

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

2021 • 6

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ
БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

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

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944



ALMATY, NAS RK

Бас редактор:

ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрынұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының президенті, АҚ «Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институтының» бас директоры (Алматы, Қазақстан) Н = 4

Редакция алқасы:

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

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

ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мыңжасарұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Фитохимия» халықаралық ғылыми-өндірістік холдингінің директоры (Қарағанды, Қазақстан) Н = 11

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

ЛОКШИН 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 Ақушерлік және терапия кафедрасының меңгерушісі (Чебоксары, Ресей) Н = 23

ФАРУК Асана Дар, Хамдар аль-Маджида Хамдард 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

РОСС Самир, Ph.D, Миссисипи университетінің Фармация мектебі өсімдік өнімдерін ғылыми зерттеу орталығының профессоры (Оксфорд, АҚШ) Н = 26

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

ОЛИВЬЕРО Росси Сезаре, Ph.D (химия), Калабрия университетінің профессоры (Калабрия, Италия) Н = 27

«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; физикалық және химиялық ғылымдар.*

Мерзімділігі: жылына 6 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>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2021

Главный редактор:

ЖУРИНОВ Мурат Журинович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, президент Национальной академии наук Республики Казахстан, генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского» (Алматы, Казахстан) Н = 4

Редакционная коллегия:

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

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

АДЕКЕНОВ Сергазы Мынжасарович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного научно-производственного холдинга «Фитохимия» (Караганда, Казахстан) Н = 11

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

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

ЛОКШИН Вячеслав Нотанович, академик НАН РК, доктор медицинских наук, профессор, 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

ЩЕПЕТКИН 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

РОСС Самир, доктор Ph.D, профессор Школы фармации Национального центра научных исследований растительных продуктов Университета Миссисипи (Оксфорд, США) Н = 26

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

ОЛИВЬЕРО Росси Чезаре, доктор философии (Ph.D, химия), профессор Университета Калабрии (Калабрия, Италия) Н = 27

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 и медицины; физические и химические науки.*

Периодичность: 6 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:

ZHURINOV Murat Zhurinovich, Doctor of Chemistry, Professor, Academician of NAS RK, President of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, General Director of JSC "Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry named after D.V. Sokolsky" (Almaty, Kazakhstan) H = 4

Editorial board:

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

RAMANKULOV Erlan Mirkhaidarovich, 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

ADEKENOV Sergazy Mynzhasarovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Director of the International Scientific and Production Holding «Phytochemistry» (Karaganda, Kazakhstan) H = 11

SANG-SOO Kwak, Ph.D 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, Ph.D in Physics, Professor at the Institute of Nanostructured Materials (Monterotondo Station Rome, Italy) H = 26

ROSS Samir, Ph.D, Professor, School of Pharmacy, National Center for Scientific Research of Herbal Products, University of Mississippi (Oxford, USA) H = 26

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

OLIVIERRO ROSSI Cesare, Ph.D in Chemistry, Professor at the University of Calabria (Calabria, Italy) H = 27

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; physical and chemical sciences.*

Periodicity: 6 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>

Асылбаев Р.Н.^{1*}, Баубекова Г.М.², Карипбаев Ж.Т.², Анаева Э.Ш.¹

¹ Павлодарский педагогический университет, Павлодар, Казахстан;

² Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан.

E-mail: ruslanassylbay@yandex.ru

ИЗУЧЕНИЕ КАТОДОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ МОНОКРИСТАЛЛОВ CaF_2 И MgO , ОБЛУЧЕННЫХ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ИОНАМИ

Аннотация. В данной статье представлены результаты по изучению спектров низкотемпературной катодолюминесценции в монокристаллах оксида магния и фторида кальция, облученных высокоэнергетическими ионами Xe^{132} с энергией 230 МэВ до флюенса 10^{14} ион/см². Спектры катодолюминесценции регистрировались при возбуждении образцов электронами с энергией 10 кэВ. Было показано, что в облученном ионами Xe^{132} кристалле MgO при возбуждении электронами возникает широкая неэлементарная полоса свечения, связанная с радиационными дефектами. Выполнена аппроксимация полученной кривой свечения на элементарные гауссовы компоненты, которые сопоставлены со свечениями соответствующих дефектов. В облученном ионами Xe^{132} кристалле CaF_2 измерение катодолюминесценции дает полосу свечения, связанную с автолокализованными экситонами, тогда как свечение, ассоциированное с радиационными дефектами, на фоне свечения автолокализованного экситона не наблюдается. Выявлено, что в обоих изучаемых кристаллах использованный режим облучения (Xe^{132} , $E = 230$ МэВ, $\Phi = 10^{14}$ ион/см²) вызывает тушение люминесценции, связанное с высокой плотностью ионного облучения. Особенно этот эффект проявляется в монокристалле CaF_2 , где интенсивность свечения облученного образца понижается примерно в 30 раз по сравнению с необлученным образцом. Указано, что причиной подобного тушения люминесценции в результате ионного облучения высокой плотности может быть совокупное влияние 1) концентрационного тушения люминесценции за счет перекрытия ионных треков и образования высокой концентрации радиационных дефектов, 2) локальных деформаций вдоль ионного трека, образованных за счет объемного расширения материала внутри ядра трека, а также 3) реабсорбции катодолюминесценции в области поглощения радиационных дефектов.

Ключевые слова: оксид магния, фторид кальция, ионное облучение, радиационные дефекты, катодолюминесценция, тушение люминесценции.

Введение. Радиационная стойкость является основным критерием при выборе функциональных материалов для ядерной и термоядерной энергетики. Длительное нахождение в радиационно-агрессивной среде вызывает деградацию материала за счет создания и накопления радиационных дефектов в нем. Существуют два основных механизма радиационного дефектообразования в твердых телах: 1. Ударный механизм, когда дефекты создаются в основном за счет смещения иона матрицы посредством упругого взаимодействия с налетающей частицей и последующего образования разделенных интерстициал-вакансионных пар [1]. Данный механизм доминирует в металлах, а также в некоторых диэлектриках, особенно в оксидных материалах, в частности в MgO . 2. Механизм распада и рекомбинации электронных возбуждений (ЭВ – электронно-дырочных пар, экситонов) или, по-другому, подпороговый механизм, когда энергия рекомбинации релаксированной электрон-дырочной пары или экситона, образованной во время облучения, достаточна для образования френкелевской пары [2, 3].

Типичными представителями материалов с данным механизмом образования радиационных дефектов являются щелочно-галоидные кристаллы и кристаллы фторидов щелочно-земельных металлов, в частности CaF_2 .

Выделенные выше два материала MgO и CaF_2 и являются объектами изучения в данной статье. Различная природа дефектообразования в данных материалах связана с автолокализацией электронов, дырок и экситонов. В беспримесном MgO процессы автолокализации не происходят, тогда как в CaF_2 электрон-фононное взаимодействие обеспечивает эффективную автолокализацию и экситонов, и дырок.

Облучение высокоэнергетическими ионами создает высокую концентрацию радиационных дефектов и структурные изменения как в объеме, так и на поверхности твердого тела. Ряд работ посвящен изучению влияния ионного облучения на монокристаллы MgO [4–9] и CaF_2 [10–15]. Так как высокоэнергетические ионы обеспечивают высокую плотность облучения, в твердых телах кроме основных механизмов дефектообразования следует учитывать также и второстепенные. В условиях высокой плотности облучения в кристаллах MgO немаловажную роль играют и процессы распада/рекомбинации ЭВ. При высокой плотности образованных электрон-дырочных пар повышается вероятность их рекомбинации до полной релаксации. В таком случае энергия рекомбинации может быть достаточна для смещения иона матрицы с узла решетки [9]. В CaF_2 кроме доминирующего подпорогового механизма в процессы образования дефектов при ионном облучении также дает вклад и ударный механизм, который особенно проявляется в конце ионного пути, когда скорость иона понижается и как следствие повышается вероятность упругих столкновений падающих ионов с ядрами матрицы.

Наведенная радиацией дефектная структура влияет на люминесцентные характеристики кристалла. Поэтому одним из чувствительных методов изучения дефектной структуры является люминесцентная спектроскопия. В данной работе исследуются спектры катодолюминесценции монокристаллов MgO и CaF_2 , предварительно облученных высокоэнергетическими ионами Xe^{132} .

