

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

2024 • 1



ҚАЙЫРЫМДЫЛЫҚ ҚОРЫ
HALYK
CHARITY FOUNDATION

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

БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ

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

REPORTS

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

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944

ALMATY, NAS RK



ЧФ «ХАЛЫҚ»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Б А С Р Е Д А К Т О Р :

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

Р Е Д А К Ц И Я Л Ы Қ А Л Қ А :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

КАЛАНДРА Пьетро, PhD (физика), нанокұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия), Н = 26

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының баяндамалары»

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

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № КЗ93VPY00025418 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

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

Мерзімділігі: жылына 4 рет. Тиражы: 300 дана.

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

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан

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

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы). Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № **KZ93VPY00025418**, выданное 29.07.2020 г.

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

Периодичность: 4 раз в год. Тираж: 300 экземпляров

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

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

EDITOR IN CHIEF:

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

EDITORIAL BOARD:

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

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

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

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

ABIYEV Rufat, Doctor of Technical Sciences (Biochemistry), Professor, Head of the Department of Optimization of Chemical and Biotechnological Equipment, St. Petersburg State Technological Institute (St. Petersburg, Russia), H = 14

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

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

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty). The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan No. **KZ93VPY00025418**, issued 29.07.2020.

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

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

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

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

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

ISSN 2224-5227

Volume 1. Number 349 (2024), 204–218

<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1483.267>

UDC 544.77

© M.G. Murzagaliyeva¹, N.S. Ashimkhan^{1*}, A.O. Sapieva², 2024

¹Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan;

²Astana Medical University, Astana, Kazakhstan.

E-mail: nazgul.ashimkhan@mail.ru

INVESTIGATION OF COLLOID-CHEMICAL PROCESSES OF WASTERWATER TREATMENT WITH NATURAL ADSORBENTS

Murzagaliyeva Manshuk Ginayatovna — Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Department of Chemistry, Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: m_murzagaliyeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9671-0610>;

Ashimkhan Nazgul Seilkhankyzy — Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Department of Chemistry, Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: nazgul.ashimkhan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3614-9010>;

Sapieva Ardak Onalbekovna — Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan
E-mail: ardaksapieva73@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7038-1740>.

Abstract. One of the urgent problems is the treatment of industrial wastewater from toxic and heavy metal ions. Increased requirements for the normally permissible discharge of wastewater require more efficient and environmentally-friendly methods of treatment. The aim of the research is to study the colloidal-chemical processes of sorption treatment of wastewater from Pb^{+2} , Ni^{+2} , Zn^{+2} ions with natural adsorbents. Bentonite montmorillonite (Middle Tentec degeneration), bentonite red (Mukra degenerations), zeolite (Maitobe degenerate) and diatomite (Ilyan fields) were selected as the objects of the study. Methods of research - X-ray phase analysis, atomic absorption spectrometry. X-ray phase analysis determines the chemical composition of the materials studied. The main component of diatomite is SiO_2 , in zeolite – Laumontite composition $Ca_4Al_8Si_{16}O_{48} \cdot 14H_2O$ (51.3 %). The base of bentonites is bedellite-montmorillonite, which has an amorphous structure. The method of atomic absorption spectrometry was used to investigate the sorption of heavy metal ions (Pb^{+2} , Ni^{+2} , Zn^{+2}) by the natural adsorbents under investigation. Bentonites, Mukra and Medium Tentec have the best sorption properties. Here, the content of lead, nickel and zinc ions decreases by an average of 82–85 %. If diatomite is used, the ion content of these same metals decreases by approximately 74–76 %, and for zeolite by 64 %. Generally speaking, the adsorption properties of these minerals are expected to be achieved by the high porosity in the case of diatomite and zeolite or the penetration of ions into the interpackage space between

the bentonite layers. Mixing adsorbents, increasing their mass percentages and increasing the mass of the mixture leads to increased efficiency of the degree of cleaning from these ions. In conclusion of the study, natural minerals of the Almaty region have sorption properties that can be used for practical purposes, in particular for wastewater treatment.

Keywords: waste water, natural adsorbent, metal ions, sorption, X-ray analysis, atomic absorption spectroscopy

© М.Г. Мурзагалиева¹, Н.С. Ашимхан^{1*}, А.О. Сапиева², 2024

¹С.Д. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медициналық университеті,
Алматы, Қазақстан;

²Астана Медициналық университеті, Астана, Қазақстан.

