

**Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі
«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ
«Қазақстанның физика- техникалық қоғамы» ЖШС**

**Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан
НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева»
ТОО «Физико-техническое общество Казахстана»**

ҚАТТЫ ДЕНЕ ФИЗИКАСЫ

*XV Халықаралық ғылыми конференциясының материалдары
8-10 желтоқсан 2022 жылы*

ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

*Материалы XV Международной научной конференции
8-10 декабря 2022 года.*

**Астана
2022**

УДК 538.9 (075.8)
ББК 22.37 я73
Ф50

Рекомендовано к изданию решением
Физико-технического общества Казахстана

Организационный комитет

Председатель: **Сыдыков Е.Б.**

Сопредседатели: **Курмангалиева Ж.Д., Кокетай Т.А.**

Члены международного оргкомитета: **Алиев Б.** (Казахстан), **Акылбеков А.Т.** (Казахстан), **Даулетбекова А.К.** (Казахстан), **Бахтизин Р.З.** (Россия), **Балапанов М.Х.** (Россия), **Донбаев К.М.** (Казахстан), **Ибраев Н.Х.** (Казахстан), **Кидибаев М.М.** (Кыргызстан), **Купчишин А.И.** (Казахстан), **Лисицын В.М.** (Россия), **Липилин А.С.** (Россия), **Мукашев К.М.** (Казахстан), **Ногай А.С.** (Казахстан), **Онаркулов К.Э.** (Узбекистан), **Плотников С.П.** (Казахстан), **Приходько О.Ю.** (Казахстан), **Скаков М.К.** (Казахстан), **Тайиров М.М.** (Кыргызстан), **Шаршеев К.К.** (Кыргызстан), **Шункеев К.Ш.** (Казахстан), **Яр-Мухамедова Г.Ш.** (Казахстан), **Лущик А.Ч.** (Эстония), **Попов А.И.** (Латвия), **Давлетов А.Е.** (Казахстан), **Дробышев А.С.** (Казахстан), **Иванов В.Ю.** (Россия), **Ильин А.Ю.** (Казахстан), **Токмолдин С.Ж.** (Казахстан), **Ибраев Н.Х.** (Казахстан)

Секретари конференции

Садыкова Б.М., Дауренбеков Д.Х., Жаңылысов К.Б., Әлібай Т.Т., Юсупбекова Б.Н., Ахметова А.С., Шамиева Р.К.

Ф50 Қатты дене физикасы - Физика твердого тела: Материалы XV Международной научной конференции – Астана: Изд-во ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, 2022. – 189 с.

ISBN 978-601-337-782-7

В сборнике опубликованы материалы докладов участников XV Международной научной конференции «Физика твердого тела».

УДК 538.9 (075.8)
БК 22.37 я73

ISBN 978-601-337-782-7

**Евразийский
национальный
университет
имени Л.Н. Гумилева, 2022**

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. ТОЧЕЧНЫЕ И ПРОТЯЖЕННЫЕ ДЕФЕКТЫ В ШИРОКОЩЕЛЕВЫХ СИСТЕМАХ: ОКСИДЫ, НИТРИДЫ, КЕРАМИКИ, МИНЕРАЛЫ, ОРГАНИЧЕСКИЕ И ФОТОННЫЕ КРИСТАЛЛЫ; СОБСТВЕННАЯ И ПРИМЕСНАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

