

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

2023 • 4



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

БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ

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

REPORTS

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

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944

ALMATY, NAS RK



ЧФ «ХАЛЫҚ»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

БАС РЕДАКТОР:

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

РЕДАКЦИЈАЛЫҚ АЛҚА:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ТИГИНИЯНУ 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 Искендерович, 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 ТОО «Научно-производственный центр животноводства и ветеринарии» (Нур-Султан, Казахстан), Н = 1

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

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, Казахстано-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

RAMANKULOVA 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>

CHEMISTRY

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

ISSN 2224-5227

Volume 4. Number 348 (2023), 136–147

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1483.249>

УДК 541.182:553.611

ГРНТИ 31.15.37

© A. Assanov, S.A. Mameshova*, A.A. Assanov, 2023

Taraz Regional University named after M.D. Dulati, Taraz, Kazakhstan.

E-mail: saya8383@mail.ru

FEATURES OF HYDRODISPERSION OF CLAY USED TO CONSERVE WATER RESOURCES

Assanov Amankait — Taraz Regional University named after M.Kh. Dulati, Professor,
Taraz, Kazakhstan

E-mail: asanovamankait@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9176-6690>;

Mameshova Sayat Alisherievna — Taraz Regional University named after M.Kh. Dulati, senior
lecture, Taraz, Kazakhstan

E-mail: saya8383@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2484-8420>;

Assanov Akylbek Amankaitovich — Taraz Regional University named after M.Kh. Dulati, Director
of the center of information and communication technologies, Taraz, Kazakhstan

E-mail: aa.assanov@dulaty.kz.

Abstract. The study of the physical, colloidal and chemical properties of natural bentonite clays from various deposits of Kazakhstan, including the Southern, Southwestern and East Kazakhstan regions, is a current area of scientific research in the field of environmental safety. This article discusses the scientific basis for the development of new highly efficient sorbents based on clay minerals in Kazakhstan for wastewater treatment. Analysis of the infrared spectrum of clay revealed characteristic absorption bands associated with vibrations of atoms and groups of atoms in its structure. The results of the study confirmed the presence of montmorillonite in clay samples, and its amount in the sample from the Tagana deposit was higher than in other samples. Electron microscopic studies confirmed the presence of particles of different sizes in the clay, which indicates its morphological features. The electrokinetic potential of using clay as bentonite in various sectors of the national economy, including water purification, is discussed. The results obtained may contribute to the development of more efficient methods of wastewater treatment and conservation of natural resources.

Keywords: clay, bentonite, montmorillonite, hydrodispersion, waste water

© А. Асанов, С.А. Мамешева*, А.А. Асанов, 2023

М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан.

E-mail: saya8383@mail.ru

СУ РЕСУРСТАРЫН САҚТАУДА ПАЙДАЛАНЫЛАТЫН САЗДЫ ГИДРОДИСПЕРСИЯНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аннотация. Қазақстанның әртүрлі кен орындарының, соның ішінде Оңтүстік, Оңтүстік-Батыс және Шығыс Қазақстан облыстарының табиғи бентонит саздарының физикалық, коллоидтық және химиялық қасиеттерін зерттеу экологиялық қауіпсіздік саласындағы ғылыми зерттеулердің өзекті бағыты болып табылады. Бұл мақалада ағынды суларды тазарту үшін Қазақстанда өндірілетін саз минералдары негізінде жаңа жоғары тиімді сорбенттер жасаудың ғылыми негіздері қарастырылады. Саздың инфрақызыл спектрін талдау оның құрылымындағы атомдар мен атомдар топтарының тербелістеріне байланысты жұтылу жолақтары анықталды. Зерттеу нәтижелері саз үлгілері құрамында монтмориллониттің барын растады және оның Таған кенорыны үлгісіндегі мөлшері басқа үлгілерге қарағанда жоғары екендігіне көз жеткізілді. Электрондық микроскопиялық зерттеулер негізінде саз үлгілерінің бөлшектерінің өлшемдері әртүрлі болатындығына көз жеткізілді, бұл оның морфологиялық ерекшеліктерін айқындайды. Сонымен қатар мақалада бентониттің халық шаруашылығының әртүрлі салаларында, соның ішінде суды тазартуда пайдалану мүмкіндіктері талқыланады. Алынған нәтижелер ағынды суларды тазартудың және табиғи ресурстарды сақтаудың тиімді әдістерін әзірлеуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: сазды минерал, бентонит, монтмориллонит, гидродисперсия, ағынды су

© А. Асанов, С.А. Мамешева*, А.А. Асанов, 2023

Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, Тараз.

E-mail: saya8383@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОДИСПЕРСИИ ГЛИНЫ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Аннотация. Изучение физических, коллоидно-химических свойств природных бентонитовых глин различных месторождений Казахстана, включая Южное, Юго-Западное и Восточно-Казахстанскую области, представляет собой актуальное направление научных исследований в области экологической безопасности. В данной статье рассматривается научное обоснование разработки новых высокоэффективных сорбентов на основе глинистых минералов Казахстана для очистки сточных вод. Анализ инфракрасного спектра глины выявил характерные полосы поглощения,

связанные с колебаниями атомов и групп атомов в ее структуре. Результаты исследования подтвердили наличие монтмориллонита в образцах глины, причем его количество в образце из месторождения Тагана оказалось выше, чем в других образцах. Электронно-микроскопические исследования подтвердили наличие частиц разного размера в глине, что свидетельствует о ее морфологических особенностях. Обсуждается электрокинетический потенциал использования глины в качестве бентонита в различных отраслях народного хозяйства, включая очистку воды. Полученные результаты могут способствовать разработке более эффективных методов очистки сточных вод и экономии природных ресурсов.

Ключевые слова: глина, бентонит, монтмориллонит, гидродисперсия, сточная вода

Введение

В настоящее время особое значение придается проведению научных и экспериментальных исследований, направленных на экономию природных ресурсов и сохранение экологического качества окружающей среды.

