoles and Amino-Thiadiazoles with P(III)- and P(V)-Reagents: Synthesis, Structure, and Biological Activity.....	538
Zhussupova A., Tyumentseva O., Antonyuk V. Comparative Study of the Kinetics and Energy Characteristics of Planetary Milling of Copper Smelting Dump Slag and Granulated Lead-Smelting Slag.....	552

МАЗМҰНЫ

ФИЗИКА

Әлиұлы А., Калтаев А.

Гидродинамикалық модельдеу негізінде ортадан тепкіш сорғыларды масштабтауда ұқсастық заңдарының қолданылуын бағалау.....14

Баратов А.Ғ., Сайлаубек А., Серік А.С.

SrTaO_2N негізіндегі тар тыйым салынған аймақты фотокатализаторды алу және зерттеу.....33

Нұрбаев Б., Дмитриева Е., Кемелбекова А.

Пайдаланылған литий-ионды аккумуляторлардан литийді селективті шаймалаудың заманауи әдістері.....45

Сейтов А.Н., Аманжолов Т.Е.

Минералданған орталарға арналған жұмыс дөңгелегіндегі ортадан тепкіш ағыстың бірөлшемді физикалық–гидродинамикалық модельдерін салыстырмалы талдау.....60

Сыздыкова А.М., Серикбаев Н.С., Кутум Б.Б.

Кенетейлген бесінші ретті Кортевег-де Фриз тендеуінің локалды кодам типті түрлендіруі мен интегралдану шектері.....83

Уалиханова У.А., Үсіпқызы Т., Алтаева Г.С., Разина О.В.

Экрандалған $f(T)$ – гравитация моделінің есебі.....101

Жадыранова А.А., Цыба П.Ю., Исмаил Ү.Қ., Ержан Б.

Дивергенциясыз бәсеңдеу параметрі, DESI DR2 және космикалық хронометрлер деректері бойынша кинематикалық шектеулер.....123

Жеңіскан Қ., Беков С.С., Сыздыкова А.М.

Хаббл тұрақтысын реконструкциялауға Гаусстық процестер параметрлерінің әсері.....146

ХИМИЯ

Амангелді Б., Жаникулов Н., Таймасов Б., Айтурсев М., Даулетияров М.

Ақ цемент клинкерлерінің күйдіру процестерін және ақтығын зерттеу.....155

Байсалова Г.Ж., Бауыржанова Г.Б., Нияз Г.А., Талтенов А.А., Айнабаев А.А.

Газ хроматография-масс-спектрометрия әдісімен кәдімгі теңгежапырақ өсімдігінің этанолды сығындыларының химиялық құрамын зерттеу.....169

Бишимбаев В.К., Капсаямов Б.А.

Шиелі және Жаңақорған аудандарындағы уранды күкірт қышқылымен шаймалаудың жер асты суларына әсерінің гидрогеохимиялық көрсеткіштері.....183

Дарменбаева А.С., Аубакирова Р.А., Нурғалиева Д.А., Абылқасова Г.Е., Абилямажинова Г.А.

Полимер-металл функционалдық материалдардың құрылымдық-морфологиялық ерекшеліктері.....205

Дюсебаева М.А., Берганаева А.Е., Ибрагимова Н.А., Утаралиев Д.М., Берганаева Г.Е.

Galega officinalis L. өсімдігінің N-бутанолдық фракциясы арқылы күміс нанобөлшектерін жасыл синтездеу.....223

Дюсембекова С.Б., Утарова Д.А., Құспанов Ж.Б., Даулбаев Ч.Б., Әбдікәрімова Ұ.Ә. Термиялық өңделген SrTiO ₃ фотокатализаторларының екідайлы антибиотикті тиімді ыдыратуын зерттеу.....	239
Исаева Ұ.Б., Ахметова Г.С., Пірәлиев Қ.Ж., Малмакова А.Е., Сейлханов Т.М. Жұқпалы ауруларға қарсы кандидат ретінде 1-бензил-4-(П-фторбензоилоксиимино) пиперидин гидрохлориді.....	252
Қамүнұр Қ., Ысқақ М., Мусапирова Л. Барит–кальцит жүйесіндегі натрий лигносульфонатының флотациялық қасиеттеріне химиялық модификацияның әсері.....	264
Кононов А., Қамүнұр Қ., Мусапирова Л., Асылханова Д., Батқал А. Модификацияланған бентонит негізіндегі Al–Fe–Mn бейорганикалық флокулянтын алу және зерттеу.....	276
Қурманғалиева А.1, Ахметова Ф., Карешова Ж., Исаков Р. Көмірсутектердің каталитикалық конверсиясы арқылы сутек алуға арналған ПДМА-модификацияланған таған бентониті.....	292
Қуртебаева А.А., Álvarez-Torrellas S., Noor Haida Mohd Kaus., Gomes H.T., Калмаханова М.С. Жүгері собықтарынан алынған темірмен модификацияланған белсендірілген көмірлермен парацетамол мен сульфаметоксазолды адсорбциялық-тотығу жолымен жою.....	307
Надиров Р.К., Нуртазина Н.Д., Рыскалиева Р.Г. Модификацияланған лигносульфонатты реагентті қолдану арқылы ильменит флотациясының жауап бетін модельдеу және оңтайландыру.....	334
Нефедов А.Н., Тайекенова А.Т., Имашев Б.К., Нурисламов Р.М., Леонтьева К.А. Коррозиялық процестерді модельдеудегі кванттық есептеулер.....	350
Нүркенов О.А., Фазылов С.Д., Сыздықов А.К., Қабиева С.Қ., Жаслан Р.К. Екіншілік аминдермен 3,5-диметилизоксазолдың сульфотуындыларын синтездеу және құрылымдық зерттеу.....	365
Оразбекова Р.С., Тунгатарова С.А., Байжұманова Т.С., Кауменова Г.Б., Жұмабек М. Жоғары энтропиялық оксид катализаторы қатысында биоэтанолдың бу риформингісіне реакциялық қоспа құрамының әсері.....	382
Рыскалиева Р.Г., Бейсембаева Л.К., Осеров Т.Б. Балқаш байыту фабрикасының байыту қалдықтарын гидроциклондық классификациялау.....	398
Сасс А.С., Торлопов И.И., Рахметова К.С., Кензин Э.Н., Жұрынов М. Спирт негізіндегі фосфаттау ерітіндісінен болат бетінде фосфатты жабындардың қалыптасуы және жетілуі.....	418
Сдикова Г.Ж., Далабаева Н.С., Балкембай А.С., Сарова Н.Б., Жалтырбаева Н.К. Мырыш негізіндегі гальваникалық қаптамалардың қасиеттеріне электролит құрамының әсері.....	435

