

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

2023 • 3



ҚАЙЫРЫМДЫЛЫҚ ҚОРЫ

HALYK

CHARITY FOUNDATION

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

БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ

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

REPORTS

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

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944

ALMATY, NAS RK



ЧФ «ХАЛЫҚ»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Б А С Р Е Д А К Т О Р :

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

Р Е Д А К Ц И Я Л Ы Қ А Л Қ А :

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

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

САНГ-СУ Квак, Ph.D (биохимия, агрохимия), профессор, Корея 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, Ph.D (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

ТИГИНЯНУ 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 № KZ93VPY00025418 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 Асава Дар, профессор Колледжа восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет восточной медицины Университета Хамдарда (Карачи, Пакистан), Н = 21

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ХАРИН Станислав Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, 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

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 3. Number 347 (2023), 94–105

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1483.228>

УДК 549.31:628.3

МРПТИ 31.17.29

© M.A. Daurenbek, 2023

Non-profit limited company «Taraz regional university named M.KH. Dulaty»,
Taraz, Kazakhstan.

E-mail: mdaurenbek@mail.ru

ABOUT FOREIGN RESEARCH OF COMPLEX SULFIDE COMPOUNDS AS PART OF THEIR USE IN WASTEWATER PURIFICATION TECHNOLOGIES (state and tendencies)

Daurenbek Murat Amiruly — PhD student of specialty chemistry of the «Chemistry & chemical technology department», Non-profit limited company «Taraz regional university named M.KH. Dulaty», Suleimenov str., 7, Taraz, Kazakhstan

E-mail: mdaurenbek@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3275-2920>.

Abstract. The importance of solving the global problem of wastewater purification has been substantiated. The place and role of complex sulfide compounds in the production of photocatalysts used in purification technologies have been clarified. The complexity of wastewater treatment due to the presence of a large number of heterogeneous pollutants is revealed. A review of the most significant foreign studies in the field of creating photocatalysts used in technologies for wastewater treatment is given. Examples are given. A cross-linked $\text{ZnIn}_2\text{S}_4/\text{rGO}$ composite photocatalyst for sunlight-driven photocatalytic degradation of 4-nitrophenol; Self-assembled hierarchical and bifunctional MIL-88A(Fe)@ ZnIn_2S_4 heterostructure as a reusable sunlight-driven photocatalyst for highly efficient water purification; Enhanced photocatalytic degradation of P-Chlorophenol by ZnIn_2S_4 nanoflowers modified with carbon quantum dots; Construction of a La- $\text{ZnIn}_2\text{S}_4/\text{MIL-125}(\text{Ti})$ heterojunction for highly efficient photocatalytic degradation of aflatoxin B-1; Novel scheme towards interfacial charge transfer between ZnIn_2S_4 and BiOBr for efficient photocatalytic removal of organics and chromium (VI) from water; Photocatalytic degradation of 2,4,6-tribromophenol over Fe-doped ZnIn_2S_4 ; Stable activity and enhanced debromination; Hydrangea-like $\text{ZnS}/\text{ZnIn}_2\text{S}_4$ microspheres with outstanding photocatalytic degradation of xylenol orange and thymol blue under vis irradiation; Direct Z-scheme 1D/2D $\text{WO}_2.72/\text{ZnIn}_2\text{S}_4$ hybrid photocatalysts with highly-efficient visible-light-driven photodegradation towards

tetracycline hydrochloride removal; Z-scheme $\text{TiO}_2\text{-x@ZnIn}_2\text{S}_4$ architectures with oxygen vacancies-mediated electron transfer for enhanced catalytic activity towards degradation of persistent antibiotics; Photocatalytic degradation of dyes by ZnIn_2S_4 microspheres under visible light irradiation; Identification of intermediates and transformation pathways derived from photocatalytic degradation of five antibiotics on ZnIn_2S_4 ; Construction of a recyclable dual-responsive TiO_2 -based photocatalyst modified with ZnIn_2S_4 nanosheets and zinc phthalocyanine for Cr(VI) reduction under visible light etc. are also discussed in this article. The main tendencies and directions of solving the problem of wastewater treatment have been revealed: the priority is research on the search for highly effective methods of disposal of the most toxic and persistent components of pollution, such as aflatoxin B-1, Cr(VI), hydrogen peroxide, nitrophenol, p-ftalic acid, chlorophenol etc.; search for methods of maximum rapid decomposition of pollutants; search for sulfide photocatalysts, which ensure simultaneous decomposition of several heterogeneous pollutants; creation of photocatalyst materials in order to their reuse in wastewater treatment technologies repeatedly.

Keywords: Wastewater, organic pollutants, photocatalytic degradation, photocatalyst, zinc indium sulfide

© М.Ә. Дәуренбек, 2023

КЕАҚ «М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті»,

Тараз, Қазақстан.

E-mail: mdaurenbek@mail.ru

**ШЕТЕЛДІК ЗЕРТТЕУЛЕР АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАЗАРТУ
ТЕХНОЛОГИЯЛАР ШЕҢБЕРІНДЕ ПАЙДАЛАНЫЛАТЫН
СУЛЬФИДТЕРДІҢ КЕШЕНДІ ҚОСЫЛЫСТАРЫ ТУРАЛЫ
(жағдайы мен тенденциялары)**

Аннотация. Ағынды суларды тазартудың жаһандық мәселесін шешудің маңыздылығына негізделген. Тазарту технологияларында қолданылатын фотокатализаторлар өндірісіндегі сульфидтердің күрделі қосылыстарының орны мен рөлі анықталды. Ағынды суларды тазартудың күрделілігі олардың құрамында әртүрлі тектегі ластаушы заттардың көп болуына қарай айқындалды. Ағынды суларды тазарту технологиясында қолданылатын фотокатализаторларды жасау саласындағы ең маңызды шетелдік зерттеулерге шолу берілген. Мысалдар келтірілген. Күн сәулесінің әсерінен 4-нитрофенолды фотокаталитикалық бейтараптандыруға арналған $\text{ZnIn}_2\text{S}_4/\text{rGO}$ тігілген композиттік фотокатализаторы; көп рет пайдаланылатын фотокатализатор ретінде өздігінен түзілетін иерархиялық және екі функционалды $\text{MIL-88A(Fe)@ZnIn}_2\text{S}_4$ гетероқұрылымы; көміртекті кванттық нүктелермен өзгертілген ZnIn_2S_4 нано гүлдермен п-хлорфенолдың жеделдетілген фотокаталитикалық ыдырауы; В-1 афлатоксинінің жоғары тиімді