E-mail: nazgul.ashimkhan@mail.ru

АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАБИҒИ АДсорбенттермен ТАЗАЛАУДЫҢ КОЛЛОИДТЫ – ХИМИЯЛЫҚ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Өнеркәсіптік ағынды суларды улы және ауыр металдардан тазарту өзекті мәселелердің бірі болып келеді. Ағынды судағы қалдық иондардың шекті рұқсат етілген концентрациясына талап жоғары болғандықтан тиімді және экологиялық таза әдістер қажет етіледі. *Зерттеу жұмысының мақсаты* - ағынды суларды табиғи адсорбенттермен Pb^{+2} , Ni^{+2} , Zn^{+2} иондарынан сорбциялық тазалау үшін коллоидтық-химиялық процесін зерттеу. *Зерттеу объектілері* - бентонит монтмориллонит (Средний Тентек), қызыл бентонит (Мукры), цеолит (Майтобе), диатомит (Іле) қолданылды. *Зерттеу әдістері* – рентгенофазалық талдау әдісі, атомдық-абсорбциялық спектроскопия. *Зерттеу нәтижесінде* рентгенофазалық талдау әдісімен табиғи адсорбенттердің химиялық құрамы анықталды. Диатомиттің құрамының негізгі компоненті SiO_2 , цеолит – $Ca_4Al_8Si_{16}O_{48} \cdot 14H_2O$ (51,3 %), бентониттер құрамы аморфты құрылысты бейделлит-монтмориллониттен тұрады. Атомдық-абсорбциялық спектроскопия әдісімен табиғи адсорбенттердің ауыр металл иондарын (Pb^{+2} , Ni^{+2} , Zn^{+2}) сорбциялық қасиеті зерттелді. Мукры және Средний Тентек кен орнынан шыққан бентонит ең жоғары сорбциялық қасиетке ие екені анықталды. Бентонитпен қорғасын, никель және мырыш иондарынан тазарту 82–85 % құрайды. Диатомитпен 74–76 %, ал цеолитпен 64 % тазартылды. Диатомит пен цеолиттің кеуектілігінің жоғары болуы және бентониттің құрылысы қатпарлы болуынан адсорбциялық қасиеті жоғары болатыны анықталды. Адсорбенттерді араластыру, олардың массалық үлестерінің және қоспадағы массаларының өсуі осы иондардан тазалау тиімділігі артады. *Зерттеу нәтижесінің қорытындысы* Алматы облысынан шыққан табиғи адсорбенттер сорбциялық қасиеті жоғары екенін көрсетті. Оларды практикалық мақсатта, яғни ағынды суларды тазалау үшін қолдануға болатыны анықталды.

Түйін сөздер: ағынды сулар, табиғи адсорбент, металл иондары, сорбция, рентгенофазалық талдау, атомдық-абсорбциялық спекторметрия

© М.Г. Мурзагалиева¹, Н.С. Ашимхан^{1*}, А.О. Сапиева², 2024

¹Казахский национальный медицинский университет имени С.Д.

Асфендиярова, Алматы, Казахстан;

Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан.

E-mail: nazgul.ashimkhan@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРИРОДНЫМИ АДсорбЕНТАМИ

Аннотация. Одной из актуальных проблем является очистка промышленных сточных вод от ионов токсичных и тяжелых металлов. Повышение требований к значениям нормативно-допустимого сброса сточных вод требует более эффективных и экологичных способов их очистки. Целью исследовательской работы является изучение коллоидно-химических процессов сорбционной очистки сточных вод от ионов Pb^{+2} , Ni^{+2} , Zn^{+2} природными адсорбентами. В качестве объектов исследования были выбраны бентонит монтмориллонит (месторождение Средний Тентек), бентонит красный (месторождение Мукры), цеолит (месторождение Майтобе) и диатомит (Илийского месторождения). Методы исследования – рентгенофазовый анализ, атомно-абсорбционная спекторметрия. Рентгенофазовым анализом определен химический состав исследуемых материалов. Основным компонентом диатомита является SiO_2 , у цеолита – Laumontite состава $Ca_4Al_8Si_{16}O_{48} \cdot 14H_2O$ (51,3 %). Основой бентонитов является бейделлит-монтмориллонит, имеющий аморфную структуру. Методом атомно-абсорбционной спекторметрии были проведены исследования по сорбции ионов тяжелых металлов (Pb^{+2} , Ni^{+2} , Zn^{+2}) исследуемыми природными адсорбентами. Лучшими сорбционными свойствами обладают бентониты, месторождения Мукры и Средний Тентек. Здесь содержания ионов свинца, никеля и цинка уменьшаются в среднем на 82–85 %. В случае использования диатомита содержание ионов этих же металлов уменьшаются приблизительно на 74–76 %, а для цеолита на 64 %. В целом можно ожидать проявление адсорбционных свойств этих минералов, которые должны обеспечиваться вследствие высокой пористости в случае диатомита и цеолита или проникновения ионов в межпакетное пространство между слоями бентонитов. Смешивание адсорбентов, увеличение их массовых долей и повышение массы смеси приводит к повышению эффективности степени очистки от этих ионов. Авторы пришли к выводу о том, что природные минералы месторождений Алматинской области, обладают сорбционными свойствами, которые можно использовать в практических целях, в частности для очистки сточных вод.

Ключевые слова: сточные воды, природный адсорбент, ионы металлов, сорбция, рентгенофазовый анализ, атомно-абсорбционная спекторметрия **Introduction**

With the development of the industrial sector, the issue of industrial waste water treatment and waste disposal is increasingly raised. The environmental situation is deteriorating, forcing firms to tighten their requirements for disposal of waste and waste water. As you know, almost no enterprise can operate without waste and waste water. When designing production a few years ago, the formation of waste water, their further recycling and treatment were not taken into consideration. As a rule, it was solved in an increasingly simple way, wastewater was diverted to the nearest point of reception or to a relief (waterway). The effects of the discharge of wastewater were not calculated.

To date, the situation with the discharge of wastewater is changing. The search for and development of the most effective solutions in the field of industrial waste water treatment is required.

With the advent of modern methods of wastewater treatment, the problems of waste water treatment began to find their solutions. The diversity of the composition of sewage determines the breadth of choice of different technological schemes and equipment for their treatment. The range of industrial waste water treatment equipment includes equipment from different industries, adapted to the required requirements. The existing range of waste water treatment equipment is constantly expanding with the emergence of new, more efficient technologies.

The main type of galvanic waste is washing water, which contains large amounts of heavy metal ions.

The aim of the study was to conduct research on the adsorption of ions of heavy metals by natural adsorbents by X-ray phase and atomic-adsorption methods.

Methods and materials

Atomic absorption spectrometry. For the analysis of the content of heavy metal ions in wastewater before and after their treatment, the atomic absorption spectrometer MGA-915MD was used.

