

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

2024 • 2



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, 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

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

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

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

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

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

ЦЕЛЕТКИН 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 2. Number 350 (2024), 63–72
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1483.278>

УДК 517.977

© **A.E. Kemelbekova***, **D.M. Mukhamedshina**, **K.A. Mit'**, **R.S. Mendykhanov**,
A.K.Shongalova, 2024

Satbayev University, Institute of Physics and Technology, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: a.kemelbekova@sci.kz

CREATING AND RESEARCH ON PHOTOSENSITIVE STRUCTURES USING RARE EARTH METALS

Kemelbekova A.E. — PhD, Satbayev University, «Institute of Physics and Technology», Almaty, Kazakhstan

E-mail: a.kemelbekova@sci.kz, <https://orcid.org/0000-0003-4813-8490>;

Mukhamedshina D.M. — Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Satbayev University, «Institute of Physics and Technology», Almaty, Kazakhstan

E-mail: d.mukhamedshina@sci.kz, <https://orcid.org/0000-0003-2513-6855>;

Mit' K.A. — Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Satbayev University, «Institute of Physics and Technology», Almaty, Kazakhstan

E-mail: k.mit'@sci.kz, <https://orcid.org/0000-0002-0078-6723>;

Mendykhanov R.S. — undergraduate student at Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: r.mendykhanov@satbayev.university, <https://orcid.org/0009-0009-0463-7395>;

Shongalova A.K. — PhD, Satbayev University, «Institute of Physics and Technology», Almaty, Kazakhstan

E-mail: shongalova.aigul@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7352-9007>.

Abstract. The development of semiconductor photovoltaics in Kazakhstan, as a country that occupies one of the leading places in the world in terms of solar energy potential and has significant reserves of the necessary raw materials, is certainly relevant. Semiconductor solar cells have an important role to play in converting solar energy into electrical energy. However, in order for them to compete with other energy sources, their efficiency must be improved and their cost must be reduced. One of the ways to increase the efficiency of SCs is through texturing the silicon surface and using various anti-reflection coatings made of metal oxide semiconductors. Texturing the front surface of the solar cell can reduce reflection from 35 % to 11 %. In order to further reduce these losses, anti-reflective coatings are applied to the working surface of solar cells, which make it possible to achieve maximum absorption of incident solar radiation and reduce reflection in the spectral range of operation of silicon solar cells. Expanding the spectral range of sunlight used in photoconverters is a physically clear and theoretically promising path. Doping ZnO films with oxides of rare earth elements is one of the possibilities that contributes to expanding the working range of the solar spectrum, high transparency of coatings, chemical and thermal resistance and optimal refractive index. One of the important areas of modern energy is the widespread use of solar radiation. Semiconductor solar cells should play an important role in converting solar energy into electrical energy. However, in order for them to compete with other production methods, their efficiency

must be improved and their cost must be reduced. Wide opportunities in this area are provided by anti-reflection layers, which make it possible to reduce reflection in the spectral range of operation of silicon solar cells (SCs) and achieve maximum absorption of incident solar radiation. The problem of obtaining thin nano-sized layers of oxides of various metals deposited on the surface of a semiconductor wafer becomes urgent. Modern methods for producing thin films are not only a tool for their application, but also methods that make it possible to shape the composition, structure and properties of films, thereby giving them properties that are qualitatively different from the properties of the source material. Among the materials for anti-reflection coatings of silicon solar cells, rare-earth oxides stand out favorably because they have high transparency in the working range of the spectrum, chemical and thermal resistance, and have an optimal refractive index for these purposes.

Keywords: solar cells, zinc oxide, rare earth elements, europium, photoconverters
This research is funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. BR18574141 “A comprehensive multi-purpose program to improve energy efficiency and resource-saving in the power and mechanical engineering for the industry of Kazakhstan”)

© А.Е. Кемелбекова*, Д.М. Мухамедшина, К.А. Мить, Р.С. Мендыханов, А.Қ. Шонғалова, 2024

Satbayev University, Физика-техникалық институты, Алматы, Қазақстан.
E-mail: a.kemelbekova@sci.kz

СИРЕК ЖЕР МЕТАЛДАРЫН НЕГІЗІНДЕГІ ФОТОСЕЗІМТАЛ ҚҰРЫЛЫМДАРДЫ ЖАСАУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ

Кемелбекова А.Е. — PhD, Satbayev University, Физика-техникалық институты, Алматы, Қазақстан
E-mail: a.kemelbekova@sci.kz, <https://orcid.org/0000-0003-4813-8490>;

Мухамедшина Д.М. — физика-математика ғылымдарының кандидаты, аға ғылыми қызметкері.
Satbayev University, Физика-техникалық институты, Алматы, Қазақстан
E-mail: d.mukhamedshina@sci.kz, <https://orcid.org/0000-0003-2513-6855>;

Мить К.А. — физика-математика ғылымдарының кандидаты, аға ғылыми қызметкері. Satbayev University, Физика-техникалық институты, Алматы, Қазақстан
E-mail: k.mit'@sci.kz, <https://orcid.org/0000-0002-0078-6723>;

Мендыханов Р.С. — Satbayev University магистранты, Алматы, Қазақстан
E-mail: r.mendykhanov@satbayev.university, <https://orcid.org/0009-0009-0463-7395>;

Шонғалова А.Қ. — PhD, Satbayev University, Физика-техникалық институты, Алматы, Қазақстан
E-mail: shongalova.aigul@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7352-9007>.