В послании от 1.09.2023 года Президента Республики Казахстан, был затронут ряд важных и ключевых вопросов. Президент отметил: «Актуальной остается проблема доступности и качества водных ресурсов. С учетом тенденции роста населения и экономики к 2040 году дефицит воды в Казахстане может достичь 12–15 миллиардов кубических метров. Водные ресурсы имеют для нашей страны не менее важное значение, чем нефть, газ или металлы. Нарастающий дефицит воды является общей проблемой для стран Центральной Азии». Что указывает на необходимость очистки загрязненной воды и максимально эффективного использования чистой воды.

Загрязнение воды увеличивается с каждым днем и становится серьезной проблемой из-за урбанизации и индустриализации в современную эпоху и стало серьезной проблемой во многих развивающихся странах (Fn & Mf, 2017; Dwivedi, 2017). Основными причинами загрязнения воды являются промышленные, сельскохозяйственные отходы, бытовые сточные воды (Wang & Yang, 2016; Liu и др., 2021). Поэтому очистка сточных вод является одной из важнейших задач экологической безопасности, которая приобрела особую актуальность начиная со второй половине XX века. Для научно обоснованного и экономически целесообразного выбора глинистых минералов для очистки сточных вод необходимо исследовать недефицитные природные материалы и их возможности.

Глинистые минералы, такие как бентонит (монтмориллонит) используются в качестве адсорбента из-за низкой стоимости и высокой адсорбции (Awasthi и др., 2019; Auta & Nameed, 2012).

Природные бентонитовые глины приобрели огромный потенциал в очистке сточных вод и успешно используются в качестве нового и экономически

эффективного биосорбента. Он стал устойчивым решением для очистки сточных вод благодаря разнообразию поверхностных и структурных свойств.

Глинистые породы широко распространены на территории Республики Казахстан (Асанов и др., 2023). Целью данного исследования является, научное обоснование разработки и создания принципиально новых высокоэффективных сорбентов на основе сырьевых ресурсов Казахстана для повышения эффективности очистки сточных вод.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования были использованы природные бентонитовые глины Келесского (Туркестанская область, Сарыагашский район), Урангайского (Туркестанская область, Созакский район), Кызылординского (Кызылординская область) и Таганского (Восточно-Казахстанская область) месторождения. Для учета физических и коллоидно-химических свойств исследуемых образцов использовали метод рентгенофазового анализа для определения минерального содержания. Рентгенофазовый анализ (РФА) проводили на рентгеновском дифрактометре X, Pert PRO MRD (PANalytical, Нидерланды). Для определения функциональных групп в составе образцов использовали прибор ИК-Фурье-спектрометре (Cary 660 Agilent, США). Электрокинетический потенциал определяли методом электрофореза на приборе Zetasizer Nano (Malvern, Великобритания). Оптические плотности образцов измеряли на приборе Спектрофотометр ПЭ-5300ВИ (ООО «ЭКРОСХИМ» г. Санкт-Петербург). А также измерено удельной электропроводности и солесодержание на приборе Кондуктометр-солемер МАРК-603 (ООО "ВЗОР" г. Нижний Новгород) и определено водородной (рН) показатели гидродисперсий глины на приборе рН метр/иономер ИТАН (НПП «Томьяналит», г. Томск). Кроме того, рассмотрены некоторые коллоидно-химические свойства выбранных образцов гидродисперсии глин.

Результаты и обсуждение

Глинистые минералы представляют собой в основном слоистые силикатные минералы, характеризующиеся слоистыми структурными единицами, состоящими из одного или двух тетраэдрических листов кремнезема вокруг октаэдрического алюминиевого листа (Velde, 1995). Они имеют размеры частиц менее 2 мкм. Тетраэдрические листы имеют звено SiO_4 (ОН), состоящее из четырех гидроксильных групп, окружающих каждый атом кремния в тетраэдрическом расположении. Для сравнения, октаэдрическое расположение состоит из атомов Fe, Mg или Al, окруженных шестью атомами гидроксидов или кислорода, как, например, в составе $\text{Al}_2(\text{OH})_6$ (Uddin, 2017).

Глины обычно имеют три различные внутренние поверхности, края и поверхности-внешние поверхности между силикатными слоями. Промежуточный слой и внешняя поверхность подвержены изменениям в ходе процессов ионного обмена и адсорбции. Большинство глинистых минералов производят небольшое количество чистого отрицательного

поверхностного заряда вследствие изоморфного замещения. Более того, края частиц глинистых минералов могут создавать заряды в зависимости от pH суспензии в результате разрыва первичных связей, таких как Si-O и Al-O (De Paiva и др., 2008).

Бентонит представляет собой слоистый силикатный адсорбент алюминия, состоящий в основном из монтмориллонита. Это разновидность осадочной породы, состоящей в основном из глины, с типичной слоистой структурой 2:1 (сметиты) и высокими концентрациями ионов Na^+ , Ca^{2+} , расположенных между слоями. Октаэдрические и тетраэдрические листы расположены таким образом, что вершины тетраэдров в каждом листе кремнезема и один из гидроксильных слоев в октаэдрическом листе составляют один слой.