The principle of operation of the spectrometer is based on the use of the method of Zeeman polarization spectroscopy with high-frequency modulation, which is one of the options of selective atomic-absorption analysis.

The basis of the method used is that the atomizer is placed in a transverse magnetic field with a voltage of about 7.5 kE. Modulated at a frequency of 50 kHz by polarization radiation from the resonance source installed in the working position of the revolver, gets into the atomizer, where the horizontal component of polarization (parallel to the lines of the magnetic field) is absorbed by the identifiable atoms, interfering molecules and aerosols, and the vertical (perpendicular to the magnetic field lines) - only the molecule and the aerosol, i.e. atomic absorption for it is practically absent. At the same time, non-selective absorption for both polarizations is the same. The result is a differential signal with a frequency of 50 kHz, proportional to the concentration of atoms.

Limit of the relative average square deviation of the output signal of the spectrometer at the input of the control solution 6 %.

X-ray phase analysis. The X-rays of the samples were obtained on the

diffractometer DRON-3 in digital form using copper radiation. The sampling modes are as follows: voltage on the X-ray tube 30 kV, pipe current 30 mA, movement step of the goniometer $0.05^\circ 2\theta$ and intensity measurement time at the point - 1.0 sec. During the shooting, the specimen was rotating in its own plane at a speed of 60 rpm.

Preliminary X-ray processing to determine the angle position and intensity of reflexes was carried out by the Fpeak program. The analysis was carried out using the PCPDFWIN program with the PDF-2 diffractometric database.

Objects of investigation. Diatomite is a white-grey powder. Diatomite of Ili field. Diatomite density is 1.4 g/cm^3 . Bentonite red is a clay of brown or red color. Mukry field. Density is 0.03 g/cm^3 . Bentonite montmorillonite - clay, dark gray colour, in touch resembling soap. Middle Tentek field. Density is 1.8 g/cm^3 . Ceolite is a dark brown powder. The Maitobe field. Density: 1.9 g/cm^3 .

Results

The main objective of the study was to conduct wastewater treatment using natural adsorbents. Bentonites, diatomite and zeolite were selected as natural adsorbents. All these minerals are characterized as good adsorbents due to their structure and properties (Gholikandi et al., 2010; Ju Okoli et al., 2014; Kafia et al., 2011). The adsorbents of the fields of the Almaty region were taken: bentonite montmorillonite (Middle Tentek field), bentonites red (Mukry field), zeolite (Maitobe field) and diatomite (Ili fields).

Research on the treatment of wastewater from heavy metal ions requires knowledge of the chemical composition and structure of the potential adsorbents used. For this purpose, a X-ray phase analysis was carried out on the data of the minerals, which visually demonstrates the qualitative and semi-quantitative composition of the tested minerals.

Figure 1 shows a X-ray of the diatomite (Ili field).

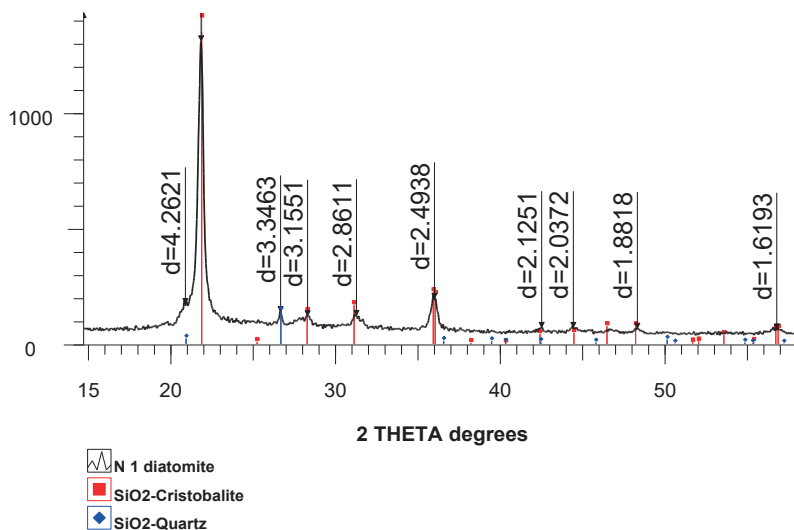


Figure 1. Diatomite X-ray (Ili field)

On the basis of an X-ray, a semi-quantitative analysis of this mineral was made, the data of which are given in table 1.

Table 1 - Results of semi-quantitative analysis of diatomite (Ili field))

Formula	%
SiO ₂ -Cristobalite	95.7
SiO ₂ -Quartz	4.3

The diatomite under investigation is silicon oxide, which is present in various forms. Cristobalite is a high-temperature modification of SiO₂ quartz. Cristobalite occurs in the form of spherulites or grapes (balls up to 1 mm in size) in obsidian (volcanic glass), as well as in voids. Sometimes with grown plates of tridimite on crystals of cristobalite, in grain clusters of correct octahedra, rarely in the form of complex cellular structure, pseudo-cubic crystals (spherical crystals), massive forms. It usually has a color ranging from milky-white to yellowish and light brown. It has a high hardness of 6–7, a specific weight of 2.32-2,36 g/cm³.

Thus, high mechanical hardness, resistance to the action of high temperature, as well as aggressive environments of diatomite is ensured by its composition. The adsorption properties of diatomite are mainly due to its high porosity.

X-ray (figure 2) and table 2 show the main composition of the ceolite (Maitobe field).

