

ISSN: 1991-346X (Print)
ISSN: 2518-1726 (Online)

**ACADEMIC JOURNAL
OF PHYSICAL AND CHEMICAL SCIENCES**

**№1
2026**

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

2026 • 1



**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 Oil refining and Petrochemistry Research Institute (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:

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

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

EDITORIAL BOARD:

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 Tlekkabul Sabitovich, 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>

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 Жұрынулы, 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/author/detail.uri?authorId=6602177960>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЛАРЫ:

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

ӘБИЛМАҒЖАНОВ Арлан Зайнуталлайұлы, химия ғылымдарының кандидаты, Д.В. Сокольский атындағы «Жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ Бас директоры (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=57197468109>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2024265>

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мынжасарұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Фитохимия» ғылыми-өндірістік орталығы» АҚ директоры (Қарағанды, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/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/author/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/author/detail.uri?authorId=6602431781>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1405661>

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

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

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

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

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

БӨШКАЕВ Қуантай Авғазыұлы, PhD теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/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/author/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/author/detail.uri?authorId=55989741100>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/30353742>

ЖҮСПІНОВ Марат Абжанұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/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/author/detail.uri?authorId=7202799321>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/65533963>

ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағаұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/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/author/detail.uri?authorId=6701353063>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2023295>

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

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 Научно-исследовательского института нефтепереработки и нефтехимии (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

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>

АБИЛЬМАГЖАНОВ Арлан Зайнуталлаевич, кандидат химических наук, Генеральный директор 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>

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

АДЕКЕНОВ Сергазы 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>

ОЛИБЬЕРО Россин 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) (Дэчон, Корея), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59286321700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/30028581>

БЕРСИМБАЕВ Рахметкажи Искендерович, доктор биологических наук, профессор, академик НАН РК, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева (Астана, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004012398>, <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 Агазыевич, 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 Мухамбетали, 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 Мексика (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 имени 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>

ТАКИББАЕВ 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 Мелеу 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>

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>

CONTENTS

PHYSICS

Aimaganbetova Z.K., Kulshymbayev Y.A., Zhanturina N.N., Beketova G.K. First-principles calculation of the electronic properties of the Double Halide Perovskite $\text{Cs}_2\text{Ag}_{0.2}\text{Na}_{0.4}\text{In}_{0.6}\text{Ti}_{0.4}\text{Cl}_6$ based on the quantum ESPRESSO software.....	14
Amangeldinova S., Zhuniskhan S., Kalzhigitov N., Kurmangaliyeva V. Study of the cluster structure of ^5He and ^5Li mirror nuclei in two-cluster approximation.....	35
Chokin K., Otunchi Ye., Kozhahmetova A., Kasenova A., Shongalova A. Development and testing of a laboratory pyrometallurgical installation for recycling lithium-ion batteries.....	46
Issayeva A., Beisebayeva A., Madybekova G., Shynazbekova Sh., Issa A. Comparative analysis of physico-chemical characteristics of drinking, spring and natural water in the South Kazakhstan.....	65
Kim V.Yu., Aimuratov Y.K. Search for transient cosmic events by scanning the sky with wide-field telescopes.....	78
Koshtybayev T.B., Tatenov A.M., Aliyeva M.E., Tugelbaeva G.T., Zhanaliyeva G.Zh. Study of the electromagnetic field based on thermodynamics principles.....	89
Mukamedenkyzy V., Akberdiyev B. Numerical investigation of the effect of inclination angle on the stability of mechanical equilibrium in Ar–N ₂ binary gas mixtures.....	105
Myasnikova L.N., Uzakbaeva S.S., Shanina Z.K., Bekeshev A.Z. Kinetic properties of high-density polyethylene filled with chromium spinel powder.....	119
Nurbayev B.M., Dmitriyeva E.A., Kemelbekova A.E. The role of low-dimensional layered structures in enhancing the stability of tin-based perovskite materials.....	136
Sattinova Z., Ermakhanova F., Assilbekov B., Taimuratova L. Influence of various cooling conditions and heat transfer coefficients on solidification during the formation of beryllium ceramic products.....	149
Shestakova L.I., Serebryanskiy A.V., Spassyyuk R.R., Omarov Ch.T. Search for gas of comet-meteor origin in the inner Solar System: caii ion emission.....	165
Ualikhanova U., Tursynkazy F., Syzdykova A.M., Altayeva G.S., Altaibayeva A.B. Studying the amplitude of $f(T)$ gravitational waves using Bessel functions.....	179

Zhexenbayeva G.A., Nasirova D.M., Aimanova G.K., Shomshekova S.A. Photometric study of the symbiotic object V725 Tau.....	194
Zhusupova N.K., Zhadyranova A.A. Bounce cosmology in $f(T, \mathcal{T})$ gravity based on energy condition analysis.....	205
Ziyatbekova G., Abdimanapova P., Sagyntay O., Nurym A., Ilinov R. Using artificial intelligence to predict diseases based on medical data.....	225

CHEMISTRY

Almassov N.Zh., Zhumagaliyeva A.N., Duisenbekov S.E., Zhakiyev N.K. Design and optimization of hybrid renewable energy systems for hydrogen production in Kazakhstan.....	236
Amangeldi B., Zhanikulov N., Taimasov B., Aitureev M.M., Dauletiyarov M. Calculation of the Raw material composition for obtaining white Portland cement clinker.....	251
Baeshov A., Tashenov E.A., Atykhanova S.B., Koshkarbayeva Sh.T. Preparation of cadmium sulfide by electrochemical method using a composite sulfur-graphite electrode.....	267
Baisalova G.Zh., Azhikhanova Zh., Taltenov A.A., Kuzhatova P. Determination of the total phenolic content in perennial herbaceous plants of the flora of Kazakhstan.....	277
Darmenbayeva A.S., Rajasekharan R., Zhussipnazarova G.M., Mukazhanova Zh.B., Begenova B.E. Composites based on chitosan and cellulose: synthesis, properties, and application prospects.....	287
Erkasov R.Sh., Zhamkenova A.S., Sergazina S.M., Nurmukhanbetova N.N., Kassenova N.B. Halide-dependent modulation of hydrogen bonding in Mn(II) complexes with protonated acetamide: a QAIM, NCI, and energy decomposition study.....	304
Kalimoldina L.M., Shaikhova Zh.E., Kaliyeva B.K., Bubish Sh., Askarova Sh.K. The effect of silver nanoparticles on the germination of bean, lemon, tangerine and avocado seeds.....	320
Kurtebayeva A.A., Alvarez-Torrellas S., Gomes H.T., Orynbayev S.A., Kalmakhanova M.S. Activated-carbon-enhanced polymeric membranes for efficient elimination of emerging contaminants.....	334