Н.Х. Юлдашев, А.С. Байгазиев, М.Ч. Осканбаев, N.Kh. Yuldashev, A.S. Baigaziev, M.Ch. Oskanbaev Фотолюминесценция микрокристаллов в тонких пленках CdTe	7
А.В. Стрелкова, Д.А. Мусаханов, А. М.Жунусбеков, Ж.Т.Карипбаев, Г.К. Алпысова, Т.Э. Көкөтай Морфология синтезированной керамики BaF ₂	10
В.И. Корепанов, Г. Гэ, Е.Ф. Полисадова Импульсная катодолюминесценция кристаллов LiF-WO ₃ и сопутствующие процессы	14
К.Sh. Shunkeyev, A.S. Tilep, Sh.Zh. Sagimbayeva, Zh.K. Ubayev Exciton-like formation in a sodium field in KCl:Na crystal with lowering lattice symmetry	15
Н. Райымкул кызы, А.С. Ганиева, У.К. Мамытбеков, М.М.Кидибаев, К.Шаршеев Низкотемпературная рентгено- и термостимулированная люминесценция кристаллов KNaSO ₄ :Cu	16
Ж.С. Жилгильдинов, В.М. Лисицын, Ж.Т. Карипбаев, А.М. Жунусбеков, А. Тулеуов Зависимость эффективности люминесценции иаг:се керамики, полученной радиационным синтезом, от предыстории прекурсоров	18
К.К. Кумарбеков, В.М. Лисицын, Т.Э. Көкөтай, Н. Қашкен, Ұ. Аман Радиациялық өрісте MgO оксидті оптикалық керамиканың синтезі	21
Т.Т. Әлібай, Д.А. Төлеков, Р.К. Шамиева, А.С. Нурпеисов, Ш. Рыскелді, Қ.Мекебай Люминесцентные характеристики Na ₂ SO ₄ Допированного редкоземельным ионом Dy ³⁺	23
Д.А.Төлеков, Т.Т. Әлібай, Р.К. Шамиева, А.С. Нурпеисов Электронно-дырочные центры захвата в уф облученном Li ₂ SO ₄ -Mn	26
Р.К.Шамиева, Т.Т.Әлібай, Д.А.Төлеков, А.С.Нурпеисов, А.А.Қабдулқак Электронно-дырочные центры захвата в K ₂ SO ₄ -NO ₃ ⁻	29
Б.Н. Юсупбекова, А.Ж. Кайнарбай, Д.Х. Дауренбеков, К.Б. Жанылысов, Б.М. Садыкова, А.С. Ахметова, С.Пазылбек Электронно-дырочные центры захвата в кристаллах LiNaSO ₄ :Cu и LiNaSO ₄ :Cu, Mg	32
А.К. Арыков, К. Хайдаров Металлизация монокристаллов синтетического алмаза адгезионно-активными элементами: Ti и Co	37
Ы. Ташполотов, Э. Садыков, Т.К. Ибраимов Создание наноструктурных тампонажных цементов на основе минерально-сырьевых ресурсов кыргызской республики	40

СЕКЦИЯ 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, РЕЛАКСАЦИЯ НОСИТЕЛЕЙ, ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ, УПОРЯДОЧЕНИЕ, ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ, ПРИМЕСИ С МЕЛКИМИ И ГЛУБОКИМИ УРОВНЯМИ, СТРУКТУРНЫЕ ДЕФЕКТЫ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ

V.A. Kalytka, Z.K. Vaimukhanov The influence of the proton quantum tunneling at kinetic phenomena in proton semiconductors and dielectrics	46
К.Э. Онаркулов, А.И. Зокиров Эффект аномального фотонапряжения в полупроводниковых поликристаллических структурах типа A ^{II} B ^{VI}	49
N.E. Alimov, J.V. Vaitkus, S.M. Otajonov Effect of surface recombination on the photoconductivity of CdTe nanocrystalline films with deep impurity levels	51