Аннотация. Күн энергетикасының әлеуеті бойынша әлемде жетекші орындардың бірін алатын және қажетті шикізаттың қомақты қоры бар ел ретінде Қазақстанда жартылай өткізгішті фотоэлектриктерді дамыту өзекті мәселе екені сөзсіз. Жартылай өткізгіш күн батареялары күн энергиясын электр энергиясына айналдыруда маңызды рөл атқарады. Бірақ олар басқа энергия көздерімен бәсекеге түсу үшін олардың тиімділігін арттырып, құнын төмендету керек. СК тиімділігін арттыру жолдарының бірі кремний бетін текстуралау және металл оксиді жартылай өткізгіштерден жасалған шағылысуға қарсы әртүрлі жабындарды қолдану болып табылады. Күн батареясының алдыңғы бетін текстуралау шағылуды 35 %-дан 11 %-ға дейін төмендетуі мүмкін. Бұл жоғалтуларды одан әрі азайту үшін күн

батареяларының жұмыс бетіне шағылысқа қарсы жабындар қолданылады, олар түсетін күн радиациясының максималды жұтылуына қол жеткізуге және кремнийлі күн элементтерінің жұмысының спектрлік диапазонында шағылуды азайтуға мүмкіндік береді. Фотоконвертерлерде қолданылатын күн сәулесінің спектрлік диапазонын кеңейту физикалық тұрғыдан анық және теориялық перспективалы жол болып табылады. Сирек жер элементтерінің оксидтері бар ZnO қабықшаларын қоспалау күн спектрінің жұмыс диапазонын, жабындардың жоғары мөлдірлігін, химиялық және термиялық төзімділігін және оңтайлы сыну көрсеткішін кеңейтуге ықпал ететін мүмкіндіктердің бірі болып табылады. Қазіргі энергетиканың маңызды бағыттарының бірі күн радиациясын кеңінен пайдалану болып табылады. Жартылай өткізгіш күн батареялары күн энергиясын электр энергиясына айналдыруда маңызды рөл атқаруы керек. Бірақ олардың басқа өндіріс әдістерімен бәсекеге түсуі үшін олардың тиімділігін арттырып, өзіндік құнын төмендету қажет. Бұл салада кең мүмкіндіктер рефлексияға қарсы қабаттармен қамтамасыз етілген, бұл кремнийлі күн элементтерінің (СК) жұмысының спектрлік диапазонында шағылуды азайтуға және түсетін күн радиациясын максималды сіңіруге қол жеткізуге мүмкіндік береді. Жартылай өткізгішті пластинаның бетінде тұндырылған әртүрлі металдардың оксидтерінің нано өлшемді жұқа қабаттарын алу мәселесі өзекті болып отыр. Жұқа қабықшаларды алудың заманауи әдістері оларды қолдану құралы ғана емес, сонымен қатар қабықшалардың құрамын, құрылымын және қасиеттерін пішіндеуге мүмкіндік беретін, сол арқылы оларға бастапқы материалдың қасиеттерінен сапалы түрде ерекшеленетін қасиеттерді беретін әдістер. Кремний күн батареяларын шағылыстыруға қарсы жабындарға арналған материалдардың ішінде сирек жер оксидтері жақсы ерекшеленеді, өйткені олар спектрдің жұмыс диапазонында жоғары мөлдірлікке, химиялық және термиялық төзімділікке ие және осы мақсаттар үшін оңтайлы сыну көрсеткішіне ие.

Түйін сөздер: күн батареялары, мырыш оксиді, сирек жер элементтері, европий, фототүрленгіштер

Бұл жұмысты Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржылай қолдады (грант No BR18574141 Қазақстан өнеркәсібі үшін энергетикалық секторда және машина жасауда энергия тиімділігін арттыру және ресурстарды үнемдеу бойынша кешенді көп мақсатты бағдарлама).

© А.Е. Кемелбекова*, Д.М. Мухамедшина, К.А. Мить, Р. С. Мендыханов, ,
А.Қ. Шонғалова, 2024

Satbayev University. Физико-технический институт, Алматы, Казахстан.

E-mail: a.kemelbekova@sci.kz

СОЗДАТЬ И ИССЛЕДОВАТЬ ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

Кемелбекова А.Е. — PhD, Satbayev University, Физико-технический институт, Алматы, Казахстан
E-mail: a.kemelbekova@sci.kz, <https://orcid.org/0000-0003-4813-8490>;

Мухамедшина Д.М. — кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник. Satbayev University, Физико-технический институт, Алматы, Казахстан

E-mail: d.mukhamedshina@sci.kz, <https://orcid.org/0000-0003-2513-6855>;

Мить К.А. — кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник. Satbayev

University, Физико-технический институт, Алматы, Казахстан

E-mail: k.mit'@sci.kz, <https://orcid.org/0000-0002-0078-6723>;

Мендыханов Р.С. — магистрант Satbayev University, Алматы, Казахстан

E-mail: r.mendykhanov@satbayev.university, <https://orcid.org/0009-0009-0463-7395>;

Шонгалова А.К. — PhD, Satbayev University, Физико-технический институт, Алматы, Казахстан

E-mail: shongalova.aigul@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7352-9007>.

Аннотация. Развитие полупроводниковой фотоэнергетики в Казахстане как страны, занимающей по потенциалу солнечной энергии одно из ведущих мест в мире и обладающей значительными запасами необходимого сырья, является, безусловно, актуальным. Важную роль в преобразовании солнечной энергии в электрическую энергию должны сыграть полупроводниковые солнечные элементы. Однако, чтобы они могли конкурировать с другими способами получения энергии, необходимо повысить эффективность их работы и снизить стоимость. Одним из способов повышения эффективности СЭ используют как текстурирование поверхности кремния, так и использование различных антиотражающих покрытий из металлооксидных полупроводников. Текстурирование фронтальной поверхности солнечного элемента позволяет снизить отражение с 35 % до 11 %. С целью еще большего уменьшения этих потерь на рабочую поверхность солнечных элементов наносятся антиотражающие покрытия, которые позволяют достичь максимального поглощения падающего солнечного излучения и снизить отражение в спектральном диапазоне работы кремниевых солнечных элементов. Расширение спектрального интервала солнечного света, используемого в фотопреобразователях – физически ясный и теоретически перспективный путь. Легирование оксидами редкоземельных элементов пленок ZnO – одна из возможностей, которая способствует расширению рабочей области солнечного спектра, высокой прозрачности покрытий, химической и термической стойкости и оптимальному показателю преломления. Одним из важных направлений современной энергетики является широкое использование солнечного излучения. Важную роль в преобразовании солнечной энергии в электрическую должны сыграть полупроводниковые солнечные элементы. Однако, чтобы они могли конкурировать с другими способами получения, необходимо повысить эффективность их работы и снизить стоимость. Широкие возможности в этой области представляют антиотражающие слои, которые позволяют снизить отражение в спектральном диапазоне работы кремниевых солнечных элементов (СЭ) и достичь максимального поглощения падающего солнечного излучения. Актуальной становится задача получения тонких нано-размерных слоев оксидов различных металлов, нанесенных на поверхность полупроводниковой пластины. Современные методы получения тонких пленок являются не только инструментом для их нанесения, но и методами, которые позволяют формировать состав, структуру и свойства пленок, придавая им тем самым свойства, качественно отличающиеся от свойств исходного материала. Среди материалов для антиотражающих покрытий кремниевых СЭ выгодно выделяются оксиды редкоземельных элементов, которые обладают высокой прозрачностью в рабочей области спектра, химической и термической стойкостью и имеют оптимальный для этих целей показатель преломления.