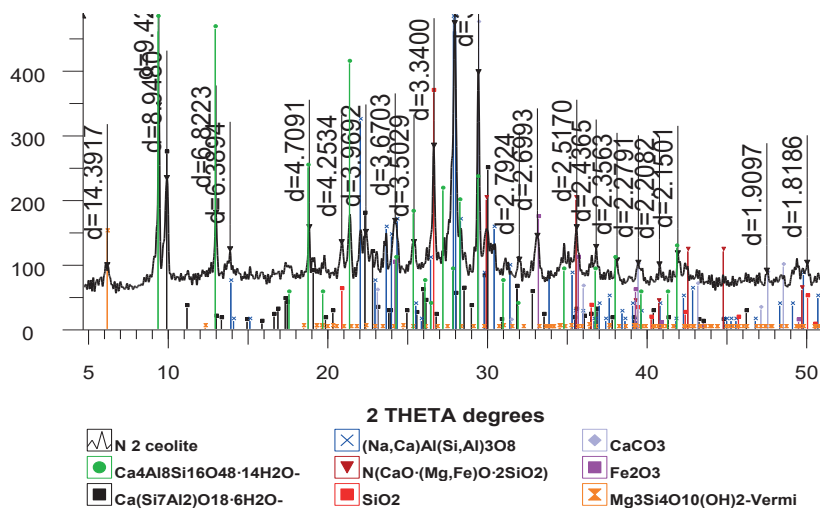


Figure 2. X-ray of the ceolitis (Maitobe field)

As can be seen from the X-rays and the table, ceolite is a rather complex mixture of natural minerals, which have their own characteristics and composition. For example, lamontite belongs to the group of zeolites based on aqueous calcium

aluminosilicate. It has a hardness on the Mohs scale of 3.5–4, with a density of 2.23–2.41 g/cm³, while it is quite fragile. Heulandite is a mineral, a frame silicate from the group of zeolites. Albite (lat. albus - white) is one of the most common species-forming minerals, white sodium feldspar of magmatic origin of the silicate class, aluminosilicate of the plagioclase group. Augustine (from the Greek ἀύγη - "shining, shine") is a species-forming mineral from the clino-pyroxene group $\text{Ca}(\text{Mg,Fe,Al})[(\text{Si,Al})_2\text{O}_6]$. Coloring from green to black. Hardness 5–6.5. It is part of andesite, basalt, diabasis and other erupted mountain species of predominantly basic nature. Hematite is a common iron mineral, Fe_2O_3 , one of the main iron ore. Synonyms: red iron, iron gloss (star.) has a hardness of 5.5–6.5. It's fragile. Density 4.9–5.3. Vermiculite is a mineral from the group of hydrothermal, having a layered structure, hardness on a mineralogical scale of 1–1.5, density of 2.4–2.7 g/cm³ (0.065–0.130 g/cm³).

Table 2 - Results of semi-quantitative analysis of zeolite (Maitobe field)

Formula	%
$\text{Ca}_4\text{Al}_8\text{Si}_{16}\text{O}_{48} \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ -Laumontite	51.3
$\text{Ca}(\text{Si}_7\text{Al}_2)\text{O}_{18} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ - Heulandite-Ca	16.1
$(\text{Na,Ca})\text{Al}(\text{Si,Al})_3\text{O}_8$ - Albite	10.1
$\text{N}(\text{CaO} \cdot (\text{Mg,Fe})\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2) \cdot (\text{Al,Fe})_2\text{O}_3$ - Augite	7.6
SiO_2 - Quartz	6.6
CaCO_3 -Calcite	6.2
Fe_2O_3 - Haematite	1.9
$\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ -Vermiculite	0.2

Vermiculite is biologically stable - is not susceptible to degradation and rotation under the action of microorganisms, is not a favourable environment for insects and rodents, and is chemically inert - neutral to the effects of alkalins and acids. In general, it can be seen that zeolite (Maitobe field) mainly contains minerals, which have a fairly high hardness and mechanical strength. An important property of zeolites is the ability to ionic exchange, due to its crystalline structure, which is formed by the tetrahedral groups $\text{SiO}_{2/4}$ and $\text{AlO}_{2/4}$, joined by common peaks into a three-dimensional frame, permeated by cavities and channels (winders) of the size 2–15 angstrom (Khadhraoui et al., 2002; Khraisheh et al., 2004).

A similar X-ray analysis was performed with two bentonites. The first bentonite-montmorillonite X-ray is shown in figure 3. For this sample, semi-quantitative analysis is virtually impossible due to its low crystallization. Bentonite refers to layered clay, therefore in its structure there are no pronounced crystals, i.e. it is an amorphous material

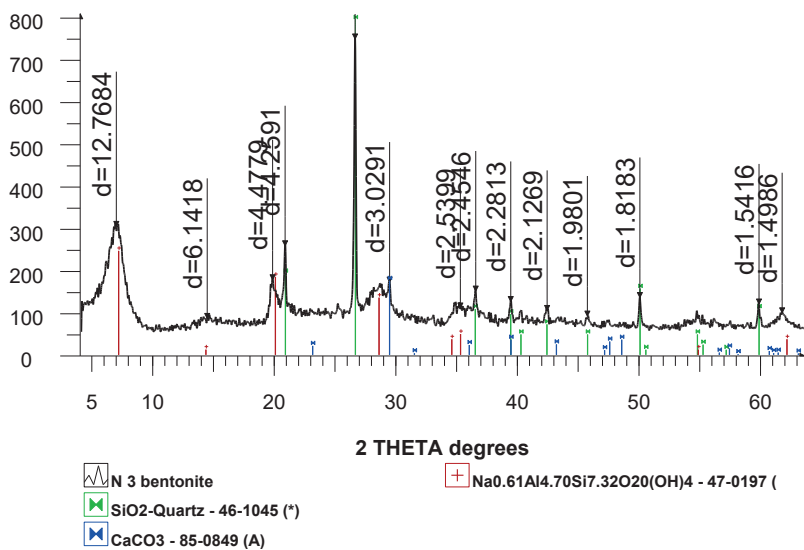


Figure 3. Bentonite-montmorillonite sample X-ray (Middle Tentek field)

In general, the main component of the tested bentonite is bedellite or otherwise - montmorillonite. It is a clay mineral belonging to the subclass of layered silicates. This mineral has a strong ability to swell due to its structure and has pronounced sorption properties (figure 4).

