

**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 триболгические 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. Кожаметов, 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 окислирование 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

Литература

1. К.Шаршеев. Радиационные и примесные центры с валентностью в кристаллах сложных сульфатов щелочных Екатеринбург: УГТУ, 1 999, 208 с.
2. Matsumoto Hiroaki, Nakagawa Hideynki, Kuwatara Hideo //J.Phys.Soc.Jap. 1978, 44, № 3. P. 957-964.
3. М.К.Сатыбалдиева, Н.П.Яровой, М.М.Кидибаев, К.Шаршеев. Люминесценция кристаллов $\text{LiKSO}_4\text{-Cu}$ при лазерном возбуждении. Проблемы спектроскопии и спектрометрии. Межвузовский сборник научных трудов. Вып. 4. Екатеринбург: УГТУ, 2000, 138-141 с.
4. Т.С.Махметов. Механизмы рекомбинационной люминесценции в K_2SO_4 и $\text{K}_2\text{SO}_4\text{-Cu}^{2+}$. Автореферат дисс. канд. физ-мат. наук. Караганда: КарГУ, 1998. С. 9-10.
5. Б.В.Шульгин, Д.В.Райков, М.М.Кидибаев, К. Шаршеев, М.К. Сатыбалдиева. Неорганический сцинтиллятор. Пат. 2148837 РФ. Заявл. 19.04.1999, опубл. 10.05.2000. Бюл. № 13.
6. М.Н.Сарычев, И.И.Мильман. Аппаратурно программный комплекс для исследования люминесцентных процессов в интервале температур 4-500 К. Материалы научно-практической конференции. Российский государственный профессионально- педагогический университет, 2015, v. 8, pp.315-327.

УДК: 535:46; 538.9; 535.337.

ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ИАГ:СЕ КЕРАМИКИ, ПОЛУЧЕННОЙ РАДИАЦИОННЫМ СИНТЕЗОМ, ОТ ПРЕДЫСТОРИИ ПРЕКУРСОРОВ

Ж.С. Жилгильдинов¹, В.М. Лисицын², Ж.Т. Карипбаев¹, А.М. Жунусбеков¹, А. Тулеуов¹

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

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Введение. Световая отдача белых светодиодов в основном определяется эффективностью преобразования излучения чипа в люминесценцию. В современных светодиодах эффективность преобразования едва превышает 50%[1]. ИАГ:Се люминофоры являются наиболее распространенными для использования в современных светодиодах. Ведутся работы по оптимизации свойств ИАГ:Се люминофоров, разрабатываются новые люминофоры [2,3]. Технологические трудности существующих методов затрудняют оптимизацию синтеза люминофоров. Поэтому постоянно ведутся работы по совершенствованию существующих технологий, разработке новых [4,5].

В [6] показана возможность экспресс синтеза ИАГ:Се керамики из тугоплавких оксидов металлов путем прямого воздействия мощного потока электронов на шихту стехиометрического состава. Показана возможность синтеза керамики за времена секундного диапазона, без использования дополнительных веществ. Необходимы исследования свойств синтезируемой радиационным методом керамики. Наибольший интерес представляют исследования количественных характеристик эффективности преобразования излучения чипа в люминесценцию. Изучению зависимости этих характеристик от предыстории прекурсоров посвящена настоящая работа.

Синтез керамики. Для синтеза были использованы промышленные порошки оксидов Y, Al, Ce разной предыстории. Отличались они степенью чистоты и размерами частиц порошков. Известная информация об этих материалах представлена в таблице 1.

