

**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
K.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-Mo 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

Жоғары энергиялы электрон ағынындағы синтез баяу балқитын оксидті қосылыстарды өндірудегі болашағы бар әдіс екенін көрсетеді.

Әдебиеттер тізімі

1. Hornak J. Synthesis, Properties, and Selected Technical Applications of Magnesium Oxide Nanoparticles: A Review // Int J Mol Sci. – 2021. – Vol. 22. – № 23. – P. 12752. – article

УДК 538.9

**ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ Na_2SO_4
ДОПИРОВАННОГО РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМ ИОНОМ Dy^{3+}**

Әлібай Т.Т., Төлеков Д.А., Шамиева Р.К., Нурпеисов А.С., Рыскелді Ш.,
Мекебай Қ.

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

Люминесцентные твердотельные детекторы в настоящее время являются стандартом в современной дозиметрии ионизирующего излучения. Как правило, детекторы представляют собой кристаллические диэлектрические люминофоры с широкой запрещенной зоной, демонстрирующие чрезвычайно долгоживущую люминесценцию [1]. Щелочные сульфаты давно известны как универсальные и превосходные люминофорные материалы. Эти сульфаты привлекли внимание многих специалистов в связи с их потенциальными применениями в радиационной дозиметрии, телевизионных экранах, электронно-лучевых трубках и т.д [2-7].

Сульфаты щелочных металлов активированные редкоземельными ионами, в частности ионами Dy^{3+} , вызывают особый интерес из-за простоты синтеза и высокой дозиметрической чувствительности. Кристаллы Na_2SO_4 существуют в нескольких фазовых превращениях, которые обозначаются I-V, и показывают разные термолюминесцентные характеристики в зависимости от фазового состояния. Природные минералы тенардит (Na_2SO_4) и мирабилит ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$) при температуре 32°C находятся в термодинамическом равновесии, температуру равновесия можно понизить путем внедрения сторонних ионов. При комнатной температуре фаза V стабильна, фаза III метастабильна. Фазы I и II представляют собой высокотемпературные полиморфы, однако фаза II имеет узкую зону стабильности. Фаза IV считается метастабильной, и ее фазовое соотношение и структура еще не установлены [8-12].

Микрокристаллы $Na_2SO_4 - Dy^{3+}$ были приготовлены методом рекристаллизации. Порошок Na_2SO_4 (с чистотой 99,98% Sigma Aldrich) берется в стехиометрическом объеме и растворяется в деионизованной воде. В растворенный раствор добавляется предварительно растворенный в высококонцентрированной серной кислоте оксид диспрозия (Dy_2O_3). Полученный раствор перемешивается в магнитной мешалке 1 час и высушивается в печи при температуре 80°C 8 часов в атмосфере воздуха. Полученный порошок отжигается при температуре 400°C 4 часа [13-14].

На рисунке 1 представлен спектр излучения прессованного порошка $Na_2SO_4 - Dy^{3+}$. В оттоженном $Na_2SO_4 - Dy^{3+}$ (кривая 1) четко прослеживаются полосы (485 нм и 578 нм) соответствующие примеси. В неотожженном образце менее интенсивно наблюдаются полосы соответствующие примеси. Наиболее сильные излучения Dy^{3+} в линиях 485 и 578 нм, обусловленные переходами ${}^4F_{9/2} \rightarrow {}^6H_{15/2}$ и ${}^4F_{9/2} \rightarrow {}^6H_{13/2}$, на порядок интенсивнее других сигналов [15].