Сейтқалиева Н., Құсаинова Г., Жүрсімбаева М., Мохамад Ибрагим М.Н., Әбдиев Қ. Итакон қышылы негізіндегі сополимерлердің флокуляциялық қасиеттерін зерттеу.....	448
Сергазина С.М., Нұрмұханбетова Н.Н., Острцова И.Б., Камзе А.Р., Касенова Н.Б. Табиғи ауыз су сапасын кешенді бағалау және физика-химиялық көрсеткіштерге статистикалық талдау.....	460
Талгатқызы Ә., Нажиқызы М., Өтенов Ә., Сейтқазинаева Ә., Исанбекова А. Ағаш қалдықтарынан алынған органосольв лигнин негізіндегі көміртеккі талшықтарды энергия сақтау жүйелерінде қолдану.....	475
Тоқтабаева Ә.Қ., Махаева Д.Н., Рахметуллаева Р.Қ., Рвайдарова Г.О., Исенова Г.Д. Анилин, п-фенилендиамин, фенол және формальдегид негізіндегі күкіртқұрамды композиттердің синтезі, құрылымы және физика-химиялық қасиеттері.....	498
Ешманова Г.Б., Смағұлов Д.У. Кремний негізіндегі бөлшектердің ПЭО жабындарының қалыптасуы мен құрамына әсері.....	517
Жортарова А.А., Kubicek V., Ибраев М.Қ., Паньшина С.Ю., Сейдахметова Р.Б. P(III) және P(V) реагенттерімен аминотиазолдар мен аминок-тиадиазолдарды N-фосфорлирлеу: синтезі, құрылымы және биологиялық белсенділігі.....	538
Жусупова А., Тюменцева О., Антонюк В. Үйінді мыс балқыту шлагы мен қорғасын балқытудың түйіршіктелген шлагын планетарлық ұнтақтау кинетикасы мен энергетикасын салыстырмалы зерттеу.....	552

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

Әлиұлы А., Калтаев А.

Оценка применимости законов подобия при масштабировании центробежных насосов на основе гидродинамического моделирования.....14

Баратов А.Г., Сайлаубек А., Серік А.С.Получение и исследование узкозонного фотокатализатора на основе SrTaO_2N33**Нұрбаев Б., Дмитриева Е., Кемелбекова А.**

Современные методы селективного выщелачивания лития из отработанных литий-ионных аккумуляторов.....45

Сейтов А.Н., Аманжолов Т.Е.

Сравнительный анализ одномерных физико-гидродинамических моделей центробежного течения в рабочем колесе для минерализованных сред.....60

Сыздыкова А.М., Серикбаев Н.С., Кутум Б.Б.

Локальные преобразование типа кодамы и пределы интегрируемости расширенного уравнения Кортевега-де Фриза пятого порядка.....83

Уалиханова У.А., Усипкызы Т., Алтаева Г.С., Разина О.В.Расчёт экранированной модели $f(T)$ -гравитации.....101**Жадыранова А.А., Цыба П.Ю., Исмаил У.Қ., Ержан Б.**

Дивергентно-свободный параметр замедления, кинематические ограничения по данным DESI DR2 и космических хронометров.....123

Женискан К., Беков С.С., Сыздыкова А.М.

Влияние параметров Гауссового процесса на реконструкцию постоянной Хаббла.....146

ХИМИЯ

Амангелди Б., Жаникулов Н., Таймасов Б., Айтурсев М., Даулетияров М.

Исследование процессов обжига и белизны клинкеров белых цементов.....155

Байсалова Г.Ж., Бауыржанова Г.Б., Нияз Г.А., Талтенов А.А., Айнабаев А.А.

Изучение химического состава этанольных экстрактов манжетки обыкновенной методом газ хроматографии-масс-спектрометрии.....169

Бишимбаев В.К., Капсалямов Б.А.

Гидрогеохимические индикаторы воздействия сернокислотного выщелачивания урана на подземные воды районов Шиели и Жанакоргана.....183

Дарменбаева А.С., Аубакирова Р.А., Нургалиева Д.А., Абылкасова Г.Е., Абилямжанинова Г.А.