Ключевые слова: солнечные элементы, оксид цинка, редкоземельные элементы, европий, фотопреобразователи

Эта работа была финансово поддержана Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант No BR18574141 «Комплексная многоцелевая программа по повышению энергоэффективности и ресурсосбережению в энергетике и машиностроении для промышленности Казахстана»).

Введение

Поликристаллические пленки оксида цинка уже долгое время являются одним из широко используемых материалов современной электроники. Высокий интерес к этому материалу связан с многообразием его уникальных физико-химических свойств, таких как люминесценция, наличие пьезо- и пироэффекта, амфотерные химические свойства, каталитическая активность, фотоэлектрические свойства и т.д.

Оксид цинка является широкозонным полупроводником ($E_g=3,37$ eV), который представляет чрезвычайно большой интерес для развития современной высокотемпературной микроэлектроники, оптоэлектроники, ультрафиолетовых детекторов, светодиодов и счетоводов, сенсоров газов (Ech-Chergui, 2023). Изучению свойств оксида цинка посвящено большое количество работ, в которых описываются различные методы формирования тонких пленок и способы модификации свойств полученных образцов. Введение ионов редкоземельного металла Eu^{3+} (европия) в пленки оксида цинка проявляется в появлении фоточувствительности вольт-амперных характеристик на излучение в видимом и инфракрасном диапазонах длин волн [da Fonseca et al., 2018; Oudhiaa et al., 2016; Xin Mei, 2018]. Пленки $\text{ZnO}:\text{Eu}^{3+}$, синтезированные золь-гель методом, могут быть использованы в оптоэлектронных приборах и, в частности, для создания солнечных элементов (Abdelkader Hafdallah et al., 2017; Er Ali Oğuz, 2011). Для синтеза тонких пленок $\text{ZnO}:\text{Eu}^{3+}$ используются различные технологии изготовления, такие как термическое распыление, реактивное магнетронное испарение, химическое осаждение из газовой фазы, золь-гель технология. Золь-гель технология обладает особыми преимуществами в отличие от других технологий, благодаря превосходному композиционному контролю, гомогенности на молекулярном уровне из-за смешивания жидких прекурсоров и низкой температуры кристаллизации.

Проработаны литературные данные по структурам оксида цинка с использованием редкоземельных металлов, созданные методами золь-гель технологии. Обоснован метод спрей-пиролиза для осаждения тонких пленок оксида цинка легированных ионами европия (Kumar et al., 2017), который основан на термическом разложении аэрозоля раствора. Возможность получения методом спрей-пиролиза покрытий различных площадей, однородных по толщине, обеспечивается перемещением сопла распылителя над подложкой. Преимущество также заключается в способности производить высокооднородные пленки большой площади при приемлемых (от 100 до 500 °C) значениях температуры технологического процесса, а также сравнительно невысокая стоимость процесса, относительно простой способ внедрения примеси (Petersen et al., 2011; Lehraki et al., 2012). К основным недостаткам данного метода следует отнести относительно высокие температуры (~ 400°C для ZnO), что не позволяет использовать его для гибких полимерных подложек. Посредством изменения концентрации примеси в растворе осуществляется варьирование процентного содержания примеси

легированного образца. Метод не требует использования вакуума на всех стадиях процесса (Mukhamedshina et al., 2017).

Материалы и основные методы

Для осаждения пленок оксида цинка, легированных ионами европия, использовались микроскопные слайды из стекла с размерами 75x25x1мм и пластины кремния р-типа с сопротивлением 5–10 Ом/см. Очистка поверхности подложек – один из наиболее важных технологических процессов. От чистоты поверхности подложки зависит однородность покрытия, его прочность и качество. При очистке использовали перекисно-аммиачный раствор, дистиллированную воду, ультразвуковую ванну.

В качестве исходного материала для получения оксида цинка был использован дигидрат ацетата цинка ($Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$). Золи были приготовлены с использованием изопропилового спирта и моноэтаноламина. Золи с концентрацией Eu вес. % были получены путем добавления соответствующего количества нитрата европия ($Eu(NO_3)_3$). Используемые растворы готовились на шейкере орбитального вращения ЛАБ-ПУ-01 (скорость вращения 150 об/мин). Растворение проводилось как при комнатной температуре, так и при нагреве до 50 °С, что в некоторых случаях являлось наиболее значимым условием гомогенизации получаемых растворов. Время приготовления растворов варьировалось от 20 минут до 1 часа. Осаждение пленок ZnO на подложку начиналось не позже 1 часа после приготовления растворов.

Синтез пленок методом спрей-пиролиза проводился на экспериментальной установке собственного производства при температуре подложки 400 ± 10 °С. Использовался пневматический аэрограф со сжатым воздухом в качестве газа для распыления под давлением 1,4 бар, при котором наблюдался наиболее равномерный поток распыляемого раствора. Газ-носитель (воздух) подается компрессором через фильтр и регулятор давления. Расстояние от сопла аэрографа до поверхности варьировалось в пределах 20–30 см. Диаметр распыляющего сопла является наряду с давлением газа-носителя фактором, определяющим величину капель распыляемого раствора. Увеличение толщины пленок ZnO проводилось последовательным циклическим осаждением. Время синтеза для одного слоя составляло 30 с, а для двадцати слоев – около 40 мин. Отжиг между нанесением отдельных слоев составлял 15 с. Далее полученные образцы при 400 °С подвергались отжигу в течение 15 мин. В ходе этих исследований было нанесено 20, 25, 30 и 50 слоев покрытия, поскольку целью было исследование тонких, но объемно сформированных структур.

Этапом окончательной обработки синтезируемых пленок ZnO являлся отжиг при температуре 400 °С в течение 1 часа с последующим медленным охлаждением.