З. Хайдаров, Б.З. Хайдаров	
Исследование фотографического процесса в газоразрядной ячейке	54
А.И. Зокиров, А.Ж. Кайнарбай, К.Э. Онаркулов, С.М. Зайнолобидинова	
Исследование фотоэлектрических свойств пленочных структур CdTe	57
Н.К. Касмамытов, А.Ж. Календеров, К.М. Макаева, К.А. Ласанху	
Технология, структура и свойства высоковольтной фарфоровой керамики на основе сырья месторождений Кыргызской Республики	59
С.К. Тлеукенов, А.Б.Төлегенова, В.Л.Пазынин	
Генерация ТМ волн на границе кристалла класса 4m2 с магнитоэлектрическим эффектом волной те поляризации	60
И.Н. Муллагалиев, Т.Р. Салихов, Р.Б. Салихов	
Фототранзисторы на основе тонких пленок производных фуллерена со светочувствительным веществом	62
Д.Н. Какимжанов, Б.К. Рахадиллов, Ю.Н. Тюрин, О.В. Колисниченко	
Влияние импульсно-плазменной на трибоэлектрические свойства детонационных покрытия на основе Cr ₃ C ₂ -NiCr	63
А.Р. Курбангулов, Н.Н. Биккулова, Г.Р. Акманова, А.Х. Кутов	
Фазовые переходы в теллуридах меди	65
С.К. Тлеукенов	
Метод матрицанта. Единое описание упругих и Электромагнитных волновых процессов в анизотропных средах	68
А.К. Утениязов, Т.Сапарбаев, Э.С. Есенбаева, М.Т.Нсанбаев	
Вольтамперная характеристика структуры Al-Al ₂ O ₃ -pCdTe-Мо в прямом направлении тока	69
А.Р. Курбангулов, Н.Н. Биккулова, Д.И. Сафаргалиев, Г.Р. Акманова, А.Х. Кутов	
Расчет зонной структуры теллурида меди cu _{1,75} te в макро- и наносостоянии	72
Д.И. Сафаргалиев, А.Д. Давлетшина, Н.Н. Биккулова, Г.Р. Акманова, И.И. Ганеев	
Зонная структура соединений CuCrX ₂ (X = S, Se)	75
Д.И. Сафаргалиев, А.Д. Давлетшина, Н.Н. Биккулова, Г.Р. Акманова, Д.В. Насибуллин	
Химическая связь в соединениях CuCrX ₂ (X = S, Se)	76
D.Khajibaev, K.Nurimbetov, B.Ya.Yavidov	
On thickness dependence of T _c OF La _{2-x} Sr _x CuO ₄ films	78
A. Jalekeshov, K. Nurimbetov, B. Ya.Yavidov	
On doping dependence of T _c and $\partial T_c / \partial p_i$ (i = a, b, c) of cuprates	81

СЕКЦИЯ 3. ФАЗОВЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В МЕТАЛЛАХ И СПЛАВАХ, МОДИФИКАЦИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

А.Ж. Миниязов, Е.А. Кожухметов, М.К. Скаков, Т.Р. Туленбергенов, И.А. Соколов	
Деградация структуры и свойств карбидных поверхностных слоев вольфрама в условиях плазменного воздействия	84
Д.Р. Байжан, А.Ж.Жасулан, Ж.Б.Сагдолдина, К.Д. Орманбеков, Д.Б. Буйткенов, Р.К. Кусаинов	
Микродуговое окисление титана в электролит-суспензиях	87
Б.М. Ахметгалиев, К.С.Назаров, М.Х. Балапанов, К.А. Кутербеков, Р.Х. Ишембетов, М.М. Кубенова	
Исследование фазовых переходов в нанокристаллических сульфидах меди Li _x Cu _{2-x} S (x=0.10, 0.16, 0.18) методом дифференциальной сканирующей калориметрии	89
М.И. Маркевич., Д.Ж. Асанов	
Воздействие лазерного излучения на фотомагнитные материалы на основе кремния легированного примесями	91
Б.К. Рахадиллов, Д.Р. Байжан, Н.Е. Бердімуратов, Р.С. Кожанова, З.А. Сатбаева, Л.Б. Баятанова	

Структурно-фазовое состояние среднеуглеродистых сталей после электролитно-плазменной обработки	94
Б.К. Рахадиллов, Н. Мұқтанова, А.Е. Кусайнов, Д.Н. Кәкімжанов Получение износостойкого покрытия WC-10Co-4Cr методом высокоскоростного газопламенного напыления	97
Д.Б. Бұйткенов, А.Б. Нәбиолдина, Н.М. Магазов, Ж.С. Тұрар Получение многослойных металлокерамических покрытий методом детонационного напыления	100
С.К. Тлеукиенов, М.С. Токашева, В.Л. Пазынин Возбуждение волн ТЕ поляризации на границе моноклинного кристалла при отражении ТМ волн	103
Қ.Ә. Қонысов, А.Е. Садыкова, А. Аужанова, Н.Х. Ибраев TiO ₂ /rGO/Ag нанокөмпозитінің фотокаталитикалық белсенділігін бояғышты фотодеградациялау әдісімен зерттеу	104
Д.К. Ескермесов, Е.Е. Табиева, З.Е. Арингожина, С.А. Пазылбек, Ж.Т. Төлеуханова Морфология поверхности и физико-механические свойства Ni-Cr-Al покрытий полученных детонационным распылением при импульсно-плазменной обработке	107