Структурно-морфологические особенности полимер-металлических функциональных материалов.....205

Дюсебаева М.А., Берганаева А.Е., Ибрагимова Н.А., Утаралиев Д.М., Берганаева Г.Е. Зеленый синтез серебряных наночастиц с использованием N-бутанольной фракции Galega Officinalis L.....	223
Дюсембекова С.Б., Утарова Д.А., Куспанов Ж.Б., Даулбаев Ч.Б., Абдикаримова У.А. Исследование влияния термической обработки SrTiO ₃ на фотокаталитической эффективности разложения амфотерного антибиотика.....	239
Исаева У.Б., Ахметова Г.С., Пралиев К.Д., Малмакова А.Е., Сейлханов Т.М. Гидрохлорид 1-бензил-4-(п-фторбензоилоксиимино) пиперидина в качестве кандидата в противомикробное средство.....	252
Қамұнұр Қ., Ысқақ М., Мұсапирова Л. Влияние химической модификации лигносульфоната натрия на его флотационные свойства в системе барит–кальцит.....	264
Кононов А., Қамұнұр Қ., Мұсапирова Л., Асылханова Д., Батқал А. Получение и исследование неорганического флокулянта Al–Fe–Mn на основе модифицированного бентонита.....	276
Қурманғалиева А., Ахметова Ф., Карешова Ж., Исаков Р. ПДМА-модифицированный таганский бентонит для получения водорода при каталитической конверсии углеводородов.....	292
Қуртебаева А.А., Álvarez-Torrellas S., Noor Haida Mohd Kaus., Gomes Н.Т., Калмаханова М.С. Модифицированные железом активированные угли из кукурузных початков для адсорбционно-окислительного удаления парацетамола и сульфаметоксазола.....	307
Надиров Р.К., Нуртазина Н.Д., Рыскалиева Р.Г. Моделирование поверхности отклика и оптимизация флотации ильменита с использованием модифицированного лигносульфонатного реагента.....	334
Нефедов А.Н., Тайекенова А.Т., Имашев Б.К., Нурисламов Р.М., Леонтьева К.А. Квантовые вычисления в моделировании коррозионных процессов.....	350
Нуркенов О.А., Фазылов С.Д., Сыздыков А.К., Кабиева С.К., Жаслан Р.К. Синтез и структурное исследование сульфопроизводных 3,5-диметилизоксазола совторичными аминами.....	365
Оразбекова Р.С., Тунгатарова С.А., Байжұманова Т.С., Кауменова Г.Б., Жұмабек М. Влияние состава реакционной смеси в паровом риформинге биоэтанола на высокоэнтропийном оксидном катализаторе.....	382
Рыскалиева Р.Г., Бейсембаева Л.К., Осеров Т.Б. Гидроциклонная классификация хвостов обогащения Балхашской обогажительной фабрики.....	398
Сасс А.С., Торлопов И.И., Рахметова К.С., Кензин Э.Н., Журинов М. Формирование и созревание фосфатных покрытий на стали из фосфатирующего раствора на основе спирта.....	418

Сдикова Г.Ж., Далабаева Н.С., Балкембай А.С., Сарова Н.Б., Жалтырбаева Н.К. Влияние состава электролита на свойства гальванических покрытий на основе цинка.....	435
Сейткалиева Н., Кусаинова Г., Журсумбаева М., Мохамад Ибрагим М.Н., Абдиев К. Исследование флокулирующих свойств сополимеров на основе итаконовой кислоты.....	448
Сергазина С.М., Нурмуханбетова Н.Н., Острцова Н.Б., Камзе А.Р., Касенова Н.Б. Комплексная оценка качества природной питьевой воды и статистический анализ физико-химических показателей.....	460
Талгаткызы А., Нажибкизы М., Отенов А., Сейтказинова А., Исанбекова А. Углеродные волокна на основе органосольв лигнина, полученного из древесных отходов, для применения в системах хранения энергии.....	475
Токтабаева А.К., Махаева Д.Н., Рахметуллаева Р.К., Рвайдарова Г.О., Исенова Г.Д. Синтез, структура и физико-химические свойства серосодержащих композитов на основе анилина, п-фенилендиамина, фенола и формальдегида.....	498
Ешманова Г.Б., Смагулов Д.У. Влияние частиц на основе кремния на формирование и состав ПЭО покрытий.....	517
Жортарова А.А., Kubicek V., Ибраев М.К., Панышина С.Ю., Сейдахметова Р.Б. N-фосфорилирование аминотиазолов и амино-тиадиазолов с помощью реагентов Р(III) и Р(V): синтез, структура и биологическая активность.....	538
Жусупова А., Тюменцева О., Антонюк В. Сравнительное исследование кинетики и энергетики планетарного измельчения отвального медеплавильного шлака и гранулированного шлака свинцовой плавки.....	553

ACADEMIC JOURNAL
OF PHYSICAL AND CHEMICAL SCIENCES
ISSN 2224-5227
Volume 3.
Number 359 (2026), 146–154

<https://doi.org/10.32014/2026.2518-1483.467>

UDC: 621.546.06

IRSTI: 31.15.37

©Zhenishan K.*, Bekov S.S., Syzdykova A.M., 2026.

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

*E-mail: Kaisarar@enu.kz

THE INFLUENCE OF GAUSSIAN PROCESS PARAMETERS ON RECONSTRUCTING THE HUBBLE CONSTANT

Zhenishan Kaisar — Junior Researcher, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,
E-mail: Kaisarar@enu.kz, <https://orcid.org/0009-0005-0605-8347>;

Bekov Sabit — PhD, Associate Professor (acting), L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,

E-mail: ss.bekov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8846-0604>;

Syzdykova Arailym — PhD student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,
E-mail: syzdykovarailym@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8999-6566>.