Three-layer package (2:1): two layers of silica tetrahedrons, facing their tops to each other, cover a layer of aluminhydroxyl octahedres on both sides. In this connection, the connection between the packets is weak, the interpackage distance is large and it can contain ions and water molecules. Because of this, the mineral when soaking is very swollen. The presence of isomorphous substitutions, a large specific surface area (up to 600–800 m²/g) and the ease of ion penetration into the interpackage space result in a significant cation exchange capacity (80–150 mmolequivalent /100 g).

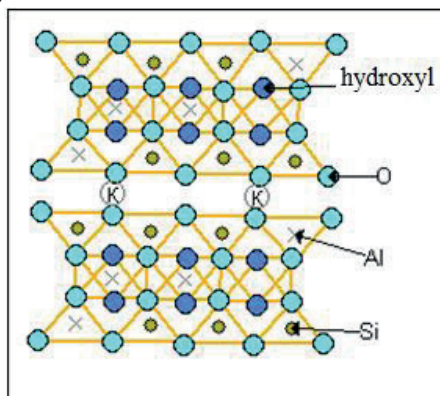


Figure 4. Structure of montmorillonite

A similar composition is found in the fourth specimen, which is the red bentonite (Mukry field) (figure 5). The sample contains the same Beidellite-12A - montmorillonite, as in the previous case. But the content of this smectite here is less.

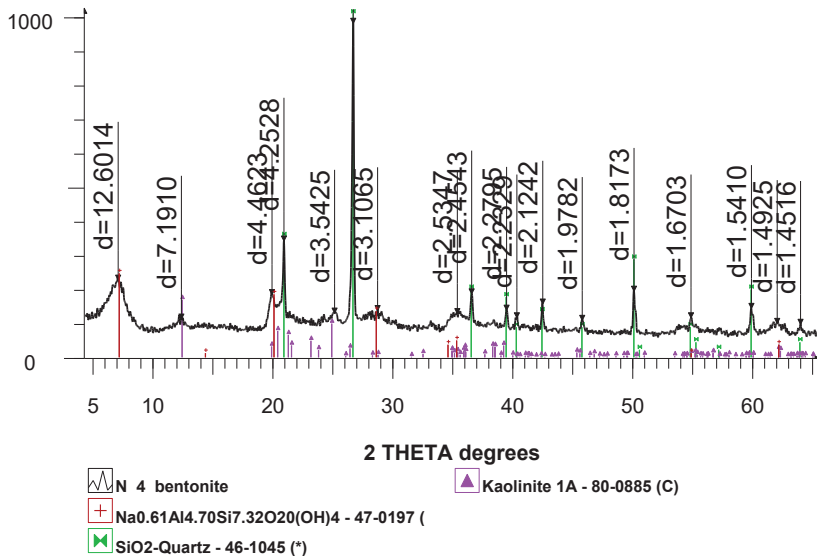


Figure 5. Red bentonite X-ray (Mukry field)

Thus, the X-ray phase analysis gave a complete picture of the chemical composition of the materials studied. Generally speaking, the adsorption properties of these minerals are expected to be achieved due to high porosity in the case of diatomite and ceolite or the penetration of ions into the interpackage space between the bentonite layers.

Spectroscopic studies of waste water before and after treatment were carried out to study the adsorption properties of these minerals. Before studying the adsorption properties, it was necessary to analyse wastewater prior to treatment (Guixia Zhao et al., 2011). Since the wastewater under investigation is waste from the galvanic production of lead batteries, it is assumed that it contains ions of lead, zinc, nickel and other heavy metals. The main types of metal ions examined in the present paper for technical purposes are lead, zinc and nickel. Table 3 shows the content of these ions in wastewater before treatment and after treatment with limestone milk by battery plant technology.

Table 3 - Results for heavy metal ions in sewage

	Ni ⁺² , мг/дм ³	Pb ⁺² мг/дм ³	Zn ⁺² мг/дм ³
Wastewater before treatment	1,801	2,465	1,347
Wastewater after treatment	0,018	0,073	0,015

As shown in table 3, the treatment of waste water with limestone milk is quite effective. After cleaning, the content of metal ions decreases. However, according to the permissible concentration limits of pollutants in sewage, wastewater levels after limestone treatment exceed the maximum allowable concentration for these lead and nickel ions. Thus, for nickel ions the maximum permissible concentration according to this regulatory document is 0.008mg / l, for lead ions - 0.01mg / l, and for zinc – 0.053mg/l.

The use of milk of lime for waste water treatment by the battery plant is based on the neutralization of acidic wastewater with alkali calcium oxide hydrate $\text{Ca}(\text{OH})_2$. In most cases, when $\text{Ca}(\text{OH})_2$ reacts with acids, insoluble calcium salts are formed, which, precipitating, can clog sewer networks. Therefore, after the neutralizers, sludge-fillers are provided, in which sludges are defended and the wastewater is further tempered.

At the plant, the waste water treatment is carried out in step-by-step pools, at the bottom of which the sludge is deposited. But as the data show, such cleansing is still not effective enough.

