

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»!**

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

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 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 (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 Жаббаевич, 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), 155–166

<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1483.263>

УДК 541.132

© **T.K. Jumadilov^{1,2}, G.T. Dyussebayeva^{1,2,*}, Zh.S. Mukataeva²,
J.V. Gražulevicius³, I.S. Saparbekova⁴, 2024**

¹A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences JSC, Almaty, Kazakhstan;

²Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan;

³Kaunas University of Technology, Kaunas, Lithuania;

⁴RGP on PVC "Kazakh National Women's Teacher Training University",
Almaty, Kazakhstan.

E-mail: g_gazinovna@mail.ru

FEATURES OF REMOTE INTERACTION BETWEEN HYDROGELS OF POLYMETHACRYLIC ACID AND POLY-2-METHYL-5-VINYLPYRIDINE

Jumadilov Talkybek Kozhatayevich — Doctor of Chemical Sciences, Professor, A.B. Bekturov
Institute of Chemical Sciences JSC

E-mail: jumadilov@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0001-9505-3719>;

Dyussebayeva Gulnur Toktargazinovna — PhD student, Abai Kazakh National Pedagogical
University

E-mail: g_gazinovna@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0003-2721-997X>;

Mukataeva Zhazira Sagatbekovna — Candidate of Chemical Sciences, associated Professor, Abai
Kazakh National Pedagogical University

E-mail: jazira-1974@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-1584-5810>;

Gražulevicius Juozas Vidas — Full professor, Kaunas University of Technology

E-mail: juozas.grazulevicius@ktu.lt. <https://orcid.org/0000-0002-4408-9727>;

Saparbekova Indira Sailybaevna — Candidate of Chemical Sciences, RGP on PVC "Kazakh
National Women's Teacher Training University"

E-mail: Saparbekova.i@gyzpu.edu.kz. <https://orcid.org/0000-0003-3551-9526>.

Abstract. A key feature of intergel systems is that hydrogels do not interact directly in solution. Acidic and basic hydrogels act remotely within the system, thereby altering the electrochemical properties of the solution (Fazli Wahid, 2020). This work is to study the electrochemical properties of aqueous environments as a result of the remote interaction of hydrophobic hydrogel intergel systems consisting of poly (methacrylic acid) (hPMAC) and poly(2-methyl-5-vinylpyridine) (hP2M5VP). The specific conductivity and the pH dependency of the aqueous environment over time and molar ratio are discussed. That the specific conductivity of the aqueous environment reached its maximum value 24 hours into the experiment for hydrogels with a 2:4 ratio, while the pH value decreased compared to its initial

value. At certain ratios of acidic and basic hydrogels, compared to the original hydrogels, the lowest conductivity values were recorded at ratios of 5:1 and 3:3, where the maximum value was observed. After 8.5 hours of testing, an increase in the conductivity of the aqueous environment was observed at hydrogel ratios of 4:2 and 2:4. The pH value of the environment significantly decreases at a ratio of 4:2. In these intergel systems, the maximum conductivity value almost corresponds to the minimum pH value. In the intergel system hPMAc:hP2M5VP with a hydrogel ratio of 1:5, the conductivity of the environment reached a maximum value of 8.0 after 8.5 hours of remote influence and then decreased to 2.8. The figure shows that in the case of the poly(2-methyl-5-vinylpyridine) hydrogel with a 0:6 ratio, conductivity does not change significantly over time. The pH of the environment decreased from 7 to 6.07 over 8.5 hours. Changes in specific conductivity were observed for all molar ratios of hydrogels. The observed changes in conductivity of hydrogels in the intergel system of poly(methacrylic acid) and poly(2-methyl-5-vinylpyridine) and the formation of oppositely charged and neutralized ions indicate the presence of remote interaction effects between hydrogels. Thus, upon activation, the hydrogel becomes highly ionized. As a result, the electrochemical properties of the solution change, as well as the conformational and sorption properties of macromolecules.

Keywords: hydrogels, remote effect, ion exchange resins, intergel system, specific conductivity, pH value

Conflict of interest: *The authors declare that there is no conflict of interest.*

© Т.К. Джумадилов^{1,2}, Г.Т. Дюсембаева^{1,2*}, Ж.С. Мукатаева²,
Ю.В. Гражулявичюс³,
И.С. Сапарбекова⁴, 2024

¹«Ә.Б.Бектұров атындағы химия ғылымдары институты» АҚ,
Алматы, Қазақстан;

²Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті,
Алматы, Қазақстан;

³Каунас технологиялық университеті, Каунас, Литва;

⁴Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан.
E-mail: g_gazinovna@mail.ru

ПОЛИМЕТАКРИЛ ҚЫШҚЫЛЫ МЕН ПОЛИ-2-МЕТИЛ-5- ВИНИЛПИРИДИН ГЕЛЬДЕРІНІҢ ҚАШЫҚТЫҚТАН ӘРЕКЕТТЕСУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Джумадилов Талқыбек Қожатаевич — Химия ғылымдарының докторы, профессор «Ә.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты» АҚ