Massenova A.T., Zhumakanova A.S., Torlopov I.I., Rakhmetova K.S., Abilmagzhanov A.Z. Optimization of the hierarchical zeolite ZSM-5 synthesis process by steam-assisted alkaline modification.....	350
Mutushev A.Zh., Nuraly A.M., Sanat A.S., Shaukharova M.A., Yessimsiitova Z.B. The effect of light-converting films on the accumulation of bioactive compounds and the quality of fruits.....	366
Nefedov A.N., Taikenova A.T. Current state of organic corrosion inhibitor application in oil refining.....	379
Omarov B.T., Altybayev Zh.M., Serikbayeva B.S. Production of biohumus by vermicomposting of organic wastes and study of its agroecological effectiveness.....	399
Rakhman D.M., Kappasuly A., Makhayeva D.N., Kazybayeva D.S., Irmukhametova G.S. Development and investigation of mucoadhesive hydrogels based on gellan–cysteine complexes.....	414
Sabyrzhanova A.E., Bolatkyzy N., Berganaeva G.E., Dyusebaeva M.A. Study of amino acids and fatty acids in the aerial part of <i>Plantago major</i>	428
Satayeva S., Akhmetova F., Urazova A., Aituganova S., Yerniyazova K. The influence of PEPA concentration on the physical, mechanical, and operational properties of ED-20 epoxy adhesives.....	439
Zamanbek A.Zh., Koshkarbayeva Sh.T., Satayev M.S. Methods of Obtaining Silver Nanoparticles and Antibacterial Properties.....	450
Zhortarova A.A., Salkeyeva L.K., Minayeva Ye.V., Ibrayev M.K., Fazylov S.D. New possibilities for the synthesis and phosphorylation of phosphonoacetic acid ester.....	462

МАЗМҰНЫ

ФИЗИКА

Аймағанбетова З.К., Құлшымбаев Е.А., Жантурина Н.Н., Бекетова Г.К. Quantum Espresso бағдарламасы негізінде Cs ₂ Ag _{0.2} Na _{0.4} In _{0.6} Ti _{0.4} Cl ₆ кос галогенді перовскиттің электрондық қасиеттерін бірінші принциптік есептеу.....	14
Амангелдинова С., Жүнісхан С., Калжигитов Н., Курманғалиева В. Екі кластерлік жуықтауда 5He және 5Li айналық ядроларының кластерлік құрылымын зерттеу.....	35
Чокин К., Отунчи Е., Кожаметова А., Касенова А., Шонғалова А. Литий-ионды аккумуляторларды қайта өндеуге арналған зертханалық пирометаллургиялық қондырғыны әзірлеу және сынау.....	46
Исаева А.Б., Бейсебаева А.С., Мадыбекова Г.М., Шиназбекова Ш.С., Иса А.Б. Сравнительный анализ физико-химических характеристик питьевой, родниковой и природной воды юга Казахстана.....	65
Ким В.Ю., Аймуратов Е.К. Кең бұрышты телескоптармен аспанды сканерлеу арқылы өтпелі ғарыштық оқиғаларды іздеу.....	78
Коштыбаев Т.Б., Татенов А.М., Алиева М.Е., Тугелбаева Г.Т., Жаналиева Г.Ж. Электромагниттік өрісті термодинамикалық бастамалар тұрғысында зерттеу.....	89
Мукамеденқызы В., Ақбердиев Б. Ar–N ₂ бинарлы газ қоспаларындағы механикалық тепе-теңдік тұрақтылығына қиғаш бұрыштың әсерін сандық зерттеу.....	105
Мясникова Л.Н., Узакбаева С.С., Шанина З.К., Бекешев А.З. Хром-шпинельді ұнтақ қосылған жоғары тығыздықты полиэтиленнің кинетикалық қасиеттері.....	119
Нұрбаев Б.М., Дмитриева Е.А., Кемелбекова А.Е. Қалайы негізіндегі перовскитті материалдардың тұрақтылығын арттырудағы төменөлшемді қабатты құрылымдардың рөлі.....	136
Саттинова З., Ермаханова Ф., Асылбеков Б., Таймуратова Л. Бериллий керамикалық бұйымдарын қалыптастыру кезінде әр түрлі салқындату жағдайлары мен жылу беру коэффициенттерінің қатаюға әсері.....	149
Шестакова Л.И., Серебрянский А.В., Спасюк Р.Р., Омаров Ш.Т. Күн жүйесінің ішкі аймағындағы комета-метеорлық тектегі газды іздеу: CaII иондарының жарқырауы.....	165

Уалиханова У.А., Тұрсынқазы Ф., Сыздықова А.М., Алтаева Г.С., Алтайбаева А.Б.
Бессель функцияларын пайдаланып $f(T)$ гравитациялық толқындардың
амплитудасын зерттеу.....179

Жексенбаева Г.А., Насирова Д.М., Айманова Г.К., Шомшекова С.А
V725 Тау симбиотикалық объектiсiн фотометрлiк зерттеу.....194

Жусупова Н.К., Жадыранова А.А.
Энергия шарттарын талдауға негiзделген $f(T, T)$ серпiлiс космологиясы.....205

Зиятбекова Г.З., Абдиманапова П.Б., Сағынтай О.А., Нұрым А.А., Ильинов Р.А.
Жасанды интеллект көмегiмен медициналық деректер бойынша
ауруларды болжау.....225

ХИМИЯ

Алмассов Н.Ж., Жумагалиева А.Н., Дүйсенбеков С.Е., Жакиев Н.К.
Қазақстанда сутегi өндiруге арналған гибрирдiк жаңартылатын энергия жүйелерiн
жобалау және оңтайландыру.....236

Амангелдi Б., Жаникулов Н., Таймасов Б., Айтуреев М., Даулетияров М.
Ақ портландцемент клинкерiн алу үшiн шикiзат шихта құрамын есептеу.....251

Баешов А., Ташенов Е.А., Атыханова С.Б., Кошкарбаева Ш.Т.
Композициялы күкiрт-графит электродын қолдану арқылы кадмий
сульфидiн электрохимиялық әдiспен алу.....267

Байсалова Г.Ж., Ажиханова Ж., Талтенов А.А., Құжатова П.
Қазақстан флорасындағы көпжылдық шөптесiн өсiмдiктердiң фенолдық
қосылыстарының жиынтық мөлшерiн анықтау.....277

**Дарменбаева А.С., Rajasekharan R., Жусипназарова Г.М., Мукажанова Ж.Б.,
Бегенова Б.Е.**
Хитозан және целлюлоза негiзiндегi композиттер: синтез, қасиеттерi және қолдану
перспективалары.....287

**Еркасов Р.Ш., Жамкенова А.С., Сергазина С.М., Нурмуханбетова Н.Н.,
Касенова Н.Б.**
Mn (II) кешендерiндегi сутектiк байланыстардың энергиясы мен табиғатына
галогеннiң әсерi: QТАІМ, NCI және энергия декомпозициясы.....304

Калимолдина Л.М., Шаихова Ж.Е., Калиева Б.К., Бубиш Ш., Аскарова Ш.К.
Күмiс нанобөлшектерiнiң бұршақ, лимон, мандарин, авокадо тұқымдарының
өнуiне әсерi.....320