Материалы и методы. Монокристаллы MgO высокой чистоты были выращены в лаборатории Физики ионных кристаллов Института физики Тартуского университета (г. Тарту, Эстония) методом дуговой плавки. Монокристаллы CaF_2 были выращены в Государственном оптическом институте им. С.И. Вавилова (Санкт-Петербург, РФ) методом Бриджмана-Стокбаргера в графитовом тигле.

Облучение образцов производилось на экспериментальном канале ускорителя ДЦ-60 (г. Нур-Султан, Казахстан). Для облучения были выбраны ионы Xe^{132} с энергией иона 230 МэВ и зарядом 22+. Облучение производилось при комнатной температуре до флюенса 10^{14} ион/см².

Спектры катодолюминесценции были измерены на установке с двойным вакуумным монохроматором в диапазоне энергий от 4.5 до 11 эВ. Источником электронов являлась электронная пушка, испускающая электроны с энергией 1-10 кэВ. Катодолюминесценция измерялась в режиме энергии возбуждающих электронов 10 кэВ. Для анализа спектров катодолюминесценции был использован метод аппроксимации на гауссовы компоненты.

Результаты и обсуждение. Облучение электронами с энергией 10 кэВ при измерении катодолюминесценции позволяет возбудить всевозможные центры свечения в материале. Дефекты в кристалле, как наведенные радиацией, так и дорадиационные, являются хорошими ловушками для электронов и дырок, что создает условия для последующей рекомбинации ЭВ.

На рисунке 1 представлены спектры катодолюминесценции для кристаллов MgO , не облученного и облученного ионами Xe^{132} до флюенса 10^{14} ион/см². Данные полосы не связаны с экситонным свечением, которое находится в более коротковолновой области спектра [16,17]. В работе [17] была изучена катодолюминесценция MgO при малых флюенсах облучения в интервале 2-6.5 эВ. Показано, что при относительно небольших значениях флюенса, свечение в интервале 2-4 эВ интенсивнее по сравнению со свечением необлученного кристалла. В настоящей работе при облучении флюенсом 10^{14} ион/см², мы наблюдаем обратную картину. Очевидно, что катодолюминесценция облученного образца в диапазоне спектра 2-4 эВ связана с дефектами, образованными во время облучения ионами Xe^{132} . Как известно из литературных данных основными дефектными центрами, создаваемыми в MgO , являются центры F типа в анионной подрешетке: F и F^+ центры (вакансии кислорода с двумя и одним захваченным электроном соответственно [18]) и их агрегаты F_2 центры (два соседних F центра [19]). Кроме того, при ионном облучении за счет ударной акустической волны в кристалле распространяется напряжение/деформация, что ведет к образованию бивакансий (объединенные анионный и катионный вакансии, так называемые P центры) [20], [21].

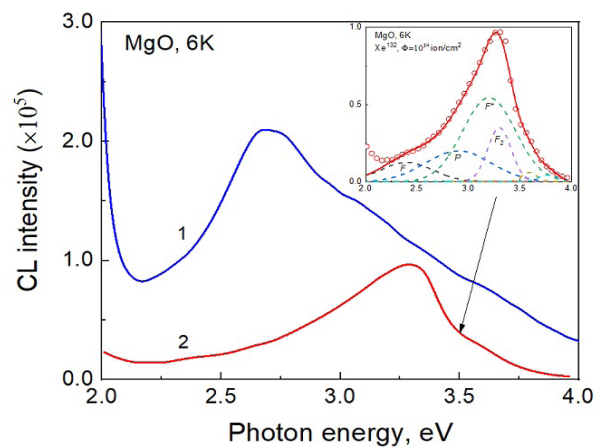


Рисунок 1 – Спектры катодолуминесценции кристаллов MgO, не облученного (кривая 1) и облученного ионами Xe¹³² с энергией 230 МэВ до флюенса 10¹⁴ ион/см² (кривая 2), измеренные при возбуждении электронами с энергией 10 кэВ при температуре 6 К. Во вставке – аппроксимация на гауссовы компоненты спектра 2.

В спектре катодолуминесценции Хе-облученного MgO (кривая 2, рисунок 1) мы видим широкую не элементарную полосу в интервале 2.3-3.8 эВ с максимумом около 3.3эВ. Методом аппроксимации на гауссовы компоненты были идентифицированы четыре основных полосы, связанных с вышеназванными дефектными центрами, и две дополнительные полосы, предположительно приписываемые остаточным примесям в кристалле (см. вставку к рисунку 1). Во время аппроксимации положения максимумов и полуширины полос были взяты из литературы [19, 22–24]. Основной вклад в катодолуминесценцию вносят F^+ и P центры. Свечение F^+ центров гораздо интенсивнее свечения F центров, что объясняется большим количеством анионных вакансий, создаваемых при ионном облучении.

В необлученном MgO за катодолуминесценцию отвечают центры, связанные с дорадиационными дефектами и примесями в кристалле, которые служат ловушками для электронов, рекомбинация которых с подвижными дырочными центрами и приводит к выходу свечения. Если сравнить спектры свечения при возбуждении электронами для Хе-облученного и необлученного MgO, то заметно смещение максимума полосы в длинноволновую сторону спектра в необлученном кристалле, где в большей степени светят F и P центры.

На рисунке 2 представлены спектры катодолуминесценции для кристаллов CaF₂, не облученного и облученного ионами Хе¹³² до флюенса 10¹⁴ ион/см². Широкая полоса при 4.4 эВ в CaF₂ соответствует свечению автолокализованного экситона (АЛЭ) [25]. Известно, что первая экситонная полоса поглощения находится при 11.2 эВ. Большой Stokes сдвиг объясняется сильным электрон-фоннным взаимодействием в процессе релаксации и автолокализации экситона.

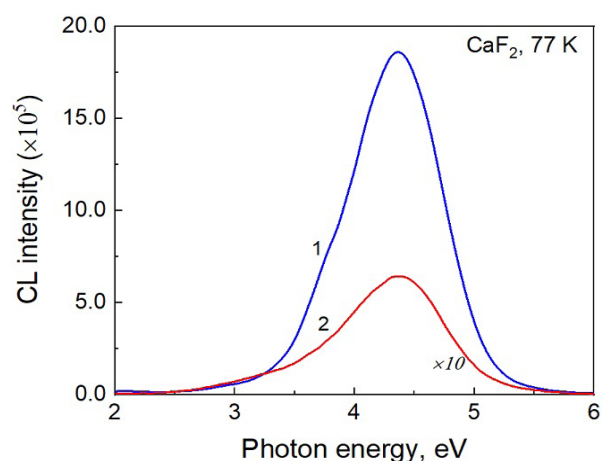


Рисунок 2 – Спектры катодолуминесценции кристаллов CaF₂, не облученного (кривая 1) и облученного ионами Хе¹³² с энергией 230 МэВ до флюенса 10¹⁴ ион/см² (кривая 2), измеренные при возбуждении электронами с энергией 10 кэВ при температуре 77 К.

В отличие от MgO, в измеренном спектре катодолюминесценции для CaF₂ какое-либо интенсивное свечение центров, связанных со структурными дефектами, образованными в результате ионного облучения, не зафиксировано. В длинноволновой стороне зарегистрированной полосы заметно наличие некоторых полос свечения, однако на фоне интенсивного свечения АЛЭ, данные полосы не различимы. Для выявления наведенного облучением свечения в длинноволновой стороне спектра Хе-облученного образца, данные спектры были нормированы по максимуму полосы и был получен их разностный спектр (кривая 3, рисунок 3). В разностном спектре наиболее заметной полосой свечения является полоса около 3.3 эВ. Очевидно, что за данную полосу свечения ответственны дефекты, непосредственно созданные при ионном облучении.