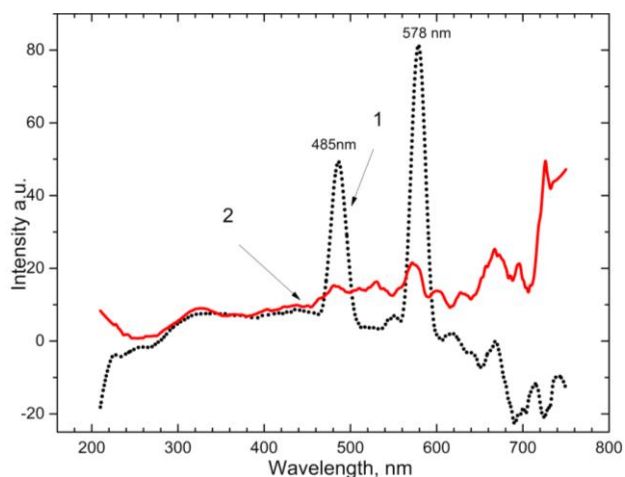


Рисунок 1. Спектр излучения $Na_2SO_4 - Dy^{3+}$ при возбуждения 6,5 эВ.

На рисунке 2 показаны спектры возбуждения соответствующие пикам 485 и 578 нм. Спектры возбуждения двух пиков аналогичны друг к другу. Исследуемый образец активно возуждается в области от 300 до 500 нм, максимум возбуждения соответствует 390 нм.

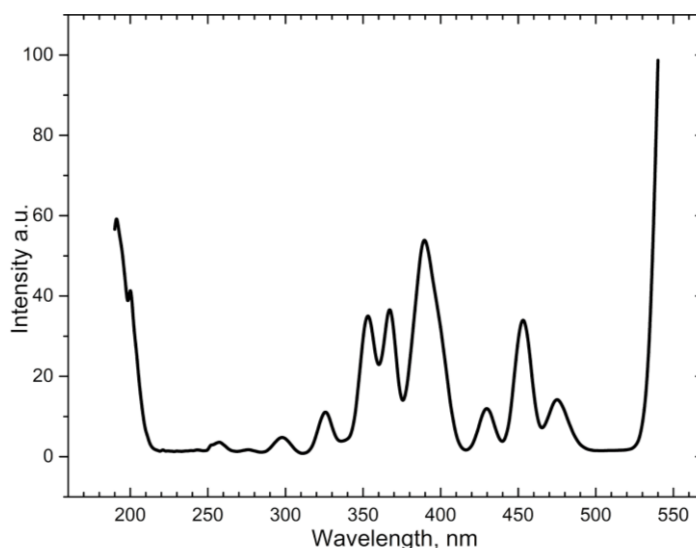


Рисунок 2. Спектр возбуждения $Na_2SO_4 - Dy^{3+}$

Для уточнения полос Dy^{3+} образец возбуждался с энергией 3,2 эВ (390 нм) соответствующий максимуму спектра возбуждения (рисунок 3). Четко выявляются полосы при 485 нм, 578 нм и 670 нм. Пик при 670 нм соответствует переходу ${}^4F_{9/2} \rightarrow {}^6H_{11/2}$. Следует отметить, что соотношение интенсивностей пиков полос излучения может зависеть от кристаллографических фаз I-V Na_2SO_4 .

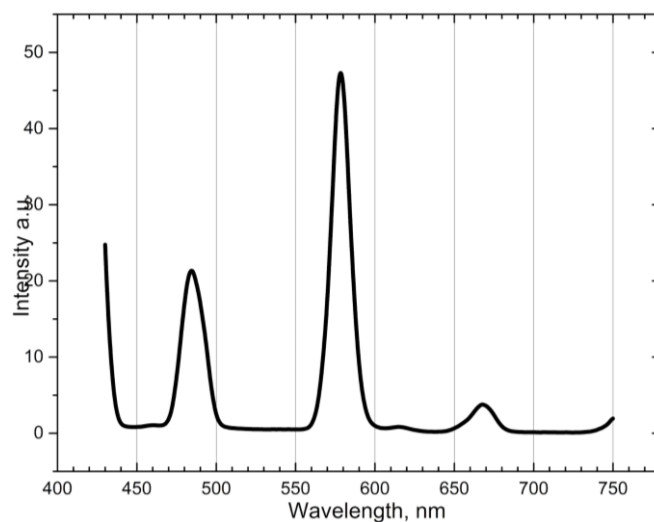


Рисунок 3. Спектр излучения $Na_2SO_4 - Dy^{3+}$ при возбуждении 3,2 эВ.