фотокаталитикалық ыдырауы үшін $\text{La-ZnIn}_2\text{S}_4/\text{MIL-125}(\text{Ti})$ гетероауысуын жобалау; ағынды сулардан органикалық қосылыстар мен хромды (VI) тиімді фотокаталитикалық жою үшін ZnIn_2S_4 және BiOBr арасындағы зарядты фаза аралық тасымалдаудың жаңа схемасы; темірмен легирленген ZnIn_2S_4 -те 2,4,6-трибромфенолдың фотокаталитикалық ыдырауы; ксиленол қызғылт сарының және тимол көктің көрінетін жарығында максималды тиімді фотокаталитикалық ыдырауы бар $\text{ZnS/ZnIn}_2\text{S}_4$ гортензия тәрізді микросфералары; көрінетін жарықта тетрациклин гидрохлоридін жоғары тиімді жоятын $\text{WO}_2.72/\text{ZnIn}_2\text{S}_4$ гибриді фотокатализаторлардың тікелей Z-схемасы; тұрақты антибиотиктердің жоғары каталитикалық ыдырауының белсенділігі үшін $\text{TiO}_2\text{-x@ZnIn}_2\text{S}_4$ Z-схемасы; көрінетін жарықта ZnIn_2S_4 микросфераларымен бояғыштардың фотокаталитикалық ыдырауы; ZnIn_2S_4 -те бес антибиотиктің фотокаталитикалық ыдырауы нәтижесінде аралық өнімдер мен трансформация жолдарын сәйкестендіру; көрінетін жарықта Cr(VI) жою үшін ZnIn_2S_4 наножапырақшалармен және мырыш фталоцианинімен өзгертілген қос жаңғырығы бар TiO_2 негізіндегі фотокатализаторды құру және т.б. қарастырылды. Ағынды суларды тазарту мәселесін шешудің негізгі тенденциялары мен бағыттары анықталды: афлатоксин В-1, Cr(VI) , сутегі асқын тотығы, нитрофенол, п-фтал қышқылы, хлорфенол және т. б. сияқты ластанудың ең улы және тұрақты компоненттерін жоюдың жоғары тиімді әдістерін іздеу бойынша зерттеулер басымды болып табылады; ластаушы заттардың мүмкіндігінше ең жылдам ыдырау тәсілдерін іздестіру; бірнеше әртүрлі тектегі ластаушы заттардың бір мезгілде ыдырауын қамтамасыз ететін сульфидті фотокатализаторларды іздеу; ағынды суларды тазарту технологияларында көп рет пайдалану мақсатында фотокатализаторлар үшін материалдар жасау.

Түйін сөздер: Ағынды сулар, органикалық ластаушы заттар, фотокаталитикалық ыдырау, фотокатализатор, мырыш-индий сульфиді

© М.А. Дауренбек, 2023

НАО «Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати»,
Тараз, Казахстан.

E-mail: mdaurenbek@mail.ru

**О ЗАРУБЕЖНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ КОМПЛЕКСНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ СУЛЬФИДОВ В РАМКАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В
ТЕХНОЛОГИЯХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
(состояние и тенденции)**

Аннотация. В работе обоснована важность решения глобальной проблемы очистки сточных вод, выяснены место и роль комплексных соединений сульфидов в производстве фотокатализаторов, применяемых в технологиях очистки, выявлена сложность осуществления очистки сточных вод из-за

наличия в них большого количества разнородных загрязнителей, приведён обзор наиболее значимых зарубежных исследований в области создания фотокатализаторов, используемых в технологиях при очистке сточных вод, и приведены примеры. В статье рассмотрены сшитый композитный фотокатализатор $\text{ZnIn}_2\text{S}_4/\text{rGO}$ для фотокаталитической нейтрализации 4-нитрофенола под действием солнечного света; самообразующаяся иерархическая и бифункциональная гетероструктура $\text{MIL-88A}(\text{Fe})@\text{ZnIn}_2\text{S}_4$ в качестве многоразового фотокатализатора, работающего на солнечном свете, для высокоэффективной очистки воды; ускоренное фотокаталитическое разложение п-хлорфенола наночетками ZnIn_2S_4 , модифицированными углеродными квантовыми точками; конструирование гетероперехода $\text{La-ZnIn}_2\text{S}_4/\text{MIL-125}(\text{Ti})$ для высокоэффективного фотокаталитического разложения афлатоксина В-1; новая схема межфазного переноса заряда между ZnIn_2S_4 и BiOBr для эффективного фотокаталитического удаления органических соединений и хрома (VI) из сточных вод; фотокаталитическое разложение 2,4,6-трибромфенола на легированном железом ZnIn_2S_4 ; гортезиообразные микросферы $\text{ZnS}/\text{ZnIn}_2\text{S}_4$, обладающие максимально эффективным фотокаталитическим разложением в видимом свете ксиленолового оранжевого и тимолового синего; прямая Z-схема гибридных фотокатализаторов $\text{WO}_2.72/\text{ZnIn}_2\text{S}_4$ с высокоэффективным удалением гидрохлорида тетрациклина в видимом свете; Z-схема $\text{TiO}_2\text{-x}@\text{ZnIn}_2\text{S}_4$ для повышенной каталитической активности разложения стойких антибиотиков; фотокаталитическое разложение красителей микросферами ZnIn_2S_4 в видимом свете; идентификация промежуточных продуктов и путей трансформации в результате фотокаталитического разложения пяти антибиотиков на ZnIn_2S_4 ; создание фотокатализатора на основе TiO_2 с двойным откликом, модифицированного наночетками ZnIn_2S_4 и фталоцианином цинка, для удаления $\text{Cr}(\text{VI})$ в видимом свете и др. Автором выявлены основные тенденции и направления решения проблемы очистки сточных вод: приоритетными являются исследования по поиску высокоэффективных способов утилизации наиболее токсичных и стойких компонентов загрязнения, таких как афлатоксин В-1, $\text{Cr}(\text{VI})$, перекись водорода, нитрофенол, п-фталева кислота, хлорфенол и др; поиск способов максимально быстрого разложения загрязняющих веществ; поиск сульфидных фотокатализаторов, обеспечивающих одновременное разложение нескольких разнородных загрязнителей; создание материалов для фотокатализаторов с целью их многократного использования в технологиях очистки сточных вод.

Ключевые слова: сточные воды, органические загрязнители, фотокаталитическое разложение, фотокатализатор, сульфид цинк-индий

Введение

Одной из мировых экологических проблем, в том числе и в Казахстане, является проблема очистки сточных вод. Так, ежегодно в поверхностные

водоёмы республики сбрасывается более 200 млн. м³ этих загрязнителей окружающей среды (Bugaeva, 2014). Большинство предприятий перерабатывающего и энергетического комплекса имеет несовершенную, а порой и полностью отсутствующую технологию их очистки. Данная проблема особенно остро стоит в густонаселённых районах. Последствия загрязнения окружающей среды сточными водами общеизвестна и не нуждается в подробных комментариях.

