

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Васильева Дмитрия Антоновича «**Оптическое поглощение и люминесцентные свойства эпитаксиальных пленок  $(\text{Pb,Gd})_3\text{Al}_x\text{Ga}_{5-x}\text{O}_{12}$  при  $2 < x < 5$ , активированных ионами церия**», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния

Современная медицина и фундаментальные научные исследования выдвигают повышенные требования к новым материалам и технологиям, которые находят применение на стыке ядерной физики, химии и фармакологии. Важнейшими критическими элементами современных устройств, таких как: многокомпонентные детекторы ионизирующих излучений для компьютерных томографов различного назначения, – являются первичные преобразователи – сцинтилляторы. Основные требования к передовым сцинтилляционным материалам: повышенная эффективность (световыход и интенсивность фотолюминесценции), радиационная стойкость, технологичность и цена.

Диссертационная работа Васильева Д.А. посвящена исследованию режимов синтеза эпитаксиальных пленок  $(\text{Pb,Gd})_3(\text{Al,Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ , анализу их физико-химических и спектральных свойств с целью получения образцов с максимальной эффективностью. Помимо этого, автором исследовано влияние образующихся центров  $\text{Ce}^{4+}$  в выращенных пленках на световыход и интенсивность фотолюминесценции. Показана пригодность наиболее эффективных и оптимальных по составу эпитаксиальных пленок для использования в качестве люминофора в экспериментальном электронно-оптическом преобразователе (типа ПИФ-1) и в качестве сцинтилляционного экрана рентгеновского излучения в микроскопии.

Таким образом, актуальность выбранного направления исследований не вызывает сомнений. Высокий уровень научной работы подтверждают результаты, опубликованные в 4-х статьях в научных журналах, входящих в реферативные базы данных "Web of Science" и рецензируемых журналов ВАК, и 9 докладов на международных конференциях.

В представленном автореферате ясно и кратко отражена суть представленной на защиту диссертации. Автореферат оформлен на отличном уровне и даёт полное представление о широкомасштабной проделанной работе и полученных научных результатах и отвечает всем требованиям, предъявляемым ВАК.

Учитывая актуальность полученных результатов, считаю, что в диссертационной работе Васильева Д.А. «Оптическое поглощение и люминесцентные свойства эпитаксиальных пленок  $(\text{Pb,Gd})_3\text{Al}_x\text{Ga}_{5-x}\text{O}_{12}$  при  $2 < x < 5$ , активированных ионами церия» решена важная

научно-технологическая задача, за что её автор Васильев Д.А. заслуживает присвоения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Кандидат физико-математических наук,  
старший научный сотрудник лаборатории спектроскопии  
Научного центра волоконной оптики РАН  
Москва, ул. Вавилова, 38  
Тел. (499)50-38-745 (доб. 1-81), e-mail: kvv@fo.gpi.ru

*Колташев*

Василий Васильевич Колташев

Подпись к.ф.-м.н. Колташева В.В. заверяю  
Ученый секретарь НЦВО РАН к.ф.-м.н.



*В.В. Колташев*

Валерий Михайлович Машинский

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Васильева Дмитрия Антоновича  
на тему: «Оптическое поглощение и люминесцентные свойства эпитаксиальных пленок  $(\text{Pb,Gd})_3\text{Al}_x\text{Ga}_{5-x}\text{O}_{12}$  при  $2 < x < 5$ , активированных ионами церия», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 физика конденсированного состояния

Диссертационное исследование, выполненное Васильевым Д.А., направлено на получение и исследование перспективных сцинтилляционных материалов на основе смешанных кристаллов  $\text{Gd}_3(\text{Al}_x\text{Ga}_{(1-x)})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ . Данные соединения представляют большой практический интерес для использования в области медицины и персональной дозиметрии. Наличие медленных компонент затухания свечения  $\text{Ce}^{3+}$  ( $>200$  нс) существенно ухудшает сцинтилляционные свойства монокристаллов. Одной из причин замедления процесса затухания люминесценции являются дефекты кристаллической структуры монокристаллов, которые возникают вследствие высокой температуры синтеза монокристаллов. Монокристаллические пленки выращиваются при более низких температурах и лишены такого типа дефектов. Таким образом, исследование, проведенное в диссертационной работе Васильева Д.А., направленное на получение и анализ оптических, люминесцентных и сцинтилляционных свойств монокристаллических пленок  $\text{Gd}_3(\text{Al}_x\text{Ga}_{(1-x)})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$  является чрезвычайно актуальным.

Отметим следующие наиболее интересные результаты, полученные в работе:

- Проведен рост широкого ряда (106 образцов) монокристаллических пленок с общей формулой  $\text{Gd}_3(\text{Al}_x\text{Ga}_{(1-x)})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ ,  $2 < x < 5$ . Показано влияние замещения ионов галлия ионами алюминия на положение максимумов полос поглощения примесных ионов  $\text{Ce}^{3+}$  и входящих в состав пленки из флюса ионов  $\text{Pb}^{2+}$ , а также на люминесцентные свойства пленок. Показано образование центров  $\text{Ce}^{4+}$  и изучено влияние этих центров на оптические и сцинтилляционные свойства пленок.
- Определен состав раствора-расплава, при выращивании из которого монокристаллическая пленка обладает максимальным световым выходом катодолуминесценции 51500 фотонов/МэВ при времени затухания медленной компоненты 61.0 нс (68 %) -  $\text{Pb}_{0.01}\text{Ce}_{0.03}\text{Gd}_{2.96}\text{Al}_{3.14}\text{Ga}_{1.86}\text{O}_{12}$ .
- Показана возможность использования выращенных диссертантом эпитаксиальных пленок в качестве сцинтилляционного экрана для визуализации рентгеновского изображения, а также в качестве люминофора для электронно-оптического преобразователя типа ПИФ-01.