СЕКЦИЯ 4. НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ

Р.Б. Салихов, А.Д. Остальцова, Т.Р. Салихов Полимерные тонкопленочные химические сенсоры	110
S. Pazylbek, A. Kareiva, T. Nurakhmetov, D. Karoblis, D. Vistorskaja A. Zarkov Novel co-substituted yttrium gallium garnets	112
Т.И. Шарипов, Д.Ш. Кудояров, Р.Р. Гарафутдинов, И.Н. Сафаргалин Электропроводность специфических олигонуклеотидов	112
Т.Т. Юмалин, Р.Б. Салихов Тонкопленочные структуры на основе углеродных нанотрубок в составе эпоксидных смесей	115
К.С. Рожкова, А.К. Аймуханов, К.Т. Абдрахман, А.М. Абдигалиева Влияние среды на морфологию полимера PEDOT:PSS	118
И.Н. Сафаргалин, Р.Б. Салихов Тонкие пленки новых производных пани и влияние морфологии на их свойства	120
Д.А. Толеков, Д.Ш. Кудояров, Р.З. Бахтизин, Т.Н. Нурахметов, Т.И. Шарипов Изучение биомолекул с помощью сканирующей зондовой микроскопии	122
Д.А. Темирбаева, Н.Х. Ибраев Ag және Au Плазмондық нанобөлшектерінің ксантен бояғышының люминесценттік қасиеттеріне әсері	124
А.Б. Демесбек, А.С. Кенжебекова, Д.Р. Ташкеев, А.А. Баратова Исследование фрактальных свойств морфологических изменений тканей в нанометровом масштабе	126
Г.Е. Сагаева, А.А. Баратова, А. Мирзо, Р.К. Ниязбекова, Д. М. Шарифов, Ж. А. Бегайдарова, А. А. Абдигапар, Ж. Сыздыкова Исследование спектрофотометрических и люминесцентных свойств образцов углеродных нанокөмпозитных полимерных материалов	129
Э.Ж. Алихайдарова, Н.Х. Ибраев, Е.В. Селиверстова Влияние локализованного плазмонного резонанса металлических наночастиц на структурные, оптические и оптоэлектронные свойства пленок оксида графена	132
N.Kh. Ibrayev, E.V. Seliverstova Plasmon-induced photophysical processes in molecular media	134
Б.М. Сатанова, Г. Ә.Қаптағай, Ф.У. Абуова Күшті электронды корреляциясы бар гибриді графен-оксидті 2d материалдар	138
Д.Т. Жеңіс, А.Б. Құманова, М.Ш. Салауатова Ядролық медицинаның қазіргі кездегі мүмкіндіктері және болашағы	140
А.Е. Канапина, Н.Х. Ибраев, Е.В. Селиверстова, А.А. Ищенко Влияние плазмонного резонанса наночастиц металлов на внутримолекулярные электронные переходы в молекулах полиметиновых красителей различной ионности	142

А.Н. Мочалов, Д.Ш. Кудояров, Т.И. Шарипов Современное состояние исследований олигонуклеотидов методами зондовой микроскопии	145
Г.С. Аманжолова, Н.Х. Ибраев, Е.В. Селиверстова S, N- еңгізілген көміртекті нүктелердің плазмон-күшейтілген люминесценциясы	146
А.С. Ахметова, А.Ж. Қайнарбай, Д.Х. Дауренбеков, Б.Н. Юсупбекова, А.К. Оспанова, Б.Ә. Дүйсенбай Влияние длин лиганд на формирование и рост нанопластин теллурида кадмия	149
Д.М. Шарифов, Р.К. Ниязбекова, Г.М. Мухамбетов, В.Н. Михалченко, Ж.А. Бегайдарова, М.А. Серекпаева Технология получения и перспективы развития нанокompозитных материалов на полимерной основе	152
У. М. Кабылбекова, Г. И. Мухамедрахимова, К. У. Мухамедрахимов Принцип использования квантовых точек для диагностики и лечения злокачественных опухолей	155