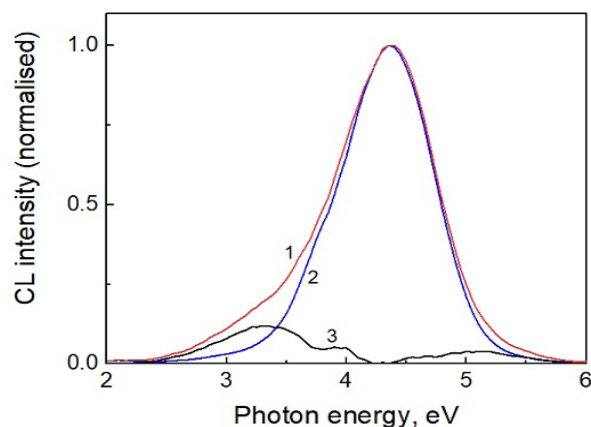


Рисунок 3 – Нормированные по максимуму спектры катодолюминесценции кристаллов CaF₂, облученного ионами Хе¹³² с энергией 230 МэВ до флюенса 10¹⁴ ион/см² (кривая 1) и не облученного (кривая 2), измеренные при возбуждении электронами с энергией 10 кэВ при температуре 77 К, а также их разность (кривая 3).

В обоих исследуемых монокристаллах при ионном облучении высокой плотности (флюенс до 10¹⁴ ион/см²) происходит тушение катодолюминесценции, особенно этот эффект проявляется в CaF₂, где мы зарегистрировали широкую полосу свечения АЛЭ. Свечение АЛЭ чувствительно к разного рода структурным дефектам, дислокациям, механическим повреждениям в кристалле.

Ослабление люминесценции при высокой плотности облучения можно объяснить следующими причинами. Во-первых, при высоких флюенсах облучения создается высокая плотность различных дефектных центров из-за перекрытия ионных треков, что может привести к концентрационному тушению люминесценции, когда энергия возбужденного состояния центров свечения безызлучательно мигрирует к невозбужденным центрам свечения или к нелюминесцирующим центрам. Во-вторых, снижение выхода люминесценции при высоких флюенсах может быть связано с локальной механической деформацией, создаваемой в ядре ионного трека, что приводит к объемному расширению и деформации. В-третьих, при повышении концентрации дефектов, повышается и реабсорбция излучения данными дефектными центрами.

Как было указано выше, кристаллы MgO и CaF₂ имеют разные доминирующие механизмы радиационного дефектообразования. При облучении ионами Хе¹³² в CaF₂ за счет механизма распада/рекомбинации ЭВ и создается высокая концентрация радиационных дефектов. Вклад ударного механизма образования дефектов также следует учитывать при ионном облучении, особенно в конце ионного пути, где из-за замедления иона повышается вероятность упругих соударений. Элементарные электронные центры *F* типа в CaF₂ при комнатной температуре крайне нестабильны и присутствуют в кристалле только в виде больших агрегатов. Кроме того, образование большого количества анионных вакансий приводит к накоплению в локальных областях кристалла коллоидов кальция. В спектре поглощения данные дефекты дают комплексную широкую полосу около 2.2 эВ [14]. Сильная агрегация дефектов и является одной из причин тушения люминесценции АЛЭ.

Заключение. В данной работе представлено исследование катодолюминесценции монокристаллов MgO и CaF₂, облученных высокоэнергетическими ионами. В Хе-облученном MgO при возбуждении электронами с энергией 10 кэВ зарегистрирована широкая структурная полоса около 3.3 эВ, которая предположительно состоит из свечений *F*, *F*⁺, *F*₂ и *P* центров. Свечение *F* центров по интенсивности сильно уступает свечению *F*⁺ центров. В Хе-облученном CaF₂ при аналогичном возбуждении

зафиксирована полоса около 4.4 эВ, связанная со свечением АЛЭ. Разностный спектр между нормированными по максимуму спектрами свечения Хе-облученного и необлученного образцов показал наличие наведенной радиацией полосы около 3.3 эВ. При высокой плотности облучения ($\Phi=10^{14}$ Хе/см²) в обоих изучаемых объектах заметно тушение катодоллюминесценции, что является следствием нескольких факторов: 1. Концентрационного тушения люминесценции за счет перекрытия ионных треков и образования высокой концентрации радиационных дефектов; 1. Локальных деформаций в кристалле, образованных за счет объемного расширения в ядре трека. 3. Реабсорбции свечения центрами окраски, также созданными ионным облучением.

Благодарности. Данное исследование финансировалось Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (грант № AP09562859).

Асылбаев Р.Н.^{1*}, Баубекова Г.М.², Карипбаев Ж.Т.², Анаева Э.Ш.¹

¹Павлодар педагогикалық университеті, Павлодар, Қазақстан;

²Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

E-mail: ruslanassylbay@yandex.ru

ЖОҒАРЫ ЭНЕРГИЯЛЫҚ ИОНДАРМЕН СӘУЛЕЛЕНГЕН СаF₂ ЖӘНЕ MgO МОНОКРИСТАЛДАРЫНЫҢ КАТОДОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯСЫН ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Бұл мақалада энергиясы 230 МэВ жоғары энергиялы Хе¹³² иондарымен 10¹⁴ ион/см² флюенске дейін сәулеленген магний оксиді мен кальций фториді монокристалдарындағы төмен температуралы катодоллюминесценция спектрлерін зерттеу нәтижелері баяндалған. Катодоллюминесценция спектрлері үлгілерді энергиясы 10 кэВ электрондармен қозу кезінде тіркелді. Хе¹³² иондарымен сәулеленген MgO кристалында электрондармен қоздыру кезінде радиациялық ақаулармен байланысты кең элементар емес люминесценция жолағы пайда болатыны көрсетілді. Алынған люминесценция жолағы сәйкес ақаулардың люминесценциясымен салыстырылған элементар гаусс құраушыларымен аппроксимацияланды. Хе¹³² иондарымен сәулеленген СаF₂ кристалында катодоллюминесценцияны өлшеу автолокализацияланған экситондармен байланысты люминесценция жолағын береді, ал радиациялық ақаулармен байланысты люминесценция автолокализацияланған экситондар жарқырауы фонында байқалмайды. Зерттелетін екі кристалда да қолданылатын сәулелену режимі (Хе¹³², E = 230 МэВ, $\Phi = 10^{14}$ ион/см²) иондық сәулеленудің жоғары тығыздығымен байланысты люминесценцияның сөнуін тудыратыны анықталды. Бұл әсер әсіресе СаF₂ монокристалында көрінеді, онда сәулеленбеген үлгімен салыстырғанда сәулеленген үлгінің люминесценция қарқындылығы шамамен 30 есе азаяды. Жоғары тығыздықтағы иондық сәулелендіру нәтижесінде люминесценцияның мұндай сөнуінің себебі 1) иондық тректердің қабаттасуы және радиациялық ақаулардың жоғары концентрациясының түзілуі салдарынан люминесценцияның концентрациялық сөнуі; 2) иондық трек ядросының ішіндегі материалдың көлемдік кеңеюінен пайда болған трек бойындағы жергілікті деформациялар және 3) радиациялық ақаулардың оптикалық жұту аймағындағы катодоллюминесценцияның реабсорбциясы.

Түйінді сөздер: магний оксиді, кальций фториді, иондық сәулелену, радиациялық ақаулар, катодоллюминесценция, люминесценцияның сөнуі.

Assylbayev R.^{1*}, Baubekova G.², Karipbayev Zh.², Anaeva E.¹

¹Pavlodar Pedagogical University, Pavlodar, Kazakhstan;

²L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.

E-mail: ruslanassylbay@yandex.ru

STUDY OF CATHODOLUMINESCENCE OF CaF₂ AND MgO SINGLE CRYSTALS IRRADIATED WITH HIGH-ENERGY IONS

Abstract. This paper presents the results of studying the spectra of low-temperature cathodoluminescence in single crystals of magnesium oxide and calcium fluoride, irradiated with high-energy Хе¹³² ions with an energy of 230 MeV up to a fluence of 10¹⁴ ion/cm². Cathodoluminescence spectra were recorded upon

excitation of the samples by electrons with an energy of 10 keV. It was shown that in MgO crystal irradiated with Xe^{132} ions upon excitation by electrons a wide non-elementary luminescence band arises, which is associated with radiation defects. The obtained luminescence curve was approximated by elementary Gaussian components, which were compared with the luminescence of the corresponding defects. In a CaF_2 crystal irradiated with Xe^{132} ions measurement of cathodoluminescence gives a luminescence band associated with self-trapped excitons, while luminescence associated with radiation defects is not observed against the background of self-trapped exciton luminescence. It was found that in both crystals under study, the used irradiation regime (Xe^{132} , $E = 230$ MeV, $\Phi = 10^{14}$ ion/cm²) causes luminescence quenching associated with the high density of ion irradiation. This effect is especially manifested in the CaF_2 single crystal, where the glow intensity of the irradiated sample is reduced by about a factor of 30 in comparison with the unirradiated sample. It is indicated that the reason for such quenching of luminescence as a result of high-density ion irradiation can be the cumulative effect of 1) concentration quenching of luminescence due to the overlap of ion tracks and the formation of a high concentration of radiation defects, 2) local deformations along the ion track formed due to the volume expansion of the material inside the nucleus of tracks, and 3) reabsorption of cathodoluminescence in the absorption region of radiation defects.

