

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Направление подготовки/профиль Физика и астрономия
Школа Инженерная школа новых производственных технологий
Отделение материаловедения

Научный доклад об основных результатах подготовленной
научно-квалификационной работы

Тема научного доклада
Передача энергии центрам свечения в композиционных материалах на основе люминофоров

УДК 620.22-419:621.3.032.35

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
А6-08	Ваганов В. А.		31.05.2020

Руководитель профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Чернов И.П.	Д.ф.-м.н.,		

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ОМ	Клименов В.А.	Д.ф.-м.н.,		

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Лисицын В. М.	Д.ф.-м.н.,		31.05.2020

Томск – 2020 г.

Аннотация

Иттрий-алюминиевые гранаты (ИАГ), активированные церием с общей формулой $Y_3Al_5O_{12}:Ce$, (ИАГ:Се), являются перспективными люминесцентными материалами, люминесценция которых находится в жёлто-зелёной области спектра. Основное направление их применения приходится на производство твердотельных источников белого света, благодаря хорошему перекрытию полос излучения чипа InGaN с их полосой возбуждения. Комбинация излучений чипа и люминофора покрывает диапазон спектра от 430 до 700 нм, что обеспечивает белый свет. Светодиодные люминофоры обеспечивают очень высокий выход преобразования энергии УФ возбуждения в видимое излучение. Поэтому представляется перспективным их применение в качестве эффективных сцинтилляционных материалов. В работе приведена информация о возбуждении люминесценции ИАГ:Се потоками энергии, способными создавать в матрице электронно-дырочные пары, то есть возбуждение потоками энергии более 6,5 эВ, (потоки жёсткой радиации: электроны, рентгеновское, синхротронное излучение). Однако, синтез ИАГ:Се люминофоров, проводится в экстремальных условиях, что не позволяет получить хорошую воспроизводимость результатов синтеза. Очевидно, сложная зависимость состава и концентраций дефектов в синтезированных люминофорах является причиной невозможности сопоставления результатов исследования люминофоров разной предыстории, установления связи свойств материалов с элементным составом, видами дефектов, структурой. Для исследования проблемы был выбран следующий подход. Выбраны две серии промышленных люминофоров от разных производителей, синтезированных в очевидно разных условиях, но имеющие близкие по свойствам люминесцентные характеристики. В каждой серии выбранные типы люминофоров имеют близкие или перекрывающиеся количественно составы активаторов, модификаторов. Промышленные люминофоры доступны исследователям различных лабораторий, что позволяет

сконцентрировать усилия исследователей на изучении процессов различными методами, повысить глубину исследований. Такой подход может быть полезен для выявления наиболее общих закономерностей процессов в люминофорах при их возбуждении. В связи с этим проведён комплекс исследований по изучению спектрально-кинетических свойств люминесценции выбранных промышленных люминофоров. Возбуждение люминесценции осуществлялось оптическим излучением в диапазоне от края собственного поглощения 6.4 эВ (193,3 нм) до полосы прямого возбуждения центров свечения, которыми являются ионы церия (452 нм), при использовании эксимерных ламп и лазеров, а также потоком высокоэнергетических электронов с энергией 250 КэВ.

В работе показано, что возбуждение в области 2.5 – 4 эВ инициирует люминесценцию в диапазоне 500 – 750 нм с максимумом и полушириной, характерными для каждого из исследованных люминофоров. УФ возбуждение в области 4 – 6.2 эВ и поток ускоренных электронов приводят к появлению дополнительных полос на 320 и 370 нм. Кроме того, в спектрах КЛ некоторых люминофоров дополнительно обнаруживается пик на 312 нм. Показано, что соотношение между интенсивностями полос люминесценции в УФ и видимой области спектра являются хорошими идентификационными признаками люминофоров. На основании анализа представленных результатов исследований выказано предположение о том, что в микрокристаллах люминофоров на основе YAG:Ce, сильнодефектных системах, процессы излучения происходят на центрах свечения в составе нанодфектов.

В качестве приложения (глава 5), разработана модель, устанавливающая взаимосвязь параметров излучения чипа и люминофора, для обеспечения оптимальных характеристик белых СД по световой отдаче и цветности. Модель позволяет рассчитать концентрацию люминофора в композите и толщину керамики для получения заданной цветности излучения в СД с заданным чипом.