E-mail: jumadilov@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0001-9505-3719>;

Дюсембаева Гүлнур Токтаргазиновна — PhD докторант, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті докторанты

E-mail: g_gazinovna@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0003-2721-997X>;

Мукатаева Жазира Сағатбековна — Химия ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті

E-mail: jazira-1974@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-1584-5810>;

Гражулявичюс Юозас Видас — Химия ғылымдарының докторы, профессор, Каунас технологиялық университеті, Каунас, Литва

E-mail: juozas.grazulevicius@ktu.lt, <https://orcid.org/0000-0002-4408-9727>;

Сапарбекова Индира Сайлыбаевна — Химия ғылымдарының кандидаты, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті

E-mail: Saparbekova.i@gzypu.edu.kz. <https://orcid.org/0000-0003-3551-9526>.

Аннотация. Интергелді жүйелердің басты ерекшелігі, ерітіндідегі гидрогельдердің арасында тікелей әрекеттесудің болмауында. Қышқылдық және негіздік полимерлі гидрогельдер жүйеде қашықтықтан әсер етуі арқылы, ертіндінің электрохимиялық қасиеттерін өзгертеді (Fazli Wahid, 2020). Сирек торланған гидрогельдердің полиметакрил қышқылы (гПМАҚ) мен поли-2-метил-5-винилпиридин (гП2М5ВП) интергелді жүйелерінің қашықтықтан әрекеттесуі нәтижесінде сулы ортаның электрохимиялық қасиеттерін зерттеу. Екі гидрогельдің негізінде құрылған интергелдік жүйенің сулы ортасының меншікті электрөткізгіштігінің және рН көрсеткішінің уақытқа және мольдік қатынастарына тәуелділігі қарастырылды. гПМАҚ:гП2М5ВП гидрогельдері 2:4 қатынастарында сулы ортаның меншікті электрөткізгіштігі 24 сағаттан соң максимум мәнге жетті, ал рН көрсеткіші бастапқы мәнмен салыстырғанда төмендеген. Қышқылдық және негіздік гидрогельдердің белгілі бір арақатынасында бастапқы гидрогельдермен салыстырғанда гПМАҚ:гП2М5ВП жүйесінің 5:1 және 3:3 қатынастарында электрөткізгіштіктің ең төменгі көрсеткіштері тіркеліп, гидрогельдердің ең жоғарғы белсенділік аймақтары байқалады. Зерттеудің 8.5 сағатынан соң гидрогельдердің 2:4 қатынасында сулы ортаның электрөткізгіштігі жоғарылағаны байқалады. Ортаның рН мәні 4:2 қатынасында рН көрсеткіші айтарлықтай төмендегені байқалады. Дәл осы интергелді жүйелерде электрөткізгіштіктің максималды мәні рН минималды мәніне дерлік сәйкес келеді. гПМАҚ: гП2М5ВП интергелді жүйесінде гидрогельдердің 1:5 қатынасында ортаның электрөткізгіштігі қашықтан әсер етудің 8.5 сағатында максимум мәнге 8-ге жетіп, ары қарай уақыт өткен сайын 2.8-ге дейін төмендеді. 0:6 қатынасында поли-2-метил-5-винилпиридин гидрогелі қатысында электрөткізгіштің уақыт өте, аса қатты өзгеріске ұшырамағаны суретте көрсетілген. Ортаның рН көрсеткіші 8.5 сағаттың ішінде 7 көрсеткішінен 6.07-ге түскен. Меншікті электрөткізгіштіктің өзгеретіні гидрогельдердің барлық мольдік қатынастарында байқалды. Зерттелетін гидрогельдердің қашықтан әрекеттесуі интергелді жүйелердің полиметакрил қышқылы мен поли-2-метил-5-винилпиридин гидрогельдерінің электрөткізгіштігінің өзгеруі және қарама-қарсы зарядталған иондар мен бейтарапталған иондар түзуі, гидрогельдер арасында қашықтан әрекеттесуі эффектісінің бар болғанын көрсетеді. Демек, активтену барысында гидрогельдер жоғары ионданған күйге көшеді. Нәтижесінде ерітіндінің электрохимиялық қасиеттерінің өзгеруіне, конформациялық және макромолекулалардың сорбциялық қасиеттерінің өзгеруіне алып келеді.

Түйін сөздер: гидрогельдер, қашықтан әсер ету, иониттер, интергельді жүйе, меншікті электрөткізгіштік, рН көрсеткіші

Мүдделер қақтығысы: Авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдемейді.

Қаржыландыру: Зерттеу жұмысы Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі Ғылым комитетінің гранттық қаржыландыру бойынша No.BR18574042 жобасымен қаржыландырылды.