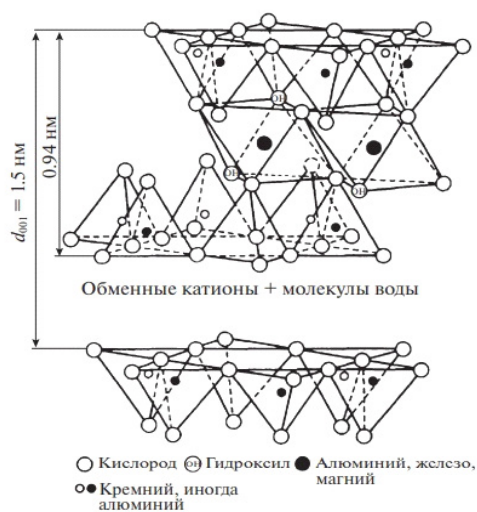


Рис. 1. - Схема кристаллической решетки монтмориллонита

Монтмориллониты — уникальные сметитовые глины, широко распространенные в природной среде. Монтмориллонит представляет собой довольно нежный слоистый силикат. Он состоит из пластинчатых частиц средним диаметром около 1 мкм и химически представлен как $(\text{Na}, \text{Ca})_{0,33} (\text{Al}, \text{Mg})_2 \text{Si}_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_n \text{H}_2\text{O}$, который образуется при изменении вулканического пепла (Park и др., 2016), и имеет три слоя: один октаэдрический слой алюминия в центре, окруженный двумя тетраэдрическими слоями кремнезема. Взаимодействия между листами обычно происходят через группы -ОН в октаэдрическом слое и вершины тетраэдрического слоя. Монтмориллонит также является разновидностью набухающей глины из-за расширения решетки, вызванного полярными молекулами, включая воду. Кроме того, межламельлярное расстояние может колебаться из-за изменения катионов между слоями силиката. Монтмориллонитовая глина уже много лет используется во многих сферах (De Paiva и др., 2008), (рис. 1).

Глина состоит в основном из кремнезема, глинозема и воды, часто с заметными количествами железа, щелочей и щелочноземельных металлов (Kumari & Mohan, 2021). Определение минералогического состава природных экспериментальных образцов глинистых минералов проводили методом рентгенофазового анализа с использованием дифрактометра X_{Per}t PRO MRD (PANalytical) на CuK α -лучевом (диапазон углов 2 θ). Сравнивая полученные результаты в таблице с (Środoń, 2006) данными работ известных авторов (Środoń, 2013), во всех образцах были монтморилланитовой глины, принадлежащей к смектитовой группе. Но среди них сообщается, что глина Таганского месторождения представляет собой Na-бентонит, а остальные образцы - Ca-бентонитовые глины.

Ниже приведена таблица с минеральным составом исследуемых глин (табл.1).

Таблица 1
Минералогический состав природной бентонитовой глины

№	Минералы	Содержание, %			
		Келес	Кызылорда	Урангай	Таган
1	Монтмориллонит	42,0	54,0	47,0	75
2	Гидролюда	36,0	26,7	25,0	-
3	Кварц+модификации кремнезема	8,3	7,5	6,3	22,5
4	Гипс	0,9	0,9	9,1	-
5	Кальцит	0,6	0,5	ед. зн.	2,3
6	Рутил	0,6	-	0,5	-
7	Фосфаты	0,3	-	-	-
8	Полевые шпаты	ед. зн.	ед. зн.	7,5	0,5
9	Хлорит	-	-	0,6	-
10	Каолинит	-	-	1,0	-
11	Гидроокислы железа	11,3	10,4	3,0	-
	Итого:	100,0	100,0	100,0	100

Образцы глин были изучены методами Фурье ИК-спектроскопии на спектрометре Carry 660 Agilent в области 4000–800 см⁻¹. Анализ инфракрасного спектра (ИК-спектра) исследованного образца глины показал, что в нем присутствуют характерные полосы поглощения, обусловленные колебаниями атомов и групп атомов в структуре глины.

Результаты экспериментальных данных показал, что основные полосы поглощения в инфракрасном спектре (ИК-спектре) изученного образца глины (рис.2) относятся к валентным колебаниям. Эти колебания характерны для связей кремния с кислородом и водорода с кислородом. Выраженная полоса с частотой 1630 см⁻¹ обусловлена поглощением деформационных колебаний гидроксильных групп. Деформационные колебания — это колебания, при которых атомы или группы атомов внутри молекулы или кристалла перемещаются относительно друг друга, но не разрывают связи между ними. Появление полос поглощения в области 1000–1100 см⁻¹ соответствует валентным колебаниям группы Si-O. В глине Келесского месторождения Si-O

составляет в области 1009 см^{-1} , в образцах Кызылординской и Урангайской наблюдается в областях $1023\text{--}1025\text{ см}^{-1}$, а в Таганской наблюдается широкая полоса с частотой 1035 см^{-1} . Это указывает на то, что в структуре глины больше групп Si-O.

Выраженная полоса поглощения при 1016 см^{-1} соответствует валентным и деформационным колебаниям тетраэдров кремнекислородного каркаса. Эти колебания связаны с изменением длины или угла связей Si-O-Si и O-Si-O. Деформационные колебания, соответствующие связям H-O-Al алюмокислородных октаэдров, проявляются в области $900\text{--}960\text{ см}^{-1}$. Для спектра исследованной глины в указанном интервале зафиксирована полоса с частотой 912 см^{-1} . Согласно литературным данным (Środoń, 2013), для ИК-спектров монтмориллонита характерно наличие полос в интервале $1200\text{--}900\text{ см}^{-1}$, с максимумом в области 1020 см^{-1} . Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что исследуемые образцы глины являются монтмориллонитом. Но отчетливо замечено, что количество монтмориллонита в Таганском образце выше, чем в других образцах.

Минералы группы монтмориллонита с размером частиц $10^5\text{--}10^7\text{ см}$ образуют устойчивые коллоиды. На коллоидность влияет степень диссоциации структуры минерала, т.е. чем выше диссоциация, тем интенсивнее образуются коллоиды. В среднем у монтмориллонита набухаемость достигает до 85 об. %, у бентонита (не набухающие монтмориллониты) 40 об.%. Сравнивая с информацией в литературе (Четверикова & Маряхина, 2015) и в результате экспериментальной работы, подтверждено, что в изученных образцах, т.е. в Келесе и Урангае определено – 45 % ненабухающих монтморилланитов, в Кызылординской глине – 60 %, в Таганской глине – 90 % монтмориллонит. По результатам ИК-Фурье-спектрометрического анализа установлено, что образцы Келесского, Урангайского и Кызылординского месторождения относятся к классу щелочноземельных, а Таганского глина является щелечным бентонитовой глиной.