Abstract. This paper addresses the problem of model-independent reconstruction of the Hubble constant, one of the key cosmological parameters characterizing the present-day expansion rate of the Universe. The discrepancy between the values of the Hubble constant obtained using different observational methods represents one of the major challenges in modern cosmology and is associated with the Hubble tension problem. Therefore, investigating methods for determining cosmological parameters with minimal dependence on a specific cosmological model is of considerable importance. The aim of this work is to investigate the influence of the covariance kernel and observational dataset on the reconstruction of the Hubble constant using the Gaussian Process method and to assess the stability of the obtained results. Five different covariance kernels are considered: Squared Exponential, Matérn 7/2, Matérn 9/2, Cauchy, and Rational Quadratic. Three observational datasets are used: cosmic chronometers (CC), baryon acoustic oscillations (BAO), and their combined CC+BAO dataset. Each covariance kernel is applied to the three datasets, resulting in 15 independent reconstructions. All reconstructions were performed using the GaPP (Gaussian Processes in Python) package. The obtained results demonstrate that the choice of covariance kernel has a relatively small effect on the reconstructed value of . In contrast, the observational dataset has a substantially greater influence on the reconstruction accuracy. In particular, combining CC and BAO data reduces the uncertainty intervals and improves the stability and consistency of the results. These



findings demonstrate that the Gaussian Process method can be effectively applied to the model-independent reconstruction of cosmological parameters. The analysis also shows that the reliability of the reconstructed Hubble constant depends to a significant extent on the quality and completeness of the observational data used. Thus, the results emphasize the importance of combining complementary observational datasets when performing model-independent cosmological reconstructions and estimating the current expansion rate of the Universe.

Keywords: Gaussian processes, Hubble constant, cosmological parameters, covariance kernel, cosmic chronometers, baryonic acoustic oscillations, reconstruction

For citations: Zhenishan K., Bekov S.S., Syzdykova A.M. *The Influence of Gaussian Process Parameters on Reconstructing the Hubble Constant. Academic Journal of Physical and Chemical Sciences.* 2026. No.3. Pp. 146–154. DOI: <https://doi.org/10.32014/2026.2518-1483.467>

©Жеңісқан Қ.*, Беков С.С., Сыздыкова А.М., 2026.

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

*E-mail: Kaisarar@enu.kz

ХАББЛ ТҰРАҚТЫСЫН РЕКОНСТРУКЦИЯЛАУҒА ГАУССТЫҚ ПРОЦЕСТЕР ПАРАМЕТРЛЕРІНІҢ ӘСЕРІ

Жеңісқан Қайсар — кіші ғылыми қызметкер, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан,

E-mail: Kaisarar@enu.kz, <https://orcid.org/0009-0005-0605-8347>;

Беков Сабит Сегізбаевич — PhD, доцент м.а, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан,

E-mail: ss.bekov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8846-0604>;

Сыздыкова Арайлым — PhD докторант, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан,

E-mail: <mailto:syzdykovarailym@gmail.com>, <https://orcid.org/0000-0002-8999-6566>.

Аннотация. Бұл жұмыста қазіргі космологиядағы маңызды мәселелердің бірі болып табылатын Хаббл тұрақтысын модельге тәуелсіз реконструкциялау мәселесі қарастырылады. Хаббл тұрақтысы Ғаламның қазіргі ұлғаю жылдамдығын сипаттайтын негізгі космологиялық параметрлердің бірі болып табылады. Оның әртүрлі бақылау көздері арқылы алынған мәндерінің арасындағы сәйкессіздік қазіргі космологиядағы Хаббл шиеленісі мәселесінің өзектілігін арттырады. Осыған байланысты космологиялық параметрлерді нақты космологиялық модельге тәуелділікті азайта отырып анықтайтын әдістерді зерттеу маңызды. Зерттеудің мақсаты - гаусстық процестер әдісі арқылы Хаббл тұрақтысын реконструкциялау кезінде ковариациялық ядроны және бақылау деректерінің жиынтығын таңдаудың нәтижеге әсерін анықтау және алынған нәтижелердің тұрақтылығын бағалау. Жұмыста гаусстық процестер әдісі қолданылып, бес түрлі ковариациялық ядро қарастырылды: Squared Exponential, Matérn 7/2,

Matérn 9/2, Cauchy және Rational Quadratic. Бақылау деректері ретінде ғарыштық хронометрлердің (СС), бариондық акустикалық осцилляциялардың (ВАО) және олардың біріктірілген СС+ВАО жиынтықтары пайдаланылды. Әрбір ядро үш деректер жиынтығына қолданылып, барлығы 15 тәуелсіз реконструкция жүргізілді. Барлық реконструкциялар GaPP (Gaussian Processes in Python) пакеті арқылы орындалды. Алынған нәтижелер әртүрлі ковариациялық ядроларды таңдаудың реконструкциясына әсері салыстырмалы түрде аз екенін көрсетті. Керісінше, пайдаланылатын деректер жиынтығы реконструкция дәлдігіне айтарлықтай әсер етеді. СС және ВАО деректерін біріктіру қателік интервалдарын азайтып, нәтижелердің тұрақтылығы мен өзара сәйкестігін арттырады. Алынған нәтижелер гаусстық процестер әдісін модельге тәуелсіз космологиялық реконструкция үшін тиімді құрал ретінде пайдалануға болатынын көрсетеді. Зерттеу қорытындылары реконструкциясының сенімділігі ең алдымен бақылау деректерінің сапасы мен толықтығына байланысты екенін көрсетеді.