© Т.К. Джумадилов^{1,2}, Г.Т. Дюсембаева^{1,2*}, Ж.С. Мукатаева²,
Ю.В. Гражулявичюс³, И.С. Сапарбекова⁴, 2024

¹АО «Институт химических наук имени А.Б. Бектурова», Алматы, Казахстан;

²Казахский национальный педагогический университет имени Абая,
Алматы, Казахстан;

³Каунасский технологический университет, Каунас, Литва;

⁴Казахский национальный женский педагогический университет,
Алматы, Казахстан.

E-mail: g_gazinovna@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГИДРОГЕЛЕЙ ПОЛИМЕТАКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ И ПОЛИ-2- МЕТИЛ-5-ВИНИЛПИРИДИНОМ

Джумадилов Талкыбек Кожатаевич — доктор химических наук, профессор АО «Институт химических наук имени А.Б. Бектурова», Алматы, Казахстан

E-mail: jumadilov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9505-3719>;

Дюсембаева Гульнур Токтаргазиновна — PhD докторант, Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан

E-mail: g_gazinovna@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2721-997X>;

Мукатаева Жазира Сагатбековна — кандидат химических наук, ассоциированный профессор, Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан

E-mail: jazira-1974@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1584-5810>;

Гражулявичюс Юозас Видас — доктор химических наук, профессор, Каунасский технологический университет, Каунас, Литва

E-mail: juozas.grazulevicius@ktu.lt, <https://orcid.org/0000-0002-4408-9727>;

Сапарбекова Индира Сайлыбаевна — кандидат химических наук, Казахский национальный женский педагогический университет, Алматы, Казахстан

E-mail: Saparbekova.i@gyzpu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-3551-9526>.

Аннотация. Ключевой особенностью интергелевых систем является то, что гидрогели не взаимодействуют непосредственно в растворе. Кислотные и основные гидрогели действуют в системе дистанционно, тем самым изменяя электрохимические свойства раствора (Fazli Wahid, 2020). Изучение электрохимических свойств водных сред в результате дистанционного взаимодействия гидрофобных гидрогелевых интергельных систем состоящих из полиметакриловой кислоты (гПМАК) и поли-2-метил-5-винилпиридина (гП2М5ВП). В статье обсуждается удельная электропроводность и

зависимость рН водной среды от времени и мольного соотношения. Удельная электропроводность водной среды достигала максимального значения через 24 часов опыта для гидрогелей с соотношением 2:4, при этом значение рН снижалось по сравнению с исходным значением. При определенных соотношениях кислотных и основных гидрогелей по сравнению с исходными гидрогелями самые низкие значения электропроводности были зафиксированы при соотношении 5:1 и 3:3, где наблюдалась максимальное значение. После 8,5 часов испытаний наблюдается увеличение электропроводности водной среды при соотношении гидрогелей 4:2 и 2:4. Значение рН среды значительно снижается при соотношении 4:2. В этих межгелевых системах максимальное значение электропроводности практически соответствует минимальному значению рН. В интергелевой системе гПМАК:гП2М5ВП с соотношением гидрогелей 1:5 электропроводность среды достигла максимального значения 8.0 через 8,5ч дистанционного воздействия и далее снизилась до 2,8. В случае поли-2-метил-5-винилпиридинового гидрогеля с соотношением 0:6 электропроводность существенно не изменяется со временем. рН среды снизился с 7 до 6,07 за 8,5 часа. Изменения удельной электропроводности наблюдались для всех мольных соотношениях гидрогелей. В результате изученных дистанционных взаимодействиях между гидрогелями изменение электропроводности гидрогелей в интергелевой системе полиметакриловой кислоты и поли-2-метил-5-винилпиридина и образование разноименно заряженных и нейтрализованных ионов свидетельствует о наличии эффектов дистанционного взаимодействия между гидрогелями. Таким образом, при активации гидрогель становится высокоионизированным. В результате изменяются электрохимические свойства раствора, а также конформационные и сорбционные свойства макромолекул.

Ключевые слова: гидрогели, эффект дальнего действия, иониты, интергелевая система, удельная электропроводность, показатель рН

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе

Интергель жүйелерін зерттеуге арналған жұмыстарда гидрогельдердің өзара активтенуі электрохимиялық, көлемдік гравиметриялық қасиеттердің өзгеруіне айтарлықтай әсер ететінін көрсетті (Yskak, 2023). Алдыңғы жұмыстарда гидрогельдердің селективтілігін болжау үшін интергель жүйесіндегі полимердің өзара активтенуінің әсері мен әрекеттесуші гидрогелдердің қашықтықтан әрекеттесу кезінде өзара әрекеттесу нәтижесінде әлдеқайда белсенді күйге ауысатыны болжамдалды (Yan Yin, 2023). Зерттеулердің нәтижесінде алынған деректер қышқылдар мен негіздік гидрогельдерге негізделген интергель жүйелері әртүрлі иондармен иондық және координациялық механизмдер арқылы қашықтан әрекеттесуге қабілетті екендігін көрсетті (Can Zhou, 2022). Сондықтан, гидрогель бет-