Сложность очистки сточных вод обусловлена наличием в их составе большого числа различных загрязняющих веществ. К примеру, в сточных водах фармацевтики содержатся тетрациклин, гидрохлорид диоксициклин, хлортетрациклин, гидрохлорид тетрациклин, окситетрациклин, бисфенол А, п-фталева кислота, сульфометаксазол, 2,4,6 – трибромфенол, нитрофурантоин, метронидазол, ципрофлоксацин, диклофенак, перекись водорода, хлорамфеникол, рифампицин, линкомицин гидрохлорид, эритромицин, салициловая кислота, 2,4,6 – трихлорфенол, парацетамол и др. Подобных примеров к сожалению можно привести по большинству отраслей промышленности и сельского хозяйства. Очевидно, создать единую технологию для деактивации одновременно всех загрязнителей практически невозможно. Технология очистки считается успешной если позволяет обезвредить и разложить одновременно несколько видов разнородных загрязнений.

Одной из задач технологии является возбуждение и возможно максимальное ускорение протекания реакции обеззараживания. Эти задачи выполняют различные катализаторы. В настоящее время вниманию учёных привлечено к созданию фотокатализаторов на основе комплексных соединений сульфидов, что значительно удешевляет процесс очистки. Исследование показывает, что наиболее перспективным сульфидом для этих целей является комплексное соединение $ZnIn_2S_4$.

Так, в статье (Daurenbek, 2022) мы уже сообщали об использовании этого материала в технологиях водородной энергетики. В статье (Daurenbek, 2023) приведены исследования этого сульфида в рамках его применения в технологиях производства синтез-газа. В данной работе речь пойдёт об исследованиях указанного сульфида в рамках использования в технологиях очистки сточных вод. Приведём примеры.

Состояние и тенденции исследований. 1. В работе (Chen, 2015) химически сшитый композитный фотокатализатор $ZnIn_2S_4/rGO$ был синтезирован как стабильный фотокатализатор солнечного света для разложения крайне токсичного 4-нитрофенола. Результаты эксперимента показали, что чистый $ZnIn_2S_4$ также проявлял достаточную фотокаталитическую активность в видимом свете по отношению к разложению 4-нитрофенола, однако подвергался сильной фотокоррозии под воздействием солнечного света. Напротив, химически сшитый ZIS/rGO обладал не только повышенной фотокаталитической активностью в видимом свете, но и значительно

улучшенной устойчивостью к солнечному свету. Данные исследований показали, что нанолист ZnIn_2S_4 химически взаимодействовал с листом rGO через ковалентные связи Zn-O-C, что приводило к настраиваемой зонной структуре и повышенной фотокаталитической активности. Более того, такие ковалентные связи между ZnIn_2S_4 и rGO могут улучшить структурную стабильность композита, способного резко повысить стойкость к фотокоррозии. Результаты работы могут лечь в основу разработки более активных и коррозионно устойчивых к видимому свету фотокатализаторов.

2. В публикации (Yuan, 2020) иерархические гетероструктуры MIL-88A(Fe)@ ZnIn_2S_4 были синтезированы простым низкотемпературным сольвотермическим методом. Комбинация MIL-88A(Fe) и ZnIn_2S_4 обеспечивает превосходные фотокаталитические свойства под действием солнечного света. Повышенная эффективность разделения фотогенерированных носителей заряда способствовала оптимальным фотокаталитическим характеристикам 12,5 %-HMIL@ZIS, при этом 100% шестивалентного хрома (Cr(VI)) и 99,6 % сульфаметоксазола превращались в течение 9 мин (для хрома) и 60 мин (для сульфаметоксазола) при pH 5. Кинетические константы скорости восстановления Cr(VI) (0,5864 мин(-1)) и разложения сульфаметоксазола (СМЗ) (0,0958 мин(-1)) были примерно в 15 и 5 раз выше ранее достигнутых результатов. Образование O-центра dot(2)- способствует сверхвысокой конверсии Cr(VI). При этом синергетический эффект O-1(2) и O-center dot(2)- играл доминирующую роль в разложении сульфаметоксазола. Важно, что удовлетворительные фотокаталитические характеристики фотокатализатора могут сохраняться после четырех циклов применения. Работа даёт новое представление о разработке фотокатализаторов на основе металлоорганического каркаса и указывает на большой потенциал для эффективной очистки сточных вод.

3. В статье (Qiu, 2022) исследовано удаление из сточных вод хлорфенола, представляющего собой серьёзную проблему из-за его естественной устойчивости, а также токсичных хлорированных побочных продуктов, образующихся в процессе разложения. В работе отмечается, что с помощью простого гидротермального метода была изготовлена серия трёхмерных структурированных фотокатализаторов в виде наноцветов ($\text{CQD}/\text{ZnIn}_2\text{S}_{4-x}$, $x = 1, 2$ или 3 мас.%). Уникальные фотокаталитические способности к разложению 4-хлорфенола были достигнуты облучением ксеноновой лампы. Эффективность удаления общего органического углерода для 4-хлорфенола на оптимизированных ККТ/ ZnIn_2S_4 -2 составила 49,1 %, что на 16,0 % выше, чем у немодифицированного ZnIn_2S_4 . Присутствие CQD можно использовать не только для настройки контролируемых зонных структур для увеличения поглощения света, но и в качестве акцептора, способствующего переходу электронно-дырочных пар. В целом, эта работа раскрывает перспективные возможности для изготовления эффективных фотокатализаторов при обезвреживании устойчивых органических загрязнителей.

4. В исследовании (Yang, 2023) отмечается, что в настоящее время загрязнение афлатоксином В-1 (AFB(1)) считается одной из наиболее распространенных проблем безопасности пищевых продуктов для людей и животных. Фотокаталитическое разложение, являясь одним из самых передовых методов, может эффективно использоваться в обезвреживании таких органических загрязнителей до конечных нетоксичных и безвредных продуктов. В статье исследована эффективность фотокаталитического разложения AFB(1) на основе катализатора $ZnIn_2S_4$. Повышение эффективности фотокаталитического разложения AFB(1) достигнуто соединением $ZnIn_2S_4$ с MIL-125(Ti), затем легированием La. Такой гибрид обозначается как La- $ZnIn_2S_4$ /MIL-125(Ti). Эта операция значительно улучшает фотокаталитические характеристики такого гибрида, что демонстрируется разложением 97,6% AFB(1). Согласно нестационарным реакциям фототока, легирование La и соединение с MIL-125(Ti) значительно улучшает эффективное разделение фотоиндуцированных электронно-дырочных пар на $ZnIn_2S_4$. Стратегия сочетания MOF и легирование редкоземельными элементами обеспечивает простой и эффективный метод разложения пищевых загрязнителей, продуцируемых афлотоксинами.

5. В публикации (He, 2022) отмечается, что создание гетероструктуры Z-схемы является эффективной стратегией для улучшения разделения носителей заряда. Однако успешное достижение процесса образования гетероструктуры на дефектном гетеропереходе остается сложной задачей. В данной работе гидротермальным методом успешно получены вакансии серы в гетеропереходных композитах $ZnIn_2S_4$ /BiOBr (СЗИС/ВОВ) с ковалентной связью S-O. Результат демонстрирует превосходные фотокаталитические и стабильные характеристики. Оптимизированный SZIS/BOB-10 продемонстрировал успешное разложение родамина В (95,2 %) и снижение содержания хрома (VI) (97,8 %) в течение 100 минут в видимом свете. Улучшенные композиты с S-вакансиями, связью SO и внутренним электрическим полем индуцируют механизм переноса заряда по Z-схеме. Механизм проверен на основе спектров поверхностного фотоэдс, спектров отклика электронного спина и расчетов теории функционала плотности. Работа не только дает ценную информацию о разработке фотокатализаторов с гетероструктурой прямой Z-схемы, но также описывает многообещающую стратегию разработки эффективных фотокатализаторов для разложения органических загрязнителей.