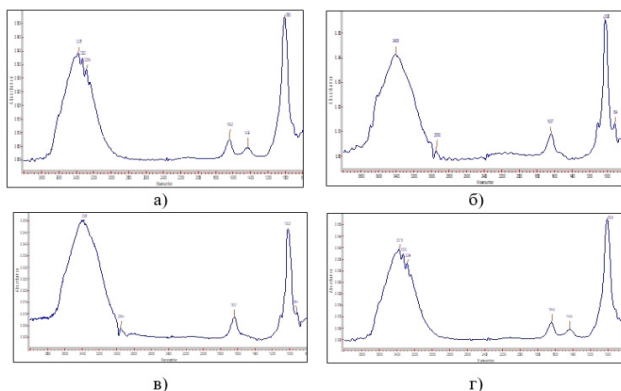


Рис.2 – ИК-спектр природных бентонитовых глины
а) Келес, б) Кызылорда, в) Урангай, г) Таган

Полученные результаты свидетельствует морфологические изображения образцов методом сканирующего электронного анализа. Электронно-микроскопические исследования были проведены на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) JEOL JSM-6490LA. Размеры и структуру поверхности частиц оценивали с помощью низковакуумного растрового электронного микроскопа.

СЭМ предоставляет информацию, связанную с морфологией и текстурой исследуемых материалов. Снимки СЭМ (рис. 3) с различные увеличения указывали на наличие частиц разного размера диаметром в пределах 1,5 мкм.

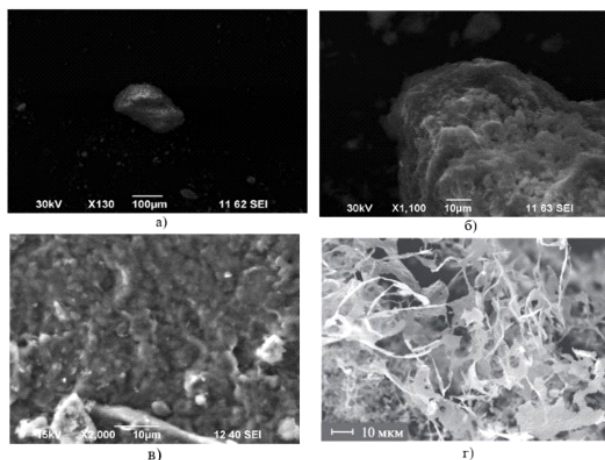


Рис.3 – Электронный микрофотографии образцы бентонитовой глины
а) Келес, б) Кызылорда, в) Урангай, г) Таган

Электрокинетический потенциал (дзета (ζ) - потенциал) исследованных образцов измеряли для определения поверхностной энергии глинистых частиц в воде, его значения приведены в таблице 2. Из таблицы видно, что образцы имеют отрицательный заряд. Это указывает на то, что молекулы воды (катионы) не могут полностью компенсировать отрицательный заряд глинистой частицы при формировании коллоидного адсорбционного слоя. Следует отметить, что измеренные значения дзета-потенциала описывают энергетическое состояние на поверхности адсорбированного (закрепленного) коллоидного слоя. Следовательно, чем больше значение дзета-потенциала, тем прочнее диффузионный (подвижный) слой, образованный коллоидом.

Кроме того, была определена коллоидальность образцов природной глины. В результате было подтверждено, что самый высокий показатель среди изученных образцов наблюдался в Таганской, за ней следовали Кызылординская и Келесская глина, а в Урангайской он был существенно ниже. Кроме того, при определении некоторых физических, коллоидно-химических свойств фильтратов гидродисперсий глины установлено, что оптическая плотность одинакова для всех образцов.

Таблица 2
Некоторые коллоидно-химические свойства гидродисперсии глины

№	Образцы глины	Гидродисперсии глины		Фильтраты проб гидродисперсии глины			
		- потенциал мВ	$K_{\text{коллоид}}$	$D_{\text{ф}}$	уд. мкСм/см	Солесодержание, мг/дм ³	pH
1	Келес	-8,41	12,0	0,02	511,0	255,5	7,81
2	Кызылорда	-12,3	16,6	0,02	251,8	120,1	7,56
3	Урангай	-17,3	8,00	0,02	782,0	512,3	7,32
4	Таган	-47,3	83,3	0,01	989,2	680,2	8,78

Свойства электропроводности, солесодержание наивысший показатель был отмечен для Таганского образца, а наименьший – для образца из Кызылорды. Исследованием pH фильтратов исследуемых образцов было установлено, что значение pH таганского образца составило 8,78, что свидетельствует о его щелочной реакции. В остальных образцах pH варьировало от 7,32 до 7,81. Таким образом, эти образцы относятся к классу щелочноземельных бентонитовых глин (Табл.2).

При этом изучали объем осадка (V), оптическую плотность (D) жидкости на поверхности осадка и скорость фильтрации 5 %-ной гидродисперсии глины. В результате экспериментальных работ показал, что самый низкий объем осадка видно было у Урангай, а образцы Келеса и Кызылорды близкие по значению друг к другу. А в Таганском месторождений установлен, самый высокий объема осадка. Это показывает, что способность глины набухать зависит от ее состава.