Taide et al. полосу излучения при 485 нм обозначили буквой Z, полосу 578 нм буквой Y и полосу 670 нм буквой X [14]. В работах авторов [14-15] дополнительно к полосам излучения Z, Y, X выявлены полосы W и A, которые соответствуют излучения при 755 нм и 830 нм, соответственно.

Предполагается, что после облучения рентгеновскими лучами происходит переход Dy^{3+} на Dy^{2+} по реакции $Dy^{3+} + e^- \rightarrow Dy^{2+}$. Концентрация Dy^{2+} увеличивается с увеличением дозы или времени облучения. При комнатной температуре количество Dy^{3+} остается постоянным. При низких температурах спектр фотолюминесценции можно к энергетическим уровням Dy^{2+} и путем отжига при температуре > 500 К можно обратно получить переход $Dy^{2+} \rightarrow Dy^{3+}$. Это открывает возможность многократного использования люминофоров без вреда для окружающей среды. [16].

Результаты позволяют предположить, что люминофор $Na_2SO_4 - Dy^{3+}$ может быть предпочтительным в качестве люминофора для УФ-светодиодных люминесцентных ламп, рентгеновской люминесценции и ТЛ люминофоров.

Литература

1. Mandowska E. Characteristic features of spectrally resolved luminescence in crystalline phosphors //Journal of Luminescence. – 2017. – V. 188. – P. 313-318.
2. Kher R. S. et al. Luminescence studies of $MgSO_4: Dy$ phosphors //Indian Journal of Pure and Applied Physics. – 2008. – V. 46. – №. 9. – P. 607-610.
3. Panigrahi A. K. et al. Thermo and mechanoluminescence of Dy^{3+} activated $K_2Mg_2(SO_4)_3$ phosphor //physica status solidi (a). – 2003. – V. 198. – №. 2. – P. 322-328.
4. Zhang C. X. et al. Spectral comparison of $MgSO_4$ doped with Dy, Mn, P, and Cu //Journal of Physics D: Applied Physics. – 2001. – V. 34. – №. 10. – P. 1533.
5. Rao T. K. G. et al. On the sulphoxy radicals in $CaSO_4: Dy, Na$ thermoluminescent phosphor: electron paramagnetic resonance studies //Journal of Physics: Condensed Matter. – 1993. – V. 5. – №. 12. – P. 1791.
6. Dhoble S. J. et al. Correlated ESR, PL and TL studies on $K_3Na(SO_4)_2:Eu$ thermoluminescence dosimetry phosphor //Journal of luminescence. – 2001. – V. 93. – №. 1. – P. 43-49.
7. Gedam S. C. Thermoluminescence (TL) study of $CeSO_4Cl: Dy$ Phosphor for γ -radiation dosimetry //Research Journal of Engineering Sciences ISSN. – 2013. – V. 2278. – P. 9472.
8. Braitsh O. Entstehung, and KSD Salzlagerstallen Springer //NewYork, NY, USA. – 1962.
9. Gomathy S. et al. Effect of homovalent anion doping on the conductivity and phase transitions in Na_2SO_4 //Journal of Solid State Chemistry. – 1999. – V. 146. – №. 1. – P. 6-12.
10. Kracek F. C., Gibson R. E. The Polymorphism of Sodium Sulphate. III //The Journal of Physical Chemistry. – 2002. – V. 34. – №. 1. – P. 188-206.