тесу арқылы толық әрекеттесе алмайтындықтан олардың өзара алыстан әрекеттесу мүмкіндігін зерттеу мақсат етіп қойылды (Leimarakram Sophia Devi, 2023). Электрөткізгіштік, рН-метр және гравиметрия әдістерімен өзара белсендірілу мүмкіндіктерін анықтау мақсатында полиметакрил қышқыл гидrogелі (ПМАҚ) және поли-2-метил-5-винилпиридин гидrogелі (П2М5ВП) интергелді жүйесінің сулы ерітінділерінің электрохимиялық қасиеттері зерттелді (Jumadilov, 2023). Молекулалары химиялық жолмен сирек торланған гидrogельдер әртүрлі әдістермен алынатын ионалмастырғыш шайырларға жатады. Бұл материалдардың құрылымында қоршаған ортамен иондарын алмастыра алатын функционалдық топтары болады (Jumadilov, 2021–2024).

Эксперименттік бөлім

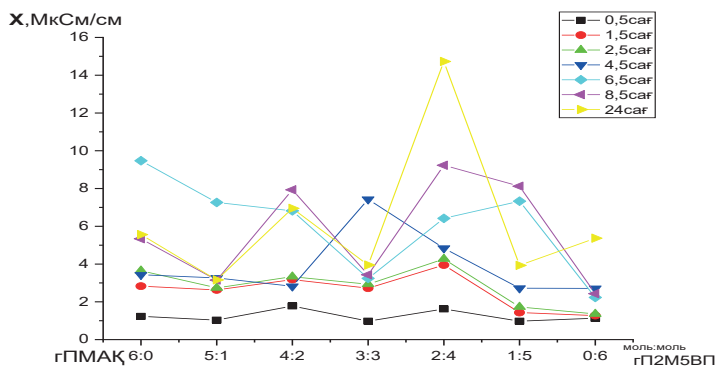
Зерттеуге қажетті қондырғылар: Сулы ортаның электроөткізгіштігін және рН өлшеу үшін кондуктометр МАРК 603 (Ресей) және рН-метр Metrohm 827 рН-Lab (Швейцария) қондырғылары пайдаланылды.

Материалдар: Тігуші агент N,N-метилен-бис-акриламид және $K_2S_2O_8$, $Na_2S_2O_3$ тотығу-тотықсыздану жүйесі қатысында полиметакрил қышқылының гидrogелдері синтезделініп алынды. Зерттеу дистилденген су ортасында және бөлме температурасында жүргізілді.

Зерттеу объектілері: Гидрогельдер негізінде интергелді жұп құрау үшін гПМАҚ: гП2М5ВП гидrogельдері қолданылды. Барлық жүргізілген тәжірибелік жұмыстар бөлме температурасында жүргізілді. Интергелді жүйені зерттеуді келесідей түрде жүзеге асырылды: салмағы өлшеніп алынған әрбір құрғақ гидrogель жеке шыны сүзгіштерге бөлініп ретпен салынды. Сүзгіштердің кеуектері гидrogелдердің дисперсиясы үшін өтімсіз, ал төмен молекулалық иондар мен молекулалар үшін өтімді болып келеді. Әрбір гидrogель салынған бюкстер дистилденген су құйылған стақандарға салынады. Әр түрлі уақыт интервалында сулы ерітіндінің электрохимиялық өзгерістері (меншікті электрөткізгіштік, рН) өлшенді. Гель орналасқан сұйықтықтың рН шамасы мен электрөткізгіштігін стақаннан гидrogель салынған бюксты алғаннан кейін анықтайды.

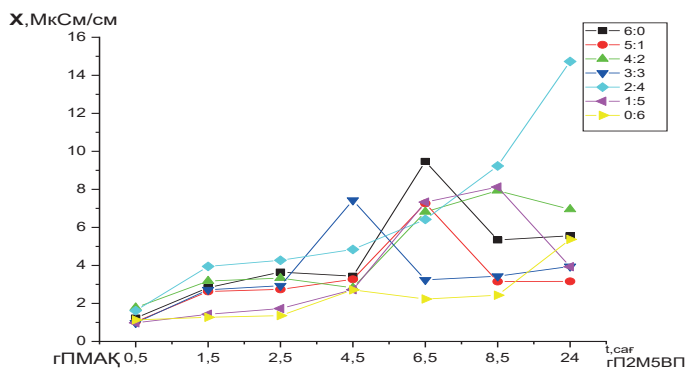
Нәтижелер және оларды талқылау

Түрлі функционалды топтары бар интергелді жүйелерге арналған зерттеу жұмыстарының нәтижесі гидrogельдердің өзара активтелуі олардың әртүрлі өзгерістерге ұшырайтындығын көрсетіп отыр. Сулы ортада интергелді жүйенің болуы түрлі процестердің жүруіне себепші болады. Поли-2-метил-5-винилпиридин – пиридин сақиналары бар синтетикалық полимер. Пиридин сақиналары оған ерекше химиялық қасиеттерді, соның ішінде металдармен күрделі болу қабілетін және жоғары химиялық тұрақтылықты береді. Пиридин сақинасының болуына байланысты поли-2-метил-5-винилпиридин әртүрлі заттармен әрекеттесу қабілетіне ие (María Dolores Ramírez-Alba, 2024). Әр түрлі қатынаста алынған интергелді жүйесінің меншікті электрөткізгіштігінің сулы ортадағы уақытқа және гидrogельдердің мольдік қатынастарына тәуелділігі 1-суретте көрсетілген.