СЕКЦИЯ 5. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ И ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

А. С. Ногай, А.А. Ногай, А.А. Буш, Д.Е. Ускенбаев, А.Б. Утегулов Проблемы повышения эффективности натрий ионных аккумуляторных батарей и пути их решения	159
А.А. Ногай, А.А. Буш Способы повышения параметров пьезоэлектрических генераторов путем модификации пьезоэлектрической керамики	162
Е.А. Кожаметов, А.Ж. Миниязов, А.С. Уркунбай Микроструктурная стабильность двухфазного (O+B2) сплава системы Ti-25Al-25Nb (АТ.%) в процессе термоциклирования в среде водорода	165
Н. В. Ермилов, Н. Н. Биккулова Скрининг перспективных термоэлектрических халькогенидов	168
Т.М. Сериков, Е.В. Селиверстова, А.Е. Садыкова, Қ. Қонысов, Н.Х. Ибраев Влияние наночастиц серебра на фотокаталитическую активность нанокompозита TiO ₂ /rGO	169
Д.Д.Айдарова, Г.Т. Бейсембаева, Т.М. Сериков, А.С. Балтабеков Влияние удельной поверхности нанотрубок TiO ₂ на ее фотокаталитическую активность	171

СЕКЦИЯ 6. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Н.И.Темиркулова, А.Ә.Мырзақұлов Ускоренное обучение элементам математического анализа в курсе физики средней школы	174
С. Нұрқасымова., А.Б.Жаныс Самостоятельная работа студентов как средство повышения эффективности учебной деятельности по физике	177
Б.Е. Рахымбаева, Г.М. Аралбаева, Р.Н. Сулеймен, М.Р. Кушербаева Физика пәнінен сапалы есептерді шығару арқылы орта буын оқушыларының сыни ойлауын дамыту	179
Г.Е.Сагындыкова, П.У.Баймишова Физика мен медицинаның интерграциясы негізінде оқушылардың қызығушылығын дамыту	182
Э.К.Кожабекова, Ж.К.Ермекова Физика пәнін музыкамен байланыстырып оқыту жүйесі	185
Ж. К. Ермекова, Р. Серікбол, Н. Муграж, А. Омеркулов, Д. Саяхат Болашақ физика мұғалімдерінің кәсіби құзыреттілік деңгейін арттыру жолдары	187

возгоранию линии свободных экситонов-поляритонов и мелких ДАП под действием подсветки.

В заключение отметим, что исследованные пленочные структуры *CdTe*, *CdTe:In* и *n-CdS/p-CdTe* открывают новые возможности не только для практического приложения их в качестве фотоприемника и фотопреобразователя, но и для разработки новых методов изучения фотоэлектрических явлений в полупроводниковых пленочных структурах.

Литература

1. А.И. Екимов, И.А. Кудрявцев, М.Г. Иванов, Ал. Л. Эфрос. Фотолюминесценция квазиульмерных полупроводниковых структур // ФТТ. 1989, 31(8), 192-206.
2. Багаев В.С., Клевков Ю.В., Колосов С.А., Кривобок В.С., Онищенко Е.Е., Шепель А.А. Фотолюминесценция CdTe, выращенного при значительном отклонении от термодинамического равновесия // ФТП. 2011, том 45, вып. 7, сс. 908-915. Колосов С.А., Клевков Ю.В., Плотников А.Ф. Электрические свойства мелкозернистых поликристаллов // ФТП. 2004, 38(4), сс. 473-478.
3. Брус В.В., Солован М.Н., Майструк Э.В., Козьярский И.П., Марьянчук П.Д., Ульяницкий К.С., Rappich J. Особенности оптических и электрических свойств поликристаллических пленок CdTe, изготовленных методом термического испарения. // ФТП. 2014, 56(10), сс.1886-1890.
4. B.J.Akhmadaliev, O.M.Mamatov, B.Z. Polvonov, N.Kh. Yuldashev // Correlation between the Low-Temperature Photoluminescence Spectra and Photovoltaic Properties of Thin Poly-crystalline CdTe Films // Journal of Applied Mathematics and Physics, 2016, 4(2), pp.391-307.