6. В исследовании (Gao, 2013) катализатор $ZnIn_2S_4$, легированный железом, был приготовлен и испытан на фотокаталитическое разложение 2,4,6-трибромфенола (2,4,6-ТБФ). Такой катализатор оказался более эффективным в дебромировании и удалении общего органического углерода (TOC) по сравнению с TiO_2 (P25) и $ZnIn_2S_4$. Создание Fe- $ZnIn_2S_4$ включало простой гидротермальным процесс синтеза $ZnIn_2S_4$ при низкой температуре с последующим химическим восстановительным осаждением Fe. Полученные

катализаторы исследованы с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), оснащенной рентгеновской энергодисперсионной спектроскопией (ЭДС), ПЭМ и ВРЭМ, спектрами FT-IR, рентгеновской дифракцией (XRD) и спектрами диффузного отражения в УФ-видимой области. Ширина запрещенной зоны $ZnIn_2S_4$ и $Fe-ZnIn_2S_4$, рассчитанная по началу краев поглощения, составила 2,12 эВ и 2,05 эВ соответственно. Рассчитанные константы псевдопервого порядка (К-г) для TiO_2 (0,022 мин⁽⁻¹⁾) < 0,5 мас.% $FeTiO_2$ (0,0369 мин⁽⁻¹⁾).

7. В работе (Fa, 2021) отмечается, что гортензиообразные микросферы $ZnS/ZnIn_2S_4$ изготавливались с помощью гидротермальной реакции в присутствии тиоацетамида. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия и просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения подтвердили, что сверхдлинные нанопроволоки состояли из ZnS и $ZnIn_2S_4$. Сканирующая электронная микроскопия показала, что морфология ультраотонких наноллистов со средней толщиной 8,5 нм, пересекаясь изнутри наружу, образуют микросферы $ZnS/ZnIn_2S_4$ с диаметром пор около 2,8 мкм. Изотерма адсорбции-десорбции азота определила, что удельная площадь поверхности микросфер по БЭТ составляло 109,19 м²/г, что соответствует большой удельной поверхности. Полученные микросферы $ZnS/ZnIn_2S_4$ показали широкое поглощение света (в диапазоне от УФ (200 нм) до видимого (520 нм)) с низкой шириной запрещенной зоны 2,08 эВ. Этот результат приводит к превосходному фотокатализу разложения в видимом свете ксиленолового оранжевого (ХО) и тимолового синего (ТВ) в воде. При этом оба красителя почти полностью разлагаются через 60 и 135 минут соответственно. Приведённые исследования открывают новые возможности привлечения наноматериалов для эффективного разложения органических красителей в видимом свете.

8. Авторы работы (Chen, 2020) констатируют рост экологической озабоченности по поводу серьезного загрязнения сточных вод различными антибиотиками. Предлагается серия гибридных фотокатализаторов $WO_2.72/ZnIn_2S_4$ (WOZIS) с прямой Z-схемой, состоящих из одномерных (1D) наностержней $WO_2.72(WO)$ и двумерных (2D) наноллистов $ZnIn_2S_4(ZIS)$, которые сконструированы для разложения гидрохлорида тетрациклина (ТЦГ) без присутствия твердотельных электронных медиаторов. Кристаллическая фаза, химический состав, морфология, оптические свойства и фотокаталитическая активность свежеприготовленных образцов были исследованы с помощью XRD, XPS, SEM, HRTEM, BET, UV-vis DRS и PL. Выявлено, что все гибридные фотокатализаторы WOZIS проявляли значительно повышенную фотокаталитическую активность в отношении разложения ТСН. При этом образец WOZIS с молярным соотношением WO/ZIS 1:1 показал наибольшую фотокаталитическую активность. Повышенная фотоактивность гибридного фотокатализатора WOZIS была обусловлена механизмом разделения зарядов по Z-схеме. К тому же, высокая фотокаталитическая стабильность указанного

гибридного образца WOZIS подтвердилась в ходе семи последовательных циклических реакций.

9. Авторы статьи (Zhang, 2022) отмечают, что в фотокатализе, как технологии «зеленой химии», разработка и изготовление высокоэффективных микро-нанопотокатализаторов с надежным использованием солнечного света для обработки стойких фармацевтических продуктов в системе сточных вод имеет решающее значение. Для улучшения фотоэлектрической активности, межфазного переноса заряда и снижения скорости рекомбинации фотогенерированной электронно-дырочной пары гидротермальным методом был изготовлен Z-схемный гетеропереход $\text{TiO}_{2-x}@\text{ZnIn}_2\text{S}_4$. Подробно исследованы морфологическая структура и оптические свойства полученных катализаторов. Эксперимент показал, что большое количество кислородных вакансий в TiO_{2-x} способствует образованию локальных энергетических уровней дефектов в нижней части СВ, что, в свою очередь, способствует расширению диапазона длин волн поглощаемого света. Этот образец $\text{TiO}_{2-x}@\text{ZnIn}_2\text{S}_4$ продемонстрировал более высокую фотокаталитическую эффективность разложения гидрохлорида тетрациклина (в 12,4 раза) и нитрофурантоина (в 7,70 раза) по сравнению с исходным TiO_{2-x} и ZnIn_2S_4 . Подчеркивается простой метод разработки высокоэффективных фотокатализаторов на основе титана.

10. В статье (Chen, 2009) авторы отмечают, что микросферы ZnIn_2S_4 были успешно синтезированы гидротермальным методом, синтез осуществлялся при различных температурах от 80 до 200°C. Образцы исследованы методами рентгеновской дифракции, УФ-видимой спектроскопии, рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии. Результаты исследования показали, что кристаллоидная структура и оптические свойства продуктов синтеза температурного ряда были почти одинаковыми. Удельная поверхность (S-BET) продуктов ZnIn_2S_4 снижается с повышением температуры синтеза. Образец с температурой 80°C имел самое большое значение удельной поверхности (85,53 м(2) г(-1)). Анализ СЭМ показал, что морфология ZnIn_2S_4 представляет собой микросферы, похожие на ногти, а образец при 80°C имел правильную морфологию. При исследовании фотокаталитической реакционной способности ZnIn_2S_4 на нескольких красителях (метилловый оранжевый, конго красный и родамин Б) выявлена их эффективное фотокаталитическое разложение красителей в видимом свете. Для идентификации красителей и продуктов их разложения использовали жидкостную хроматограмму масс-спектрометра. В работе предложен и обсужден механизм фотокаталитического разложения.