Методика исследования синтезированных образцов

Для исследования оптических параметров полученных образцов были использованы спектрофотометры двулучевые СФ-256 УВИ (190–1200) нм и СФ-256 БИК (1100–2500) нм. По спектрам пропускания определены прозрачность пленок, ширина запрещенной зоны, показатель преломления, толщина пленки, плотность, коэффициент поглощения, пористость. Структура и состав осажденных пленок изучались на аналитическом сканирующем электронном микроскопе JSM-6490LA. Морфология поверхности тесно связана с механизмом роста и реальной структурой кристаллитов. Топография поверхности была исследована на атомно-

силовом микроскопе JSPM-5200 (JEOL, Japan) с применением полуконтактного AFM метода с использованием кантилеверов NSC35 ALBS при комнатной температуре. Электрические характеристики измерялись на установке собственного производства при температурах от комнатной до 300 °С.

Основные результаты

Был проведен ряд осаждений пленок оксида цинка и пленок оксида цинка, легированных ионами европия со слоями 20, 25, 30 и 50 слоев на стеклянные подложки. Как показали исследования на электронном микроскопе JSM-6490LA, приведенные на рисунке 1, наиболее отчетливо видна образовавшаяся кристаллическая структура на снимке с образца при 25 слоях осаждения.

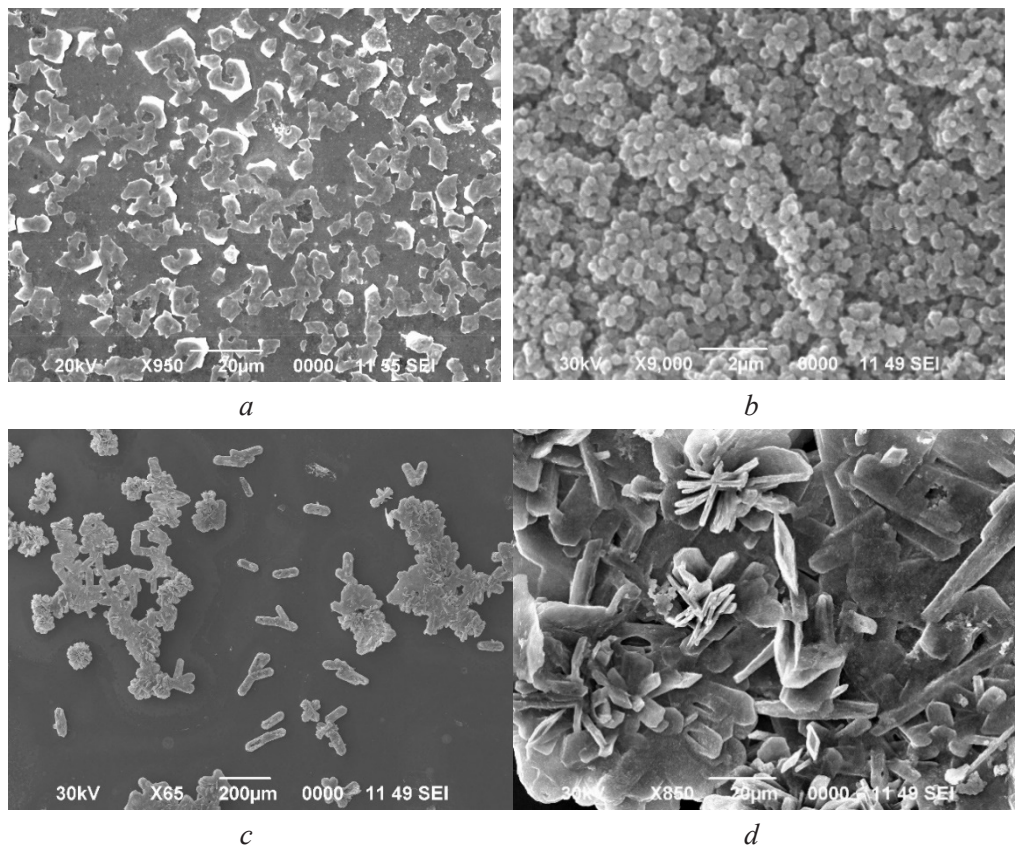


Рис 1. Морфология пленок ZnO с различными слоями осаждения а) 20 слоев, б) 25 слоев, в) 30 слоев, г) 50 слоев

Европий не обнаружен на снимках пленки оксида цинка при легировании европием 1 %.вес. при исследовании на электронном микроскопе. На рисунке 2 представлены изображения с СЭМ (а) и спектрограмма (б) пленок ZnO, легированных ионами европия 3 %, 5 % вес (рисунок 2 в, д).