Полученные результаты обладают научной значимостью и новизной, о чем свидетельствует публикация результатов диссертации в четырех статьях в ведущих российских и международных реферируемых журналах. Достоверность результатов работы определяется использованием комплекса известных и хорошо разработанных методик измерения. Основные результаты, полученные в работе, представлены на девяти международных конференциях в виде устных и постерных докладов.

Вместе с этим данное диссертационное исследование не свободно от некоторых недостатков. В частности, вызывает сомнение трактовка полосы при 275-282 нм в спектрах поглощения, представленных на рисунке 3. Полоса приписана исключительно примесным ионам  $\text{Pb}^{2+}$ , тогда как в этой же спектральной области в  $\text{Gd}_3(\text{Al}_x\text{Ga}_{(1-x)})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$  обычно

наблюдается полоса поглощения, соответствующая 4f-4f электронным переходам на катионе  $Gd^{3+}$  и вклад этой полосы также стоит учитывать.

Указанный недостаток не снижает научный уровень диссертационной работы, а полученные результаты дают основание для положительной оценки диссертационного исследования. Таким образом, Васильев Дмитрий Антонович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

к.ф.-м.н.

с.н.с.



Спасский Д.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына (НИИЯФ МГУ)

Адрес: 119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр.2

Телефон: (495) 939-18-18

веб-сайт: [www.sinp.msu.ru](http://www.sinp.msu.ru)

E-mail: [info@sinp.msu.ru](mailto:info@sinp.msu.ru)

Подпись к.ф.-м.н. Д.А. Спасского заверяю

Ученый секретарь НИИЯФ МГУ

к.ф.-м.н.

21.03.2019г



Сигаева Е.А.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Васильева Дмитрия Антоновича  
«Оптическое поглощение и люминесцентные свойства эпитаксиальных пленок  $(\text{Pb,Gd})_3\text{Al}_x\text{Ga}_{5-x}\text{O}_{12}$  при  $2 < x < 5$ , активированных ионами церия», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 физика конденсированного состояния

Диссертационное исследование, выполненное Васильевым Д.А., направлено на исследования пленок  $(\text{Pb,Gd})_3(\text{Al,Ga})_{5-x}\text{O}_{12}:\text{Ce}$  при  $2 < x < 5$ , выращенных методом ЖФЭ из переохлажденных растворов-расплавов  $\text{PbO-B}_2\text{O}_3$ . Актуальность данных исследований обусловлена, прежде всего, возможностью практического использования таких систем в качестве сцинтилляционных экранов для эффективного преобразования высокоэнергетического излучения в люминесценцию видимого диапазона.

Отметим следующие наиболее интересные результаты, полученные в работе.

Получены экспериментальные данные об оптическом поглощении эпитаксиальных пленок  $(\text{Pb,Gd})_3(\text{Al,Ga})_{5-x}\text{O}_{12}:\text{Ce}$  при  $2 < x < 5$ . Показано, что замещение ионов галлия ионами алюминия в пленках приводит к изменению положения максимумов полос поглощения ионов  $\text{Ce}^{3+}$  и  $\text{Pb}^{2+}$ .

Обнаружено образование центров  $\text{Ce}^{4+}$  в структуре гранатовой пленки, исходя из уменьшения интенсивности полосы поглощения уровня  $5d_2$  и увеличения поглощения в области до 360 нм. Определено, что образуемые в пленках центры  $\text{Ce}^{4+}$  приводят к уменьшению интенсивности фотолюминесценции ионов  $\text{Ce}^{3+}$ , времени затухания и световыхода катодолюминесценции.

Полученные результаты обладают научной значимостью и новизной, о чем свидетельствует публикация результатов диссертации в четырех статьях в ведущих российских и международных реферируемых журналах. Достоверность результатов работы определяется использованием целого комплекса известных и хорошо апробированных методик измерения. Основные результаты, полученные в работе, представлены на девяти международных конференциях в виде устных и постерных докладов.

Вместе с этим, данное диссертационное исследование не свободно от некоторых недостатков. Ряд экспериментальных результатов приводимых автором получены при различных температурах (комнатной и азотной), при этом описания влияния температуры на полученные результаты отсутствует. Из замечаний по представлению полученного автором материала отметим недостаточно подробные подписи к рисункам (Рис.8 а,б), затрудняющие восприятие материала.

Указанный недостаток не снижает научный уровень диссертационной работы, а полученные результаты дают основание для положительной оценки диссертационного исследования. Таким образом, Васильев Дмитрий Антонович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, доктор физико-математических наук

Чернега Николай Владимирович

Почтовый адрес: 119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д.53, ФИАН

Телефон: 84991326551 E-mail: tchera@sci.lebedev.ru

Подпись Чернеги Н.В. удостоверяю.

Ученый секретарь ФИАН, к. ф.-м.н.

А.В. Колобов