11. В работе (Gao, 2016) проведено всестороннее исследование эффективности разложения и путей трансформации пяти антибиотиков: гидрохлорид тетрациклина, хлорамфеникола, рифампицина, гидрохлорид линкомицина и эритромицина в результате фотокаталитического разложения

на $ZnIn_2S_4$ под действием видимого света. Из пяти антибиотиков после 90-минутного фотокаталитического разложения на $ZnIn_2S_4$ только три описывались кинетикой реакции псевдопервого порядка. Рассчитанные константы псевдопервого порядка ($k(r)$) находились в следующей последовательности: гидрохлорид тетрациклин (0,0858 мин⁽⁻¹⁾), эритромицин (0,0846 мин⁽⁻¹⁾), гидрохлорид линкомицин (0,0285 мин⁽⁻¹⁾). Результаты электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) показали, что основной активной формой кислорода в этом исследовании был супероксидный радикал (масло и второстепенная активная частица были гидроксильным радикалом ((ОН)-О-центральная точка). Идентификация промежуточных соединений была осуществлена с помощью LCMS-IT-TOF во время 180-минутного фотокаталитического разложения. При этом число трансформированных соединений составляла тридцать четыре за рифампицином, тридцать за эритромицином, двадцать за хлорамфениколом, шестнадцать за линкомицином гидрохлоридом и восемнадцать за тетрациклином гидрохлоридом соответственно. Предложенные пути фотокаталитического разложения обеспечивают подробный процесс эволюции пяти антибиотиков.

12. В статье (Liu, 2021) приводится исследование по синтезу пригодного для повторного использования фотокатализатора $Fe_3O_4@SiO_2@TiO_2@ZnIn_2S_4/ZnPc$ с двойной чувствительностью, используемого для удаления канцерогенного шестивалентного хрома (Cr (VI)) из жидких загрязнений окружающей среды. Приготовленная сердцевина-оболочка $Fe_3O_4@SiO_2@TiO_2$ (FST) была модифицирована $ZnIn_2S_4$ и цинк-тетра (N-карбонилакрилового) аминфталоцианина (ZnPc) и исследована с помощью XRD, XPS, SEM, HRTEM и UV-vis DRS. В FSTZP $ZnIn_2S_4$ может обеспечивать больше активных центров адсорбции и способствует разделению носителей заряда, а ZnPc эффективно использует энергию видимого света. $ZnIn_2S_4$ и ZnPc в FSTZP улучшают энергетическое действие света, что приводит к эффективным фотокаталитическим характеристикам FSTZP в отношении удаления Cr (VI) и разложения других загрязняющих веществ. Наибольшая эффективность удаления Cr (VI) с помощью FSTZP (0,3 г/л) составила 96,4 % за 60 мин при pH = 6. Что касается удаления органических загрязнителей в видимом свете родамина В (RhB), метиленового синего (MB), метилового оранжевого (MO) и гидрохлорид тетрациклина (TC center dot HCl) по ФСТЗП (0,3 г/л), то эффективность их удаления составляла соответственно 99 %, 99 %, 95 % и 86 % за 40 мин при pH = 6. Кроме того, как эффективный фотокатализатор, FSTZP сохранял свою стабильность после повторного использования в четвертом фотокаталитическом цикле путем магнитного восстановления.

В **заключении** отметим, что в рамках статьи, очевидно, невозможно осветить весь спектр исследований по поиску эффективных способов очистки сточных вод. Между тем, анализ более 140 работ, часть которых приведена в статье, позволяет выявить ряд тенденций и направлений в исследовании решения этой глобальной проблемы: приоритетными являются исследования

по поиску высокоэффективных способов утилизации наиболее токсичных и стойких компонентов загрязнения, таких как афлатоксин В-1, Cr(VI), перекись водорода, нитрофенол, п-фталева кислота, хлорфенол и др; поиск способов максимально быстрого разложения загрязняющих веществ; отбор сульфидных фотокатализаторов, обеспечивающих одновременное разложение нескольких разнородных загрязнителей; создание материалов для фотокатализаторов с целью их многократного использования в технологиях очистки сточных вод.

REFERENCES

Bugaeva A., Daurenbekova Sh. (2014). - Monitoring ekologicheskogo sostoyaniya territorii Respubliki Kazakhstan, <http://oldconf.neasmo.org.ua/node/2041> (in Russ.).

Daurenbek M.A. (2022). – some modern foreign studies based on complex sulfide compound $ZnIn_2S_4$ (state and trends), news of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan-series chemistry and technology, 1. Pp. 20–26. DOI: 10.32014/2020.2518-1491.7 (in Russ.).

Daurenbek M.A. (2023). – about foreign studies of $ZnIn$ compound sulfide as photocatalysts in the synthesis gas production (status and tendencies), news of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan-series chemistry and technology, 2. Pp. 43–52. DOI: 10.32014/2023.2518-1491.162 (in Russ.).

Chen J.Y., Zhang H.M., Liu P.R., Li Y.B., Liu X.L., Li G.Y., Wong P.K., An T.C., Zhao H.J. (2015). - Cross-linked $ZnIn_2S_4/rGO$ composite photocatalyst for sunlight-driven photocatalytic degradation of 4-nitrophenol, APPLIED CATALYSIS B-ENVIRONMENTAL, V. 168, Pp. 266–273. DOI: 10.1016/j.apcatb.2014.12.048 (in Eng.).

Yuan R.R., Qiu J.L., Yue C.L., Shen C., Li D.W., Zhu C.Q., Liu F.Q., Li A.M. (2020). - Self-assembled hierarchical and bifunctional $MIL-88A(Fe)@ZnIn_2S_4$ heterostructure as a reusable sunlight-driven photocatalyst for highly efficient water purification, CHEMICAL ENGINEERING JOURNAL. V. 401, 10. Pp. 3422–3427. DOI: 10.1016/j.cej.2020.126020 (in Eng.).

Qiu J.L., Liu Q., Qiu Y.X., Liu F.Q., Wang F.H. (2022). - Enhanced Photocatalytic Degradation of P-Chlorophenol by $ZnIn_2S_4$ Nanoflowers Modified with Carbon Quantum Dots, CATALYSTS, V. 12, 12. DOI: 10.3390/catal12121545 (in Eng.).

Yang X.B., Pan J.J., Xing B.C., Lei W.J., Fu Y.C., Cheng K.J. (2023). - Construction of a $La-ZnIn_2S_4/MIL-125(Ti)$ heterojunction for highly efficient photocatalytic degradation of aflatoxin B-1, MATERIALS ADVANCES, V. 4, 3. Pp. 940–947. DOI: 10.1039/d2ma01028c (in Eng.).

He Z.M., Yang H.P., Sunarso J., Wong N.H., Huang Z.Y., Xia Y.M., Wang Y., Su J.B., Wang L.A., Kang L. (2022). - Novel scheme towards interfacial charge transfer between $ZnIn_2S_4$ and BiOBr for efficient photocatalytic removal of organics and chromium (VI) from water, CHEMOSPHERE. V. 303, 1. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2022.134973 (in Eng.).