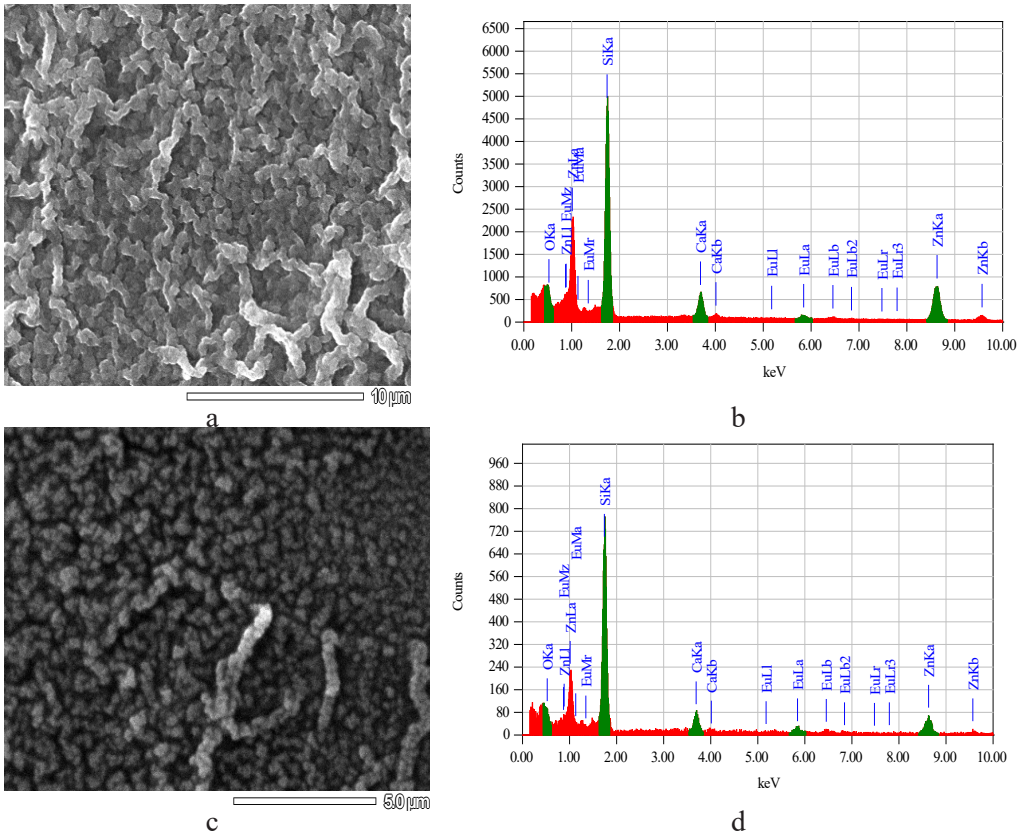


Рис 2. Изображения с СЭМ а) пленка цинка, б) спектрограмма пленок ZnO, легированных ионами европия 3% вес.,
 в) пленка цинка, д) спектрограмма пленок ZnO легированного ионами европия 5 % вес.

В таблице 1 приведены параметры топологии поверхности тонких пленок ZnO нелегированной и легированных ионами европия, где, R_a – средняя шероховатость; R_q – среднеквадратичная шероховатость; R_z – разность между максимумом и минимумом высоты анализируемого изображения

Таблица 1 – Параметры топологии поверхности тонких пленок ZnO, нелегированной и легированных ионами европия

Параметры шероховатости	Микроскопный слайд (стекло)	Концентрация оксида цинка и ионов европия в пленкообразующем растворе			
		1.1 мол/л Zn	0.1 % вес. Eu	0.3 %весEu	0.5 % вес.Eu
R_a , nm	2.31	4.28	36.6	13.2	3.77
R_q , nm	2.92	5.46	42.5	16.2	4.86
R_z , nm	19.0	39.8	197.0	89.4	31.9

В рисунке 4 проведены измерения спектров пропускания нелегированной пленки и легированных ионами европия ZnO на спектрофотометре СФ-256 УВИ.

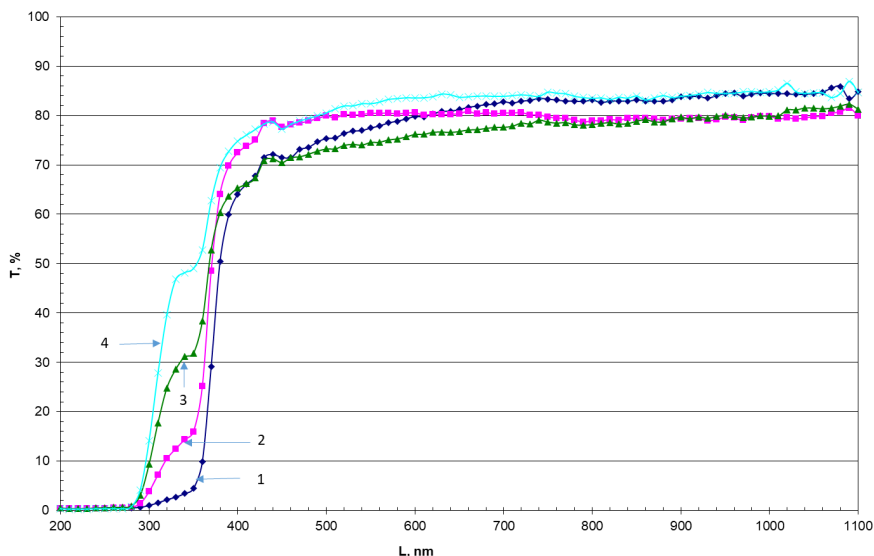


Рис 4. Спектры пропускания пленок ZnO, легированных ионами европия кривая 1 - пленка ZnO на стекле, кривая 2- пленка ZnO, легированная ионами европия 1 % вес., кривая 3 - пленка ZnO, легированная ионами европия 3 % вес., кривая 4 пленка ZnO, легированная ионами европия 5 % вес.

Наблюдаемое расширение ширины запрещенной зоны для легированного образца (кривые 2,3,4) по сравнению с нелегированным образцом (кривая 1), отнесено к эффекту Бурштейна-Мосса, в частности, обусловлено сдвигом края области собственного поглощения ZnO в сторону высоких частот при увеличении концентрации электронов. Также проведены измерения сопротивления образцов в температурном диапазоне от комнатной до 300 °C и проверена возможность чувствительности пленок, легированных ионами европия к различным газам.

Заключение

Таким образом, в ходе исследования было обнаружено, что структуры ZnO:RE являются чувствительными к излучению широкого спектрального диапазона. Полученные результаты свидетельствуют о смещении спектров пропускания в область малых длин волн при легировании ионами европия пленок оксида цинка, осажденных спрей-пиролизом, что позволяет расширить интервал фочувствительности солнечных элементов в будущем.

REFERENCES

- Ech-Chergui A.N. (2023). Spray pyrolysis-assisted fabrication of Eu-doped ZnO thin films for antibacterial activities under visible light irradiation // *Chemical Papers*. — 2023. — Т. 77. — №. 2. — Pp. 1047–1058.
- da Fonseca A.F.V., Siqueira R.L., Landers R., Ferrari J.L., Marana N.L., Sambrano J.R., Schiavon M.A. (2018). A theoretical and experimental investigation of Eu-doped ZnO nanorods and its application on dye sensitized solar cells // — *Journal of Alloys and Compounds*. — 2018. — Т. 739. — Pp. 939–947.

Oudhia A., Shukla N., Bose P., Lalwani R. & Choudhary A. (2016). Effect of various synthesis protocols on doping profile of ZnO: Eu Nanowires //Nano-Structures & Nano-Objects. — 2016. — T. 7. — Pp. 69–74.

Xin Mei. (2018). Effect of Eu doping on the structure, morphology and luminescence//Journal of Theoretical and Applied Physics. — 2018. — Vol.12. — Pp.177–182.

Hafdallah A., Azzedine A., Belhani H., Aida M.S. & Attaf N. (2017). Effect of the nozzle-substrate distance on the structural and optical properties of ZnO thin films deposited by spray pyrolysis technique // American Journal of Nano Research and Applications. — 2017. — T. 5. — №. 6. — Pp. 87–90.