Түйін сөздер: Гаусстық процестер, Хаббл тұрақтысы, космологиялық параметрлер, ковариациялық ядро, ғарыштық хронометрлер, бариондық акустикалық осцилляциялар, реконструкция

©Женискан К. *, Беков С.С., Сыздыкова А.М., 2026.

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилёва,

Астана, Казахстан.

*E-mail: Kaisarar@enu.kz

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГАУССОВОГО ПРОЦЕССА НА РЕКОНСТРУКЦИЮ ПОСТОЯННОЙ ХАББЛА

Женискан Кайсар — младший научный сотрудник, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан,

E-mail: Kaisarar@enu.kz, <https://orcid.org/0009-0005-0605-8347>;

Беков Сабит — PhD, доцент и.о., Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан,

E-mail: ss.bekov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8846-0604>;

Сыздыкова Арайлым — PhD докторант, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан,

E-mail: syzdykovarailym@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8999-6566>.

Аннотация. В данной работе рассматривается проблема модельно-независимой реконструкции постоянной Хаббла, ключевого космологического параметра, характеризующего текущую скорость расширения Вселенной. Несоответствие значений постоянной Хаббла, полученных различными методами наблюдений, является актуальной проблемой современной космологии и связано с проблемой напряжённости Хаббла. Поэтому исследование методов определения космологических параметров с минимальной зависимостью от конкретной космологической модели имеет большое значение. Цель данной работы - изучить влияние выбора ядра ковариации и набора наблюдательных

данных на реконструкцию постоянной Хаббла с использованием метода гауссовских процессов, а также оценить стабильность полученных результатов. В исследовании используется метод гауссовских процессов и рассмотрены пять различных ковариационных ядер: Squared Exponential, Matérn 7/2, Matérn 9/2, Cauchy и Rational Quadratic. В качестве наблюдательных данных использованы данные космических хронометров (CC), барионных акустических осцилляций (BAO), а также их объединённый набор CC+BAO. Каждое ядро применялось к трем наборам данных, в результате чего было получено 15 независимых реконструкций. Все реконструкции выполнялись с использованием пакета GaPP (Gaussian Processes in Python). Результаты показали, что выбор ядра ковариации оказывает относительно небольшое влияние на реконструированное значение. Однако используемый набор данных наблюдений оказывает значительно большее влияние на точность реконструкции. Объединение данных CC и BAO позволяет уменьшить интервалы неопределенности и повысить надежность и согласованность результатов. Результаты демонстрируют, что метод гауссовых процессов может быть эффективно применен для реконструкций космологических параметров, не зависящих от модели. Анализ также показывает, что надежность реконструкции постоянной Хаббла в значительной степени определяется качеством и полнотой используемых данных наблюдений.

Ключевые слова: Гауссовы процессы, постоянная Хаббла, космологические параметры, ковариационное ядро, космические хронометры, барионные акустические колебания, реконструкция

Кіріспе. Хаббл тұрақтысы H_0 қазіргі заманғы космологиядағы ең маңызды параметрлердің бірі болып табылады. Ол Ғаламның қазіргі ұлғаю жылдамдығын сипаттайды және Ғаламның жасы мен эволюциясын түсінуде шешуші рөл атқарады. Соңғы жылдары космологиядағы негізгі мәселелердің бірі ретінде Хаббл шиеленісі (Hubble tension) кеңінен талқылануда. Бұл мәселе H_0 тұрақтысының әртүрлі бақылау әдістері арқылы алынған мәндерінің өзара сәйкес келмеуінен туындайды. Мысалы, Planck миссиясының ғарыштық микротолқынды фон деректеріне негізделген талдауы $H_0 = 67.4 \pm 0.5$ км/с/Мпк мәнін көрсетсе, SH0ES жобасының жергілікті бақылаулары $H_0 = 73$ км/с/Мпк нәтижесін береді. Аталған айырмашылықтың сақталуы бақылау деректеріндегі жүйелік қателіктердің немесе стандартты космологиялық модельден тыс жаңа физиканың болуы мүмкін екенін көрсетеді.

Осыған байланысты космологиялық параметрлерді бағалауда модельге тәуелсіз әдістерді қолданудың маңызы артып отыр. Мұндай әдістердің бірі – бақылау деректерінен функцияларды алдын ала нақты космологиялық модель тандаусыз қалпына келтіруге мүмкіндік беретін гаусстық процестер әдісі. Бұл тәсіл соңғы жылдары $H(z)$ функциясын және Хаббл тұрақтысын реконструкциялауда кеңінен қолданылып келеді (Elizalde et al., 2024).

Мақалада гаусстық процестер әдісі арқылы Хаббл тұрақтысын реконструкциялауға ковариациялық ядроны және пайдаланылатын деректер жиынтығын танда-

удың әсері зерттеледі. Талдау барысында ғарыштық хронометрлер (СС), бариондық акустикалық осцилляциялар (BAO) және олардың біріктірілген (СС+BAO) деректері қарастырылады. Зерттеудің негізгі мақсаты – әртүрлі ковариациялық ядролар мен деректер жиынтықтарын пайдалану кезінде алынатын H_0 мәндерінің тұрақтылығын бағалау.

Материалдар мен әдістер. Бұл жұмыста Хаббл параметрінің қызыл ығысуға тәуелділігін модельге тәуелсіз түрде қалпына келтіру үшін гаусстық процестер (Gaussian Processes, GP) әдісі қолданылды. Гаусстық процесс бақылау деректері негізінде функцияны алдын ала нақты аналитикалық түрін таңдаусыз реконструкциялауға мүмкіндік беретін бейпараметрлік байестік тәсіл болып табылады (Wilson & Adams, 2013).