Сурет. 1. гПМАҚ– гП2М5ВР интергелді жүйесінің меншікті электрөткізгіштігінің сулы ортадағы гидрогельдердің мольдік қатынастарына тәуелділігі.

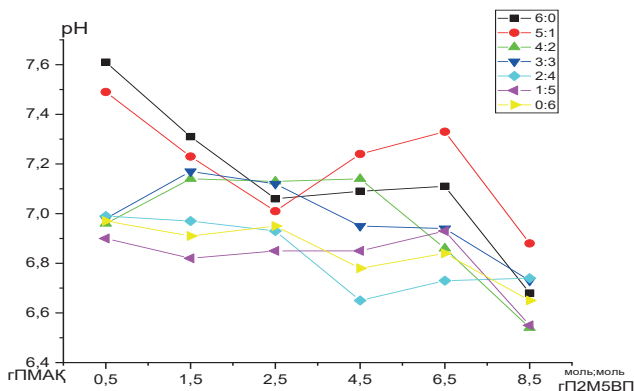
Уақыт өткен сайын гПМАҚ:гП2М5ВР жүйесінің әртүрлі қатынастар үшін бастапқы электроөткізгіштің ең жоғарғы нүктелерін, гидрогельдердің сумен жанасу уақыты ұлғайған сайын максималды және минималды электроөткізгіштік аймақтары байқалады. Түрлі мольдік қатынаста электроөткізгіштің мәні әр түрлі мәнге ие болады. Зерттеудің 24-ші сағатында ПМАҚ: П2М5ВР гидрогельдері 2:4 қатынасында сулы ортаның меншікті электрөткізгіштіктің мәнінің лезде өсуін, гидрогельдердің қашықтықтан бір-біріне әсер етуі нәтижесінде, қосымша ОН-иондарының пайда болуы нәтижесінде деп түсіндіруге болады. Себебі, ұзақ мерзімді әрекеттесудің нәтижесінде полиметакрил қышқылы мен поли-2-метил-5-винилпиридин гельдері ерітіндідегі зарядталған бөлшектердің жоғары концентрациясын көрсетеді. Қышқылдық және негіздік гидрогельдердің белгілі бір арақатынасында бастапқы гидрогельдермен салыстырғанда гПМАҚ:гП2М5ВР жүйесінің 5:1 және 3:3 қатынастарында электроөткізгіштіктің ең төменгі көрсеткіштері тіркеліп, гидрогельдердің ең жоғарғы белсенділік аймақтары байқалады.



Сурет. 2. гПМАҚ– гП2М5ВР интергелді жүйесінің меншікті электрөткізгіштігінің сулы ортадағы уақытқа тәуелділігі.

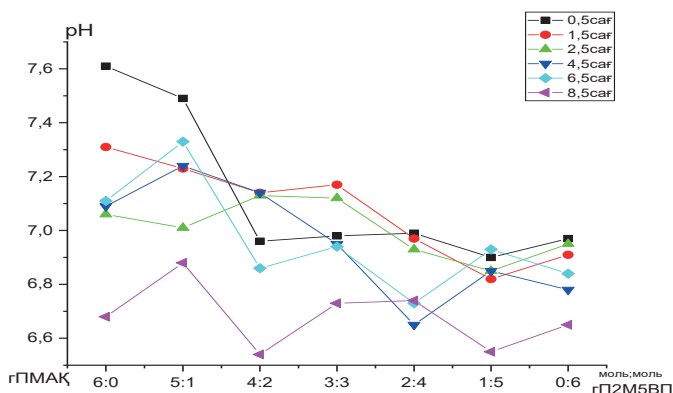
8.5 сағаттан соң гидрогельдердің 2:4 қатынасында сулы ортаның электроөткізгіштігі жоғарлағаны байқалады, мұндай құбылысты, гидрогельдер өзара активтелгенін және жоғары ионданған күйге көшкенін қашықтан әсер ету кезінде болады деп тұжырымдасақ болады. Диссоциациялану константасы жоғары карбоксил тобы бар гидрогельдер қашықтан өзара әсер еткенде, ортаның электроөткізгіштік мәні жоғарылайды. Карбонилді топтар алдымен ионданады, кейін карбоксилат анион $-\text{COO}^-$ мен H^+ сутек ионына диссоциацияланады. Қашықтықтан әсер ету кезінде гидрогельдер өзара активтелгенін және жоғары ионданған күйге көшкенін байқауға болады. Сол себепті диссоциация процесінде сулы ортада протон иондары түзіледі.