Қуртебаева А.А., Álvarez-Torrellas S., Gomes Н.Т., Орынбаев С.Ә., Калмаханова М.С. Алаңдаушылық тудыратын ластаушы заттарды тиімді жою үшін белсендірілген көмір полимерлі мембраналар.....	334
Масенова А.Т., Жұмақанова А.С., Торлопов И.И., Рахметова К.С., Абильмагжанов А.З. ZSM-5 иерархиялық цеолитін бумен сілтілі модификациялау арқылы алу процесін онтайландыру.....	350
Мутушев А.Ж., Нұралы Ә.М., Санат А.С., Шаукарова М.А., Есимситова З.Б. Жарық түрлендіретін пленкалардың биоактивті қосылыстардың жинақталуына және жеміс сапасына әсері.....	366
Нефедов А.Н., Тайекенова А.Т. Мұнай өңдеу өнеркәсібінде органикалық коррозия ингибиторларын қолданудың қазіргі жағдайы.....	379
Омаров Б.Т., Алтыбаев Ж.М., Серикбаева Б.С. Органикалық қалдықтарды вермикомпостинг арқылы биогумус өндіру және оның агроэкологиялық тиімділігін зерттеу.....	399
Рахман Д.М., Қаппасұлы Ә., Махаева Д.Н., Қазыбаева Д.С., Ирмухаметова Ғ.С. Геллан–цистеин кешендері негізінде мукоадгезиялық гидрогельдерді әзірлеу және зерттеу.....	414
Сабыржанова А.Е., Болатқызы Н., Берганаева Г.Е., Дюсебаева М.А. Plantago Major жер үсті бөлігінің құрамындағы амин қышқылдары мен май қышқылдарын зерттеу.....	428
Сатаева С., Ахметова Ф., Уразова А., Айтуганова С., Ерниязова К. ЭД-20 эпоксидті желімдерінің физика-механикалық және эксплуатациялық қасиеттеріне ПЭПА концентрациясының ықпалы.....	439
Заманбек А.Ж., Кошкарбаева Ш.Т., Сатаев М.С. Күміс нанобөлшектерінің алыну әдістері мен антибактериалдық қасиеттері.....	450
Жоргарова А.А., Салькева Л.К., Минаева Е.В., Ибраев М.К., Фазылов С.Д. Фосфоносірке қышқылының эфирін синтездеу мен фосфорландырудың жаңа мүмкіндіктері.....	462

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

Аймаганбетова З.К., Кулшымбаев Е.А., Жантурина Н.Н., Бекетова Г.К. Расчет по первому принципу электронных свойств двойного галогенидного перовскита Cs ₂ Ag _{0.2} Na _{0.4} In _{0.6} Ti _{0.4} Cl ₆ на основе программы Quantum Espresso.....	14
Амангелдинова С., Жүнісхан С., Калжигитов Н., Курмангалиева В. Исследование кластерной структуры зеркальных ядер ⁵ He и ⁵ Li в двухкластерном приближении.....	35
Чокин К., Отунчи Е., Кожрахметова А., Касенова А., Шонгалова А. Разработка и испытания лабораторной пирометаллургической установки для переработки литий-ионных аккумуляторов.....	46
Исаева А.Б., Бейсебаева А.С., Мадыбекова Г.М., Шиназбекова Ш.С., Иса А.Б. Сравнительный анализ физико-химических характеристик питьевой, родниковой и природной воды юга Казахстана.....	65
Ким В.Ю., Аймуратов Е.К. Поиск транзиентных космических событий методом сканирования неба широкоугольными телескопами.....	78
Коштыбаев Т.Б., Татенов А.М., Алиева М.Е., Тугелбаева Г.Т., Жаналиева Г.Ж. Исследование электромагнитного поля на основе термодинамических принципов.....	89
Мукамеденкызы В., Акбердиев Б. Численное исследование влияния угла наклона на устойчивость механического равновесия в бинарной газовой смеси Ar–N ₂	105
Мясникова Л.Н., Узакбаева С.С., Шанина З.К., Бекешев А.З. Кинетические свойства высокоплотного полиэтилена с добавлением хром-шпинельного порошка.....	119
Нурбаев Б.М., Дмитриева Е.А., Кемелбекова А.Е. Роль низкоразмерных слоистых структур в повышении стабильности перовскитных материалов на основе олова.....	136
Саттинова З., Ермаханова Ф., Асылбеков Б., Таймуратова Л. Влияние различных условий охлаждения и коэффициентов теплопередачи на затвердевание при формировании бериллиевых керамических изделий.....	149

Шестакова Л.И., Серебрянский А.В., Спасюк Р.Р., Омаров Ш.Т. Поиск газа кометно-метеорного происхождения во внутренней области Солнечной Системы: Свечение ионов СаII.....	165
Уалиханова У.А., Турсынказы Ф., Сыздыкова А.М., Алтаева Г.С., Алтайбаева А.Б. Изучение амплитуды $f(T)$ гравитационных волн с использованием функций Бесселя.....	179
Жексенбаева Г.А., Насирова Д.М., Айманова Г.К., Шомшекеева С.А. Фотометрическое исследование симбиотического объекта V725 Tau.....	194
Жусупова Н.К., Жадыранова А.А. Космология отскока в $f(T, \mathcal{J})$ гравитации на основе анализа энергетических условий.....	205
Зиятбекова Г.З., Абдимананова П.Б., Сағынтай О.А., Нұрым А.А., Ильинов Р.А. Использование искусственного интеллекта для прогнозирования заболеваний на основе медицинских данных.....	225

ХИМИЯ

Алмассов Н.Ж., Жумагалиева А.Н., Дуйсенбеков С.Е., Жакиев Н.К. Проектирование и оптимизация гибридных возобновляемых источников энергии для производства водорода в Казахстане.....	236
Амангелді Б., Жаникулов Н., Таймасов Б., Айтуреев М., Даулетияров М. Расчёт состава сырьевой шихты для получения белого порландцементного клинкера.....	251
Башов А., Ташенов Е.А., Атыханова С.Б., Кошкарбаева Ш.Т. Получение сульфида кадмия электрохимическим методом с использованием композитного сера-графитового электрода.....	267
Байсалова Г.Ж., Ажиханова Ж., Талтенов А.А., Кужатова П. Определение суммы фенольных соединений в многолетних травянистых растениях флоры Казахстана.....	277
Дарменбаева А.С., Rajasekharan R., Жусиппазарова Г.М., Мукажанова Ж.Б., Бегенова Б.Е. Композиты на основе хитозана и целлюлозы: синтез, свойства и перспективы применения.....	287
Еркасов Р.Ш., Жамкенова А.С., Сергазина С.М., Нурмуханбетова Н.Н., Касенова Н.Б. Влияние галогена на энергетику и природу водородных связей в Mn(II): QTAIM, NCI и энергодекомпозиция.....	304

Калимолдина Л.М., Шаихова Ж.Е., Калиева Б.К., Бубиш Ш., Аскарова Ш.К. Влияние наночастиц серебра на прорастание семян фасоли, лимона, мандарина, авокадо.....	320
Куртебаева А.А., Álvarez-Torrellas S., Gomes Н.Т., Орынбаев С.А., Калмаханова М.С. Полимерные мембраны с активированным углем для эффективного удаления загрязняющих веществ вызывающих обеспокоенность.....	334
Масенова А.Т., Жұмақанова А.С., Торлопов И.И., Рахметова К.С., Абильмагжанов А.З. Оптимизация процесса получения иерархического цеолита ZSM-5 паровой щелочной модификацией.....	350
Мутушев А.Ж., Нуралы А.М., Санат А.С., Шаукарова М.А., Есимсиитова З.Б. Влияние светопреобразующих плёнок на накопление биоактивных соединений и качество плодов.....	366
Нефедов А.Н., Тайекенова А.Т. Современное состояние применения органических ингибиторов коррозии в нефтепереработке.....	379
Омаров Б.Т., Алтыбаев Ж.М., Серикбаева Б.С. Получение биогумуса путем вермикомпостирования органических отходов и исследование его агроэкологической эффективности.....	399
Рахман Д.М., Қаппасұлы Ә., Махаева Д.Н., Казыбаева Д.С., Ирмухаметова Г.С. Разработка и исследование мукоадгезивных гидрогелей на основе комплексов геллан–цистеин.....	414
Сабыржанова А.Е., Болаткызы Н., Берганаева Г.Е., Дюсебаева М.А. Исследование аминокислот и жирных кислот в составе надземной части <i>Plantago Major</i>	428
Сатаева С., Ахметова Ф., Уразова А., Айтуганова С., Ерниязова К. Влияние концентрации ПЭПА на физические, механические и эксплуатационные свойства эпоксидных клеев ЭД-20.....	439
Заманбек А.Ж., Кошкарбаева Ш.Т., Сатаев М.С. Методы получения наночастиц серебра и антибактериальные свойства.....	450
Жоргарова А.А., Салькева Л.К., Минаева Е.В., Ибраев М.К., Фазылов С.Д. Новые возможности синтеза и фосфорилирования фосфонуксусного эфира.....	462