Таблица 1. Степень чистоты и дисперсность использованных прекурсоров

№ серии	Состав шихты, тип прекурсоров	Степень чистоты	Размеры частиц
276-280	Al ₂ O ₃ (F800) + Y ₂ O ₃ (ИТО/В) Ce ₂ O ₃ (1%)	Al ₂ O ₃ 99,54%, Y ₂ O ₃ 99,999%,	6.5-9.3 мкм 4-8,5 мкм
284-287	Al ₂ O ₃ (нанопорошок)+Y ₂ O ₃ (ИТО/В), Ce ₂ O ₃ (1%), Ce ₂ O ₃ (0.5%), Ce ₂ O ₃ (0.2%)	Al ₂ O ₃ 99,99%, Y ₂ O ₃ 99,999%,	2.5-9 мкм 4-8,5 мкм
290-291	Al ₂ O ₃ (нанопорошок)+Y ₂ O ₃ (ИТО/И), Ce ₂ O ₃ (1%), Ce ₂ O ₃ (0.5%), Ce ₂ O ₃ (0.2%)	Al ₂ O ₃ 99,99%, Y ₂ O ₃ 99,95%,	2.5-9 мкм 10-20 мкм
295-298	Al ₂ O ₃ (F600) + Y ₂ O ₃ (ИТО/И), Ce ₂ O ₃ (1%) Ce ₂ O ₃ (0.5%), Ce ₂ O ₃ (0.2%)	Al ₂ O ₃ 99,57%, Y ₂ O ₃ 99,95%,	12.8-9.3 мкм 10-20 мкм
299-300	Al ₂ O ₃ (F1200) + Y ₂ O ₃ (ИТО/И), Ce ₂ O ₃ (1%) Ce ₂ O ₃ (0.5%), Ce ₂ O ₃ (0.2%)	Al ₂ O ₃ 99,55%, Y ₂ O ₃ 99,95%,	3-4,5 мкм 10-20 мкм

Оксиды иттрия и алюминия имели различную степень чистоты и гранулометрического состава. Для синтеза порошки смешивались в стехиометрическом соотношении: Al₂O₃ (43 вес.%) + Y₂O₃(57 вес.%). Активатор в виде Ce₂O₃ добавлялся в указанном в таблице количестве до смешивания. Полученная шихта насыпалась в массивный медный тигель для обеспечения тепла от формирующейся керамики с размерами. Синтез осуществлялся путем прямого воздействия на шихту потока электронов с энергией 1.4 МэВ и плотностью мощности 18-25 кВт/см² ускорителя ЭЛВ-6 ИЯФ СО РАН. Полное время воздействия потока электронов на шихту в тигле составляло 10 с.

Методика измерений эффективности преобразования. Эффективность преобразования энергии возбуждения в люминесценцию синтезированных образцов керамики оценивалась с использованием яркометра. Яркость – это единица измерения количества света с единицы поверхности в единичном телесном угле. Люминофоры, керамика являются диффузно рассеивающими средами. Для диффузно рассеивающих сред яркость прямо пропорциональна полному потоку излучения всей поверхности.

Абсолютные измерения величин потоков возбуждения решаются только для узких конкретных задач. Можно делать относительные измерения потоков излучения путем сопоставления с некоторыми известными источниками, принимаемые за эталоны. Такими источниками могут быть промышленные люминофоры. Можно показать [7], что относительные значения яркостей испытываемых поверхностей прямо пропорциональны их потокам:

$$\frac{\Phi_{e_1}}{\Psi_{e_2}} = \frac{L_1}{L_2}$$

Это условие выполняется при неизменной геометрии и электротехнических характеристик измерительных систем.

Результаты и обсуждение. Проведены измерения относительной эффективности преобразования излучения чипа в люминесценцию всех приведенных в таблице 1 серий образцов. Серии образцов различались предысторией прекурсоров, концентрацией активатора. Для синтеза использовались порошки, различающиеся дисперсностью: Al₂O₃ нанопорошки, F600, F800, F1200 и Y₂O₃ марок ИТО-И и ИТО-В. Активатор в виде Ce₂O₃ добавлялся в количестве 1, 05 и 0,2 вес% относительно массы шихты. Для измерений яркости керамические образцы дробились механически. Полученные порошки насыпались в кюветы глубиной 1 мм, поверхность порошка выравнивалась. Для каждого образца измерения проводились 10 раз, определялись средние значения измерений.