Гаусстық процесте зерттелетін функция келесі түрде анықталады:

$$H(z) \sim GP(m(z), K(x, x')) \quad (1)$$

мұндағы $m(z)$ орташа функция, ал $k(x, x')$ – функция мәндері арасындағы корреляцияны сипаттайтын ковариациялық ядро. Бұл жұмыста орташа функция нөлге тең деп қабылданды, бұл $H(z)$ функциясына алдын ала белгілі бір космологиялық модельдің формасын енгізбеуге мүмкіндік береді. Ковариациялық ядролардың гиперпараметрлері GaPP пакетінде маргиналдық ықтималдықты барынша арттыру арқылы автоматты түрде алынады. Бастапқы мәндер ретінде екі гиперпараметрі бар ядролар үшін $\theta = [1, 1]$, ал Rational Quadratic ядросы үшін $\theta = [1, 1, 1]$.

Хаббл параметрін реконструкциялау барысында бес түрлі ковариациялық ядро қарастырылды:

1. Квадраттық экспоненциалды (Radial Basis Function - RBF) ядро:
- 2.

$$k(x, \tilde{x}) = \sigma_f^2 e^{-\frac{(x - \tilde{x})^2}{2l^2}}$$

3. Matérn ядролары ($\nu = 7/2$ және $\nu = 9/2$):
- 4.

$$a. k(x, \tilde{x}) = \sigma_f^2 e^{-\frac{\sqrt{7}|x-\tilde{x}|}{l}} \left(1 + \frac{\sqrt{7}|x-\tilde{x}|}{l} + \frac{\sqrt{14}(x-\tilde{x})^2}{5l^2} + \frac{7\sqrt{7}|x-\tilde{x}|^3}{15l^3} \right)$$

$$b. k(x, \tilde{x}) = \sigma_f^2 e^{-\frac{\sqrt{3}|x-\tilde{x}|}{l}} \left(1 + \frac{\sqrt{3}|x-\tilde{x}|}{l} + \frac{\sqrt{27}(x-\tilde{x})^2}{7l^2} + \frac{18|x-\tilde{x}|^3}{7l^3} + \frac{27(x-\tilde{x})^4}{35l^4} \right)$$

5. Коши (Cauchy) ядросы:

$$k(x, \tilde{x}) = \sigma_f^2 \frac{l}{(x - \tilde{x})^2 + l^2}$$

6. Рационалды квадраттық (Rational Quadratic, RQ) ядросы:

$$k(x, \tilde{x}) = \sigma_f^2 \left(1 + \frac{(x - \tilde{x})^2}{2\alpha l^2} \right)^{-\alpha}$$

Зерттеуде 1-суретте көрсетілген бақылау деректері пайдаланылды. Бірінші жиынтық – ғарыштық хронометрлер (Cosmic Chronometers, CC) деректері. Екінші жиынтық – бариондық акустикалық осцилляциялар (Baryon Acoustic Oscillations, BAO) деректері. Сонымен қатар, реконструкцияның тұрақтылығын арттыру мақсатында CC және BAO деректерінің біріктірілген жиынтығы (CC+BAO) қарастырылды (Niu et al., 2024).

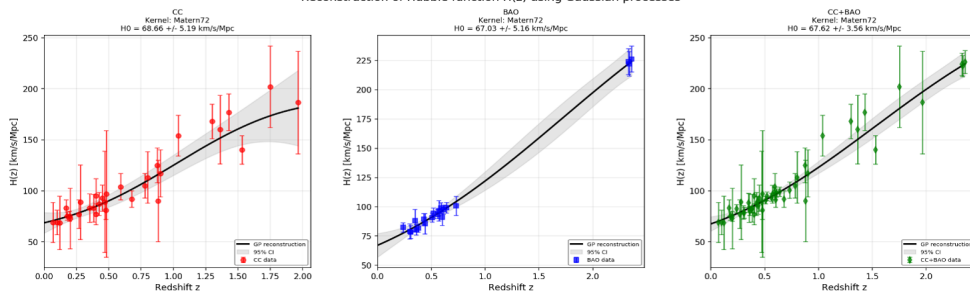
Кесте 1. Деректер жиынтығы.

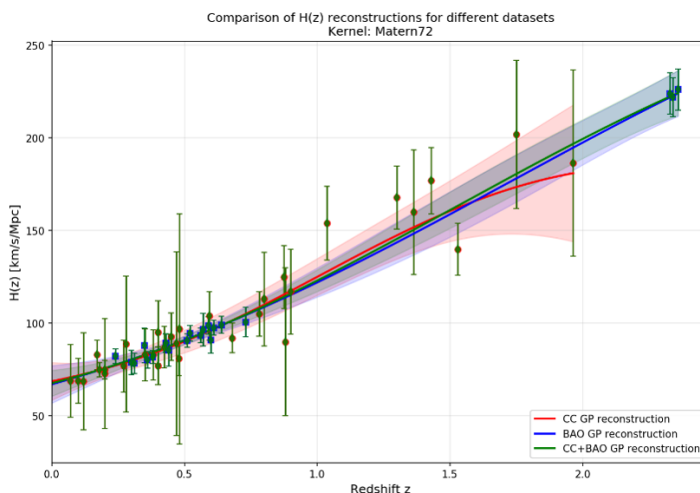
Деректер жиындығы	Нүктелер саны	Қызыл ығысу диапазоны z	$H(z)$ диапазоны км/с/Мпк	Дереккөз
CC	32	0.07-1.965	68.6-202	Niu et al. (2024)
BAO	20	0.24-2.36	78.39-226.24	Niu et al. (2024)

Ковариациялық ядро мен деректер жиынтығының әсерін бағалау үшін әрбір ядро үш деректер жиынтығына жеке қолданылды. Нәтижесінде 5 ядро және 3 деректер жиынтығы үшін барлығы 15 тәуелсіз реконструкция жүргізіліп, алынған H_0 мәндері өзара салыстырылды.