ACADEMIC JOURNAL
OF PHYSICAL AND CHEMICAL SCIENCES
ISSN 2224-5227
Volume 1.
Number 357 (2026), 65–77

<https://doi.org/10.32014/2026.2518-1483.405>

UDC: 543.3; 628.1

IRSTI: 87.51

©**Issayeva A.^{1*}, Beisebayeva A.^{1,2}, Madybekova G.³, Shynazbekova Sh.³, Issa A.⁴, 2026.**

¹Scientific and Production Enterprise «Antigen» LLP, Almaty region, Kazakhstan;

²Satbayev University, Almaty, Kazakhstan;

³South Kazakhstan Pedagogical University named after O. Zhanibekov,
Shymkent, Kazakhstan;

⁴M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: isa-asev@mail.ru

COMPARATIVE ANALYSIS OF PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF DRINKING, SPRING AND NATURAL WATER IN THE SOUTH KAZAKHSTAN

Issayeva Assem — PhD, Scientific researcher, LLP "Scientific and Production Enterprise Antigen", Almaty region, Kazakhstan,

E-mail: isa-asev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6727-0257>;

Beisebayeva Aigul — Candidate of physical and mathematical sciences, Associate professor, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan,

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

Madybekova Galiya — Candidate of chemical sciences, Professor, South Kazakhstan Pedagogical University named after O. Zhanibekov, Shymkent, Kazakhstan,

E-mail: galiya56@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1970-8143>;

Shynazbekova Sholpan — Candidate of chemical sciences, Associate professor, South Kazakhstan Pedagogical University named after O. Zhanibekov, Shymkent, Kazakhstan,

E-mail: shynazbekova59@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6961-720X>;

Issa Aziza — PhD, Associate professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan,
E-mail: isa.aziza@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0897-3846>.

Abstract. At present, the requirements for the quality of drinking water sources have significantly increased due to the intensification of both natural and anthropogenic impact factors, including atmospheric precipitation, geological weathering, chemical pollutants, pathogenic microorganisms, agricultural activities, land-use changes, as well as domestic and industrial waste. These factors are capable of disturbing ecological balance through the contamination of air, soil, and water resources, ultimately leading to the deterioration of drinking water quality and posing a potential threat to ecosystems and public health. Industrial emissions, mining activities, and agricultural runoff contribute to the accumulation of harmful organic and inorganic substances in the environment, which may enter aquatic ecosystems and be incorporated into food chains.

The present study is aimed at assessing the quality and safety of drinking water based on a comparative analysis of the physicochemical characteristics of water obtained from various sources in the southern regions of Kazakhstan. The objects of the study included tap water from centralized water supply systems in the cities of Almaty and Shymkent, spring water, as well as natural water from open sources. Within the framework of the study, key physicochemical parameters were determined, including hydrogen ion concentration (pH), electrical conductivity, total mineralization, total hardness, permanganate oxidizability, as well as the concentrations of major cations (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) and anions (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , NO_2^-). The analysis was carried out using standardized spectrophotometric and titrimetric methods in accordance with the current GOST requirements.

The obtained results were compared with the sanitary-hygienic standards of the Republic of Kazakhstan in order to assess the suitability of the investigated water sources for drinking and domestic use. It was established that, in general, the studied water samples comply with the maximum permissible concentrations for most parameters. The identified minor variations in mineralization levels, total hardness, and silicon content reflect the geochemical features of groundwater formation.

Keywords: drinking water, comparative analysis, indicator of pollution, physico-chemical characteristics, pollution

Financing: *The work was carried out within the framework of the project of the Committee of Science of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan under the project: AP261100197.*

For citations: *Issayeva A., Beisebayeva A., Madybekova G., Shynazbekova Sh., Issa A Comparative Analysis of Physico-Chemical Characteristics of Drinking, Spring, and Natural Water in the South Kazakhstan. Academic Journal of Physical and Chemical Sciences. 2026. No.1. Pp. 65–77. DOI: <https://doi.org/10.32014/2026.2518-1483.405>*

©Исаева А.Б.^{1*}, Бейсебаева А.С.^{1,2}, Мадыебекова Г.М.³, Шиназбекова Ш.С.³,
Иса А.Б.⁴, 2026.

¹«Антиген ғылыми-өндірістік кәсіпорны» ЖШС, Алматы облысы, Қазақстан;

²Satbayev University, Алматы, Қазақстан;

³Ө.Жәнібеков атындағы Оңтүстік Қазақстан педагогикалық университеті,
Шымкент, Қазақстан;

⁴М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан.

E-mail: isa-ase@mail.ru

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІГІНДЕГІ АУЫЗ СУ, ТАБИҒИ СУ ЖӘНЕ БҰЛАҚ СУЫНЫҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ

Исаева Асем — PhD, Ғылыми қызметкер, «Антиген» ғылыми-өндірістік кәсіпорны ЖШС, Алматы облысы, Қазақстан,



E-mail: isa-asev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6727-0257>;

Бейсебаева Айгуль — Физика-математика ғылымдарының кандидаты, доцент, Satbayev University, Алматы, Қазақстан,

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

Мәдібекова Ғалия — Химия ғылымдарының кандидаты, профессор, Ө.Жәнібеков атындағы Оңтүстік Қазақстан педагогикалық университеті, Шымкент, Қазақстан,

E-mail: galiya56@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1970-8143>;

Шиназбекова Шолпан — Химия ғылымдарының кандидаты, доцент, Ө.Жәнібеков атындағы Оңтүстік Қазақстан педагогикалық университеті, Шымкент, Қазақстан,

E-mail: shinazbekova59@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6961-720X>;

Иса Азиза — PhD, доцент, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан,

E-mail: isa.aziza@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0897-3846>.

Аннотация. Қазіргі уақытта ауыз су көздерінің сапасына қойылатын талаптар табиғи және антропогендік әсер ету факторларының күшеюіне байланысты айтарлықтай артты. Оларға атмосфералық жауын-шашын, геологиялық үгілу процестері, химиялық ластағыштар, патогенді микроорганизмдер, ауыл шаруашылығы қызметі, жер пайдалану құрылымының өзгеруі, сондай-ақ тұрмыстық және өнеркәсіптік қалдықтар жатады. Аталған факторлар ауа, топырақ және су ресурстарының ластануы арқылы экологиялық тепе-теңдіктің бұзылуына алып келуі мүмкін, бұл өз кезегінде ауыз су сапасының төмендеуіне әкеліп, экожүйелер мен халық денсаулығына ықтимал қауіп төндіреді. Өнеркәсіптік шығарындылар, пайдалы қазбаларды өндіру және ауыл шаруашылығы ағын сулары қоршаған ортада зиянды органикалық және бейорганикалық заттардың жиналуына ықпал етеді, олар су экожүйелеріне түсіп, қоректік тізбектерге енуі мүмкін.