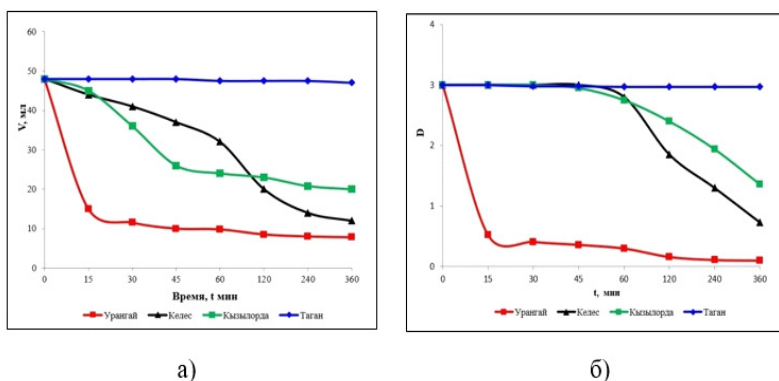


Рис.4 – Изменение объема осадки и (а) оптическая плотность жидкости на поверхности осадка 5 %-ных гидродисперсий глины от времени

Способность к набуханию, то есть возможность пропускать воду, является одним из основных свойств бентонита. При подаче молекулы воды могут проникнуть в промежутки между слоями кристаллической решетки и существенно раздвинуть их. Бентонитовые глины способны как к ионному

обмену, так и к физической и молекулярной сорбции (Yotsuji и др., 2021; Asanov & Mameshova, 2021).

Сравнивая скорости фильтрации глинистых образцы, видно, наиболее быстroteкущей пробой Урангай следуют Келесская и Кызылординская глина, а за самой медленнотекущей у Таганской глины. Из этого можно сделать вывод, что влагоудерживающую способность образцов глины напрямую связана с ее химическим составом (Таб.1).

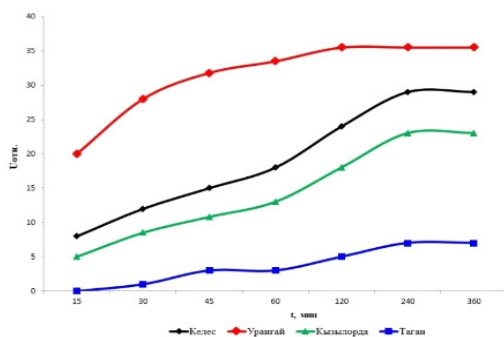


Рис.4 – Изменение скорости фильтрации ($U_{отн.}$) 5 %-ных гидродисперсий глины от времени

Различия в изменении скорости фильтрации ($U_{отн.}$) гидродисперсии глины взаимодействующих с мелкими частицами дисперсная фаза.

Заключение

В статье представлены результаты научно-исследовательских работ по определению физических, коллоидных и химических свойств природных бентонитовых глин месторождений Южного, Юго-Западного и Восточно-Казахстанской областей. А также обсуждается использование глины как бентонита (монтмориллонита) в качестве адсорбентов для очистки воды, уделяя особое внимание их природным свойствам, характеристикам и применению для удаления различных загрязняющих веществ из воды. Он охватывает удаление ионов металлов, органических и биологических загрязнителей с использованием различных типов мелких частиц. В работе также освещается потенциал и проблемы использования бентонитовых глинистых гидродисперсий в очистке воды и подчеркивается необходимость дальнейших исследований и сотрудничества в этой области.

Исследования свойств изученных образцов глин показали, что они могут быть применены в различных отраслях народного хозяйства, в том числе для очистки воды. В дальнейшем планируется провести исследования по гибридизации этих образцов с учетом индивидуальных свойств каждой глины.

ЛИТЕРАТУРЫ

Асанов А., Мамешова С., Асанов А. (2023). Оңгүстік өңір сазды минералдарының коллоидты-химиялық және реологиялық қасиеттері. *Научный журнал «Доклады НАН РК»*, — 346(2), — 75–93. — <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1483.211>

Asanov A. & Mameshova S. (2021). Influence of functional polyelectrolytes on the stability of clay hydrodispersions. *Chemical Papers*, — 75(11), — 5695–5703. <https://doi.org/10.1007/s11696-021-01718-4>

Auta M. & Hameed B.H. (2012). Modified mesoporous clay adsorbent for adsorption isotherm and kinetics of methylene blue. *Chemical Engineering Journal*, — 198–199, — 219–227. — <https://doi.org/10.1016/j.cej.2012.05.075>

Awasthi A., Jadhao P. & Kumari K. (2019). Clay nano-adsorbent: Structures, applications and mechanism for water treatment. *SN Applied Sciences*, — 1(9), — 1076. — <https://doi.org/10.1007/s42452-019-0858-9>

De Paiva L.B., Morales A.R. & Valenzuela Díaz F.R. (2008). Organoclays: Properties, preparation and applications. *Applied Clay Science*, — 42(1–2), — 8–24. — <https://doi.org/10.1016/j.clay.2008.02.006>

Department of Environmental Engineering, Sangji University, Republic of Korea, Halder J., Islam N., & Department of Environmental Science, Daffodil International University, Bangladesh. (2015). Water Pollution and its Impact on the Human Health. *Journal of Environment and Human*, — 2(1), — 36–46. — <https://doi.org/10.15764/EH.2015.01005>

Dwivedi A.K. (2017). *RESEARCHES IN WATER POLLUTION: A REVIEW*. — <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12094.08002>

Kumari N. & Mohan C. (2021). Basics of Clay Minerals and Their Characteristic Properties. B G. Morari Do Nascimento (Ред.), *Clay and Clay Minerals*. IntechOpen. — <https://doi.org/10.5772/intechopen.97672>

Liu Y., Wang P., Gojenko B., Yu J., Wei L., Luo D. & Xiao T. (2021). A review of water pollution arising from agriculture and mining activities in Central Asia: Facts, causes and effects. *Environmental Pollution*, — 291, — 118209. — <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118209>

Park J.H., Shin H.J., Kim M.H., Kim J.S., Kang N., Lee J.Y., Kim K.T., Lee J.I. & Kim D.D. (2016). Application of montmorillonite in bentonite as a pharmaceutical excipient in drug delivery systems. *Journal of Pharmaceutical Investigation*, — 46(4), — 363–375. — <https://doi.org/10.1007/s40005-016-0258-8>