Нәтижелер мен талқылаулар. 1 – суретте Matérn 7/2 ковариациялық ядросын қолдану арқылы алынған $H(z)$ реконструкциялары көрсетілген. Суретте CC, BAO және CC+BAO деректер жиынтықтары үшін алынған нәтижелер салыстырылған. CC және BAO деректерін біріктіру нәтижесінде қателік Ω азайғаны байқалады. Бұл әртүрлі бақылау деректерінің бірін-бірі толықтыруы реконструкцияның дәлдігін арттыратынын көрсетеді. Қызыл ығысу жоғарылаған сайын қателік аймағының ұлғаюы байқалады, бұл жоғары (z) мәндеріндегі бақылау деректерінің санының аздығымен және олардың қателіктерінің ұлғаюымен түсіндіріледі.

Реконструкция нәтижесінде алынған Хаббл H_0 тұрақтысының мәндері 1–кестеде келтірілген. Нәтижелер көрсеткендей, пайдаланылған ковариациялық ядроның түрі мәніне айтарлықтай әсер етпейді. Әртүрлі ядролар үшін алынған нәтижелер бір-бірімен жақсы сәйкеседі және олардың айырмашылықтары статистикалық қателіктер шегінде қалады. Бұл гаусстық процестер әдісі арқылы жүргізілген реконструкциялардың ядро таңдауға қатысты жеткілікті тұрақты екенін көрсетеді.

Reconstruction of Hubble function $H(z)$ using Gaussian processes



Сурет 1. Өртүрлі деректер жиынтықтары үшін $H(z)$ реконструкцияларының салыстыруы.

Сонымен қатар, нәтижелерге деректер жиынтығының әсері маңызды екені байқалады. Жеке СС және ВАО деректерін қолданғанда қателік интервалдары салыстырмалы түрде үлкен болса, біріктірілген СС + ВАО деректер жиынтығы үшін қателік айтарлықтай азаяды. Бұл жағдайда алынған нәтижелер өзара жақсы сәйкесіп, реконструкцияның сенімділігі артады. Осылайша, жүргізілген талдау Хаббл тұрақтысын анықтауда ковариациялық ядроны таңдаудан қарағанда пайдаланылатын бақылау деректерінің құрамы маңыздырақ рөл атқаратынын көрсетті.

Кесте 2. Реконструкциялар нәтижелері.

Ковариациялық ядролар	СС	ВАО	Комбинация
Squared Exponential	$H_0 = 67.278 \pm 4.743$	$H_0 = 66.662 \pm 4.980$	$H_0 = 67.517 \pm 3.302$
Matern 72	$H_0 = 68.658 \pm 5.187$	$H_0 = 67.035 \pm 5.159$	$H_0 = 67.625 \pm 3.565$
Cauchy	$H_0 = 69.523 \pm 5.264$	$H_0 = 0.005 \pm 118.570$	$H_0 = 67.934 \pm 3.538$
Matern 92	$H_0 = 68.436 \pm 5.061$	$H_0 = 66.951 \pm 5.081$	$H_0 = 67.589 \pm 3.504$
Rational Quadratic	$H_0 = 71.013 \pm 5.677$	$H_0 = 67.397 \pm 5.114$	$H_0 = 67.906 \pm 3.532$

Реконструкциялар нәтижелерінде Cauchy ядросы мен ВАО деректері үшін нормадан тыс нәтиже алынды $H_0 = 0.005 \pm 118.570$. Тексеру барысында кіші бастапқы мәндермен корреляциялық ұзындығы максимумға жетумен аяқталады, нәтижесінде осындай мән беретінін анықталды. Ал $\theta = [2,2]$, $[5,5]$ және $[10,1]$ бастапқы мәндер қолданылғанда, оңтайландыру бір-біріне жақын тұрақты шешімге келіп $H_0 = 67.934 \pm 3.538$ мәнін береді. Бұл нәтиже гиперпараметрлердің бастапқы мәндерін таңдауға қатысты Cauchy ядросының жоғары сезімталдығын көрсетеді. Бұл жұмыста «модельге тәуелсіз» ұғымы $H(z)$

функциясы үшін алдын ала нақты космологиялық модель қабылданбайтынын білдіреді. Алайда ВАО деректері дыбыстық горизонт r_d калибрлеуіне және космологиялық модельге белгілі бір дәрежеде тәуелді болуы мүмкін. Сондықтан ВАО қолданылған реконструкция толықтай модельге тәуелсіз емес.