Gao B., Liu L.F., Liu J.D., Yang F.L. (2013). - Photocatalytic degradation of 2,4,6-tribromophenol over Fe-doped $ZnIn_2S_4$: Stable activity and enhanced debromination, APPLIED CATALYSIS B-ENVIRONMENTAL, V. 129. Pp. 89–97. DOI: 10.1016/j.apcatb.2012.09.007 (in Eng.).

Fa D.J., Miao Y.Q., 2021 - Hydrangea-like $ZnS/ZnIn_2S_4$ microspheres with outstanding photocatalytic degradation of xylene orange and thymol blue under vis irradiation, MICRO & NANO LETTERS, V. 16, 10. Pp. 500-505. DOI: 10.1049/mna2.12074 (in Eng.).

Chen W., Chang L., Ren S.B., He Z.C., Huang G.B., Liu X.H., 2020 - Direct Z-scheme 1D/2D $WO_2.72/ZnIn_2S_4$ hybrid photocatalysts with highly-efficient visible-light-driven photodegradation towards tetracycline hydrochloride removal, JOURNAL OF HAZARDOUS MATERIALS, V. 384. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2019.121308 (in Eng.).

Zhang M., Arif M., Dong Y.Y., Chen X.B., Liu X.H., 2022 - Z-scheme $TiO_{2-x}@ZnIn_2S_4$ architectures with oxygen vacancies-mediated electron transfer for enhanced catalytic activity towards degradation of persistent antibiotics, COLLOIDS AND SURFACES A-PHYSICOCHEMICAL AND ENGINEERING ASPECTS, V. 649. DOI: 10.1016/j.colsurfa.2022.129530 (in Eng.).

Chen Z.X., Li D.Z., Zhang W.J., Shao Y., Chen T.W., Sun M., Fu X.Z., 2009 - Photocatalytic degradation of dyes by ZnIn₂S₄ microspheres under visible light irradiation, JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY C, V. 113, 11. Pp. 4433-4440. DOI: 10.1021/jp8092513 (in Eng.).

Gao B., Dong S.N., Liu J.D., Liu L.F., Feng Q.Q., Tan N., Liu T.T., Bo L.L., Wang L. (2016). - Identification of intermediates and transformation pathways derived from photocatalytic degradation of five antibiotics on ZnIn₂S₄, CHEMICAL ENGINEERING JOURNAL, V. 304. Pp. 826–840. DOI: 10.1016/j.cej.2016.07.029 (in Eng.).

Liu C., Li Y.H., Cui X., Liang C., Xing G.J., Duan Q. (2021). - Construction of a recyclable dual-responsive TiO₂-based photocatalyst modified with ZnIn₂S₄ nanosheets and zinc phthalocyanine for Cr(VI) reduction under visible light, CHEMICAL ENGINEERING JOURNAL, V. 417. DOI: 10.1016/j.cej.2021.129332 (in Eng.).

He Y.Q., Shi J., Yang Q., Tong Y., Ma Z.Y., Junior L.B., Yao B.H. (2022). - Co-doped 3D petal-like ZnIn₂S₄/GaN heterostructures for efficient removal of chlortetracycline residue from real pharmaceutical wastewater, CHEMICAL ENGINEERING JOURNAL, V. 446, 4. DOI: 10.1016/j.cej.2022.137355 (in Eng.).

Uddin A., Muhmood T., Guo Z.C., Gu J.Y., Chen H., Jiang F., 2020 - Hydrothermal synthesis of 3D/2D heterojunctions of ZnIn₂S₄/oxygen doped g-C₃N₄ nanosheet for visible light driven photocatalysis of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid degradation, JOURNAL OF ALLOYS AND COMPOUNDS, V. 845. DOI: 10.1016/j.jallcom.2020.156206 (in Eng.).

Liu H.Y., Niu C.G., Guo H., Huang D.W., Liang C., Yang Y.Y., Tang N., Zhang X.G. (2022). - Integrating the Z-scheme heterojunction and hot electrons injection into a plasmonic-based Zn₂In₂S₅/W₁₈O₄₉ composite induced improved molecular oxygen activation for photocatalytic degradation and antibacterial performance, JOURNAL OF COLLOID AND INTERFACE SCIENCE, V. 610. Pp. 953–969. DOI: 10.1016/j.jcis.2021.11.141 (in Eng.).

Jo W.K., Lee J.Y., Natarajan T.S. (2016). - Fabrication of hierarchically structured novel redox-mediator-free ZnIn₂S₄ marigold flower/Bi₂WO₆ flower-like direct Z-scheme nanocomposite photocatalysts with superior visible light photocatalytic efficiency, PHYSICAL CHEMISTRY CHEMICAL PHYSICS, V. 18. 2. Pp. 1000–1016. DOI: 10.1039/c5cp06176h (in Eng.).

Hao M.M., Deng X.Y., Xu L.Z., Li Z.H. (2019). - Noble metal Free MoS₂/ZnIn₂S₄ nanocomposite for acceptorless photocatalytic semi-dehydrogenation of 1,2,3,4-tetrahydroisoquinoline to produce 3,4-dihydroisoquinoline, APPLIED CATALYSIS B-ENVIRONMENTAL, V. 252. Pp. 18–23. DOI: 10.1016/j.apcatb.2019.04.002 (in Eng.).

Wang X.R., Chen Y. (2022). - ZnIn₂S₄/CoFe₂O₄ p-n junction-decorated biochar as magnetic recyclable nanocomposite for efficient photocatalytic degradation of ciprofloxacin under simulated sunlight, SEPARATION AND PURIFICATION TECHNOLOGY, V. 303. DOI: 10.1016/j.seppur.2022.122156 (in Eng.).

Yang D.X., Liang J.L., Luo L., Deng R.Y., Li G., He Q., Chen Y. (2021). - Facile defect engineering in ZnIn₂S₄ coupled with carbon dots for rapid diclofenac degradation, CHINESE CHEMICAL LETTERS, V. 32. 8. Pp. 2534–2538. DOI: 10.1016/j.ccllet.2020.12.049 (in Eng.).

Jahantiq A., Ghanbari R., Panahi A.H., Ashrafi S.D., Khatibi A.D., Noorabadi E., Meshkinian A., Kamani H. (2020). - Photocatalytic degradation of 2,4,6-trichlorophenol in aqueous solutions using synthesized Fe-doped TiO₂ nanoparticles via response surface methodology, DESALINATION AND WATER TREATMENT, V. 183. Pp. 366–373. DOI: 10.5004/dwt.2020.25249 (in Eng.).