ER A.O., Farha A.H., Gümüş C., Güneri E. & Ufuktepe Y. (2011). Morphology of zinc oxide thin films deposited by spray pyrolysis //Optoelectronics and advanced materials-Rapid communications. — 2011. — T. 5. — №. 12. — Pp. 1286–1291.

Kumar M. et al. (2017) Effect of structural defects, surface roughness on sensing properties of Al doped ZnO thin films deposited by chemical spray pyrolysis technique //Ceramics International. — (2017). — T. 43. — №. 4. — Pp. 3562–3568.

Petersen J., Brimont C., Gallart M., Schmerber G., Gilliot P., Ulhaq-Bouillet C., Dinia A. (2010). Correlation of structural properties with energy transfer of Eu-doped ZnO thin films prepared by sol-gel process and magnetron reactive sputtering //Journal of applied physics. — 2010. — T. 107. — №. 12.

Lehraki N., Aida M.S., Abed S., Attaf N., Attaf A., Poulin M. (2012). ZnO thin films deposition by spray pyrolysis solution properties. // Current Applied Physics. — 2012. — Vol.12. — Pp.1283–1287.

Mukhamedshina D., Mit' K., Chuchvaga N., Tokmoldin N. (2017). Fabrication and study of sol-gel ZnO films for use in Si-based heterojunction photovoltaic devices// Modern Electronic Materials. — 2017. — Pp.158–161.

МАЗМҰНЫ

ФИЗИКА

М.Б. Альбатырова, А.Ж. Алибек, А.С. Жетписбаева РУТНОН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ФИЗИКАЛЫҚ ҚҰБЫЛЫСТАРДЫ МОДЕЛЬДЕУ.....	7
Н. Бейсен, Э. Кеведо, С. Тоқтарбай, М. Жакипова, М. Алимкулова Q-МЕТРИКА ҚИСЫҚТЫҒЫНЫҢ МЕНШІКТІ МӘНДЕРІ.....	17
Г. Бекетова, Н. Жантурина*, З. Аймаганбетова, А. Бекешев ЦЕЗИЙГЕ НЕГІЗДЕЛГЕН ҚОСАРЛАНҒАН ГАЛОИДТЫ ПЕРОВСКИТТЕРДІҢ ОПТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ.....	31
С.Б. Дубовиченко, Н.А. Буркова, А.С. Ткаченко, Д.М. Зазулин ЖАЛПЫ БӨЛІМДЕРІ ЖӘНЕ ПРОЦЕСС ҚАРҚЫМЫ $n^{12}C$	43
А. Касымов, А. Адылканова, А. Бектемисов, К. Астемесова, Г. Турлыбекова ГИБРИДТІ КҮН КОЛЛЕКТОРЫНДА ҚОЛДАНУҒА АРНАЛҒАН БИДИСТИЛЬДЕНГЕН СУ НЕГІЗІНДЕГІ TiO_2/Al_2O_3 ГИБРИДТІ НАНОСҰЙЫҚТЫҢ ТҮТҚЫРЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	52
А.Е. Кемелбекова, Д.М. Мухамедшина, К.А. Мить, Р.С. Мендыханов, К.К. Елемесов СИРЕК ЖЕР МЕТАЛДАРЫН НЕГІЗІНДЕГІ ФОТОСЕЗІМТАЛ ҚҰРЫЛЫМДАРДЫ ЖАСАУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ.....	63
Е.Т. Кожажулов, Д.М. Жексебай, С.А. Сарманбетов, Н.М. Үсіпов, К.Т. Көпбай АҚПАРАТТЫҚ ЭНТРОПИЯНЫҢ НЕГІЗІНДЕ САНДЫҚ МОДУЛЯЦИЯНЫ АНЫҚТАУ.....	73
Е.М. Мырзакулов, А.С. Бұланбаева ҚАРА ҚҰРДЫМ ШЕШІМДЕРІ ЖӘНЕ ОНЫҢ ТЕРМОДИНАМИКАСЫ.....	84
Д.М. Насирова, В.О. Курмангалиева, А.А. Ғазизова ШАҒЫН ЖҰЛДЫЗДАРДАҒЫ ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІ.....	95
А. Серебрянский, А. Халикова МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНЫП ШОЛУ ЖӘНЕ МОНИТОРИНГТІ ФОТОМЕТРЛІК БАҚЫЛАУЛАРЫНАН АЙНЫМАЛЫ ЖҰЛДЫЗДАРДЫ ІЗДЕУ.....	103

ХИМИЯ

Б.С. Абжалов, А.Б. Башов, А.К. Мамырбекова, С.А. Жұмаділлаева, М.О. Алтынбекова ҚЫШҚЫЛ ОРТАДА ВИСМУТ ЭЛЕКТРОДЫНЫҢ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТІНЕ АЙНЫМАЛЫ ТОКТЫҢ ЖИЛПІ МЕН ТЫҒЫЗДЫҒЫНЫҢ ӘСЕРІ.....	116
Е.Г. Гилязов, Д.К. Кулбатыров, М.Д. Уразгалиева, К.Р. Мақсот ТІКЕЛЕЙ АЙДАУДАН АЛЫНҒАН БЕНЗИННІҢ ОКТАН САНЫН АРТТЫРАТЫН ОКСИГЕНАТТАРДЫҢ ТИІМДІЛІГІ.....	127