The waste water treatment was carried out as follows: samples of each adsorbent (2g) were mixed with 100 ml of wastewater taken before treatment. The resulting mixture was kept for 3 hours, with periodic mixing to improve the sorption process. After this, the filter was separated from the sediment and then diluted 100 times, depending on the contamination. Data are presented in table 4.

Table 4 - Co-retention of heavy metal ions in sewage by adsorption

Adsorbents/metals	C(Pb ⁺²), mg/l	C(Ni ⁺²), mg/l	C(Zn ⁺²), mg/l
diatomite	0,614±0,098	0,448±0,071	0,335±0,053
bentonite red	0,423±0,067	0,309±0,049	0,231±0,037
zeolite	0,893±0,143	0,652±0,104	0,488±0,078
bentonite montmorillonite	0,435±0,069	0,318±0,05	0,238±0,038

The results show that the content of heavy metal ions in waste water after treatment with the adsorbents under investigation is reduced compared to waste water before treatment. Comparing adsorbents among themselves, we can say that in this series bentonites manifest themselves better. Here, the content of lead, nickel and zinc ions decreases by an average of 82–85 %. If diatomite is used, the ion content of the same metals decreases by approximately 74–76 %. It's worse for zeolite. In this case, the ion concentrations detected in waste water after treatment with this adsorbent were 36 %, i.e. 64% extraction. It should also be noted that for all adsorbents lead ions are extracted to a greater extent than other ions. This is due to the high content of this ion in the original wastewater solution.

Probably, the manifestation of higher sorption properties in bentonites is associated with their more amorphous structure, which facilitates the process of penetration of ions into the interpackage space (Bokiev et al., 2018).

Compared to limestone-treated waste water, the indicators shown in table 4 for

natural adsorbents were not as effective as expected. Therefore, in order to improve the quality of purification, a study of kinetics of nickel ion sorption by adsorbent mixtures was carried out. Three adsorbents were taken – diatomite, red bentonite and bentonite-montmorillonite in different ratios. The first mixture contained 30 % of diatomite and 35 % of bentonites each, and the second mixture had the same composition, but the content of diatomite was reduced to 10 % and bentonite was increased to 45 %, respectively. In addition, kinetic curves should show whether the sorption process improves over time. Figure 6 shows the results.

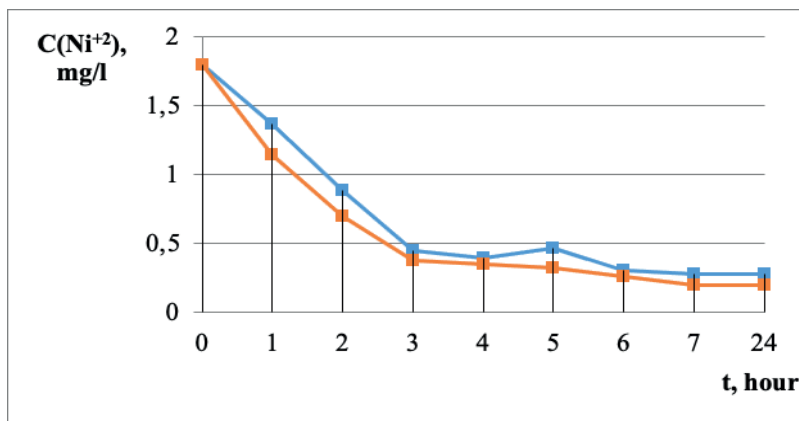


Figure 6. Ni²⁺ ion sorption kinetics by adsorbent mixtures

- 1-mixture of composition: 30 % diatomite and 35 % red bentonite and 35 % bentonite-montmorillonite
- 2-mixture of composition: 10 % diatomite and 45 % red bentonite and 45 % bentonite-montmorillonite

The dependency of the concentration of nickel ions in the sewage after its treatment with the adsorbent mixture decreases over time to the limits that are achieved when two phases are in contact during the day. Figure 6 shows that the adsorbent mixture with a higher bentonite content shows lower nickel ion content. Naturally, an increase in the number of bentonites, which exhibit higher sorption capacity, leads to an increased degree of nickel extraction. An intense change in the concentration of nickel ions for both mixtures is observed in the first 3 hours, then the curves go to constant values. According to the kinetic curve obtained, it can be said that practically holding the waste water with the adsorbent mixture for 3 hours is sufficient to pass the main sorption process. In principle, in 2.5–3 hours is usually physico-chemical sorption.

The next stage of the research was to test the effect of the mass of the adsorbent mixture on the efficiency of the cleaning process. For this purpose, the weight of adsorbent mixtures was increased to 4 grams. The ratio of the composition of the adsorbents remained the same. The data obtained are presented in figure 7, in the form of comparative charts of indicators of concentration of lead, nickel and zinc

ions after treatment of waste water with individual types of adsorbents and their mixtures. As shown in figure 7, the lead ion content of waste water after treatment with adsorbent mixtures is reduced to 0.335 mg/l for a single mixture and to 0.268 mg/l for a two-mixture where the bentonite content is higher. These concentrations of Pb^{+2} are the lowest in the range of adsorbents used. For example, compared to the indicators for zeolite, these values are 2.5–3 times smaller. They are less than indicators for diamond almost 2 times. The adsorbent mixture is more effective in cleaning the waste water from lead ions than pure bentonites. Here, cleaning efficiency is achieved by increasing the mass of adsorbent mixtures. It would be possible to further increase the mass of adsorbents, however, an increase in the percentage weight of the adsorbent material is not desirable, as this proportionally increases the weight of sludge, which is also undesirable in technological processes.