Результаты измерений относительных значений яркостей наиболее характерных серий приведены на рис.1. Там же приведены относительные значения яркостей, принятых за опорные промышленных люминофоров YAG01 и YAG02.

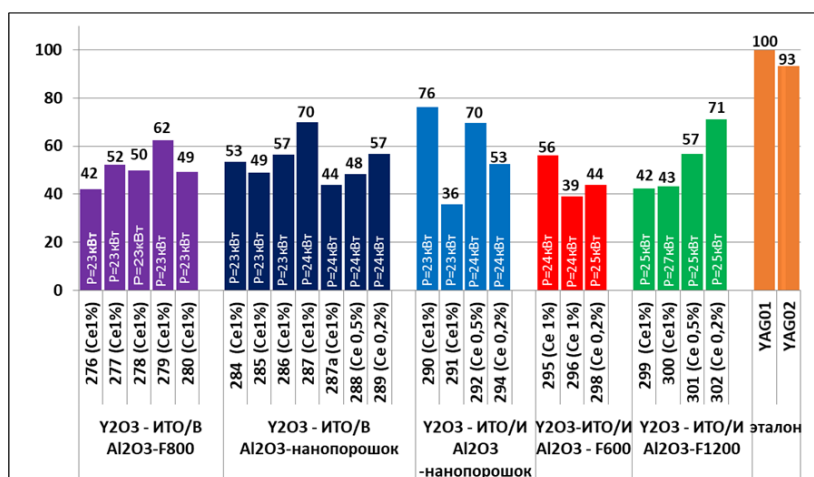


Рисунок 1 - Относительные яркости люминесценции исследованных образцов керамики при возбуждении излучением чипа на 450 нм.

Установлено, что в целом яркости люминесценции полученных радиационным синтезом образцов сопоставимы с яркостями опорных образцов. Например, яркость образца №290 составляет - 76%, №292 - 70%, №302 - 71% от максимального значения опорного люминофора. Минимальные значения яркости люминесценции достигают 36%. Имеет место большой разброс значений яркостей люминесценции образцов с одинаковыми исходными составами, но нет большого различия между совокупностями яркостей образцов с разными исходными прекурсорами. В приведенных результатах не обнаружено очевидной зависимости яркостей от концентрации активатора.

Представленные результаты свидетельствуют о том, что существуют факторы, которые могут влиять на конечный результат, эффективность преобразования излучения чипа в люминесценцию. Таким фактором может быть чистота исходного сырья. Используемые в работе прекурсоры не имеют гарантированной в описаниях чистоты. Этим объясняется и отсутствие закономерности зависимости яркости от концентрации активатора.

Отсутствие выраженной зависимости эффективности преобразования излучения чипа в люминесценцию от гранулометрического состава прекурсоров хорошо подтверждается полученными результатами, представленными на рис 1. Относительные яркости люминесценции керамики, полученной из прекурсоров, явно различающихся гранулометрическим составом, находятся в одинаковых пределах разброса значений.

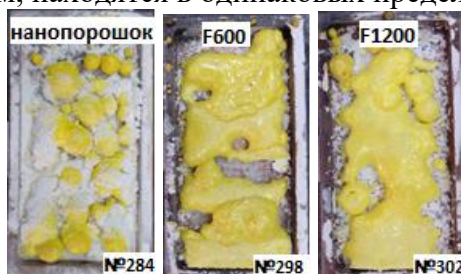


Рисунок 2 - Фотографии образцов керамики с частицами порошков разных размеров.

Гранулометрический состав исходных прекурсоров должен сказываться на результате радиационного синтеза. Например, выполненными ранее исследованиями было установлено,

что при воздействии потока электронов на шихту имеет место разлет мелких фракций из-за заряжения частиц. Возможны и другие проявления влияния состава на синтез.