Key words: magnesium oxide, calcium fluoride, ion irradiation, radiation defects, cathodoluminescence, luminescence quenching.

Information about the authors:

Asylbayev Ruslan Namysovich – PhD in the specialty 6D060400-Physics, associate professor of the Higher School of Natural Sciences of Pavlodar Pedagogical University, Pavlodar, Republic of Kazakhstan; <https://orcid.org/0000-0003-0049-5093>; e-mail: ruslanassylbay@yandex.ru; tel.: +7 771 559 32 82;

Baubekova Guldur Musayevna – PhD 6D072300-Technical physics, senior lecturer of the Department of Technical physics, Eurasian national University named after L.N. Gumilev, the city of Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan; <https://orcid.org/0000-0003-0662-428X>; e-mail: guldar_87@mail.ru;

Karimbaev Zhakyp Tleubaeva – PhD 6D060400-Physics, associate Professor of the Department of Technical physics, Eurasian national University named after L.N. Gumilev, the city of Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan; <http://orcid.org/0000-0003-4066-1826>; e-mail: zfl@mail.ru;

Anayeva Elmira Shaykhyssakovna – PhD doctoral student in the educational program 8D01520-Physics of Pavlodar Pedagogical University, Pavlodar, Republic of Kazakhstan; e-mail: elmiraanaeva@mail.ru.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Seitz F. and Koehler J.S., *Solid State Physics*, vol. 2. New York: Academic Press, 1956.
- [2] Itoh N. and Tanimura K., “Radiation effects in ionic solids,” *Radiat. Eff.*, vol. 98, no. 1–4, pp. 269–287, Sep. 1986, doi: 10.1080/00337578608206118.
- [3] Schwartz K., Trautmann C. and Neumann R., “Electronic excitations and heavy-ion-induced processes in ionic crystals,” *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms*, vol. 209, pp. 73–84, Aug. 2003, doi: 10.1016/S0168-583X(02)02013-X.
- [4] Lushchik A. *et al.*, “Stabilization and annealing of interstitials formed by radiation in binary metal oxides and fluorides,” *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms*, vol. 266, no. 12–13, pp. 2868–2871, Jun. 2008, doi: 10.1016/J.NIMB.2008.03.132.
- [5] Lushchik A. *et al.*, “Electronic excitations and defect creation in wide-gap MgO and $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ crystals irradiated with swift heavy ions,” *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms*, vol. 286, pp. 200–208, Sep. 2012, doi: 10.1016/J.NIMB.2011.11.016.
- [6] Feldbach E., Töldsepp E., Kirm M., Lushchik A., Mizohata K., and Räsänen J., “Radiation resistance diagnostics of wide-gap optical materials,” *Opt. Mater. (Amst.)*, vol. 55, pp. 164–167, May 2016, doi: 10.1016/J.OPTMAT.2016.03.008.
- [7] Baubekova G. *et al.*, “Accumulation of radiation defects and modification of micromechanical properties under MgO crystal irradiation with swift ^{132}Xe ions,” *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms*, vol. 463, pp. 50–54, Jan. 2020, doi: 10.1016/J.NIMB.2019.11.021.
- [8] Baubekova G. *et al.*, “Thermal annealing of radiation damage produced by swift ^{132}Xe ions in MgO single crystals,” *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms*, vol. 462, pp. 163–168, Jan. 2020, doi: 10.1016/J.NIMB.2019.11.013.
- [9] Lushchik A. *et al.*, “Some aspects of radiation resistance of wide-gap metal oxides,” *Radiat. Meas.*, vol. 42, no. 4–5, pp. 792–797, Apr. 2007, doi: 10.1016/J.RADMEAS.2007.02.017.

[10] Pandurangappa C., Lakshminarasappa B.N., Singh F. and Nagabhushana K.R., “Optical absorption and thermoluminescence studies in 100MeV swift heavy ion irradiated CaF₂ crystals,” *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms*, vol. 269, no. 2, pp. 185–188, Jan. 2011, doi: 10.1016/j.nimb.2010.10.022.

[11] Toulemonde M. *et al.*, “Dense and nanometric electronic excitations induced by swift heavy ions in an ionic CaF₂ crystal: Evidence for two thresholds of damage creation,” *Phys. Rev. B*, vol. 85, no. 5, p. 054112, Feb. 2012, doi: 10.1103/PhysRevB.85.054112.

[12] Davidson A.T., Kozakiewicz A.G., Comins J.D., Derry T.E., Schwartz K. and Trautmann C. “The colouration of CaF₂ crystals by keV AND GeV ions,” *Radiat. Eff. Defects Solids*, vol. 157, no. 6–12, pp. 637–641, Jan. 2002, doi: 10.1080/10420150215811.

[13] Amekura H., Li R., Okubo N., Ishikawa N. and Chen F., “Swift heavy ion irradiation to non-amorphizable CaF₂ and amorphizable Y₃Al₅O₁₂ (YAG) crystals,” *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms*, vol. 474, pp. 78–82, Jul. 2020, doi: 10.1016/j.nimb.2020.04.023.

[14] Assylbayev R., Akilbekov A., Dautlebekova A., Lushchik A., Shablonin E. and Vasil’chenko E., “Radiation damage caused by swift heavy ions in CaF₂ single crystals,” *Radiat. Meas.*, vol. 90, pp. 18–22, Jul. 2016, doi: 10.1016/J.RADMEAS.2015.12.034.

[15] Assylbayev R. *et al.*, “Structural defects caused by swift ions in fluorite single crystals,” *Opt. Mater. (Amst)*, vol. 75, pp. 196–203, Jan. 2018, doi: 10.1016/J.OPTMAT.2017.10.026.

[16] Feldbach E., Kuufmann I. and Zimmerer G., “Excitons and edge luminescence in MgO,” *J. Lumin.*, vol. 24–25, pp. 433–436, Nov. 1981, doi: 10.1016/0022-2313(81)90306-9.

[17] Баубекова Г.М., Лущик А.Ч., Асылбаев Р.Н., Акылбеков А.Т. Создание радиационных дефектов в кристаллах MgO, облученных высокоэнергетическими ионами // Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева. – 2019. – Т. 128/№ 3. – С. 41–48.

[18] Kappers L.A., Kroes R.L. and Hensley E.B., “F⁺ and F’ centers in magnesium oxide,” *Phys. Rev. B*, vol. 1, no. 10, pp. 4151–4157, 1970, doi: 10.1103/PhysRevB.1.4151.

[19] O’Connell D.O., Henderson B., and Bolton J.M., “Uniaxial stress and polarisation studies of F₂ centre luminescence in MgO,” *Solid State Commun.*, vol. 38, no. 4, pp. 283–285, Apr. 1981, doi: 10.1016/0038-1098(81)90462-2.

[20] Sibley W.A., Kolopus J.L., and Mallard W.C., “A Study of the Effect of Deformation on the ESR, Luminescence, and Absorption of MgO Single Crystals,” *Phys. status solidi*, vol. 31, no. 1, pp. 223–231, 1969, doi: 10.1002/pssb.19690310126.

[21] Vaisburd D.I. and Evdokimov K.E., “Creation of excitations and defects in insulating materials by high-current-density electron beams of nanosecond pulse duration,” *Phys. status solidi*, vol. 2, no. 1, Jan. 2005, doi: 10.1002/pssc.200460149.