Д.Ж. Калиманова, А.К. Мендигалиева, А.Б. Медетова, О.С. Сембай ХИМИЯ САБАҚТАРЫНДА ЭЛЕКТРОНДЫҚ БІЛІМ РЕСУРСТАРЫН, ОЙЫН ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ПАЙДАЛАНЫП ОҚУШЫЛАРДЫҢ НӘТИЖЕЛЕРІН ЖИЫНТЫҚ БАҒАЛАУ.....	140
Л.М. Калимолдина, Г.С. Султангазиева, С.О. Абилкасова АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ СУ РЕСУРСТАРЫНЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ЗАТТАРМЕН ЛАСТАНУ ДЕҢГЕЙІН ЗЕРТТЕУ.....	152
Б.К. Кенжалиев, А.К. Койжанова, М.Б. Ерденова, Д.Р. Магомедов, К.М. Смаилов ҮЙІНДІ КЕНДЕРДЕН МЫС АЛУДЫ БИОХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ХИМИЯЛЫҚ ТОТЫҚТЫРУ ӘДІСТЕРІМЕН ОҢТАЙЛАНДЫРУ.....	167
Г.М. Мадыбекова, Т.Т. Туребаева, Б.Ж. Муталиева, Д.М. Лесбекова, А.Б. Исаева БЕЛСЕНДІ АГЕНТТЕРДІ ЖЕТКІЗУ ҮШІН МИКРОКАПСУЛЯЦИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРДІ ҚОЛДАНУДЫҢ АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ МЕН ПОЦЕНЦИАЛЫ: ШОЛУ.....	183
Б.К. Масалимова, Б. Джанекова, С.М. Наурызкулова NI-RU ҚҰРАМДЫ КҮРДЕЛІ ОКСИДТЕРГЕ НЕГІЗДЕЛГЕН КОМПОЗИТТЕР ҚҰРАМЫН ЭНЕРГОДИСПЕРСТІ СПЕКТРОСКОПИЯ ӘДІСІМЕН САНДЫҚ ХИМИЯЛЫҚ ТАЛДАУ.....	198
С. Тұрғанбай, А.И. Ильин, Д.А. Аскарова, А.Б. Джумагазиева, З.С. Ашимханова ӨРТҮРЛІ СҰЙЫЛТУЛАРДАҒЫ АФС ЕРІТІНДІЛЕРІНДЕГІ ФИЗИКА- ХИМИЯЛЫҚ ТЕПЕ-ТЕНДІКТІ ЗЕРТТЕУ.....	209
А.М. Усербаева, Р.Г. Рыскалиева ХИМИЯ ПӘНІНЕН ОҚУ-ӘДІСТЕМЕЛІК КЕШЕН ҚҰРАСТЫРУДЫҢ ҒЫЛЫМИ ПЕДАГОГИКАЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ.....	228
С.Д. Фазылов, О.А. Нұркенов, Ж.С. Нұрмағанбетов, Р.Е. Бәкірова, М.Ж. Жұрынов ЦИКЛОДЕКСТРИНДЕР ХИМИЯЛЫҚ ҚОСЫЛЫСТАРДЫҢ СУПРАМОЛЕКУЛАЛЫҚ КОНТЕЙНЕРЛЕРІ РЕТІНДЕ.....	241

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

М.Б. Альбатырова, А.Ж. Алибек, А.С. Жетписбаева МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ PYTON.....	7
Н. Бейсен, Э. Кеведо, С. Токтарбай, М. Жакипова, М. Алимкулова СОБСТВЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ КРИВИЗНЫ Q-МЕТРИКИ.....	17
Г. Бекетова, Н. Жантурина, З. Аймаганбетова, А. Бекешев ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДВОЙНЫХ ГАЛОИДНЫХ ПЕРОВСКИТОВ НА ОСНОВЕ ЦЕЗИЯ.....	31
С.Б. Дубовиченко, Н.А. Буркова, А.С. Ткаченко, Д.М. Зазулин ПОЛНЫЕ СЕЧЕНИЯ И СКОРОСТЬ РАДИАЦИОННОГО $n^{12}\text{C}$ ЗАХВАТА.....	43
А. Касымов, А. Адылканова, А. Бектемисов, К. Астемесова, Г. Турлыбекова ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОСТНЫХ СВОЙСТВ ГИБРИДНОЙ НАНОЖИДКОСТИ $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ НА ОСНОВЕ БИДИСТИЛЛИРОВАННОЙ ВОДЫ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ГИБРИДНОМ СОЛНЕЧНОМ КОЛЛЕКТОРЕ.....	52
А.Е. Кемелбекова, Д.М. Мухамедшина, К.А. Мить, Р.С. Мендыханов, К.К. Елемесов СОЗДАТЬ И ИССЛЕДОВАТЬ ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ.....	63
Е.Т. Кожугулов, Д.М. Жексебай, С.А. Сарманбетов, Н.М. Усипов, К.Т. Копбай ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЦИФРОВОЙ МОДУЛЯЦИИ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ ЭНТРОПИИ.....	73
Е.М. Мырзакулов, А.С. Буланбаева РЕШЕНИЯ РЕГУЛЯРНОЙ ЧЕРНОЙ ДЫРЫ И ИХ ТЕРМОДИНАМИКА.....	84
Д.М. Насирова, В.О. Курмангалиева, А.А. Газизова ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ В КОМПАКТНЫХ ЗВЕЗДАХ.....	95
А. Серебрянский, А. Халикова ПОИСК ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗД В МОНИТОРИНГОВЫХ И ОБЗОРНЫХ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	103

ХИМИЯ

Б.С. Абжалов, А.Б. Башов, А.К. Мамырбекова, С.А. Джумадуллаева, М.О. Алтынбекова ВЛИЯНИЕ ЧАСТОТЫ И ПЛОТНОСТИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА НА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ ВИСМУТОВОГО ЭЛЕКТРОДА В КИСЛОЙ СРЕДЕ.....	116
Е.Г. Гиладжов, Д.К. Кулбатыров, М.Д. Уразгалиева, К.Р. Мақсот ЭФФЕКТИВНОСТИ ОКСИГЕНАТОВ НА ПОВЫШЕНИЕ ОКТАНОВОГО ЧИСЛА ПРЯМОГОННОГО БЕНЗИНА.....	127