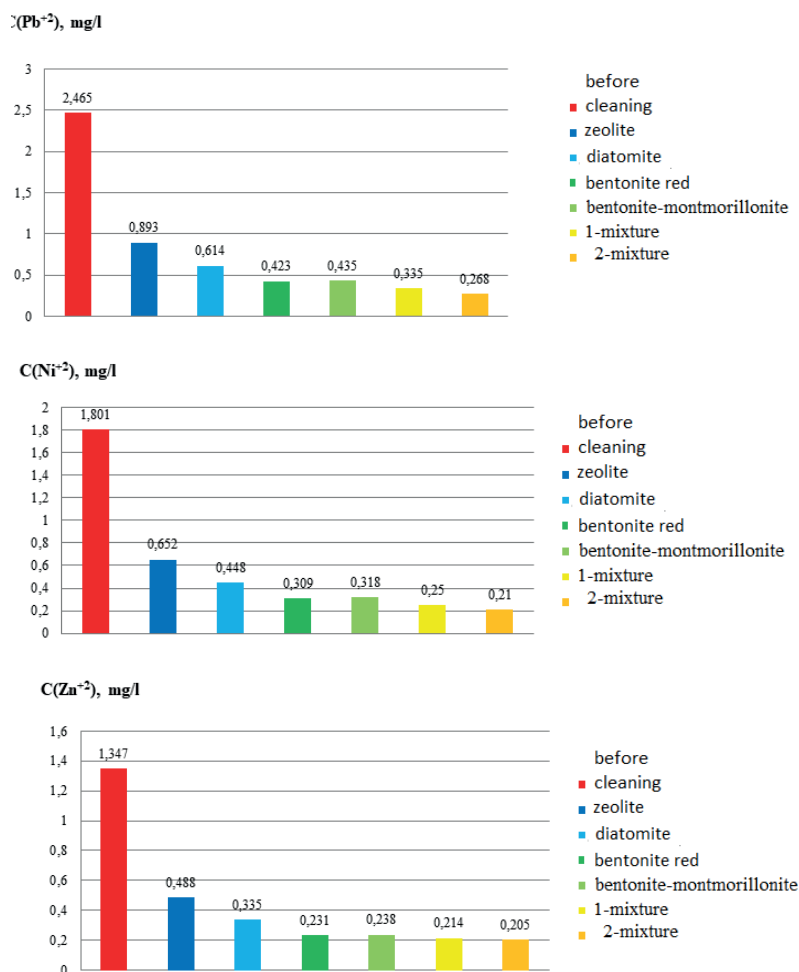


Figure 7. Concentrations of lead, nickel and zinc ions after cleaning with adsorbents and mixtures

Analysis was performed with nickel ions. As shown in figure 7, the content of nickel ions in sewage after its treatment with adsorbent mixtures is reduced to 0.25 mg/l for a single mixture and to 0.21 mg/l for a two mixture where the bentonite content is higher. Here too, as with lead ions, the relative content of Ni^{+2} is significantly reduced compared to zeolite and diatomite.

The same pattern is observed for zinc ions (figure 7). Here the Zn^{+2} content in the treated waste water in the case of adsorbent mixtures is 0.25 mg/l and 0.21 mg/l. These data show that the mixtures are the best in this range of sorbents. But once again it is necessary to add that the improvement of the sorption process is due not only to the composition of adsorbents, but also to their mass.

Table 5 - Degrees of extraction of metal ions by adsorbents and their mixtures

Adsorbents	Degree of extraction (Pb^{+2}), %	Degree of extraction (Ni^{+2}), %	Degree of extraction (Zn^{+2}), %
zeolite	63,77	63,8	63,77
diatomite	75,09	75,12	75,13
red bentonite	82,84	82,84	82,85
betonite montmorillonite	82,35	82,34	82,33
1-mixture	86,41	86,12	84,11
2-mixture	89,12	88,34	84,78

A clearer demonstration of the effectiveness of adsorbent mixtures is table 5, where the obtained data were used to calculate the degree of extraction of metal ions by all of the above adsorbents. The highest recovery rates are noted for lead and nickel ions when mixtures are used. The increase in the degree of extraction for the first mixture reaches 86 % and for the second mixture – 89 % for lead ions. The degree of extraction is 86 % and 88 % for nickel ions. And for zinc ions, these values reach 84 %. Thus, mixing adsorbents, increasing their mass fractions and increasing the mass of the mixture leads to a more efficient result. However, the achieved values are not sufficient for the treatment of these wastewaters, as they exceed the norms of the maximum allowable concentration.

Studies conducted in the work on the selection of effective natural adsorbents for the treatment of wastewater have shown that the natural materials used in the works, fields of Almaty region, have sorption capacity. The highest sorbent properties of a number of the objects studied are the bentonites, the Mukry and the Middle Tentek fields. The predominant sorption of heavy metal ions (Pb^{+2} , Ni^{+2} , Zn^{+2}) is likely to be associated with the increased ion exchange capacity of these clay minerals, due to their amorphous structure and high inflatability, which contributes to the rapid penetration of ions into the interpackage space. The lower sorption activity observed in zeolite and diatomite is probably due to the fact that the rigid frame-band structure of these minerals contains less ion-exchangeable ions.

Studies of the kinetics of nickel ion adsorption in adsorbent mixtures showed that an increase in the bentonite mass ratio leads to an increased sorption. Significant changes in the concentration of Ni^{+2} in the test solutions occur within 3 hours, after which values decrease less sharply.

Increasing the mass of the adsorbent by 2 times increases the extraction of heavy metal ions from wastewater solutions to 84–89 %. The results, however, exceed the maximum permissible concentration standards that are imposed on sewage. Per treatment of wastewater with the same adsorbents in two successive stages would result in the desired results.