[22] Sibley W.A., Nelson C.M., and Chen Y., “Luminescence in MgO,” *J. Chem. Phys.*, vol. 48, no. 10, pp. 4582–4589, May 1968, doi: 10.1063/1.1668030.

[23] Chen Y., Abraham M.M., Turner T.J., and Nelson C.M., “Luminescence in deformed MgO, CaO and SrO,” *A J. Theor. Exp. Appl. Phys.*, vol. 32, no. 1, pp. 99–112, 1975, doi: 10.1080/14786437508222808.

[24] Chen Y., Kolopus J.L., and Sibley W.A., “Luminescence of the F⁺ Center in MgO,” *Phys. Rev.*, vol. 186, no. 3, p. 865, Oct. 1969, doi: 10.1103/PhysRev.186.865.

[25] Hayes W., Kirk D.L. and Summers G.P., “The self-trapped hole and the self-trapped exciton in alkaline earth fluorides,” *Solid State Commun.*, vol. 7, no. 15, pp. 1061–1064, Aug. 1969, doi: 10.1016/0038-1098(69)90471-2.

REFERENCES

[1] Seitz F. and Koehler J.S., *Solid State Physics*, vol. 2. New York: Academic Press, 1956.

[2] Itoh N. and Tanimura K., “Radiation effects in ionic solids,” *Radiat. Eff.*, vol. 98, no. 1–4, pp. 269–287, Sep. 1986, doi: 10.1080/00337578608206118.

[3] Schwartz K., Trautmann C. and Neumann R., “Electronic excitations and heavy-ion-induced processes in ionic crystals,” *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms*, vol. 209, pp. 73–84, Aug. 2003, doi: 10.1016/S0168-583X(02)02013-X.

[4] Lushchik A. *et al.*, “Stabilization and annealing of interstitials formed by radiation in binary metal oxides and fluorides,” *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms*, vol. 266, no. 12–13, pp. 2868–2871, Jun. 2008, doi: 10.1016/J.NIMB.2008.03.132.

[5] Lushchik A. *et al.*, “Electronic excitations and defect creation in wide-gap MgO and Lu₃Al₅O₁₂ crystals

irradiated with swift heavy ions,” *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms*, vol. 286, pp. 200–208, Sep. 2012, doi: 10.1016/J.NIMB.2011.11.016.

[6] Feldbach E., Töldsepp E., Kirm M., Lushchik A., Mizohata K. and Räisänen J., “Radiation resistance diagnostics of wide-gap optical materials,” *Opt. Mater. (Amst.)*, vol. 55, pp. 164–167, May 2016, doi: 10.1016/J.OPTMAT.2016.03.008.

[7] Baubekova G. *et al.*, “Accumulation of radiation defects and modification of micromechanical properties under MgO crystal irradiation with swift ^{132}Xe ions,” *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms*, vol. 463, pp. 50–54, Jan. 2020, doi: 10.1016/J.NIMB.2019.11.021.

[8] Baubekova G. *et al.*, “Thermal annealing of radiation damage produced by swift ^{132}Xe ions in MgO single crystals,” *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms*, vol. 462, pp. 163–168, Jan. 2020, doi: 10.1016/J.NIMB.2019.11.013.

[9] Lushchik A. *et al.*, “Some aspects of radiation resistance of wide-gap metal oxides,” *Radiat. Meas.*, vol. 42, no. 4–5, pp. 792–797, Apr. 2007, doi: 10.1016/J.RADMEAS.2007.02.017.

[10] Pandurangappa C., Lakshminarasappa B.N., Singh F. and Nagabhushana K.R., “Optical absorption and thermoluminescence studies in 100MeV swift heavy ion irradiated CaF_2 crystals,” *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms*, vol. 269, no. 2, pp. 185–188, Jan. 2011, doi: 10.1016/j.nimb.2010.10.022.

[11] Toulemonde M. *et al.*, “Dense and nanometric electronic excitations induced by swift heavy ions in an ionic CaF_2 crystal: Evidence for two thresholds of damage creation,” *Phys. Rev. B*, vol. 85, no. 5, p. 054112, Feb. 2012, doi: 10.1103/PhysRevB.85.054112.

[12] Davidson A.T., Kozakiewicz A.G., Comins J.D., Derry T.E., Schwartz K. and Trautmann C., “The colouration of CaF_2 crystals by keV AND GeV ions,” *Radiat. Eff. Defects Solids*, vol. 157, no. 6–12, pp. 637–641, Jan. 2002, doi: 10.1080/10420150215811.

[13] Amekura H., Li R., Okubo N., Ishikawa N. and Chen F., “Swift heavy ion irradiation to non-amorphizable CaF_2 and amorphizable $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ (YAG) crystals,” *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms*, vol. 474, pp. 78–82, Jul. 2020, doi: 10.1016/j.nimb.2020.04.023.

[14] Assylbayev R., Akilbekov A., Dauletbekova A., Lushchik A., Shablonin E. and Vasil’chenko E., “Radiation damage caused by swift heavy ions in CaF_2 single crystals,” *Radiat. Meas.*, vol. 90, pp. 18–22, Jul. 2016, doi: 10.1016/J.RADMEAS.2015.12.034.

[15] Assylbayev R. *et al.*, “Structural defects caused by swift ions in fluorite single crystals,” *Opt. Mater. (Amst.)*, vol. 75, pp. 196–203, Jan. 2018, doi: 10.1016/J.OPTMAT.2017.10.026.

[16] Feldbach E., Kuufmann I., and Zimmerer G., “Excitons and edge luminescence in MgO,” *J. Lumin.*, vol. 24–25, pp. 433–436, Nov. 1981, doi: 10.1016/0022-2313(81)90306-9.

[17] Baubekova G.M., Lushchik A.Ch., Assylbayev R.N., Akilbekov A.T.. Creation of radiation defects in MgO crystals irradiated with high-energy ions // Bulletin of the L.N. Gumilyov. - 2019. - T. 128 / No. 3. - P. 41–48 (in Russ.).

[18] Kappers L.A., Kroes R.L., and Hensley E.B., “ F^+ and F' centers in magnesium oxide,” *Phys. Rev. B*, vol. 1, no. 10, pp. 4151–4157, 1970, doi: 10.1103/PhysRevB.1.4151.

[19] O’Connell D.O., Henderson B. and Bolton J.M., “Uniaxial stress and polarisation studies of F_2 centre luminescence in MgO,” *Solid State Commun.*, vol. 38, no. 4, pp. 283–285, Apr. 1981, doi: 10.1016/0038-1098(81)90462-2.

[20] Sibley W.A., Kolopus J.L., and Mallard W.C., “A Study of the Effect of Deformation on the ESR, Luminescence, and Absorption of MgO Single Crystals,” *Phys. status solidi*, vol. 31, no. 1, pp. 223–231, 1969, doi: 10.1002/pssb.19690310126.

[21] Vaisburd D.I. and Evdokimov K.E., “Creation of excitations and defects in insulating materials by high-current-density electron beams of nanosecond pulse duration,” *Phys. status solidi*, vol. 2, no. 1, Jan. 2005, doi: 10.1002/pssc.200460149.

[22] Sibley W.A., Nelson C.M., and Chen Y., “Luminescence in MgO,” *J. Chem. Phys.*, vol. 48, no. 10, pp. 4582–4589, May 1968, doi: 10.1063/1.1668030.

[23] Chen Y., Abraham M.M., Turner T.J., and Nelson C.M., “Luminescence in deformed MgO, CaO and SrO,” *A J. Theor. Exp. Appl. Phys.*, vol. 32, no. 1, pp. 99–112, 1975, doi: 10.1080/14786437508222808.

[24] Chen Y., Kolopus J.L., and Sibley W.A., “Luminescence of the F^+ Center in MgO,” *Phys. Rev.*, vol. 186, no. 3, p. 865, Oct. 1969, doi: 10.1103/PhysRev.186.865.

[25] Hayes W., Kirk D.L. and Summers G. P., “The self-trapped hole and the self-trapped exciton in alkaline earth fluorides,” *Solid State Commun.*, vol. 7, no. 15, pp. 1061–1064, Aug. 1969, doi: 10.1016/0038-1098(69)90471-2.

MEMORY OF SCIENTISTS



29.09.1932 г. - 16.09.2021 г.