УДК. 621.315.592

МОРФОЛОГИЯ СИНТЕЗИРОВАННОЙ КЕРАМИКИ BaF₂

А.В. Стрелкова¹, Д.А. Мусаханов¹, А. М.Жунусбеков¹, Ж.Т.Карипбаев¹,
Г.К. Алпысова², Т.Ә. Көкетай²

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г.Астана, Казахстан

²Карагандинский университет им. Е.А. Букетова, г. Караганда, Казахстан

Методами сканирующей электронной микроскопии и энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии проведены анализ элементного состава и микроструктуры образцов керамики BaF₂ активированной WO₃, синтезированной впервые путем прямого воздействия мощного пучка высоко энергетических электронов на шихту.

Фторид бария один из наиболее эффективных и быстрых сцинтилляционных материалов. Его эффективность может быть повышена путем активации вольфрамом в виде оксида. Введение вольфрама в решетку затрудняется тем, что при высоких температурах вольфрам образует летучие соединения и не входит в решётку. Поэтому при синтезе BaF₂:W в исходную шихту добавляют вещества, облегчающие встроение вольфрама в решётку. Однако, при таком синтезе в решётке остается часть используемых дополнительных веществ, наличие которых влияет на характеристики материалов.

Нами была показана возможность введения вольфрама в решётку кристаллов фторидов металлов, при синтезе в потоке высокоэнергетических электронов. Показано, что спектры люминесценции синтезированной керамики на основе BaF₂, MgF₂ изменяются. В спектре проявляется люминесценция, обусловленная введением W.

Метод радиационного синтеза для получения BaF₂:W керамики использован впервые.

Настоящая работа посвящена изучению морфологии полученной радиационным синтезом керамики BaF₂:W.

С использованием JSM-IT200 растрового электронного микроскопа с системой энергодисперсионного анализа были изучены состояние поверхности и элементный состав образцов BaF_2 , $\text{BaF}_2:\text{WO}_3$ (2%), $\text{BaF}_2:\text{WO}_3$ (3%).

При исследованиях на РЭМ для каждого образцов BaF_2 были получено следующее: микроснимки поверхностей образцов, характеризующие морфологию и поверхностный (полученные в режиме детектирования вторичных электронов), элементный состав каждого образца, составлена карта распределения элементов в каждом исследованном образце.

Измерения проводились при ускоряющем напряжении 15 кВ, примеры РЭМ снимков в месте скола BaF_2 и $\text{BaF}_2:\text{WO}_3$ представлены на рисунке 1.

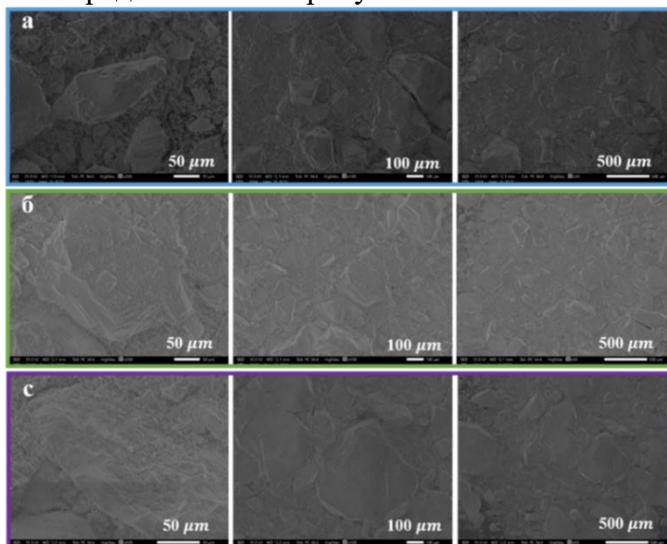


Рисунок 1. – РЭМ снимки поверхности и элементный состав образцов BaF_2 (а), $\text{BaF}_2:\text{WO}_3$ (2%) (б), $\text{BaF}_2:\text{WO}_3$ (3%) (с) при разных увеличениях

Поверхность образцов фторидов бария имеет сложную форму, нет очевидной связи зависимости морфологии от степени легирования. Синтезированные образцы имеют различия морфологии поверхности, которое возможно объяснить с изменением структурного и фазового состава образцов. На некоторых образцах (BaF_2) видны сформированные с хорошей огранкой микрокристаллы с разными размерами.