Суреттен байқағанымыздай гПМАҚ:гП2М5ВП жүйесінің 5:1 және 3:3 қатынастарында 8.5 сағаттан соң, электроөткізгіштіктігі төмендейді. Мұндай өзгерісті, карбоксил топтарының диссоциациялануын тежейтін және гидрогель иондарының еркін қозғалуына бөгет жасайтын комплекстердің түзілуімен түсіндіруге болады. гПМАҚ: гП2М5ВП интергельді жүйесінде гидрогельдердің 1:5 қатынасында ортаның электроөткізгіштігі қашықтан әсер етудің 8.5 сағатқа жеткенде, максимум мәнге 8-ге жетіп, ары қарай уақыт өткен сайын 2.8-ге дейін төмендеді. 0:6 қатынасында поли-2-метил-5-винилпиридин гидрогелі қатысында электроөткізгіштің уақыт өте, аса қатты өзгеріске ұшырамағаны суретте көрсетілген, яғни ерітіндіде жаңа иондардың пайда болуы жүрмегендігін болжауға болады. Сулы ортада карбоксил топтары мен су молекулаларының H^+ , OH^- иондарына диссоциациялану барысында түзілетін сутек иондарының қосылуы кезінде поли-2-метил-5-винилпиридин катионды гидрогелі ионданады. Оң зарядтардың жалпы мөлшері әрекеттесулер кезінде сулы ортада азаяды. Гидрогел бөлшектерінің өлшемдері үлкен болғандықтан сулы ортада қозғала алмайды. Интергелді жүйеде екі гелдің белгілі бір қатынастарында электроөткізгіштіктің жоғары шамалары карбонилді топтардың диссоциациясы протонның азот гетероатомдарына ассоциациялану процесінен басым болатынын көрсетеді. Бұл винилпиридин азот атомдарымен сутек иондарының ассоциациялануының төмендеуінен болуы мүмкін. Мұның себебі түйінаралық тізбектердегі буындардың конформациялық өзгерістері болуы мүмкін. Зарядталған NH^+ топтардың белгілі концентрацияларында полимерлік шумақтардың жиырылуы мен протонның байланыстыруының азаюына әкелетін $\geq \text{N} \dots \text{H}^+ \dots \text{N} \equiv$ типтегі ішкі молекулалық торлар түзілуі мүмкін. Полиметакрил қышқылы мен поли-2-метил-5-винилпиридин гелдерінің интергельді жүйесі ерітінділерінің рН шамасының уақытқа тәуелділігі 3-ші суретте келтірілген.



Сурет. 3. гПМАА:гП2М5ВП интергелді жүйесінің рН сулы ортадағы уақытқа тәуелділігі

Интергелді жүйенің қатысында сирек торланған полиметакрил қышқылы мен поли-2-метил-5-винилпиридин полимерлік торларының сулы ортада сутек иондары концентрациясының өзгерісі байқалады. 5:1 қатынасында сулы ортаның рН мәнінің 0.5сағатта максимум мәнге 7.9-ке жетіп, ары қарай рН көрсеткіші 2.5 сағатта төмендеп, 6.5 сағатқа жеткенде қайта көтерілгенің байқауымызға болады. Көрсетілген нәтижелер полиқышқыл басым болғанда ерітіндінің бастапқы уақытта (1 қисық) жүйеде рН шамасы жоғары болатынын көрсетеді, диссоциация кезінде H^+ ионының бөліну жылдамдығы полинегізге қарағанда полиқышқылда (1,2,3 қисығы) жоғары. Карбоксил $COOH$ тобының диссоциацияда бөліну жылдамдығы төмендеп, соның нәтижесінде рН ортасы өседі. Сол себепті, H^+ ионының концентрациясы екі процесстің тепе-теңдігін анықтап отырады. Ерітіндінің рН шамасы гПМАА:гП2М5ВП 4:2 қатынасында минимум арқылы өте отыра поливинилпиридин үлесінің артуымен біртіндеп түсе бастайды.4-суретте гПМАА:гП2М5ВП интергелді жүйесінің рН шамасының гидрогельдердің әр түрлі мольдік қатынастарына тәуелділігі бейнеленген.



Сурет. 4. гПМАА:гП2М5ВП интергелді жүйесінің рН сулы ортадағы уақытқа тәуелділігі