Środoń J. (2013). Identification and Quantitative Analysis of Clay Minerals. B *Developments in Clay Science*. — Т. 5, — сс. 25–49. — <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-098259-5.00004-4>

Uddin M.K. (2017). A review on the adsorption of heavy metals by clay minerals, with special focus on the past decade. *Chemical Engineering Journal*, — 308, — 438–462. — <https://doi.org/10.1016/j.cej.2016.09.029>

Velde B. (1995). Composition and Mineralogy of Clay Minerals. B B. Velde (Ред.), *Origin and Mineralogy of Clays* (сс. 8–42). Springer Berlin Heidelberg. — https://doi.org/10.1007/978-3-662-12648-6_2

Wang Q. & Yang Z. (2016). Industrial water pollution, water environment treatment, and health risks in China. *Environmental Pollution*, — 218, — 358–365. — <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.07.011>

Yotsuji K., Tachi Y., Sakuma H. & Kawamura K. (2021). Effect of interlayer cations on montmorillonite swelling: Comparison between molecular dynamic simulations and experiments. *Applied Clay Science*, — 204, — 106034. — <https://doi.org/10.1016/j.clay.2021.106034>

Четверикова А.Г. & Маряхина, В.С. (2015). Исследования полиминеральной глины, содержащей трехслойные

алюмосиликаты физическими методами. Вестник Оренбургского государственного университета, —1 (176). — 250-255.

REFERENCE

- Asanov A., Mameshova S. & Asanov A. (2023). Colloidal-chemical and rheological properties of clay minerals of the southern region. Scientific journal RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan", — 346(2), — 75–93. — <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1483.211> (in Kaz.)
- Asanov A. & Mameshova S. (2021). Influence of functional polyelectrolytes on the stability of clay hydrodispersions. *Chemical Papers*, — 75(11), — 5695–5703. — <https://doi.org/10.1007/s11696-021-01718-4>
- Auta M. & Hameed B.H. (2012). Modified mesoporous clay adsorbent for adsorption isotherm and kinetics of methylene blue. *Chemical Engineering Journal*, — 198–199, — 219–227. — <https://doi.org/10.1016/j.cej.2012.05.075>
- Awasthi A., Jadhao P. & Kumari K. (2019). Clay nano-adsorbent: Structures, applications and mechanism for water treatment. *SN Applied Sciences*, — 1(9), — 1076. — <https://doi.org/10.1007/s42452-019-0858-9>
- De Paiva L.B., Morales A.R. & Valenzuela Díaz F.R. (2008). Organoclays: Properties, preparation and applications. *Applied Clay Science*, — 42(1–2), — 8–24. — <https://doi.org/10.1016/j.clay.2008.02.006>
- Department of Environmental Engineering, Sangji University, Republic of Korea, Halder J., Islam N. & Department of Environmental Science, Daffodil International University, Bangladesh. (2015). Water Pollution and its Impact on the Human Health. *Journal of Environment and Human*, — 2(1), — 36–46. — <https://doi.org/10.15764/EH.2015.01005>
- Dwivedi A.K. (2017). *RESEARCHES IN WATER POLLUTION: A REVIEW*. — <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12094.08002>
- Kumari N. & Mohan C. (2021). Basics of Clay Minerals and Their Characteristic Properties. B G. Morari Do Nascimento (Ред.), *Clay and Clay Minerals*. IntechOpen. — <https://doi.org/10.5772/intechopen.97672>
- Liu Y., Wang P., Gojenko B., Yu J., Wei L., Luo D. & Xiao T. (2021). A review of water pollution arising from agriculture and mining activities in Central Asia: Facts, causes and effects. *Environmental Pollution*, — 291, — 118209. — <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118209>
- Park J.H., Shin H.J., Kim M.H., Kim J.S., Kang N., Lee J.Y., Kim K.T., Lee J.I. & Kim D.D. (2016). Application of montmorillonite in bentonite as a pharmaceutical excipient in drug delivery systems. *Journal of Pharmaceutical Investigation*, — 46(4), — 363–375. — <https://doi.org/10.1007/s40005-016-0258-8>
- Środoń J. (2013). Identification and Quantitative Analysis of Clay Minerals. B *Developments in Clay Science*. —Т. 5. — cc. — 25–49. Elsevier. — <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-098259-5.00004-4>
- Uddin M.K. (2017). A review on the adsorption of heavy metals by clay minerals, with special focus on the past decade. *Chemical Engineering Journal*, — 308, — 438–462. — <https://doi.org/10.1016/j.cej.2016.09.029>
- Velde B. (1995). Composition and Mineralogy of Clay Minerals. B B. Velde (Ред.), *Origin and Mineralogy of Clays* (cc. 8–42). Springer Berlin Heidelberg. — https://doi.org/10.1007/978-3-662-12648-6_2
- Wang Q. & Yang Z. (2016). Industrial water pollution, water environment treatment, and health risks in China. *Environmental Pollution*, — 218, — 358–365. — <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.07.011>
- Yotsuji K., Tachi Y., Sakuma H. & Kawamura K. (2021). Effect of interlayer cations on montmorillonite swelling: Comparison between molecular dynamic simulations and experiments. *Applied Clay Science*, — 204, — 106034. — <https://doi.org/10.1016/j.clay.2021.106034>
- Chetverikova A.G., & Maryakhina V.S. (2015). Studies of polymineral clay containing three-layer aluminosilicates by physical methods. Bulletin of the Orenburg State University, — 1 (176), — 250–255. (in Russ.)