На снимках РЭМ сколов заметно, что образцы фторидов бария керамики имеют вид спаянных друг с другом частицы с разными размерами. Малые кристаллы имеют размер около 10 мкм, с неоднородным распределением в микроструктуре, большие кристаллы имеют размер до 100 мкм.

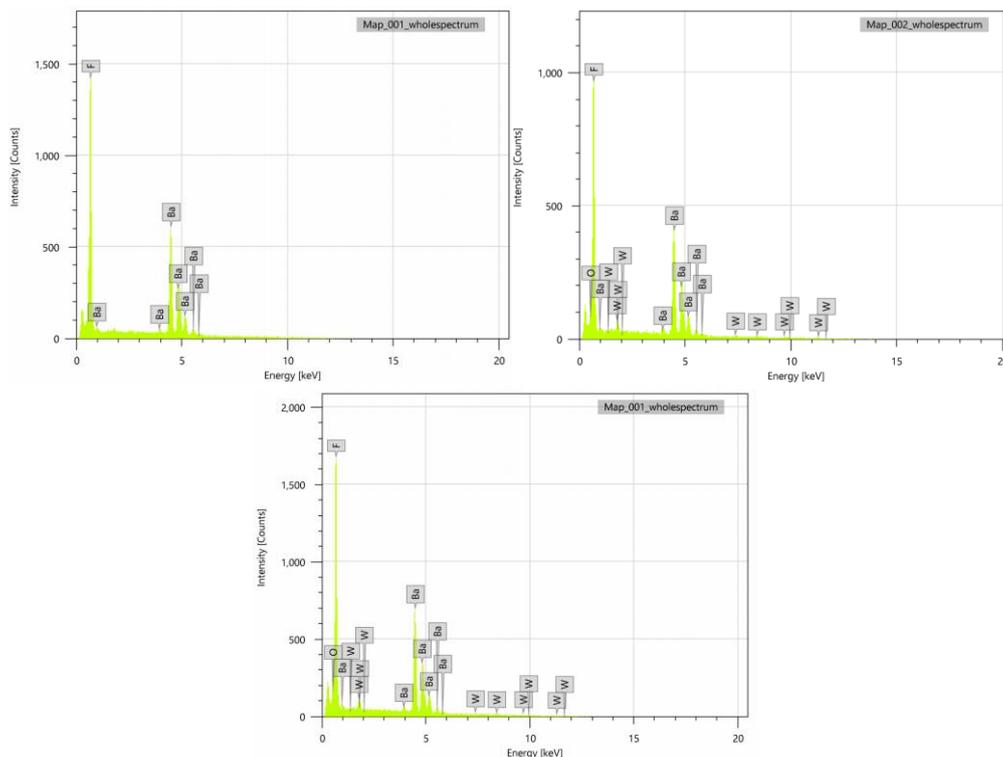


Рисунок 2. Спектр анализа РЭМ элементного состава исследованных образцов BaF₂, BaF₂:WO₃ (2%), BaF₂:WO₃ (3%).

Основная часть керамики имеет вид расплава. На снимках можно заметить частицы с хорошо выраженной огранкой, которая свидетельствует о формировании микрокристаллов.