Суретте, уақытқа қатысты гидрогельдердің барлық қатынастары үшін рН шамасының өзгергені байқалады. Зерттеудің рН мәні 0.5 сағат уақыт өткен кезде, 6:0 қатысынасында рН көрсеткішінің мәні максималды өскен, ал кейін уақыт өте келе біртіндеп рН көрсеткіші төмендегені байқалады, мұнда рН көрсеткішінің жалпы тенденциядан ауытқу байқалады. Бұл тәжірибенің басында күрделірек химиялық процестің болуы мүмкін екенін көрсетеді. Мүмкін, бұл кезде полимер тізбектерінің диссоциациялануымен байланысты әсерлер ортаның рН-ына толық әсер етпеуі немесе ерітіндінің рН-ын уақытша тұрақтандыратыны ионалмасу орын алуы мүмкін. 2:4 қатынасында сулы ортаның рН мәнінің 4.5 сағатта төмендеуі сутегі иондарының концентрациясының жоғарылауын көрсетеді. Интергелді жүйе үшін сулы ортада сутектің төмен концентрациялары гидрогельдердің 4:2 және 1:5 қатынастарында байқалады, бұл деректер тәжірибе жүзінде электрөткізгіштік бойынша нәтижелермен сәйкес келеді. Зерттеудің 8.5-сағатында, протондардың концентрациясы төмен болғаны гидрогельдердің 3:3 қатынасында байқалады, бұл молекулалық ассоциаттардың ыдырауымен түсіндіріледі. 0:6 қатынасында поли-2-метил-5-винилпиридин гидрогелі қатысында ортаның рН көрсеткіші 8.5 сағаттың ішінде 7 көрсеткішінен 6.07-ге түскенің байқай аламыз.

Қорытынды

Зерттеулердің нәтижесінде, меншікті электрөткізгіштіктің өзгеретіні гидрогельдердің барлық мольдік қатынастарында байқалды. Зерттелетін гидрогельдердің қашықтан әрекеттесуі интергелді жүйелердің полиметакрил қышқылы мен поли-2-метил-5-винилпиридин гидрогельдерінің электрөткізгіштігінің өзгеруі және қарама-қарсы зарядталған иондар мен бейтарапталған иондар түзуі, гидрогельдер арасында қашықтан әрекеттесу эффектісінің бар болғанын көрсетеді. Демек, активтену барысында гидрогельдер жоғары ионданған күйге көшеді. Нәтижесінде ерітіндінің электрохимиялық қасиеттерінің өзгеруіне, конформациялық және макромолекулалардың сорбциялық қасиеттерінің өзгеруіне алып келеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

- Fazli Wahid, Xiang-Jun Zhao, Shi-Ru Jia, He Bai, Cheng Zhong (2020). Nanocomposite hydrogels as multifunctional systems for biomedical applications: Current state perspectives // *Composites Part B: Engineering* — 2020. — 200. — 108208. — <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2020.108208>
- T.K. Jumadilov, L.K. Yskak, N.O. Myrzakhmetova (2023). FEATURES OF SORPTION OF CERIU IONS BY THE INTERPOLYMER SYSTEM BASED ON AMBERLITE IR120 AND AB-17-8 ION-EXCHANGE RESIN // *NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY* — 2023. — 1. — 454. — 37–46. — <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.146>
- Yan Yin, Qingzhuo Gu, Xuebo Liu, Fuguo Liu (2023). David Julian McClements, Double network hydrogels: Design, fabrication, and application in biomedicines and foods // *Advances in Colloid and Interface Science*. — 2023. — 320. — 102999. — <https://doi.org/10.1016/j.cis.2023.102999>
- Can Zhou, Tingting Wu, Xinmin Xie, Guoxi Song, Xintao Ma, Qiyu Mu, Zixu Huang, Xiguang Liu, Changmei Sun, Wenlong Xu. (2022). Advances and challenges in conductive hydrogels: From properties to applications // *European Polymer Journal*. — 2022. — 177. — 111454. — <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2022.111454>

Leimapokpam Sophia Devi, Roy Paily Palathinkal, Ashok Kumar Dasmahapatra. (2024). Preparation of cross-linked PANI/PVA conductive hydrogels for electrochemical energy storage and sensing applications // *Polymer*. — 2024. — 293. — 126673. — <https://doi.org/10.1016/j.polymer.2024.126673>

Jumadilov T.K., Khimersen Kh., Haponiuk J.T. (2023). Influence of Initial States on the Electrochemical Behavior of Industrial Ionites in the Interpolymer System Lewatit CNPLF-AB-17-8 // *Advanced Polymer Structures: Chemistry for Engineering Applications*. — 2023. — 83–95. — <https://doi.org/10.1201/9781003352181-9>

Jumadilov T.K., Khimersen Kh., Haponiuk J.T., Totkhuskyzy B. (2024). Enhanced Lutetium Ion Sorption from Aqueous Solutions Using Activated Ion Exchangers // *Polymers*. — 2024. — 16. — 220. — <https://doi.org/10.3390/polym16020220>

Jumadilov T.K., Totkhuskyzy B., Malimbayeva Z., Kondaurov R., Imangazy A.M., Khimersen K., Grazulevicius J.V. (2021). Impact of Neodymium and Scandium Ionic Radii on Sorption Dynamics of Amberlite IR120 and AB-17-8 Remote Interaction // *Materials* — 2021. — 14. — 5402. — <https://doi.org/10.3390/ma141854022>