Бұл зерттеудің мақсаты – Қазақстанның оңтүстік өңірлеріндегі әртүрлі көздерден алынған судың физика-химиялық сипаттамаларын салыстырмалы талдау негізінде ауыз судың сапасы мен қауіпсіздігін бағалау болып табылады. Зерттеу нысандары ретінде Алматы және Шымкент қалаларының орталықтандырылған сумен жабдықтау жүйелерінен алынған ауыз су, бұлақ сулары, сондай-ақ ашық табиғи көздерден алынған су пайдаланылды. Жұмыс барысында негізгі физика-химиялық көрсеткіштер, атап айтқанда сутектік көрсеткіш (рН), электрөткізгіштік, жалпы минералдану, жалпы қаттылық, перманганаттық тотығу, сондай-ақ негізгі катиондар (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) мен аниондардың (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , NO_2^-) концентрациялары анықталды. Талдау қолданыстағы ГОСТ талаптарына сәйкес стандартталған спектрофотометриялық және титриметриялық әдістерді қолдану арқылы жүргізілді.

Алынған нәтижелер Қазақстан Республикасының санитарлық-гигиеналық нормативтерімен салыстырылып, зерттелген су көздерінің ауыз су және тұрмыстық мақсатта пайдалануға жарамдылығы бағаланды. Жалпы алғанда, зерттелген су үлгілері негізгі көрсеткіштер бойынша белгіленген шекті рұқсат етілген концентрацияларға сәйкес келетіні анықталды. Минералдану деңгейі, жалпы қаттылық және кремний мөлшеріндегі анықталған болмашы айырмашылықтар жер асты суларының қалыптасуының геохимиялық ерекшеліктерін көрсетеді.

Түйін сөздер: ауыз су, салыстырмалы талдау, ластану индикаторы, физико-химиялық сипаттамалары, ластану

©Исаева А.Б.^{1*}, Бейсебаева А.С.^{1,2}, Мадыбекова Г.М.³, Шиназбекова Ш.С.³,
Иса А.Б.⁴, 2026.

¹ТОО «Научно-производственное предприятие Антиген»,
Алматинская область, Казахстан;

²Satbayev University, Алматы, Казахстан;

³Южно-Казахстанский государственный педагогический университет,
Шымкент, Казахстан;

⁴Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан.
E-mail: isa-aseм@mail.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПИТЬЕВОЙ, РОДНИКОВОЙ И ПРИРОДНОЙ ВОДЫ ЮГА КАЗАХСТАНА

Исаева Асем — PhD, научный сотрудник, ТОО Научно-производственное предприятие «Антиген»,
Алматинская область, Казахстан,
E-mail: isa-aseм@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0001-6727-0257>;

Бейсебаева Айгуль — кандидат физико-математических наук, Ассоциированный профессор,
Satbayev University, Алматы, Казахстан,
E-mail: a.s.beisebayeva@satbayev.university, <https://orcid.org/0009-0004-6097-5384>;

Мадыбекова Галия — кандидат химических наук, профессор, ЮКПУ им.Ө.Жанібеков, Шымкент,
Казахстан,
E-mail: galiya56@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1970-8143>;

Шиназбекова Шолпан — кандидат химических наук, доцент, ЮКПУ им.Ө.Жанібеков, Шымкент,
Казахстан
E-mail: shinazbekova59@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6961-720X>;

Иса Азиза — PhD, доцент, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан,
E-mail: isa.aziza@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0897-3846>.

Аннотация. В настоящее время требования к качеству источников питьевой воды существенно возросли в связи с усилением как природных, так и антропогенных факторов воздействия, включая атмосферные осадки, геологическое выветривание, химическое загрязнение, патогенные микроорганизмы, сельскохозяйственную деятельность, изменения в землепользовании, а также бытовые и промышленные отходы. Указанные факторы способны нарушать экологическое равновесие вследствие загрязнения воздуха, почвы и водных ресурсов, что в конечном итоге приводит к ухудшению качества питьевой воды и представляет потенциальную угрозу для экосистем и здоровья населения. Промышленные выбросы, добыча полезных ископаемых и сельскохозяйственный сток способствуют накоплению вредных органических и неорганических веществ в окружающей среде, которые могут поступать в водные экосистемы и включаться в пищевые цепи. Настоящее исследование направлено на оценку качества и безопасности питьевой

воды на основе сравнительного анализа физико-химических характеристик воды, полученной из различных источников в южных регионах Казахстана. Объектами исследования являлись водопроводная вода из централизованных систем водоснабжения городов Алматы и Шымкент, родниковая вода, а также природная вода открытых источников. В рамках работы были определены ключевые физико-химические показатели, включая водородный показатель (рН), электропроводность, общую минерализацию, общую жесткость, перманганатную окисляемость, а также концентрации основных катионов (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) и анионов (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , NO_2^-). Анализ проводили с использованием стандартизированных спектрофотометрических и титриметрических методов в соответствии с действующими требованиями ГОСТ. Полученные результаты были сопоставлены с санитарно-гигиеническими нормативами Республики Казахстан с целью оценки пригодности исследуемых водных источников для питьевого и бытового использования. Установлено, что в целом исследованные образцы воды соответствуют установленным предельно допустимым концентрациям по большинству показателей. Выявленные незначительные различия в уровнях минерализации, жесткости и содержания кремния отражают геохимические особенности формирования подземных вод.

Ключевые слова: питьевая вода, сравнительный анализ, индикаторы загрязнения, физико-химические характеристики, загрязнение

Введение. Для обеспечения питьевых нужд активно применяются разнообразные источники воды, такие как бутилированная вода, водопроводная, вода из родников, артезианских скважин, а также очищенная с помощью фильтрационных станций (Carrard et al., 2019).

В рекомендациях Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) под питьевой водой понимается вода, предназначенная для бытового использования - питья, приготовления пищи и гигиенических процедур, и она является незаменимым ресурсом. Бутилированная вода, в свою очередь, представляет собой воду, расфасованную в бутылки или емкости, как правило, без добавок, за исключением разрешённых и безопасных антимикробных веществ (Drinking Water Quality Standards, 2025).

Различают несколько основные виды воды по источнику и назначению представленной в таблице 1.