Д.х.н., профессор Нигметова Роза Шукургалиевна

Нигметова Роза Шукургалиевна, которая 18 лет была заведующей лабораторией сверхчистых металлов ИОКЭ НАН РК, а затем – главным научным сотрудником этой лаборатории.

Нигметова Р.Ш. родилась 29 сентября 1932 г. В 1955 г окончила химический факультет Казахского Государственного Университета им. С.М. Кирова. В 1955-1958 г. училась в аспирантуре Института химических наук АН КазССР под руководством академика Козловского М.Т. В 1958-1961 гг. - старший лаборант лаборатории аналитической химии. 1962-1966 гг. – младший научный сотрудник лаборатории амальгамной химии Института химических наук. 1966-1969 гг. - старший научный сотрудник лаборатории сверхчистых металлов Института органического катализа и электрохимии АН КазССР. В 1980 г. Р.Ш. Нигметова возглавила эту лабораторию и посвятила ее работе и развитию всю жизнь, как крупный специалист в области физико-химии и термодинамики амальгамных систем. Р.Ш. Нигметова принимала участие в проведении внедренческих работ на свинцовом заводе им. Калинина, г. Чимкент. Диссертацию на соискание степени доктора химических наук «Термодинамические и физико-химические исследования жидких сплавов ртути с металлами II-V подгрупп периодической системы элементов» Р. Ш. Нигметова защитила в 1984 г. на ученом совете ИОКЭ, г. Алма-Ата. Р.Ш. Нигметовой впервые проведено систематическое изучение термодинамических и физико-химических свойств двойных и тройных (22 системы) амальгамных систем с использованием большого количества физико-химических методов исследования. Изучены термодинамические свойства разбавленных жидких амальгам кадмия, индия, свинца, олова, висмута, цинка при температурах 25-200°C. Установлена зависимость термодинамических и физико-химических свойств жидких амальгам от положения металлов в периодической системе элементов, что позволило прогнозировать свойства еще неизученных систем. На основании полученных термодинамических данных амальгамных систем установлены критерии поведения многокомпонентных амальгам в люминесцентных лампах. В 1992 г. Р.Ш. Нигметова получила звание профессора. Р.Ш. Нигметовой опубликовано около 200 научных статей и подготовлено совместно с д.т.н. Козыным Л.Ф. 7 кандидатов химических наук. Р.Ш. Нигметова работала ученым секретарем диссертационного совета ИОКЭ. Коллеги сохранили о ней память, как о принципиальном ученом и отзывчивом человеке.

Сотрудники и коллеги.

МАЗМҰНЫ

БИОТЕХНОЛОГИЯ

Бисембаев А.Т., Шәмшідін А.С., Абылгазинова А.Т., Омарова К.М., Баймуканов Д.А. ҚАЗАҚСТАНДЫҚ СЕЛЕКЦИЯНЫҢ ГЕРЕФОРД ТҰҚЫМДЫ ІРІ ҚАРА МАЛЫНЫҢ АСЫЛ ТҰҚЫМДЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫН VLUP ӘДІСІМЕН ГЕНЕТИКАЛЫҚ БАҒАЛАУ.....	5
Донник И.М., Чеченихина О.С., Лоретц О.Г., Мымрин В.С., Шкуратова И.А. ӘРТҮРЛІ ЛИНИЯЛАРДАҒЫ ҚАРА-АЛА СИБІР ТҰҚЫМДАРЫНЫҢ ӨНІМДІЛІГІНІҢ ӨМІРШЕНДІГІ ЖӘНЕ СТРЕСКЕ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫ.....	12
Дукенов Ж.С., Абаева К.Т., Ахметов Р.С., Досманбетов Д.А., Рақымбеков Ж.К. ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК АЙМАҒЫНДАҒЫ ТОҒАЙ ОРМАНДАРЫНЫҢ ӨСУ ДИНАМИКАСЫН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ.....	21
Зарипова Ю.А., Дьячков В.В., Бигельдиева М.Т., Гладких Т.М., Юшков А.В. ӨКПЕДЕГІ ТАБИҒИ АЛЬФА-РАДИОНУКЛИДТЕРДІҢ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫН САНДЫҚ БАҒАЛАУ.....	28
Манукян С. "ЛОРИ" ІРІМШІГІН ЕКІ ЖАҚТЫ ПРЕСТЕУ ҮШІН РЕЖИМДЕРДІҢ ОҢТАЙЛЫЛЫҒЫН НЕГІЗДЕУ.....	36
Мухамадиев Н.С., Меңдібаева Г.Ж., Низамдинова Г.К., Шакеров А.С. ИВАЗИВТИ ЗИЯНКЕС ЕМЕННІҢ ҮҢГІ ЕГЕГІШІНІҢ (PROFENUSAPYГMAEА, KLUG, 1814) ЗИЯНДЫЛЫҒЫ.....	44
Касымова М.К., Мамырбекова А.К., Орымбетова Г.Э., Кобжасарова З.И., Блиджа Анита СҮЗБЕ САРЫСУЫ НЕГІЗІНДЕГІ МУСС.....	50
Кемелбек М., Қожабеков Ә.А., Сейтимова Г.А., Самир А.Р., Бурашева Г.Ш. <i>KRASCHENINNIKOVIA CERATOIDES</i> ӨСІМДІГІНІҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ.....	58
Кривоногова А.С., Порываева А.П., Исаева А.Г., Петропавловский М.В., Беспамятных Е.Н. АЛИМЕНТАРЛЫҚ ОРТАҚТАНДЫРЫЛҒАН ФИТОБИОТИКТЕРДІҢ ӘСЕРІНЕН СИБІРЛАРДЫҢ ИММУНДЫ СТАТУСЫ.....	64
Сагаев М., Қошқарбаева Ш., Абдуразова П., Аманбаева Қ., Райымбеков Е. ХИМИЯЛЫҚ МЫСТАУДАН БҰРЫН МАҚТА-МАТА БЕТТЕРІН АКТИВТЕНДІРУ ҮШІН ЦЕЛЛЮЛОЗАНЫҢ СОҒҒЫ ТІЗБЕКТЕРІН ҚОЛДАНУ.....	70
Чиндалиев А.Е., Харитонов С.Н., Сермягин А.А., Контэ А.Ф., Баймуканов А.Д. ТҰҚЫМ БЕРУШІ БҰҚАЛАРДЫҢ ҰРҒАШЫ ТҰҚЫМЫНЫҢ СЫРТ БІТІМІ БОЙЫНША VLUP-БАҒАЛАУ НӘТИЖЕЛЕРІН ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ РЕСМИ НҰСҚАУЛЫҚ БОЙЫНША ИНДЕКСТЕРІН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ (БАҒАЛАУДЫҢ СЫЗЫҚТЫҚ ЖҮЙЕСІ).....	79

ФИЗИКА

Асылбаев Р.Н., Баубекова Г.М., Карипбаев Ж.Т., Анаева Э.Ш. ЖОҒАРЫ ЭНЕРГИЯЛЫҚ ИОНДАРМЕН СӘУЛЕЛЕНГЕН СаF ₂ ЖӘНЕ MgO МОНОКРИСТАЛДАРЫНЫҢ КАТОДОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯСЫН ЗЕРТТЕУ.....	86
Ищенко М.В., Соболенко М.О., Қаламбай М.Т., Шукиргалиев Б.Т., Берцик П.П. ҚҰС ЖОЛЫНЫҢ ШАР ТӘРІЗДЕС ШОҒЫРЛАРЫ: ОЛАРДЫҢ ӨЗАРА ЖӘНЕ ОРТАЛЫҚ АСА МАССИВТІ ҚАРАҚҰРДЫММЕН ЖАҚЫН ТҮЙІСУЛЕРІНІҢ ҚАРҚЫНДАРЫ.....	94

Кобеева З.С., Хусанов А.Е., Атаманюк В.М., Хусанов Ж.Е.
ҚАЙТА ӨНДЕУ МАҚСАТЫНДА ҰСАҚТАЛҒАН МАҚТА САБАҚТАРЫНЫҢ
ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН АНЫҚТАУ.....106

