

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертационной работе
Трофимовой Елены Сергеевны «Время-разрешённая спектроскопия
фосфатов, легированных редкоземельными ионами», представленной
на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.6. Оптика

Диссертационная работа Е.С. Трофимовой посвящена исследованию люминесцентных свойств ряда фосфатов, легированных редкоземельными ионами, в частности, празеодимом. Данные материалы представляют несомненный практический интерес: наряду с церием, празеодим является ионом выбора в тех случаях, когда разрабатываемые материалы предназначены для использования в качестве сцинтилляторов с наносекундным временем затухания, так как его межконфигурационная $5d \rightarrow 4f$ люминесценция характеризуется временами слегка превышающими 10 нс. Подобные сцинтилляторы представляют интерес во многих практических областях, в частности для медицинских применений, для реализации время-пролетной позитрон-эмиссионной спектроскопии.

Исследованные в работе материалы также являются перспективными для использования в качестве люминофоров в белых светодиодных источниках света, так как позволяют адресовать основные существующие в этой области на данный момент проблемы, такие как температурная стабильность, возможность выбора диапазона цветовых температур, обеспечение надежного перекрытия полосы излучения чипа и поглощения активатора.

Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения и списка литературы. Объем диссертации составляет 124 страницы, включая 57 рисунков и 3 таблицы. Список литературы содержит 117 наименований.

Во **введении** обосновывается актуальность темы исследования, формулируются цели и задачи работы, научная новизна диссертационной работы и практическая значимость полученных результатов, представлены положения, выносимые на защиту, а также сведения об апробации диссертационной работы.

В **первой главе** «Люминесцентные материалы на основе фосфатов, легированных ионами празеодима» приводится краткий обзор литературных данных по теме диссертации, определение базовых понятий и анализ текущих научных проблем в данной области.

Во **второй главе** «Объекты и методы исследования» описываются объекты и методы исследования: детали процессов синтеза исследуемых материалов, и технические данные использованного экспериментального оборудования. Приводятся результаты аттестации объектов исследования.

В **третьей главе** «Внутрицентровая люминесценция ионов празеодима в фосфатах» показаны результаты спектрально-люминесцентных исследований LiSrPO_4 , $\text{Sr}_9\text{Lu}(\text{PO}_4)_7$ и $\text{Sr}_9\text{Sc}(\text{PO}_4)_7$, KLuP_2O_7 , легированных ионами Pr^{3+} , при разных видах возбуждения в широком диапазоне энергий в диапазоне температур от 5 до 700 К.

В **четвёртой главе** «Люминесцентные свойства $\text{LiSrPO}_4:\text{Pr}^{3+}$, солегированного ионами Na^+ , Mg^{2+} » исследуется влияние солегирования $\text{LiSrPO}_4:\text{Pr}^{3+}$ ионами Na^+ и Mg^{2+} на люминесцентные свойства объектов, а именно изменения в характеристиках межконфигурационных излучательных переходов ионов Pr^{3+} .

В **пятой главе** «Люминесцентные свойства $\text{LiSrPO}_4:\text{Pr}^{3+}$, солегированного ионами Dy^{3+} , Sm^{3+} » исследуются образцы $\text{LiSrPO}_4:\text{Pr}^{3+}$, солегированные ионами Sm^{3+} и Dy^{3+} . В отличие от других рассмотренных в данной работе объектов, в данной главе большое внимание уделяется использованию возбуждения люминесценции фотонами видимого диапазона.

В **шестой главе** «Дефекты в матрицах фосфатов» проводится анализ проявления дефектов кристаллической структуры в спектрах люминесценции всех исследованных в предыдущих главах материалах, а также приводятся примеры похожих явлений в других материалах из литературных источников.

В **заключении** приводятся основные выводы работы и формулируются задачи для продолжения исследований по теме диссертации.

Диссертационная работа выполнена на хорошем научном уровне, основные результаты опубликованы в шести статьях в рецензируемых журналах, а также прошли апробацию на российских и международных конференциях. В качестве основных **достоинств работы** можно выделить следующие:

- Работа четко структурирована, по каждому исследованному веществу представлены результаты измерений при фотовозбуждении, данные время-разрешенной катодолюминесценции, спектры рентгеновской люминесценции, температурные зависимости. Такое представление позволяет сравнить люминесцентные свойства исследованных фосфатов. В конце каждой главы приведены выводы, основанные не только на

результатах данной работы, но и учитывающие литературные данные.

- Хочется отметить широкий охват спектроскопических методов, примененных в работе: использование различных источников возбуждения люминесценции позволило автору исследовать люминесцентные свойства фосфатов и при внутрицентровом и при межзонном возбуждении, причем рентгенолюминесценция характеризует процессы в объеме исследованных материалов, а катодолюминесценция дает представление о состоянии поверхности; информативными представляются измерения с наносекундным временным разрешением.
- Широкий набор исследованных соединений в совокупности с учетом литературных данных позволил автору сформулировать общие свойства данных материалов.

Автореферат соответствует тексту диссертационной работы.

В то же время к работе имеется ряд замечаний:

- В работе исследованы поликристаллические образцы, для которых обсуждается возможность их использования в качестве сцинтилляторов. Сцинтилляторы, используемые на практике, как правило, представляют собой монокристаллы или керамику. Вопрос возможности роста монокристаллов исследованного состава или изготовления керамики автором не обсуждается.
- Вместе с экспериментальными данными по кинетике люминесценции на рисунках не приведены результаты ее аппроксимации набором экспонент, их параметры просто обсуждаются в тексте; не ясно, как оценивался вклад более медленных компонент. Хотелось бы видеть результаты аппроксимации на рисунках.
- На рисунках 3.8 и 3.17 особенности температурной зависимости люминесценции совпадают с кривыми ТСЛ. Не связано ли это с измерением температурной зависимости при нагреве?

Указанные замечания не снижают общей высокой оценки полученных в работе результатов, которые существенно расширили представления о люминесценции активированных празеодимом фосфатов, и не влияют на положительное впечатление от диссертации.

Таким образом, результаты, представленные в диссертационной работе, вносят существенный вклад в исследование люминесцентных материалов на основе фосфатных матриц, в частности, активированных ионами Pr^{3+} .

Общее впечатление о диссертационной работе Е.С. Трофимовой положительное. Считаю, что диссертация «Время-разрешённая спектроскопия фосфатов, легированных редкоземельными ионами» соответствует специальности 1.3.6. Оптика и требованиям «Положения о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор — Елена Сергеевна Трофимова — заслуживает присуждения искомой учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6. Оптика.

Официальный оппонент:

кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры оптики, спектроскопии и физики наносистем
физического факультета Московского государственного
университета имени М.В. Ломоносова

Каменских Ирина Александровна

Дата составления отзыва: 25 сентября 2023 года

119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 2

Телефон: +7 (495) 939-31-69

E-mail: ikamenskikh@physics.msu.ru

Подпись Каменских И.А. заверяю:

Заместитель декана физического факультета

МГУ имени М.В. Ломоносова, доцент

Форш П.А.