Conclusion

The work conducted studies on the treatment of waste water using natural adsorbents. As natural adsorbents have been chosen bentonite montmorillonite (Middle Tentek field), bentonite red (Mukry field), ceolite (Maitobe field) and diatomite (Ili field).

X-ray phase analysis was performed to identify the chemical composition of the objects studied. A qualitative and semi-quantitative analysis of minerals was done, according to which the main component of diatomite is SiO_2 , in the zeolite – Laumontite composition $\text{Ca}_4\text{Al}_8\text{Si}_{16}\text{O}_{48} \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ (51,3 %). The base of bentonites is bedellite-montmorillonite, which has an amorphous structure. In addition to the specified substances, these minerals contain other inclusions characteristic of mineral compounds of natural origin (CaCO_3 , CaO , Fe_2O_3 , $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$).

Atomic-absorption spectroscopy was used to investigate the sorption of heavy metal ions (Pb^{+2} , Ni^{+2} , Zn^{+2}) by natural adsorbents. The results show that the content of heavy metal ions in waste water after treatment with the adsorbents studied decreases compared to waste water before treatment. Bentonites, Mukry and Medium Tentek fields have the best sorption properties. Here, the content of lead, nickel and zinc ions decreases by an average of 82–85 %. If diatomite is used, the ion content of these same metals decreases by approximately 74–76 %, and for zeolite by 64 %. The predominant sorption of heavy metal ions (Pb^{+2} , Ni^{+2} , Zn^{+2}) is likely to be associated with the increased ion exchange capacity of these clay minerals, due to their amorphous structure and high inflatability, which contributes to the rapid penetration of ions into the interpackage space. The lower sorption activity observed in zeolite and diatomite is probably due to the fact that the rigid frame-band structure of these minerals contains less ion-exchangeable ions.

Studies of the kinetics of nickel ion adsorption in adsorbent mixtures showed that an increase in the bentonite mass ratio leads to an increased sorption. Significant changes in the concentration of Ni^{+2} in the test solutions occur within 3 hours, after which values decrease less sharply.

Increasing the weight of the adsorbent by 2 times increases the extraction of heavy metal ions from wastewater solutions. The increase in extraction rate for 1 mixture (30 % diatomite, 70 % bentonite) reaches 86 % and for 2nd mixture (10 % diatomite and 90 % bentonites) 89 % for lead ions. The extraction rate for these same mixtures is 86 % and 88 % for nickel ions, respectively. And for zinc ions, these values reach 84 %. Thus, mixing adsorbents, increasing their mass percentages and increasing the mass of the mixture leads to increased cleaning efficiency from these ions.

The conducted studies have shown that the natural minerals of the Almaty region deposit have sorption properties that can be used for practical purposes, in particular for wastewater treatment. Since the results obtained exceeded the norms of the maximum permissible concentration for wastewater, it can be recommended to use these sorbents in wastewater treatment processes along with other methods (reagent, biological, etc.).

REFERENCES

- Bokiev B., Khujaev P., Sharipov Sh. & Murodov P. (2018). Sorption method for purification of industrial wastewater waters. *Bulletin of Science and Practice*, — 4(7):203–209. — file:///C:/Users/ASUS/Downloads/sorbtsionnyy-metod-ochistki-proizvodstvennyh-stochnyh-vod%20(1).pdf (in Rus.)
- Gholikandi G.B., Baneshi M.M., Dehghanifard E., Salehi S., Yari A.R. (2010). Natural zeolites application as sustainable adsorbent for heavy metals removal from drinking water, *Iranian J. of Toxicology*, — 3:302-310. — DOI: <http://ijt.arakmu.ac.ir/article-1-53-en.html> (in Eng.)
- Guixia Zhao, Xilin Wu, Xiaoli Tan, Xiangke Wang (2011). Sorption of Heavy Metal Ions from Aqueous Solutions: A Review, *The Open Colloid Science Journal*, 4:19–31. DOI: 10.2174/1876530001104010019 (in Eng.)
- Ju Okoli, Ibe Ezuma (2014). Adsorption studies of heavy metals by low-cost adsorbents, *J. Appl. Sci. Environ. Manage*, — 3:443–448. — DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/jasem.v18i3.11> (in Eng.)
- Kafia M., Shareef S. (2011). Agricultural Wastes as Low Cost Adsorbents for Pb Removal: Kinetics, Equilibrium and Thermodynamics. *Intern. J of Chem*. — 3:19-32. — DOI: <https://doi.org/10.5539/ijc.v3n3p103> (in Eng.)
- Khadhraoui M., Watanabe T., Kuroda M. (2002). The effect of the physical structure of a porous Ca-based sorbent on its phosphorus removal capacity, *Water Res.*, — 15:3711–3718. — DOI: [https://doi.org/10.1016/s0043-1354\(02\)00096-9](https://doi.org/10.1016/s0043-1354(02)00096-9) (in Eng.)
- Khraisheh M.A., Al-Ghouti M.A., Allen S.J., Ahmad M.A. (2004). The Effect of pH, Temperature, and Molecular Size on the Removal of Dyes from Textile Effluent Using Manganese Oxides-Modified Diatomite, *Water Environ. Res.*, — 7:2655–2663. — DOI: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16042113/> (in Eng.)



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

МАЗМУНЫ

ФИЗИКА

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

ХИМИЯ

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

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

ХИМИЯ

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

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

CONTENTS
PHYSICAL

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

CHEMISTRY

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

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

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Cross Check <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

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

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

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

Подписано в печать 29.03.2024.

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

19,0 п.л. Тираж 300. Заказ 1.