Д.Ж. Калиманова, А.К. Мендигалиева, А.Б. Медетова, О.С. Сембай СУММАТИВНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ ХИМИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ, ИГРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	140
Л.М. Калимолдина, Г.С. Султангазиева, С.О.Абилкасова ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ГОРОДА АЛМАТЫ.....	152
Б.К. Кенжалиев, А.К. Койжанова, М.Б. Ерденова, Д.Р. Магомедов, К.М. Смаилов ОПТИМИЗАЦИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕДИ ИЗ ОТВАЛЬНЫХ РУД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОХИМИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОКИСЛЕНИЯ.....	167
Г.М. Мадыбекова, Т.Т. Туребаева, Б.Ж. Муталиева, Д.М. Лесбекова, А.Б. Исаева ПРЕИМУЩЕСТВА И ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ МИКРОКАПСУЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ДОСТАВКИ АКТИВНЫХ АГЕНТОВ: ОБЗ ОР.....	183
Б.К. Масалимова, Б. Джанекова, С.М. Наурзкулова КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТАВА КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ NI-RU – СОДЕРЖАЩИХ СЛОЖНЫХ ОКСИДОВ МЕТОДОМ ЭНЕРГОДИСПЕРСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ.....	198
С. Тұрғанбай, А.И. Ильин, Д.А. Аскарова, А.Б. Джумагазиева, З.С. Ашимханова ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ РАВНОВЕСИЙ В РАСТВОРАХ АФС ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РАЗВЕДЕНИЯХ.....	209
А.М. Усербаева, Р.Г. Рыскалиева НАУЧНО – ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОСТАВЛЕНИЯ УЧЕБНО- МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПО ХИМИИ.....	228
С.Д. Фазылов, О.А. Нуркенов, Ж.С. Нурмаганбетов, Р.Е. Бакирова, М.Ж. Журинов ЦИКЛОДЕКСТРИНЫ КАК СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫЕ КОНТЕЙНЕРЫ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ.....	241

CONTENTS

PHYSICAL

M.B. Albatyrova, A.Zh. Alibek, A.S. Zhetpisbayeva
MODELING PHYSICAL PHENOMENA USING PYTHON.....7

N. Beissen, H. Quevedo, S. Toktarbay, M. Zhakipova, M. Alimkulova
CURVATURE EIGENVALUES OF THE Q-METRIC.....17

G. Beketova, N. Zhanturina, Z. Aimaganbetova, A. Bekeshev
OPTICAL PROPERTIES OF DOUBLE HALIDE PEROVSKITES BASED ON CESIUM.....31

S.B. Dubovichenko, N.A. Burkova, A.S. Tkachenko, D.M. Zazulin
TOTAL CROSS-SECTIONS AND RATE OF $n^{12}\text{C}$ RADIATIVE CAPTURE.....43

A. Kassymov, A. Adylkanova, A. Bektemissov, K. Astemessova, G. Turlybekova
INVESTIGATION OF VISCOSITY PROPERTIES OF $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ HYBRID NANOFUID BASED ON BIDISTILLED WATER FOR USE IN A HYBRID SOLAR COLLECTOR.....52

A.E. Kemelbekova, D.M. Mukhamedshina, K.A. Mit', R.S. Mendykanov, A.K. Shongalova
CREATING AND RESEARCH ON PHOTSENSITIVE STRUCTURES USING RARE EARTH METALS.....63

Y.T. Kozhagulov, D.M. Zhexebay, S.A. Sarmanbetov, N.M. Ussipov, K.T. Kopbay
IDENTIFICATION OF DIGITAL MODULATION BASED ON INFORMATIONAL ENTROPY.....73

Y. Myrzakulov, A. Bulanbayeva
A REGULAR BLACK HOLE SOLUTIONS AND THEIR THERMODYNAMICS.....84

D.M. Nassirova, V.O. Kurmangaliyeva, A.A. Gazizova
SOURCES OF ENERGY IN COMPACT STARS.....95

A. Serebryanskiy, A. Khalikova
SEARCH FOR VARIABLE STARS IN MONITORING AND SURVEY PHOTOMETRIC OBSERVATIONS USING MACHINE LEARNING METHODS.....103

CHEMISTRY

B.S. Abzhalov, A.B. Bayeshov, A.K. Mamyrbekova, S.A. Dzhumadullayeva, M.O. Altynbekova
INFLUENCE OF AC FREQUENCY AND DENSITY ON THE ELECTROCHEMICAL BEHAVIOR OF BISMUTH ELECTRODE IN AN ACID MEDIUM.....116

Y.G. Gilazhov, D.K. Kulbatyrov, M.D. Urazgalieva, K.R. Maksot
EFFICIENCY OF OXYGENATES ON INCREASE OF OCTANE NUMBER OF STRAIGHT-RUN GASOLINE.....127

D. Zh. Kalimanova, A. K. Mendigaliyeva, A.B. Medetova, O.S. Sembay
SUMMATIVE ASSESSMENT OF STUDENTS' RESULTS IN CHEMISTRY LESSONS USING ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCES, GAME

TECHNOLOGIES.....	140
L.M. Kalimoldina, G.S. Sultangazieva, S.O. Abilkasova STUDY OF CHEMICAL POLLUTION LEVEL IN WATER RESOURCES OF ALMATY CITY.....	152
B.K. Kenzhaliev, A.K. Koizhanova, M.B. Yerdenova, D.R. Magomedov, K.M. Smailov OPTIMIZATION OF COPPER EXTRACTION FROM WASTE ORES USING BIOCHEMICAL AND CHEMICAL OXIDATION METHODS.....	167
G.M. Madybekova, T.T. Turebayeva, B.Zh. Mutaliev, D.M. Lesbekova, A.B. Issayeva ADVANTAGES AND POTENTIAL OF USING MICROCAPSULATION METHODS FOR DELIVERY OF ACTIVE AGENTS: A REVIEW.....	183
B.K. Massalimova, B. Janekova, S.M. Naurzkulova QUANTITATIVE CHEMICAL ANALYSIS OF THE COMPOSITION OF COMPOSITES BASED ON NI-RU-CONTAINING COMPLEX OXIDES BY ENERGY-DISPERSED SPECTROSCOPY.....	198
S. Turganbay, A.I. Ilin, D. Askarova, A.B. Jumagaziyeva, Z. Ashimkhanova STUDY OF PHYSICOCHEMICAL EQUILIBRIA IN API SOLUTIONS AT DIFFERENT DILUTIONS.....	209
A.M. Userbayeva, R.G. Ryskaliyeva SCIENTIFIC AND PEDAGOGICAL FOUNDATIONS OF THE PREPARATION OF AN EDUCATIONAL AND METHODOLOGICAL COMPLEX IN CHEMISTRY.....	228
S.D. Fazylov, O.A. Nurkenov, Zh.S. Nurmaganbetov, R.E. Bakirova, M.J. Jurinov CYCLODEXTRINS AS SUPRAMOLECULAR CONTAINERS OF CHEMICAL COMPOUNDS.....	241

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 15.06.2024.

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

19,0 п.л. Тираж 300. Заказ 2.