**МАЗМУНЫ
ФИЗИКА**

М.С. Есенаманова, Ж.С. Есенаманова, А.Е. Глепбергенова, М. Махамбет, Н.Б. Байтемирова ГИДРОПОНИКАЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫДАҒЫ ҚЫШҚЫЛДЫҚ ПЕН ЭЛЕКТР ӨТКІЗГІШТІК ШАМАЛАРЫНЫҢ ӨЗАРА БАЙЛАНЫСЫ.....	7
Е.А. Жақанбаев, В.Н. Володин, Ю.Ж. Тулеушев ГАФНИЙ-КАДМИЙ ЖҮЙЕСІНДЕГІ НАНОБӨЛШЕКТЕРДІҢ БАЛҚУ ТЕМПЕРАТУРАСЫН ЖӘНЕ БАЛҚЫМА-КРИСТАЛ ШЕКАРАСЫНДАҒЫ БЕТТІК КЕРІЛҮДІ АЗАЙТУ.....	20
А.С. Ларионов, А.С. Диков, Л.А. Дикова, С.О. Ақаев, Р.В. Кирьянов СУТЕКТІ САҚТАУ ҮШІН ҰЗАҚ ПАЙДАЛАНУДАН КЕЙІН КОНТЕЙНЕР МАТЕРИАЛЫН ЗЕРТТЕУ.....	28
Е.М. Мырзакулов, Г.Т. Ергалиева БАРДИН-ЯНГ-МИЛЛС ҚАРА ҚҰРДЫМДАРЫНЫҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫ.....	36
В.М. Терещенко 8 ^m -10 ^m СПЕКТРОФОТОМЕТРЛІК СТАНДАРТТАР.VI. +40° АЙМАҚ.....	47
А.Ж. Тычenguлова, К.А. Катпаева MN НЕГІЗІНДЕ ӨТПЕЛІ МЕТАЛДАР КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНДАҒЫ ФОТОАКТИВАЦИЯНЫҢ БАСТАПҚЫ КЕЗЕҢІН ЗЕРТТЕУ.....	58
И. Хромущин, Т. Аксенова, Е. Слямжанов, К. Мунасбаева БАРИЙ ЦЕРАТЫ ЖӘНЕ ЛАНТАН СКАНДАТЫ НЕГІЗІНДЕГІ ПРОТОНДЫ ӨТКІЗГІШТЕРДІ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ.....	71
ХИМИЯ	
А. Абдрахманова, Н. Омарова, А. Сабитова ЭЛЕКТРОЛИТ ҚҰРАМЫНЫҢ АНОДЫ ЖОҚ ЛИТИЙ-ИОНДЫ ЭЛЕМЕНТТЕРДІҢ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ ӘСЕРІ.....	83
М.Ә. Дәуренбек ШЕТЕЛДІК ЗЕРТТЕУЛЕР АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАЗАРТУ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ШЕҢБЕРІНДЕ ПАЙДАЛАНЫЛАТЫН СУЛЬФИДТЕРДІҢ КЕШЕНДІ ҚОСЫЛЫСТАРЫ ТУРАЛЫ.....	94
С.Ж. Егембердиева, Н.Х. Халдаров, М.Н. Рахимов БУТИЛ СПИРТТЕРІНІҢ ӨРТҮРЛІ ӘДІСТЕРМЕН СИНТЕЗІНЕ КЕШЕНДІ ШОЛУ.....	106
А.Т. Кабылбекова, Е. Тілеуберді ПОЛИМЕРҚҰРАМДЫ ТҰРМЫСТЫҚ ҚАЛДЫҚТАРДЫҢ БИТУМ ТОТЫҚТЫРУҒА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ: ШОЛУ.....	119
З.И. Кобжасарова, М.К. Касымова, Г.Э. Орымбетова ҚҰРАМЫ БАЙЫТЫЛҒАН НАННЫҢ ЖАҢА ТҮРІН ӨНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ.....	134
А. Қуандықова, Н. Жаникулов, Б. Таймасов, Б. Жакибаев ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ КЛИНКЕРІН АЛУДА АЩІСАЙ МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ЗАУЫТЫНЫҢ КЛИНКЕРІН РЕТТЕУШІ ҚОСПА РЕТІНДЕ ҚОЛДАНУДЫ ЗЕРТТЕУ.....	146
Г.М. Мадыбекова, Б.Ж. Муталиева, Э.М. Туркеева, А.Б. Исаева ПРОБИОТИКАЛЫҚ МИКРООРГАНИЗМДЕРДІҢ ТУРАҚТЫЛЫҒЫ МЕН ӨМІР СҮРУІН АРТТЫРУ ҮШІН МИКРОКАПСУЛДАУ.....	157
Ж.Ш. Рахимбердиева, С.Д. Арыстанова, У.Т. Жуматаева ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ӨңІРІНІҢ <i>ARTEMISIA L.</i> ТУЫСЫНЫҢ ТҮРЛЕРІНІҢ ФИТОХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ.....	172
Н. Сағдоллина, М. Ибраева, Ж. Мукажанова, М. Ozturk <i>ASTERACEAE</i> ТҰҚЫМДАСЫНА ЖАТАТЫН КЕЙБІР ӨСІМДІКТЕРДІҢ ҚЫШҚЫЛДЫҚ ҚҰРАМЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ.....	181
А.С. Унгарбаева, А.Т. Кабылбекова, Е. Тілеуберді, Х.И. Акбаров АУЫР МҰНАЙДЫҢ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН КОКС АЛУ ӘДІСТЕРІНЕ ШОЛУ.....	191
А.А. Шинибекова, Х.Л. Диаз де Туеста, Б.К. Масалимова ТАБИҒИ РЕСУРСТАРДАН КӨМІРТЕКТІ МАТЕРИАЛДАРДЫ АЛУ: ШОЛУ.....	210