Таблица 1 - Виды воды по источнику и назначению

Виды воды	Происхождение	Назначение	Нуждается в очистке
Природная вода	Естественное	Общее использование	Да
Родниковая вода	Подземный источник	Питье и бытовое использование	Иногда
Питьевая вода	Очищенная вода для питья	Питье	Нет
Артезианская вода	Глубокий, подземный горизонт	Питье	Редко
Минеральная вода	Природное + минерализация	Питье, лечебные цели	Нет,

Дистиллированная вода	Искусственная очищенная	Лаборатории, техника	Нет
Бутилированная вода	Очищенная/минеральная в упаковке	Питье	Нет
Техническая вода	Различные источники	Промышленность/технические нужды	Да
Грунтовая вода	Поверхностный подземный слой	Мониторинг, анализ	Да
Термальная вода	Геотермальный источник	Косметика, лечебные ванны	Иногда

Загрязнение водных ресурсов остаётся одной из важнейших глобальных проблем XXI века, требующей неотложного решения для обеспечения высокого качества воды и минимизации негативного влияния на здоровье человека и состояние экосистем. Рост промышленности, климатические изменения и урбанизация способствуют появлению разнообразных источников загрязнения (Zhartybayeva et al., 2023).

Список потенциальных загрязняющих веществ очень велик, включая:

- Пестициды, например, глифосат и атразин, Фармацевтические препараты, например, диклофенак, ибупрофен, антибиотики и гормоны,
- Разрешенные и запрещенные наркотики, например, кофеин, кокаин и амфетамины,
- Консерванты, такие как парабены и триклозан,
- Средства личной гигиены, например, солнцезащитные кремы и УФ-фильтры,
- Поверхностно-активные вещества, чистящие средства, промышленные составы и химикаты, например, бисфенол А, хлорированные растворители,
- Пищевые добавки и упаковка для пищевых продуктов, например, фталаты и пластификаторы,
- Полициклические ароматические углеводороды, полихлорированные дифенилы, галогенированные полициклические ароматические углеводороды, полихлорированный нафталин, диоксины, гексахлор-1,3-бутадиен, полигалогенированные карбазолы и устойчивые к воздействию окружающей среды свободные радикалы,
- Бромсодержащие антипирены, перфторированные соединения и перфторированные алкильные соединения, бромированные диоксины,
- Устойчивые к антибиотикам патогенные бактерии,
- И другие загрязняющие вещества, такие как алкилфенолы, тяжелые металлы, радионуклиды, редкоземельные элементы, наночастицы, микропластик, загрязнители помещений и патогенные микроорганизмы (Morin-Crini et al., 2022).

Загрязнение водных ресурсов формируется под влиянием комплекса факторов: индустриального развития, аграрной деятельности, природных процессов, а также недостатков в системе водоснабжения и очистке сточных вод. Крупнейший вклад вносят промышленные отрасли - от целлюлозно-бумажной и текстильной до пищевой и чёрной металлургии. В ходе технологических операций в окружающую среду могут поступать токсичные компоненты как

органической, так и неорганической природы, включая растворители и летучие органические соединения. При отсутствии должной очистки их сброс в водные экосистемы неизбежно приводит к деградации качества воды (Chen et al., 2019). С ускорением урбанизации объем сточных вод промышленного производства постепенно увеличивается (Wu et al., 2020). Сельскохозяйственная деятельность приводит к загрязнению воды нитратами, фосфором, пестицидами, почвенными отложениями, солями и патогенами (Parris, 2011). Для удовлетворения потребностей сельскохозяйственного производства в воде привело к серьезному загрязнению сельскохозяйственных земель и пищевых продуктов, а также к загрязнению остатками пестицидов и тяжелыми металлами, угрожающему продовольствию, безопасности и здоровью человека (Lu et al., 2015). Пестициды оказывают неблагоприятное воздействие на здоровье через питьевую воду. Сравнивая использование пестицидов с данными исследования ожидаемой продолжительности жизни, было установлено, что увеличение использования пестицидов на 10% привело к увеличению индекса инвалидности по состоянию здоровья на 1% в возрасте старше 65 лет (Lai et al., 2017). Сооружения для водоснабжения и очистки сточных вод также являются важными факторами, влияющими на качество питьевой воды, особенно в развивающихся странах.

Употребление небезопасной воды может привести к серьёзным последствиям для здоровья. Отсутствие должного водоснабжения и санитарных условий способствует распространению таких заболеваний, как холера, трахома, гельминтозы. Кроме того, антисанитарные условия и загрязнённая вода могут вызывать желудочно-кишечные заболевания, нарушать усвоение питательных веществ и способствовать развитию недоедания, особенно у детей и людей с ослабленным иммунитетом (Pal et al., 2018).

На качество воды, поступающей в здание, могут влиять источник фекального загрязнения между трубами канализации и водопровода. Также к загрязнению может привести попадание патогенных микроорганизмов с мусорных свалок и септических систем, неправильная утилизация опасных бытовых отходов, утечка из подземных резервуаров, а также проникновение в грунтовые воды пестицидов и удобрений.

В последние годы значительное внимание уделяется исследованию экотоксикологического воздействия на разнообразные компоненты наземных и водных экосистем. Эти исследования направлены на выявление масштабов и механизмов влияния различных загрязнителей на биоту, а также на оценку их потенциальных рисков для устойчивости экосистем и здоровья человека (Agarkina et al., 2025).

Все эти факторы изменяют физико-химические и микробиологические характеристики воды, делая её небезопасной. Поэтому контроль качества питьевой воды играет ключевую роль в обеспечении здоровья населения. Оценка качества необходима не только для мониторинга состояния водных источников, но и для проверки эффективности очистных сооружений, с учётом физических, химических и биологических показателей, определяющих её пригодность к употреблению.

Материалы и методы исследования. Отбор проб проводился весной 2025 года из южных регионов Казахстана. Были исследованы четыре типа воды: питьевая вода из системы централизованного водоснабжения г. Алматы, питьевая вода из системы централизованного водоснабжения г. Шымкент, природная вода открытых источников и родниковая вода.

Пробоотбор осуществлялся в соответствии с требованиями ГОСТ 31861–2012 «Вода. Общие требования к отбору проб». Объём каждой пробы составлял 1500 мл. Пробы отбирались в предварительно промытые и ополоснутые исследуемой водой контейнеры, которые плотно закрывались крышкой.

Анализ проводился в аккредитованной химико-аналитической лаборатории с использованием стандартных методик:

– рН и электропроводность измеряли потенциометрическим методом (рН-метр/кондуктометр) согласно ГОСТ 33045–2014.

– Общая минерализация (сухой остаток) определялась гравиметрическим методом по ГОСТ 18164–72.

– Общая жесткость – комплексонометрическим методом с трилоном Б (ГОСТ 31954–2012).

– Окисляемость перманганатная - по ГОСТ 23268.12–91.

– Содержание нефтепродуктов, ПАВ и фенолов - спектрофотометрическим методом по ГОСТ 31859–2012, ГОСТ 31862–2012 и ГОСТ 18165–2014.

– Концентрации катионов (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) и анионов (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , NO_2^-) определяли титриметрическим и спектрофотометрическим методами.

– Кремний и бор определялись спектрофотометрически по методикам МВИ, утверждённым в Республике Казахстан.