Тоқтар М., Ахметов М.Б.
СІЛТІЛЕНГЕН ҚАРА ТОПЫРАҚТЫҢ МОРФОГЕНЕТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ФИЗИКАЛЫҚ
ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ӨЗГЕРУІ.....114

ХИМИЯ

Айтынова А.Е., Ибрагимова Н.А., Шалахметова Т.М.
МЕТАБОЛИКАЛЫҚ СИНДРОМ ЖӘНЕ ОНЫ ТҮЗЕТУГЕ АДАМДАРҒА ХАЛЫҚ
СКРИНГІНЕ ҚАБЫНУ МАРКЕРЛЕРІН ҚОСУ ҚАЖЕТТІГІ ТУРАЛЫ.....120

Джетписбаева Г.Д., Масалимова Б.К.
СИНТЕЗ ГАЗДАН ЖОҒАРЫ СПИРТТЕРДІ АЛУ ПРОЦЕСІНЕ ТЕМПЕРАТУРА
ӨЗГЕРІСІНІҢ ӘСЕРІ.....126

Кантуреева Г.О., Сапарбекова А.А., Giovanna Lomolino, Кудасова Д.Е.
ПЕКТИНОЛ F-RKM 0719 ФЕРМЕНТТІ ПРЕПАРАТЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ
ЭКСТРАКЦИЯНЫҢ АНАР ҚАБЫҒЫНДАҒЫ ФЕНОЛДЫ ЗАТТАРДЫҢ ШЫҒУЫНА
ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ.....131

Калиева А.Н., Мамытова Н.С., Нұрманбек А.Е., Нұрғабылова С.К., Эла Айше Коксал
АЗИЯ ОШАҒАНЫ (*AGRIMONIA ASIATICA* JUZ) ЖАПЫРАҚТАРЫНЫҢ ФИТОХИМИЯЛЫҚ
ҚҰРАМЫН АНЫҚТАУ.....139

Нурисламов Р.М., Абильмагжанов А.З., Кензин Н.Р., Нефедов А.Н., Акурпекова А.К.
МҰНАЙДЫ ҚАЙТА ӨНДЕУ ҮРДІСТЕРІН МОДЕЛЬДЕУ ҮШІН ChemCAD КОМПЛЕКСІН
ПАЙДАЛАНУ.....147

Ситпаева Г.Т., Курмантаева А.А., Кенесбай А.Х., Асылбекова А.А.
СЫРДАРИЯЛЫҚ ҚАРАТАУДАҒЫ СИРЕК, ЭНДЕМ *COUSINIA MINDSCHELKENSIS* В. FEDTSCH.
ТҮРІНІҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ.....154

Шаймерденова Г.С., Жантасов Қ.Т., Дормешкин О.Б., Қадырбаева А.А., Сейтханова А.Б.
ЖАҒАТАС КЕН ОРЫННЫҢ БАЛАНЫСТАН ТЫС ФОСФОРИТТЕРІНІҢ ЫДЫРАУ
КИНЕТИКАСЫ ЖӘНЕ МЕХАНИЗМІ.....163

ҒАЛЫМДЫ ЕСКЕ АЛУ

Нығметова Роза Шүкірғалиқызы.....170

СОДЕРЖАНИЕ

БИОТЕХНОЛОГИЯ

Бисембаев А.Т., Шәмшідін А.С., Абылгазинова А.Т., Омарова К.М., Баймуканов Д.А. ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОМ BLUP ПЛЕМЕННОЙ ЦЕННОСТИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ГЕРЕФОРДСКОЙ ПОРОДЫ КАЗАХСТАНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ.....	5
Донник И.М., Чеченихина О.С., Лоретц О.Г., Мымрин В.С., Шкуратова И.А. ПРОДУКТИВНОЕ ДОЛГОЛЕТИЕ И СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬ КОРОВ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ РАЗЛИЧНЫХ ЛИНИЙ.....	12
Дукенов Ж.С., Абаева К.Т., Ахметов Р.С., Досманбетов Д.А., Рақымбеков Ж.К. ИЗУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ ДИНАМИКИ РОСТА ТУГАЙНЫХ ЛЕСОВ В ЮЖНЫХ РЕГИОНАХ КАЗАХСТАНА.....	21
Зарипова Ю.А., Дьячков В.В., Бигельдиева М.Т., Гладких Т.М., Юшков А.В. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИРОДНЫХ АЛЬФА-РАДИОНУКЛИДОВ В ЛЕГКИХ.....	28
Манукян С.С. ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОСТИ УСТАНОВЛЕННЫХ РЕЖИМОВ ДЛЯ ДВУХСТОРОННЕГО ПРЕССОВАНИЯ СЫРА “ЛОРИ”.....	36
Мухамадиев Н.С., Мендибаева Г.Ж., Низамдинова Г.К., Шакеров А.С. ВРЕДНОСНОСТЬ ИВАЗИВНОГО ВРЕДИТЕЛЯ - ДУБОВОГО МИНИРУЮЩЕГО ПИЛИЛЬЩИКА (PROFENUSAPYGMAEA, KLUG, 1814).....	44
Касымова М.К., Мамырбекова А.К., Орымбетова Г.Э., Кобжасарова З.И., Блиджа Анита МУСС НА ОСНОВЕ КАЗЕИНОВОЙ СЫВОРОТКИ.....	50
Кемелбек М., Қожабеков Ә.А., Сейтимова Г.А., Самир А.Р., Бурашева Г.Ш. ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА KRASCHENINNIKOVIA CERATOIDES.....	58
Кривоногова А.С., Порываева А.П., Исаева А.Г., Петропавловский М.В., Беспмятных Е.Н. ИММУННЫЙ СТАТУС КОРОВ НА ФОНЕ АЛИМЕНТАРНО-ОПОСРЕДОВАННЫХ ФИТОБИОТИКОВ.....	64
Сатаев М., Кошкарбаева Ш., Абдуразова П., Аманбаева К., Райымбеков Е. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНЦЕВЫХ ЗВЕНЬЕВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ДЛЯ АКТИВИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ ПЕРЕД ХИМИЧЕСКИМ МЕДНЕНИЕМ....	70
Чиндалиев А.Е., Харитонов С.Н., Сермягин А.А., Контэ А.Ф., Баймуканов А.Д. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ BLUP-ОЦЕНКИ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПО ЭКСТЕРЬЕРУ ДОЧЕРЕЙ И ИХ ИНДЕКСОВ ПО ОФИЦИАЛЬНОЙ ИНСТРУКЦИИ (ЛИНЕЙНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ).....	79

ФИЗИКА

Асылбаев Р.Н., Баубекова Г.М., Карипбаев Ж.Т., Анаева Э.Ш. ИЗУЧЕНИЕ КАТОДОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ МОНОКРИСТАЛЛОВ CaF ₂ И MgO, ОБЛУЧЕННЫХ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ИОНАМИ.....	86
Ищенко М.В., Соболенко М.О., Каламбай М.Т., Шукиргалиев Б.Т., Берцик П.П. ШАРОВЫЕ СКОПЛЕНИЯ МЛЕЧНОГО ПУТИ: ТЕМПЫ СТОЛКНОВЕНИЯ МЕЖДУ СОБОЙ И С ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧЕРНОЙ ДЫРОЙ.....	94

Кобеева З.С., Хусанов А.Е., Атаманюк В.М., Хусанов Ж.Е.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ СТЕБЛЕЙ
ХЛОПЧАТНИКА С ЦЕЛЬЮ ДАЛЬНЕЙШЕЙ ПЕРЕРАБОТКИ.....106

Токтар М., Ахметов М.Б.
ИЗМЕНЕНИЯ МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ
ЧЕРНОЗЕМОВ.....114

ХИМИЯ

Айтынова А.Е., Ибрагимова Н.А., Шалахметова Т.М.
О НЕОБХОДИМОСТИ ВКЛЮЧЕНИЯ В СКРИНИНГ НАСЕЛЕНИЯ МАРКЕРОВ ВОСПАЛЕНИЯ
ДЛЯ ЛИЦ С МЕТАБОЛИЧЕСКИМ СИНДРОМОМ И ЕГО КОРРЕКЦИЯ.....120

Джетписбаева Г.Д., Масалимова Б.К.
ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСШИХ СПИРТОВ
ИЗ СИНТЕЗ-ГАЗА.....126