11. Choi B. K., Lee H. K., Kim Y. W. Ionic conduction and structural phase transitions of Na_2SO_4 doped with various impurities //Solid state ionics. – 1998. – V. 113. – P. 493-499.
12. Rodriguez-Navarro C., Doehne E., Sebastian E. How does sodium sulfate crystallize? Implications for the decay and testing of building materials //Cement and concrete research. – 2000. – V. 30. – №. 10. – P. 1527-1534.
13. Azorin J. Preparation methods of thermoluminescent materials for dosimetric applications: An overview //Applied Radiation and Isotopes. – 2014. – V. 83. – P. 187-191.
14. Taide S. T., Ingle N. B., Omanwar S. K. Characterization and photoluminescence studies of Dy^{3+} doped Na_2SO_4 phosphor prepared by re-crystallization method. IOSR //J Appl Phys. – 2015. – V. 7. – P. 27-32.
15. P. Rowlands A. et al. Spectrally resolved luminescence of undoped and Dy^{3+} doped Na_2SO_4 //Radiation protection dosimetry. – 2002. – V. 100. – №. 1-4. – P. 55-59.
16. Rahman A. Z. M. S. et al. Irradiation-induced valence conversion of samarium ions in Na_2SO_4 //Applied Physics A. – 2013. – V. 111. – №. 2. – P. 587-591.

УДК 538.9(075.8)

ЭЛЕКТРОННО-ДЫРОЧНЫЕ ЦЕНТРЫ ЗАХВАТА В УФ ОБЛУЧЕННОМ Li_2SO_4 - Mn

Д.А.Төлеков, Т.Т. Әлібай, Р.К. Шамиева, А.С. Нурпеисов

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

Спектроскопическими методами были исследованы природа электронно-дырочных центров захвата в сегнетоэлектрических кристаллах $\text{Li}_2\text{SO}_4 - \text{Mn}$. Показана, что в таких кристаллах создаются несколько типов примесных электронно-дырочных центров захвата при локализации электронов и дырок на нарушенных местах решетки возле примеси Mn^{2+} . Кристаллы Li_2SO_4 активированные примесями Mn^{2+} имеют анизотропические оптические свойства и являются сегнетоэлектриками с несколькими фазовыми переходами. Исследованиями авторов [1] показана, что в облученном кристалле $\text{K}_2\text{SO}_4 - \text{Mn}$ при возбуждении в фундаментальной спектральной области $E_g > 5,5$ эВ появляются полосы излучения при 3,65-3,75 эВ связанные рекомбинацией электронов с локализованными дырками SO_4^- . Введение примесей Mn^{2+} , являющихся акцептором для электрона в сульфатах, усиливает интенсивность собственной люминесценции. Экспериментальный результат доказывает, что излучения при 3,65-3,75 эВ связана рекомбинацией электронов с локализованной дыркой.

В сульфатах щелочных и щелочноземельных металлов, активированных ионами Mn^{2+} , были исследованы термолюминесценция оптически стимулированной люминесценции и фосфоросценция означающие образование примесных электронно-дырочных центров захвата в облученных рентгеновскими, гамма и ультрафиолетовыми лучами [2].

В работе авторов [3] в облученном $\text{CaSO}_4 - \text{Mn}$ обнаружены пики термостимулированной люминесценции при 485 К, 504 К, 526 К по величине светосуммы превышающей светосумму TSL в коммерческом TLD дозиметрах LiFMg, Cu; P . В облученном $\text{BaSO}_4 - \text{Mn}$ обнаружены пики TSL при 420 К, 498 К и 608 К. В облученном γ – лучами $\text{CaSO}_4 - \text{Mn}$ с наведенными дефектами методом фотостимуляции обнаружен пик TSL при 383 К [4].

Кристаллы $\text{Li}_2\text{SO}_4 - \text{Mn}$ выращены из насыщенного водного раствора методом медленного испарения при температуре 40°C. Из кристалла вырезались пластинки толщиной 3-5 мм и диаметром 10-15 мм. Нами исследованы образцы кристалла и порошков $\text{Li}_2\text{SO}_4 - \text{Mn}$ с чистотой 99,99%. Спектр возбуждения корректируется на спектральное распределение интенсивности возбуждающего излучения.

Для измерения спектров излучения в спектральной области 1,5÷6,2 эВ использовался спектрофлуориметр Solar CM 2203. Эта установка дает возможность проведения