Результаты и обсуждения. В результате проведённых физико-химических исследований проб воды различного происхождения была выполнена сравнительная оценка их качественных показателей. Результаты анализа приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты проведённого химического анализа проб из родниковой воды

Наименование химического вещества	Единица измерения	Норматив	Питьевая вода алматы	Природная вода	Питьева вода шымкент	Родникова вода
Обобщенные показатели						
Водородный показатель	единицы рН	в пределах 6-9	7,46	7,68	8.1	7,93
Общая минерализация Сухой остаток	мг/дм ³	не более 1000 (1500)	576 396	577 372	343 214	491 312
Жесткость общая	ммоль/дм ³	не более 7.0 (10)	6,60	6,9	3.80	4,80
Окисляемость перманганат.	мг кислорода/дм ³	не более 5,0	0,36	0,16	0.40	0,44
Нефтепродукты, суммарно	мг/дм ³	не более 0.1	н.о. (0,005)	н.о. (0,005)	н.о. (0,005)	н.о. (0,005)

Поверхностно-активные вещества (ПАВ)	мг/дм ³	не более 0,5	н.о.(0.05)	н.о. (0.05)	н.о.(0.05)	н.о. (0.05)
Фенольный индекс	мг/дм ³	не более 0,25	н.о. (0,0001)	н.о. (0,0001)	н.о. (0,0001)	н.о. (0,0001)
Неорганические вещества						
Аммиак (по азоту)	мг/дм ³	не более 2,0	н.о.(0,05)	н.о. (0,05)	н.о.(0,05)	н.о. (0,05)
Бор (В, суммарно)	мг/дм ³	не более 0.5	0,04	н.о.(0,01)	н.о. (0.01)	0.04
Гидрокарбонаты (НСО ₃ ⁻)	мг/дм ³	не нормируется	283,7	335,6	213.6	305,1
Железо (Fe, суммарно)	мг/дм ³	не более 0.3 (1.0)	н.о.(0,05)	н.о. (0,05)	н.о. (0,05)	н.о.(0,05)
Калий (K ⁺)	мг/дм ³	не нормируется	2,5	3,1	1.0	0,3
Карбонаты (СО ₃ ²⁻)	мг/дм ³	не нормируется	н.о.(6.0)	н.о. (6.0)	н.о. (6.0)	н.о. (6.0)
Кальций (Са ²⁺)	мг/дм ³	не нормируется	91,1	77,1	48.0	62,1
Кремний (Si)	мг/дм ³	не более 10	7,1	6,2	3.7	10,6
Магний (Mg ²⁺)	мг/дм ³	не нормируется	24,9	37,1	17.0	20,7
Натрий (Na ⁺)	мг/дм ³	не более 200,0	35,3	24,1	16.4	29,8
Нитраты (по NO ₃ ⁻)	мг/дм ³	не более 45	25.0	20,0	9.0	26,0
Нитриты (NO ₂ ⁻)	мг/дм ³	не более 3,0	н.о (0.005)	н.о (0.005)	н.о (0.005)	н.о (0.005)
Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	мг/дм ³	не более 500	80,3	56,8	22.2	25,9
Хлориды (Cl ⁻)	мг/дм ³	не более 350	24,8	16,0	3,9	3,2

Согласно таблице 2, в соответствии с Приказом МЗ РК от 24.11.2022 г. № КР ДСМ-138, рег. в МЮ РК 25.11.2022 г. № 30713, индивидуальные предельно допустимые концентрации (ПДК) для ионов кальция (Са²⁺), магния (Mg²⁺), гидрокарбонатов (НСО₃⁻) и карбонатов (СО₃²⁻) не установлены; их содержание нормируется косвенно через показатели общей жёсткости и щёлочности питьевой воды.

Сравнительный анализ показателей питьевой воды, природной воды и родниковой воды показал, что по большинству параметров все образцы соответствуют санитарно-гигиеническим нормативам, установленным для питьевой воды.

Отбор проб проводился в местах, не подверженных прямому влиянию промышленных выбросов, сельскохозяйственного стока и других источников загрязнения. Это подтверждается низкими концентрациями нефтепродуктов, поверхностно-активных веществ, фенолов, аммиака и нитритов - все эти показатели находятся на уровне, близком к пределу обнаружения.

Кислотно-щелочной баланс (рН) у всех образцов находится в пределах допустимых значений (6–9), при этом вода из Шымкента (8,1) и родниковая вода

(7,93) имеют более щелочной характер по сравнению с Алматинской (7,46) и природной (7,68) водой.

Общая минерализация и жесткость варьируют в зависимости от происхождения воды: наибольшие значения характерны для алматинской и природной воды, что связано с геохимическими особенностями подземных горизонтов. Наименьшая минерализация - у шымкентской воды (343 мг/дм³).

Содержание основных ионов (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-) соответствует гидрохимическому типу вод данного региона и не превышает санитарных норм. Выявленные различия в концентрациях кальция, магния и кремния отражают природные условия формирования каждого источника.

Проверка различий между источниками по каждому показателю показала, что значимые различия по pH, общей минерализации и жесткости обусловлены природными особенностями формирования вод. На рисунке 1 представлен сравнение показателей воды.

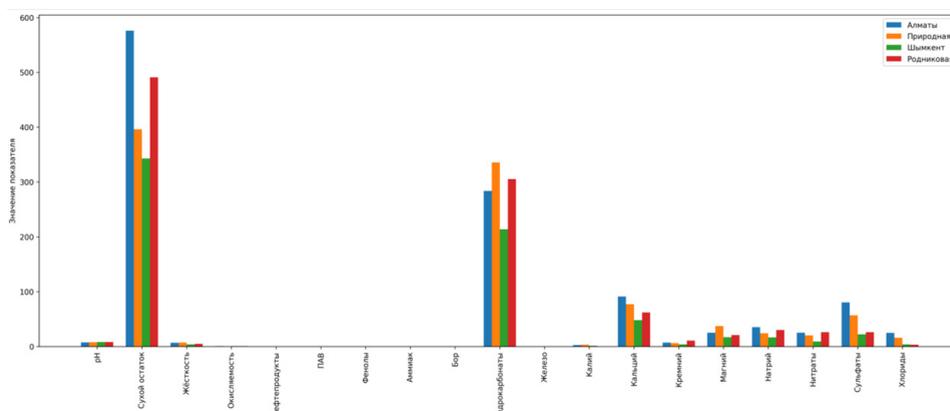


Рисунок 1 – Сравнение показателей воды

Анализ показал высокую положительную корреляцию между содержанием кальция и общей жесткостью ($r > 0,9$), а также между общей минерализацией и концентрацией гидрокарбонатов ($r > 0,8$), что соответствует общим гидрохимическим закономерностям для подземных и родниковых вод.

РСА-анализ позволил выделить два основных фактора, объясняющих большую часть вариации данных (рисунок 2):

PC1 связан с минерализацией, жесткостью и содержанием Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- .

PC2 в большей степени отражает различия по содержанию кремния и натрия.

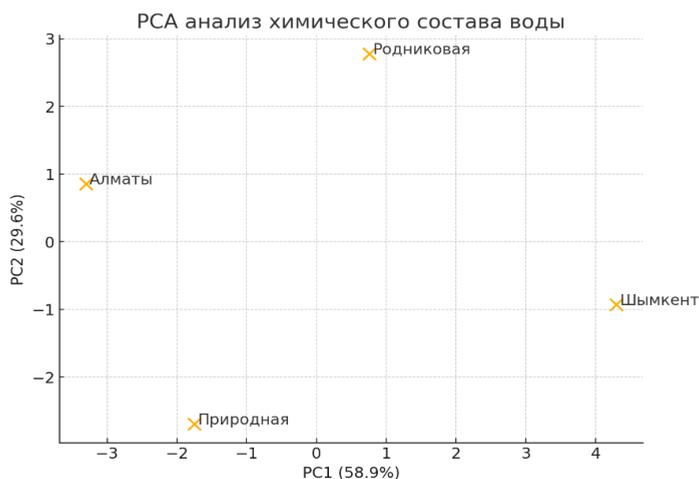


Рисунок 2 – PCA-анализ химического состава воды

Полученные результаты сравнительного анализа физико-химических характеристик питьевой, родниковой и природной воды южных регионов Казахстана свидетельствуют о том, что качество исследуемых водных источников в целом соответствует действующим санитарно-гигиеническим нормативам. Выявленные различия между образцами носят преимущественно природный характер и обусловлены геохимическими особенностями формирования вод, а не антропогенным воздействием.