**МАЗМҰНЫ
ФИЗИКА**

Н. Ж. Ахметова, Н.А. Сандибаева, Е.С. Сапажанов ФИЗИКА БОЙЫНША БІЛІМ БЕРУДІ ЖАҚСARTУ ҮШІН ЗАМАНАУИ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ИНТЕРАЦИЯЛАУ.....	7
Е.Ж. Бегалиев, А.Ж. Сейтмуратов, Г.Б. Исаева, Ф.Ж.Наметкулова ПЕДАГОГИКАЛЫҚ ЖОҒАРҒЫ ОҚУ ОРЫНДАРЫНДА ФИЗИКА КУРСЫНДА АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ.....	18
А.А.Жадыранова, Р. Нурмахан МЕТРИКАСЫ $\Pi_1 \neq 0$ ҮШІН АССОЦИАТИВТІ ТЕНДЕУІНІҢ ИЕРАРХИЯСЫ.....	28
Г.И. Жанбекова, А.Қ. Қозыбай, Г. Б. Исаева, К.К Нұрахметова ҚАЗІРГІ ЗАМАН ТАЛАБЫНА СӘЙКЕС «АВТОКӨЛІК ЖӘНЕ АВТОКӨЛІК ШАРШУШЫЛЫҒЫ» МАМАНДЫҒЫНА ФИЗИКА КУРСЫН ОҚЫТУ.....	41
С.Б. Дубовиченко, Н.А. Буркова, А.С. Ткаченко, Д.М. Зазулин ¹⁰ B РАДИЯЛЫҚ ПРОТОНДЫ ТҮСІРУ ҚАРҚЫМЫ.....	59
А. Касымов, А. Адылканова, А. Бектемисов, К. Астемесова, Г. Турлыбекова ЖЫЛУ ТАСЫМАЛДАҒЫШ РЕТІНДЕ НАНОСҰЙЫҚТЫҚТАРДЫ ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ГИБРИДТІ КҮН КОЛЛЕКТОРЛАРЫНДАҒЫ ЖЫЛУ АЛМАСУДЫ ҚАРҚЫНДАТУ.....	69
Ф.Д. Наметкулова, Е.А. Оспанбеков, А.К. Сугирбекова ФИЗИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕР ШЫҒАРУ ПРАКТИКУМЫНЫҢ МАЗМҰНДЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	80
Б.Д. Оразов, Г.Б. Исаева БОЛАШАҚ ФИЗИКА МҰҒАЛІМДЕРІНІҢ "МОЛЕКУЛАЛЫҚ ФИЗИКА" КУРСЫН ОҚЫТУ БАРЫСЫНДА КӘСІБИ ДАЙЫНДЫҒЫН ЖЕТІЛДІРУ.....	93
Н.А. Сандибаева, Н. Ж. Ахметова, Ж.С.Байымбетова. ФИЗИКАНЫҢ ЦИФРЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯСЫ ЖАҒДАЙЫНДА СТУДЕНТТЕРДІҢ ЗЕРТТЕУ ҚҰЗЫРЕТТІЛІГІН ДАМУ.....	102
Серік А., Құспанов Ж., Идрисов Н., Бисенова М., Даулбаев Ч. ӘР ТҮРЛІ ҚҰРАМ МЕН ҚҰРЫЛЫМНАН ТҰРАТЫН БІР ӨЛШЕМДІ ТАЛШЫҚТАРДЫҢ СИПАТТАМАЛАРЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ.....	114
В. М. Терещенко ПЛАНЕТАЛАРЫ БАР, 5 G-ЖҰЛДЫЗДАРДЫҢ СПЕКТРЛЕРІНДЕГІ АБСОЛЮТТІ ЭНЕРГИЯНЫҢ ТАРАЛУЫ.....	127

ХИМИЯ

А. Асанов, С.А. Мамешева, А.А. Асанов СУ РЕСУРСТАРЫН САҚТАУДА ПАЙДАЛАНЫЛАТЫН САЗДЫ ГИДРОДИСПЕРСИЯНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	136
Г. Асылбекова, М. Сатаев, Ш. Кошкарбаева, И. Перминова, П.А. Абдуразава КОМПОЗИТТІК ҚАПТАМАЛАР: МАТЕРИАЛДАРДЫ, ӘДІСТЕРДІ ЖӘНЕ ҚОЛДАНБАЛАРДЫ КЕШЕНДІ ШОЛУ.....	148
Н. Дузбаева, М. Ибраева, К. Қабдысалим, Ж. Мукажанова, А. Adhikari HYSSOPUS CUSPIDATUS ӨСІМДІГІНІҢ ЭФИР МАЙЛАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІ.....	169
Г. Тилеуов, А. Копжасарова, Б. Бекбауов, Ғ.И. Исаев, Ш.К. Шапалов ЖЕРГІЛІКТІ МЕРГЕЛЬДЕРДЕН СОРБЕНТТЕРДІ АЛУ ҮШІН ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	179

СОДЕРЖАНИЕ ФИЗИКА

Н. Ж. Ахметова, Н.А. Сандибаева, Е.С. Сапажанов ИНТЕГРАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ФИЗИКЕ.....	7
Э.Ж. Бегалиев, А.Ж. Сейтмуратов, Г.Б. Исаева, Ф.Ж. Наметкулова ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КУРСЕ ФИЗИКИ В ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ВУЗАХ.....	18
А.А. Жадыранова, Р. Нурмахан ИЕРАРХИЯ УРАВНЕНИЯ АССОЦИАТИВНОСТИ С МЕТРИКОЙ $P_{11} \neq 0$	28
Г.И. Жанбекова, А.К. Козыбай, Г.Б. Исаева, К.К. Нурахметова ОБУЧЕНИЕ КУРСУ ФИЗИКИ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «АВТОМОБИЛЬ И АВТОМОБИЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО» В СООТВЕТСТВИИ С СОВРЕМЕННЫМИ ТРЕБОВАНИЯМИ.....	41
С.Б. Дубовиченко, Н.А. Буркова, А.С. Ткаченко, Д.М. Зазулин СКОРОСТЬ РАДИАЦИОННОГО ЗАХВАТА ПРОТОНОВ НА $^{10}\text{В}$	59
А. Касымов, А. Адылканова, А. Бектемисов, К. Астемесова, Г. Турлыбекова ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА В ГИБРИДНЫХ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРАХ ПОСРЕДСТВОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОЖИДКОСТЕЙ В КАЧЕСТВЕ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ.....	69
Ф.Д. Наметкулова, Е.А. Оспанбеков, А.К. Сугирбекова СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРАКТИКУМА ПО РЕШЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ.....	80
Б.Д. Оразов, Г.Б. Исаева ПОВЫШЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ ПО КУРСУ ПРЕПОДАВАНИЯ «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА».....	93
Н.А. Сандибаева, Н. Ж. Ахметова, Ж.С.Байымбетова РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ФИЗИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ.....	102
Серік А., Куспанов Ж., Идрисов Н., Бисенова М., Даулбаев Ч. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ОДНОМЕРНЫХ ВОЛОКОН С РАЗНООБРАЗНЫМИ СОСТАВАМИ И СТРУКТУРОЙ.....	114
В. М. Терещенко АБСОЛЮТНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ В СПЕКТРАХ 5 G-ЗВЕЗД, ОБЛАДАЮЩИХ ПЛАНЕТАМИ.....	127