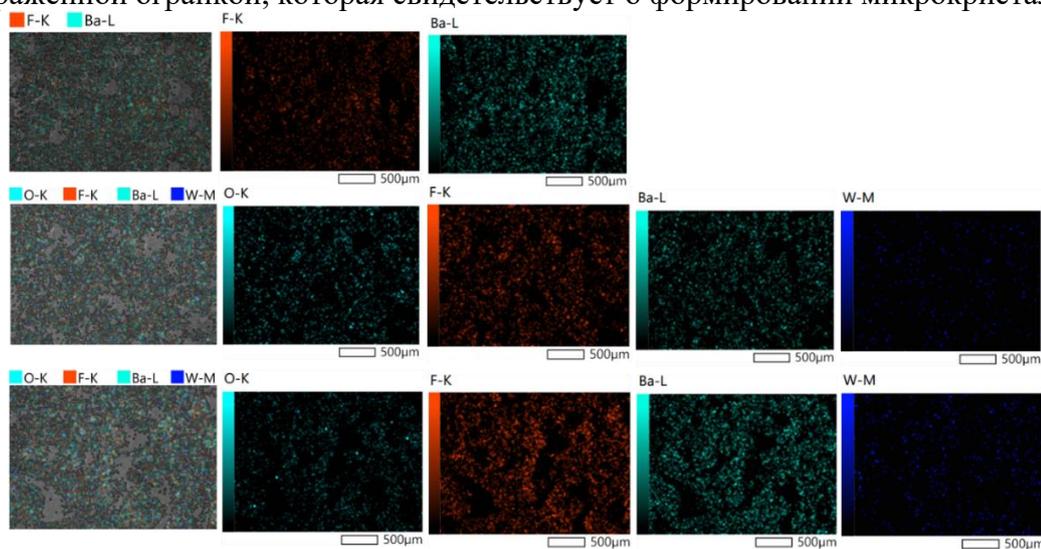


Рисунок 3 – Результаты картирования распределения элементного состава образцов BaF₂ (1 ряд), BaF₂:WO₂ (2%) (2 ряд), BaF₂:WO₃ (3%) (3 ряд).

На рисунке 2. представлен элементный состав исследованных образцов полученный методом энергодисперсионного анализа. Спектры энергодисперсионного рентгеновского анализа показывают элементарные пики, то есть наличие элементов F, Ba, W.

На рисунке 3 приведены результаты карты распределения элементов, полученной на растровом электронном микроскопе. На микрофотографиях видно, что поверхностный слой содержит барий, а также фтор. Вводимые примеси вольфрама распределены по поверхности неоднородно. В процессе синтеза происходит диссоциация фторида бария и вхождение ионов вольфрама и кислорода в матрицу происходит независимо друг от друга. На этом рисунке показано распределение элементов в образцах BaF₂ (1 ряд), BaF₂:WO₂ (2%) (2 ряд), BaF₂:WO₃

(3%): первая картинка показывает поверхность материала, F-K– распределение фтора, Ba-L– распределение бария, O-K– распределение кислорода, W-M– распределение вольфрама.

Количественный элементный анализ образцов позволил установить состав керамики, данные которых показаны в таблице 1.

Таблице 1. Массовый состав образцов BaF₂ (а), BaF₂:WO₃ (2%) (б), BaF₂:WO₃ (3%)

t	Elemen	Line	Mass %	Atom %
BaF₂				
	Ba	L	80,1	35,8
	F	K	19,9	64,2
BaF₂:WO₃ (2%)				
	Ba	L	78	35,7
	F	K	19,2	63,3
	W	M	2,8	1
BaF₂:WO₃ (3%)				
	Ba	L	76,5	34
	F	K	20	65
	W	M	3,5	1

Таким образом при радиационном синтезе вольфрам входит в керамику.

Представленные результаты исследований показывают, что при синтезе керамики их шихты BaF₂ с добавкой WO₃ вольфрам входит в керамику. Следовательно, при радиационном синтезе возможно вводить вольфрам без использования каких либо добавок, способствующих сохранению вольфрама и вхождение его в структуру керамики.

Литература

1. Л.В.Атрощенко, С.Ф.Бурачес, Л.П.Гальчинецкий и др. «Кристаллы сцинтилляторов и детекторы ионизирующих излучений на их основе». Наукова думка, 1998.
2. L.A. Lisitsyna, V.M. Lisitsyn. Composition nanodefects in doped lithium fluoride crystals // Phys.Solid State. – 2013. – V.55. No.11. – P.2297–2303.
3. V.M. Lisitsyn, M.G. Golkovskii, L.A. Lisitsyna, A.K. Dauletbekova, D.A.Musakhanov, V.A. Vaganov, A.T. Tulegenova, Zh.T. Karipbayev, MgF₂-Based Luminescing Ceramics // Russian Physics Journal – 2019. , V.61, Issue 10, P. 1908–1913