Қорытынды. Бұл жұмыста гаусстық процестер әдісі арқылы Хаббл тұрақтысын реконструкциялауға ковариациялық ядро мен бақылау деректерінің әсері зерттелді. Нәтижелер көрсеткендей, Cauchy – ВАО жағдайындағы тұрақсыз оңтайландыруды қоспағанда, әртүрлі ядролар үшін алынған H_0 мәндері статистикалық қателік шегінде өзара сәйкес келеді. СС және ВАО деректерін біріктіру белгісіздіктерді азайтып, реконструкцияның тұрақтылығын арттырады. Сонымен қатар, ВАО деректерінің r_d калибрлеуіне және космологиялық модельге белгілі бір тәуелділігі бар екенін ескеру қажет. Осыған байланысты GP әдісі нақты параметрлік модельді алдын ала қабылдамайтын бейпараметрлік тәсіл ретінде қарастырылады. Жалпы реконструкциясының сенімділігі ядро таңдауымен қатар, пайдаланылатын деректердің сапасы мен көлеміне де тәуелді.

References

- Aljaf M., Gregoris D., Khurshudyan M. (2021). Constraints on interacting dark energy models through cosmic chronometers and Gaussian process. *The European Physical Journal C.* – Vol. 81 (6). – P. 544. <https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09306-2> (in Eng.).
- Archambeau C., Bach F. (2011). Multiple Gaussian process models. *arXiv preprint.* – arXiv:1110.5238. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1110.5238> (in Eng.).
- Bernardo R. C., Levi Said J. (2021). A data-driven reconstruction of Horndeski gravity via the Gaussian processes. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics.* – Vol. 2021 (9). – P. 014. <https://doi.org/10.1088/1475-7516/2021/09/014> (in Eng.).
- Cai Y.-F., Khurshudyan M., Saridakis E. N. (2020). Model-independent reconstruction of $f(T)$ gravity from Gaussian processes. *The Astrophysical Journal.* – Vol. 888 (2). – P. 62. <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab5a7f> (in Eng.).
- Dhawan S., Alsing J., Vagnozzi S. (2021). Non-parametric spatial curvature inference using late-Universe cosmological probes. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters.* – Vol. 506 (1). – P. L1-L5. <https://doi.org/10.1093/mnras/lsab058> (in Eng.).
- Durrande N., Ginsbourger D., Roustant O., Carraro L. (2013). ANOVA kernels and RKHS of zero mean functions for model-based sensitivity analysis. *Journal of Multivariate Analysis.* – Vol. 115. – P. 57-67. <https://doi.org/10.1016/j.jmva.2012.08.016> (in Eng.).
- Elizalde E., Khurshudyan M. (2022). Constraints on cosmic opacity from Bayesian machine learning: The hidden side of the H_0 tension problem. *Physics of the Dark Universe.* – Vol. 37. – P. 101114. <https://doi.org/10.1016/j.dark.2022.101114> (in Eng.).
- Elizalde E., Khurshudyan M., Myrzakulov K., Bekov S. (2024). Reconstruction of the quintessence dark energy potential from a Gaussian process. *Astrophysics.* – Vol. 67 (2). – P. 192-214. <https://doi.org/10.1007/s10511-024-09828-z> (in Eng.).
- Jesus J. F., Valentim R., Escobal A. A., Pereira S. H., Benndorf D. (2022). Gaussian processes reconstruction of the dark energy potential. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics.* – Vol. 2022 (11). – P. 037. <https://doi.org/10.1088/1475-7516/2022/11/037> (in Eng.).
- Niu J., Jiao K., He P., Zhang T.-J. (2024). Reconstruction of the dark energy scalar field potential by Gaussian process. *The Astrophysical Journal.* – Vol. 972 (1). – P. 14. <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ad5fef> (in Eng.).
- Said J. L., Mifsud J., Sultana J., Zarb Adami K. (2021). Reconstructing teleparallel gravity with cosmic structure growth and expansion rate data. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics.* – Vol. 2021 (6). – P. 015. <https://doi.org/10.1088/1475-7516/2021/06/015> (in Eng.).

Seikel M. (2013). GaPP (Gaussian Processes in Python) documentation. – Version 1.0. – Software documentation. <http://www.acgc.uct.ac.za/~seikel/GAPP/index.html> (in Eng.).

Seikel M., Clarkson C., Smith M. (2012). Reconstruction of dark energy and expansion dynamics using Gaussian processes. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*. – Vol. 2012 (6). – P. 036. <https://doi.org/10.1088/1475-7516/2012/06/036> (in Eng.).

Sun W., Jiao K., Zhang T.-J. (2021). Influence of the bounds of the hyperparameters on the reconstruction of the Hubble constant with the Gaussian process. *The Astrophysical Journal*. – Vol. 915 (2). – P. 123. <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac05b8> (in Eng.).

Wilson A. G., Adams R. P. (2013). Gaussian process kernels for pattern discovery and extrapolation. In: Dasgupta S., McAllester D. (Eds.), *Proceedings of the 30th International Conference on Machine Learning, Proceedings of Machine Learning Research*. – Vol. 28. – P. 1067-1075. <https://proceedings.mlr.press/v28/wilson13.html> (in Eng.).

Zhang M.-J., Xia J.-Q. (2016). Test of the cosmic evolution using Gaussian processes. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*. – Vol. 2016 (12). – P. 005. <https://doi.org/10.1088/1475-7516/2016/12/005> (in Eng.).

**Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the
«Central Asian Academic Research Center» LLP (Almaty)**

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.

Requirements for articles design for publication in the journal are available on the websites:

**www.nauka-nanrk.kz
ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)
<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>**

Managing Editor: T. Apendiev
Editors: D.S. Alenov, A.Shormakova
Computer layout: G.D. Zhadyranova

Signed for print: September 29, 2026
Format: 70×90 1/16. 34.5 printed sheets. Order No. 3.

*«Central Asian Academic Research Center» LLP
Almaty, Shevchenko Street, 28*