Jumadilov T.K., Imangazy A.M., Khimersen Kh., Haponiuk J.T. (2023). Remote interaction effect of industrial ion exchangers on the electrochemical and sorption equilibrium in scandium sulfate solution // *Polymer Bulletin*. — 2023. — 81. — 1–19. — <https://doi.org/10.1007/s00289-023-04800-x>

Utesheva A.A., Jumadilov T.K., Grazulevicius J.V. (2022). Self-organization of interpolymer systems with high sorption activity to uranyl ions // *Engineering Journal of Satbayev University*. — 2022. — 144(2). — 22–27. — <https://doi.org/10.51301/ejsu.2022.i2.04>

María Dolores Ramírez-Alba, Marta Molins-Martínez, Jose García-Torres, Michela Romanini, Roberto Macovez, Maria M. Pérez-Madrigal, Carlos Alemán (2024). pH and electrically responsive hydrogels with adhesive property // *Reactive and Functional Polymers*. — 2024. — 196. — 105841. — <https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2024.105841>

REFERENCES

Fazli Wahid, Xiang-Jun Zhao, Shi-Ru Jia, He Bai, Cheng Zhong (2020). Nanocomposite hydrogels as multifunctional systems for biomedical applications: Current state and perspectives // *Composites Part B: Engineering*. — 2020. — 200. — 108208. — <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2020.108208>

T.K. Jumadilov, L.K. Yskak, N.O. Myrzakhmetova (2023). FEATURES OF SORPTION OF CERIUM IONS BY THE INTERPOLYMER SYSTEM BASED ON AMBERLITE IR120 AND AB-17-8 ION-EXCHANGE RESIN // NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY — 2023. — 1. — 454. — 37–46. — <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.146>

Yan Yin, Qingzhuo Gu, Xuebo Liu, Fuguo Liu (2023). David Julian McClements, Double network hydrogels: Design, fabrication, and application in biomedicines and foods // *Advances in Colloid and Interface Science*. — 2023. — 320. — 102999. — <https://doi.org/10.1016/j.cis.2023.102999>

Can Zhou, Tingting Wu, Xinmin Xie, Guoxi Song, Xintao Ma, Qiyu Mu, Zixu Huang, Xiguang Liu, Changmei Sun, Wenlong Xu (2022). Advances and challenges in conductive hydrogels: From properties to applications // *European Polymer Journal*. — 2022. — 177. — 111454. — <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2022.111454>

Leimapokpam Sophia Devi, Roy Paily Palathinkal, Ashok Kumar Dasmahapatra. (2024). Preparation of cross-linked PANI/PVA conductive hydrogels for electrochemical energy storage and sensing applications // *Polymer*. — 2024. — 293. — 126673. — <https://doi.org/10.1016/j.polymer.2024.126673>

Jumadilov T.K., Khimersen Kh., Haponiuk J.T. (2023). Influence of Initial States on the Electrochemical Behavior of Industrial Ionites in the Interpolymer System Lewatit CNPLF-AB-17-8 // *Advanced Polymer Structures: Chemistry for Engineering Applications*. — 2023. — 83–95. — <https://doi.org/10.1201/9781003352181-9>

Jumadilov T.K., Khimersen Kh., Haponiuk J.T., Totkhuskyzy B. (2024). Enhanced Lutetium Ion

Sorption from Aqueous Solutions Using Activated Ion Exchangers // *Polymers*. — 2024. — 16. — 220. — <https://doi.org/10.3390/polym16020220>

Jumadilov T.K, Totkhuskyzy B., Malimbayeva Z., Kondaurov R., Imangazy A.M, Khimersen K., Grazulevicius J.V. (2021). Impact of Neodymium and Scandium Ionic Radii on Sorption Dynamics of Amberlite IR120 and AB-17-8 Remote Interaction // *Materials*. — 2021. — 14. — 5402. — <https://doi.org/10.3390/ma141854022>

Jumadilov T. K., Imangazy A.M., Khimersen Kh., Haponiuk J.T. (2023). Remote interaction effect of industrial ion exchangers on the electrochemical and sorption equilibrium in scandium sulfate solution // *Polymer Bulletin*. — 2023. — 81. — 1–19. — <https://doi.org/10.1007/s00289-023-04800-x>

Utesheva A.A., Jumadilov T.K., Grazulevicius J.V. (2022). Self-organization of interpolymer systems with high sorption activity to uranyl ions // *Engineering Journal of Satbayev University*. — 2022. — 144(2). — 22–27. — <https://doi.org/10.51301/ejsu.2022.i2.04>

María Dolores Ramírez-Alba, Marta Molins-Martínez, Jose García-Torres, Michela Romanini, Roberto Macovez, María M. Pérez-Madrigal, Carlos Alemán. (2024). pH and electrically responsive hydrogels with adhesive property // *Reactive and Functional Polymers*. — 2024. — 196. — 105841. — <https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2024.105841>



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 самодостаточный 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.

Вдолжностиректора 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 СҮЙІКТИКТИҢ 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. Аймурагов 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 ӘРЕКЕТТЕСУ 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. Teshayev, 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.