ХИМИЯ

А. Асанов, С.А. Мамешова, А.А. Асанов ОСОБЕННОСТИ ГИДРОДИСПЕРСИИ ГЛИНЫ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ.....	136
Г. Асылбекова, М. Сатаев, Ш. Кошкарбаева, И. Перминова, П. Абдуразова КОМПОЗИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ: КОМПЛЕКСНЫЙ ОБЗОР МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ И ПРИМЕНЕНИЙ.....	148
Н. Дузбаева, М. Ибраева, К. Кабдысальым, Ж. Мукажанова, А. Adhikari КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРНОГО МАСЛА РАСТЕНИЯ HYSSOPUS CUSPIDATUS.....	169
Г. Тилеуов, А. Копжасарова, Б. Бекбауов, Г.И. Исаев , Ш.К. Шапалов ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕСТНЫХ МЕРГЕЛЕЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЕНТОВ.....	179

**CONTENTS
PHYSICAL**

N. Zh. Akhmetova, N.A. Sandibayeva, Y.S. Sapazhanov INTEGRATION OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES TO IMPROVE EDUCATION IN PHYSICS.....	7
E.Zh. Begaliyev, A.Zh. Seitmuratov, G.B. Issayeva, F.Zh. Nametkulova USE OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE COURSE OF PHYSICS IN PEDAGOGICAL HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS.....	18
A.A. Zhadyranova, R. Nurmakhan THE HIERARCHY OF ASSOCIATIVITY EQUATIONS WITH THE METRIC $\Pi_{11} \neq 0$	28
G.I. Zhanbekova, A.K. Kozybay, G.B. Issayeva, K.K. Nurakhmetova TEACHING A PHYSICS COURSE IN THE SPECIALTY "AUTOMOBILE AND AUTOMOTIVE MANAGEMENT" IN ACCORDANCE WITH MODERN REQUIREMENTS.....	41
S.B. Dubovichenko, N.A. Burkova, A.S. Tkachenko, D.M. Zazulin REACTION RATE OF RADIATIVE CAPTURE PROTON BY ^{10}B	59
A. Kassymov, A. Adylkanova, A. Bektemissov, K. Astemessova, G. Turlybekova INTENSIFICATION OF HEAT TRANSFER IN HYBRID SOLAR COLLECTORS BY USING NANOFUIDS AS A COOLANT.....	69
F. Nametkulova, E. Ospanbekov, A.Sugirbekova SUBSTANTIVE FEATURES OF THE WORKSHOP ON SOLVING PHYSICAL PROBLEMS.....	80
B.D. Orazov, G.B. Issayeva IMPROVING THE PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE TEACHERS OF PHYSICS IN THE COURSE OF TEACHING "MOLECULAR PHYSICS".....	93
N.A. Sandibayeva, N. Zh. Akhmetova, Zh.S.Baiymbetova DEVELOPING STUDENT RESEARCH PROFICIENCY IN THE CONTEXT OF THE DIGITAL TRANSFORMATION OF PHYSICS EDUCATION.....	102
A. Serik, Zh. Kuspanov, N. Idrisov, M. Bissenova, Ch. Daulbayev COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CHARACTERISTICS OF ONE-DIMENSIONAL FIBERS WITH DIFFERENT COMPOSITIONS AND STRUCTURES.....	114
V. M. Tereschenko ABSOLUTE ENERGY OF DISTRIBUTION IN THE SPECTRA OF 5 G-STARS POSSESSING PLANETS.....	127

CHEMISTRY

- A. Assanov, S.A. Mameshova, A.A. Assanov**
FEATURES OF HYDRODISPERSION OF CLAY USED TO CONSERVE
WATER RESOURCES.....136
- G. Assylbekova, M. Sataev, Sh. Koshkarbayeva, I. Perminova,
P. Abdurazova**
COMPOSITE COATINGS: A COMPREHENSIVE REVIEW OF MATERIALS,
METHODS AND APPLICATIONS.....148
- N. Duzbayeva, M. Ibrayeva, K. Kabdysalym, Zh. Mukazhanova, A. Adhikari**
COMPONENT COMPOSITION AND BIOLOGICAL ACTIVITY
OF ESSENTIAL OIL OF HYSSOPUS CUSPIDATUS PLANTS.....169
- G. Tileuov, A. Kopzhassarova, B. Bekbauov, G.I. Issayev, SH.K. Shapalov**
INVESTIGATION OF PHYSICO-CHEMICAL FEATURES LOCAL
MARLS FOR OBTAINING SORBENTS.....179

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

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

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

Подписано в печать 12.12.2023.

Формат 60x88^{1/8}. Бумага офсетная. Печать - ризограф.

9,0 п.л. Тираж 300. Заказ 4.