Кантуреева Г.О., Сапарбекова А.А., Giovanna Lomolino, Кудасова Д.Е.
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКСТРАКЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА
ПЕКТИНОЛ F-RKM 0719 НА ВЫХОД ФЕНОЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ КОЖУРЫ ГРАНАТА.....131

Калиева А.Н., Мамытова Н.С., Нурманбек А.Е., Нургабылова С.К., Эла Айше Коксал
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИТОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЛИСТЬЕВ ЕВРЕПЕЙНИКА АЗИАТСКОГО
(*AGRIMONIA ASIATICA* JUZ).....139

Нурисламов Р.М., Абильмагжанов А.З., Кензин Н.Р., Нефедов А.Н., Акурпекова А.К.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСА СЧЕМСАД ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ
НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ.....147

Ситпаева Г.Т., Курмангаева А.А., Кенесбай А.Х., Асылбекова А.А.
ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РЕДКОГО, ЭНДЕМИЧНОГО ВИДА *COUSINIA*
MINDSCHELKENSIS В. FEDTSCH. В СЫРДАРЬИНСКОМ КАРАТАУ.....154

Шаймерденова Г.С., Жантасов К.Т., Дормешкин О.Б., Кадырбаева А.А., Сейтханова А.Б.
КИНЕТИКА И МЕХАНИЗМ РАЗЛОЖЕНИЯ НИЗКОКАЧЕСТВЕННЫХ ФОСФОРИТОВ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖАНАТАС.....163

ПАМЯТИ УЧЕНЫХ

Нигметова Роза Шукурғалиевна.....170

CONTENTS

BIOTECHNOLOGY

Bissembayev A.T., Shamshidin A.S., Abylgazinova A.T., Omarova K.M., Baimukanov D.A. GENETIC ASSESSMENT BY THE BLUP METHOD OF BREEDING VALUE IN THE HEREFORD CATTLE OF KAZAKHSTANI SELECTION.....	5
Donnik I.M., Chechenikhina O.S., Loretz O.G., Mymrin V.S., Shkuratova I.A. PRODUCTIVE LONGEVITY AND STRESS RESISTANCE OF COWS OF BLACK-AND-MOTLEY BREEDS OF VARIOUS LINES.....	12
Dukenov Zh.S., Abaeva K.T., Akhmetov R.S., Dosmanbetov D.A., Rakymbekov Zh.K. STUDY AND ANALYSIS OF THE GROWTH DYNAMICS OF TUGAI FORESTS IN THE SOUTHERN REGIONS OF KAZAKHSTAN.....	21
Zaripova Y.A., Dyachkov V.V., Bigeldiyeva M.T., Gladkikh T.M., Yushkov A.V. QUANTITATIVE ESTIMATION OF THE CONCENTRATION OF NATURAL ALPHA RADIONUCLIDES IN THE LUNGS.....	28
Manukyan S.S. SUBSTANTIATION OF THE OPTIMALITY OF THE SET MODES FOR DOUBLE-SIDEDPRESSING OF CHEESE “LORI”.....	36
Mukhamadiyev N.S., Mengdibayeva G.Zh., Nizamdinova G.K., Shakerov A.S. HARMFULNESS INVASIVE PEST-OAK MINING SAWFLY (<i>PROFENUSA PYGMAEA</i> , KLUG, 1814).....	44
Kassymova M.K., Mamyrbekova A.K., Orymbetova G.E., Kobzhasarova Z.I., Anita Blija MOUSSE FROM CASEIC WHEY.....	50
Kemelbek M., Kozhabekov A.A., Seitimova G.A., Samir A.R., Burasheva G.Sh. INVESTIGATION OF CHEMICAL CONSTITUENTS OF <i>KRASCHENINNIKOVIA CERATOIDES</i>	58
Krivotogova A.S., Porivaeva A.P., Isaeva A.G., Petropavlovsky M.V., Bespamyatnykh E.N. DYNAMICS OF THE IMMUNE STATUS OF COWS AGAINST THE BACKGROUND OF COMBINED USE OF LOCAL AND ALIMENTARY-MEDIATED PHYTOBIOTICS.....	64
Sataev M., Koshkarbaeva Sh., Abdurazova P., Amanbaeva K., Raiymbekov Y. THE USE OF CELLULOSE END LINKS TO ACTIVATE THE SURFACE OF COTTON FABRICS BEFORE CHEMICAL COPPER PLATING.....	70
Chindaliyev A.E., Kharitonov S.N., Sermyagin A.A., Konte A.F., Baimukanov A.D. COMPARATIVE ANALYSIS OF THE BLUP-ESTIMATES OF SERVICING BULLS BY THE EXTERIOR OF DAUGHTERS AND THEIR INDICES BY THE OFFICIAL INSTRUCTIONS (LINEAR ASSESSMENT SYSTEM).....	79

PHYSICAL SCIENCES

Assylbayev R., Baubekova G., Karipbayev Zh., Anaeva E. STUDY OF CATHODOLUMINESCENCE OF CaF ₂ AND MgO SINGLE CRYSTALS IRRADIATED WITH HIGH-ENERGY IONS.....	86
Ishchenko M.V., Sobolenko M.O., Kalambay M.T., Shukirgaliyev B.T., Berczik P.P. MILKY WAY GLOBULAR CLUSTERS: CLOSE ENCOUNTER RATES WITH EACH OTHER AND WITH THE CENTRAL SUPERMASSIVE BLACK HOLE.....	94

Kobeyeva Z.S., Khussanov A.Ye., Atamanyuk V.M., Khussanov Zh.Ye.
DETERMINATION OF PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF CRUSHED COTTON STEMS
FOR FURTHER PROCESSING.....106

Toktar M., Akhmetov M.B.
CHANGES IN MORPHOGENETIC AND PHYSICAL PROPERTIES OF LEACHED BLACK
SOILS.....114

CHEMICAL SCIENCES

Aitynova A.E., Ibragimova N.A., Shalakhmetova T.M.
ABOUT THE NEED TO INCLUDE SCREENING MARKERS OF INFLAMMATION TO POPULATION
FOR PEOPLE WITH METABOLIC SYNDROME AND ITS CORRECTION.....120

Jetpisbayeva G.D., Massalimova B.K.
THE INFLUENCE OF TEMPERATURE CHANGE ON THE PROCESS OF OBTAINING HIGHER
ALCOHOLS FROM SYNGAS.....126

Kantuteyeva G.O., Saparbekova A.A., Giovanna Lomolino, Kudassova D.E.
STUDY OF THE EFFECT OF EXTRACTION USING ENZYME PREPARATION - *PECTINOL F-RKM*
0719 ON THE YIELD OF PHENOLIC SUBSTANCES IN POMEGRANATE PEEL.....131

Kaliyeva A.N., Mamytova N.S., Nurmanbek A.E., Nurkabylova S.K., Ela Ayşe Köksal
DETERMINATION OF THE PHYTOCHEMICAL COMPOSITION OF THE LEAVES OF ASIATIC
BURDOCK (*AGRIMONIA ASIATICA* JUZ).....139

Nurislamov R.M., Abilmagzhanov A.Z., Kenzin N.R., Nefedov A.N., Akurpekova A.K.
USING THE CHEMCAD COMPLEX TO SIMULATE REFINING PROCESSES.....147

Sitpayeva G.T., Kurmantaeva A.A., Kenesbai A.H., Asylbekova A.A.
STUDY OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE RARE ENDEMIC SPECIES *COUSINIA*
MINDSCHELKENSIS B. FEDTSCH. IN THE SYRDARYA KARATAU.....154

Shaimerdenova G.S., Zhantasov K.T., Dormeshkin O.B., Kadirbayeva A.A., Seitkhanova A.B.
KINETICS AND MECHANISM OF DECOMPOSITION OF LOW-QUALITY PHOSPHORITES
OF THE ZHANATAS DEPOSIT.....163

MEMORY OF SCIENTISTS

Nigmatova Roza Shukirgalievna.....170

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

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

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

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

Редакторы: *М.С. Ахметова, А. Ботанқызы, Д.С. Аленов, Р.Ж. Мрзабаева*
Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 15.12.2021.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать - ризограф.
10,5 п.л. Тираж 300. Заказ 6.