В пробе родниковой воды зафиксировано содержание кремния $10,6 \text{ мг/дм}^3$, что незначительно превышает рекомендуемое нормативное значение ($\leq 10 \text{ мг/дм}^3$). Данное превышение является минимальным и, вероятнее всего, связано с природными условиями формирования подземных вод при их взаимодействии с кремнийсодержащими горными породами. Установленная концентрация не представляет санитарно-гигиенической опасности, однако требует последующего мониторинга

Анализ основных показателей показал, что вариации значений pH, общей минерализации и жёсткости тесно связаны с минеральным составом водоносных горизонтов. Более высокие значения минерализации и жёсткости, характерные для питьевой воды Алматы и природной воды, могут быть обусловлены повышенным содержанием кальция и магния, что подтверждается результатами корреляционного анализа. В то же время вода из Шымкента характеризуется меньшей минерализацией и жёсткостью, что указывает на иные условия формирования источника.

Родниковая вода отличается относительно повышенным содержанием кремния, что типично для подземных вод, формирующихся при контакте с силикатными породами. Данный показатель, при отсутствии превышения нормативов, может рассматриваться как дополнительная характеристика природного происхождения воды. Низкие концентрации нефтепродуктов, поверхностно-активных веществ,

фенолов и соединений азота во всех образцах подтверждают отсутствие выраженного техногенного загрязнения в местах отбора проб.

Результаты PCA-анализа наглядно продемонстрировали группировку образцов воды в соответствии с их химическим профилем, что подтверждает информативность комплексного подхода к оценке качества воды. Таким образом, сочетание традиционного химического анализа с методами многомерной статистики позволяет более полно охарактеризовать различия между водными источниками и выявить ключевые факторы, определяющие их состав.

Заключение. Проведённое исследование позволило провести сравнительный анализ физико-химических показателей питьевой воды из централизованных систем водоснабжения, природной и родниковой воды в Южном Казахстане.

По большинству исследованных параметров все образцы соответствуют санитарно-гигиеническим нормативам, установленным для питьевой воды, что подтверждает их безопасность при употреблении. Низкие концентрации нефтепродуктов, ПАВ, фенолов, аммиака и нитритов свидетельствуют об отсутствии значимого антропогенного воздействия на исследуемые источники.

Анализ показал, что различия в составе воды определяются, главным образом, природными геохимическими условиями. Питьевая вода Алматы и природная вода схожи по минеральному составу, характеризуются повышенной жесткостью и минерализацией. Родниковая вода отличается более высоким содержанием кремния, а вода Шымкента - меньшей минерализацией и жесткостью.

Корреляционный анализ подтвердил связь между содержанием кальция и общей жесткостью, а также между общей минерализацией и концентрацией гидрокарбонатов. Результаты PCA и кластерного анализа наглядно продемонстрировали группировку образцов в соответствии с их химическим профилем.

Полученные данные могут быть использованы для экологического мониторинга и оценки качества водных ресурсов в регионе. В рамках настоящего исследования тяжёлые металлы и микробиологические показатели не определялись. Их анализ будет включён в последующие исследования с целью более комплексной оценки качества водных источников.

References

Agapkina G.I., Stolbova V.V., Shcheglov A.I., Lipatov D.N., Paramonova T.A., Manakhov D.V. (2025) Environmental toxicology as finterdisciplinary scientific direction: origins and contemporary experience (review). Lomonosov Soil Science Journal, 80. – P. 107-121. DOI: 10.55959/MSU0137-0944-17-2025-80-1-107-121 (in Eng).

Carrard N., Foster T., Willetts J. (2019) Groundwater as a Source of Drinking Water in Southeast Asia and the Pacific: A Multi-Country Review of Current Reliance and Resource Concerns. Water, 11, 8:1605. DOI: 10.3390/w11081605. (in Eng).

Chen B., Wang M., Duan M., Ma X., Hong J., Xie F., Zhang R., Li X. (2019) In search of key: Protecting human health and the ecosystem from water pollution in China. Journal of Cleaner Production, 228. – P. 101-111. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.04.228. (in Eng).

Lai W. (2017) Pesticide use and health outcomes: Evidence from agricultural water pollution in China. Journal of Environmental Economics and Management, 86. – P. 93-120. DOI: 10.1016/j.jeem.2017.05.006 (in Eng).



Lu Y., Song S., Wang R., Liu Z., Meng J., Sweetman A. J., Jenkins A., Ferrier R. C., Li H., Luo W., Wang T. (2015) Impacts of soil and water pollution on food safety and health risks in China. *Environment International*, 77. – P. 5–15. DOI: 10.1016/j.envint.2014.12.010 (in Eng).

Morin-Crini N., Lichtfouse E., Liu G., Balaram V., Ribeiro A. R. L., Lu Z., Stock F., Carmona E., Teixeira M. R., Picos-Corrales L. A., Moreno-Piraján J. C., Giraldo L., Li C., Pandey A., Hocquet D., Torri G., Crini G. (2022) Worldwide cases of water pollution by emerging contaminants: A review. *Environmental Chemistry Letters*, 20, 4. – P. 2311-2338. DOI: 10.1007/s10311-022-01447-4 (in Eng).

Pal M., Ayele Y., Hadush A., Panigrahi S., Jadhav V. (2018) Public Health Hazards Due to Unsafe Drinking Water. *Journal of Public Health Research*, 7. DOI: 10.4172/2167-7719.1000138 (in Eng).

Parris K. (2011) Impact of Agriculture on Water Pollution in OECD Countries: Recent Trends and Future Prospects. *International Journal of Water Resources Development*, 27, 1. – P. 33–52. DOI: 10.1080/07900627.2010.531898 (in Eng).

Wu H., Gai Z., Guo Y., Li Y., Hao Y., Lu Z.-N. (2020) Does environmental pollution inhibit urbanization in China? A new perspective through residents' medical and health costs. *Environmental Research*, 182. – P. 109128. DOI: 10.1016/j.envres.2020.109128 (in Eng).

Zhartybayeva M., Muntayev N., Tulegenova S., Oralbekova Z., Lamasheva Z., Iskakov K. (2023) Monitoring and Forecasting of Water Pollution by Heavy Metals. *IEEE Access*, 11. – P. 1593-1602. DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3233298 (in Eng).

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the Central Asian Academic Research Center LLP

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 journals of the Central Asian Academic Research Center LLP implies that the described work 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 Central Asian Academic Research Center LLP 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 Cross Check originality detection service <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 Central Asian Academic Research Center LLP.

The Editorial Board of the Central Asian Academic Research Center LLP 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>**

Ответственный редактор *А. Ботанқызы*
Редакторы: *Д.С. Аленов, Т. Апендиев*
Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 16.03.2026.

Формат 60x88¹/₈.
18,0 п.л. Заказ 1.