На рис.2 приведены типичные фотографии образцов, полученных при синтезе из шихты с использованием Al_2O_3 в виде нанопорошков и крупнозернистых F600, F800, F1200.

Полученные при радиационном синтезе образцы из шихты с крупнозернистыми частицами Al_2O_3 представляют собою крупные пластины, с наночастицами получают серии мелких образцов.

Выводы. Радиационным синтезом получена ИАГ:Се керамика, которая с высокой эффективностью преобразует излучение чипа с $\lambda=450$ нм в видимое. Эффективность преобразования достигает 70% от измеренной для промышленного люминофора. Показано, что эффективность преобразования слабо зависит от предыстории использованных прекурсоров, что объясняется недостаточной чистотой исходного сырья. Гранулометрический состав прекурсоров сильно влияет на эффективность синтеза.

Литература

1. White LEDs with limit luminous efficacy /V. M. Lisitsyn, V. S. Lukash, S. A. Stepanov, Ju Yangyang // AIP Conference Proceedings – 2016. – V. 1698. – P.06-09 – труды конференции
2. Philippe F. Smet, Anthony B. Parmentier, and Dirk Poelman. Selecting Conversion Phosphors for White Light-Emitting Diodes. J. Electrochem. Soc. 2011, 158 R37 - статья
3. Yoon Hwa Kim, Noolu S. M. Viswanath, Sanjith Unithrattil, Ha Jun Kim, and Won Bin Im*, Review—Phosphor Plates for High-Power LED Applications: Challenges and Opportunities toward Perfect Lighting. ECS Journal of Solid State Science and Technology, 7 (1) R3134-R3147 (2018) - статья
4. Y. Pan, M. Wu, Q. Su Comparative investigation on synthesis and photoluminescence of YAG:Ce phosphor // Materials Science and Engineering: B. – 2004. – V. 106, №3. – P. 251–256 - статья
5. Zhuohao Xiaoa, Shijin Yub, Yueming Lia... And others Materials development and potential applications of transparent ceramics: A review Materials Science & Engineering R 139 (2020) 100518 - статья
6. V. M. Lisitsyn, L. A. Lisitsyna, M. G. Golkovskii, Musakhanov, and A. V. Ermolaev FORMATION OF LUMINESCING HIGH-TEMPERATURE CERAMICS UPON EXPOSURE TO POWERFUL HIGH-ENERGY ELECTRON FLUX Russian Physics Journal, Vol. 63, No. 9, January, 2021 (Russian Original No. 9, September, 2020. DOI 10.1007/s11182-021-02213-9).
7. Alpyssova G., Lisitsyn V., Golkovski M., Mussakhanov D., Karipbayev Z., Grechkina T., Karabekova D., Kozlovskiy A. Luminescence efficiency of cerium-doped yttrium aluminum garnet ceramics formed by radiation assisted synthesis// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies – 2021. – V. 6/6 (114). – P. 39-48 - статья

УДК: 535.46; 538.9; 535.337.

РАДИАЦИОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ MgO ОКСИДНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ КЕРАМИКИ СИНТЕЗ

Кумарбеков К.К.¹, Лисицын В.М.², Көкөтай Т.Ә.³, Қашкен Н.¹, Аман Ұ.¹

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан

²Томск политехникалық университеті, Томск қ., Ресей

³Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, Қарағанды қ., Қазақстан

MgO негізіндегі оксидті жоғары температураға төзімді материалдар электроникада, оптоэлектроникада, жоғары энергиялы радиациялық физикасында және т.б. салаларда кеңінен қолданылады. Бұл материалдардың химиялық инерттілігі және сәулеленуге төзімділігі сияқты бірқатар артықшылықтары бар [1]. Жоғары температураға төзімді материалдарды синтездеудің қолжетімді әдістері жақсы дамыған, бірақ энергияны өте көп қажет етеді. Бұл жұмыс радиациялық өрісте аталған оксидтерді синтездеу мүмкіндігін көрсетеді.