СОДЕРЖАНИЕ
ФИЗИКА

М.С.Есенаманова, Ж.С.Есенаманова, А.Е.Тлепбергенова, Махамбет М., Байтемирова Н.Б. ВЗАИМОСВЯЗЬ ВЕЛИЧИН КИСЛОТНОСТИ И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ В ГИДРОПИОННОЙ УСТАНОВКЕ.....	7
Е.А. Жаканбаев, В.Н. Володин, Ю.Ж. Тулеушев ПОНИЖЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЛАВЛЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ И ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ НА ГРАНИЦЕ РАСПЛАВ – КРИСТАЛЛ В СИСТЕМЕ ГАФНИЙ – КАДМИЙ.....	20
А.С. Ларионов, А.С. Диков, Л.А. Дикова, С.О. Акаев, Р.В. Кирьянов ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛА КОНТЕЙНЕРА ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ВОДОРОДА.....	28
Е.М. Мырзакулов, Г.Т. Ергалиева ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЧЕРНЫХ ДЫР БАРДИНА-ЯНГА-МИЛЛСА.....	36
В.М. Терещенко СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ 8 ^m -10 ^m . VI. ЗОНА +40°.....	47
А.Ж. Тычenguлова, К.А. Катпаева ИССЛЕДОВАНИЕ НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ФОТОАКТИВАЦИИ В КАТАЛИЗАТОРАХ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ НА ОСНОВЕ MN.....	58
И. Хромушин, Т. Аксенова, Е. Слямжанов, К. Мунасбаева СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОТОННЫХ ПРОВОДНИКОВ НА ОСНОВЕ ЦЕРАТА БАРИЯ И СКАНДАТА ЛАНТАНА.....	71
ХИМИЯ	
А. Абдрахманова, Н. Омарова, А. Сабитова ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗАНОДНЫХ ЛИТИЙ-ИОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	83
М.А. Дауренбек О ЗАРУБЕЖНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СУЛЬФИДОВ В РАМКАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИЯХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД.....	94
С.Ж. Егембердиева, Н.Х. Халдаров, М.Н. Рахимов КОМПЛЕКСНЫЙ ОБЗОР СИНТЕЗА БУТИЛОВЫХ СПИРТОВ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ.....	106
А.Т.Кабылбекова, Е.Тілеуберді ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛИМЕРОСОДЕРЖАЩИХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ОКИСЛЕНИЕ БИТУМА: ОБЗОР.....	119
З.И. Кобжасарова, М.К. Касымова, Г.Э. Орымбетова РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НОВОГО ВИДА ХЛЕБА С ОБОГАЩЕННЫМ СОСТАВОМ.....	134
А. Куандыкова, Н. Жаникулов, Б. Таймасов, Б. Жакипбаев ИССЛЕДОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КЛИНКЕРА АШЧИСАЙСКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА В КАЧЕСТВЕ ДОБАВКИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА.....	146
Г.М. Мадыебекова, Б.Ж. Муталиева, Э.М. Туркеева, А.Б. Исаева МИКРОКАПСУЛИРОВАНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКИХ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ СТАБИЛЬНОСТИ И ВЫЖИВАЕМОСТИ.....	157
Ж.Ш. Рахимбердиева, С.Д. Арыстанова У.Т. Жуматаева ФИТОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВИДОВ РОДА <i>ARTEMISIA L.</i> ЮЖНОГО КАЗАХСТАНСКОГО РЕГИОНА.....	172
Н. Сагдоллина, М. Ибраева, Ж. Мукажанова, М. Ozturk СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КИСЛОТНОГО СОСТАВА НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА <i>ASTERACEAE</i>	181
А.С. Унгарбаева, А.Т. Кабылбекова, Е.Тілеуберді, Х.И. Акбаров ОБЗОР МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ КОКСА ИЗ ОСТАТКОВ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ.....	191
А.А. Шинибекова, Х.Л. Диаз де Туеста, Б.К. Масалимова ОБЗОР: РАЗРАБОТКА УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ.....	210

PHYSICAL SCIENCES

M. Yessenamanova, Zh. Yessenamanova, A. Tlepbergenova, M. Makhambet, N. Baitemirova THE RELATIONSHIP BETWEEN THE VALUES OF ACIDITY AND ELECTRICAL CONDUCTIVITY IN A HYDROPONIC INSTALLATION.....	7
Y.A. Zhakanbaev, V.N. Volodin, Yu.Zh. Tuleushev DECREASING THE MELTING TEMPERATURE OF NANOPARTICLES AND SURFACE TENSION AT THE MELT-CRYSTAL BOUNDARY IN THE HAFNIUM-CADMIUM SYSTEM.....	20
A.S. Larionov, A.S. Dikov, L.A. Dikova, S.O. Akayev, R.V. Kiryanov RESEARCH OF CONTAINER MATERIAL AFTER LONG-TERM USAGE FOR HYDROGEN STORAGE.....	28
Y. Myrzakulov, G. Yergaliyeva THERMODYNAMIC STRUCTURE OF BARDEEN-YANG-MILLS BLACK HOLES.....	36
V.M. Tereschenko SPECTROPHOTOMETRIC STANDARDS 8 ^m - 10 ^m . VI. ZONE +40°.....	47
A.Z. Tychengulova, K.A. Katpayeva INVESTIGATION OF THE INITIAL STAGE OF PHOTOACTIVATION IN MN-BASED TRANSITION METAL CATALYSTS.....	58
I. Khromushin, T. Aksenova, E. Slyamzhanov, K. Munasbaeva COMPARATIVE ANALYSIS OF PROTON CONDUCTORS BASED ON BARIUM CERATE AND LANTHANUM SCANDATE.....	71
CHEMISTRY	
A. Abdrakhmanova, N. Omarova, A. Sabitova THE EFFECT OF THE COMPOSITION OF ELECTROLYTES ON THE ELECTROCHEMICAL PARAMETERS OF ANODE-FREE LITHIUM-ION BATTERIES.....	83
M.A. Daurenbek ABOUT FOREIGN RESEARCH OF COMPLEX SULFIDE COMPOUNDS AS PART OF THEIR USE IN WASTEWATER PURIFICATION TECHNOLOGIES.....	94
S. Yegemberdiyeva, N. Khaldarov, M. Rakhimov A COMPREHENSIVE REVIEW ON BUTYL ALCOHOLS SYNTHESIS THROUGH DIFFERENT METHODS.....	106
A.T. Kabyzbekova, Ye. Tileuberdi STUDY OF THE INFLUENCE OF POLYMER-CONTAINING HOUSEHOLD WASTE ON BITUMEN OXIDATION: REVIEW.....	119
Z. Kobzhasarova, M. Kassymova, G. Orymbetova DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF A NEW TYPE OF BREAD WITH AN ENRICHED COMPOSITION.....	134
A. Kuandykova, N. Zhanikulov, B. Taimasov B. Zhakipbayev INVESTIGATION OF THE USE OF CLINKER OF THE ASHCHISAI METALLURGICAL PLANT AS ADDITIVE IN THE PRODUCTION OF PORTLANDCEMENT CLINKER.....	146
G.M. Madybekova, B.Zh. Mutaliyeva, E.M. Turkeyeva, A.B. Issayeva MICROCAPSULATION OF PROBIOTIC MICROORGANISMS TO INCREASE THEIR STABILITY AND SURVIVAL.....	157
Zh.Sh. Rakhimberdiyeva, S.D. Arystanova U.T. Zhumataeva FITOCHEMICAL COMPOSITION OF SPECIES OF THE GENUS ARTEMISIA L. IN THE SOUTHERN KAZAKHSTAN REGION.....	172
N. Sagdollina, M. Ibrayeva, Zh. Mukazhanova, M. Ozturk COMPARATIVE ACIDIC COMBINATION ANALYSIS OF SELECTED <i>ASTERACEAE</i> FAMILY SPECIES.....	181
A.S. Ungarbayeva, A.T. Kabyzbekova, Ye. Tileuberdi, Kh.I. Akbarov REVIEW OF METHODS FOR OBTAINING COKE FROM HEAVY OIL WASTES.....	191
A.A. Shinibekova, J.L. Diaz de Tuesta, B.K. Massalimova REVIEW: DEVELOPMENT OF CARBON-BASED MATERIALS FROM NATURAL RESOURCES.....	210

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 30.09.2023.

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

22,0 п.л. Тираж 300. Заказ 3.