

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.02,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б. Н. ЕЛЬЦИНА»,  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело №

решение диссертационного совета от 25.05.2018 г. № 6

О присуждении Сергеевой Ксении Андреевне, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Синтез и фотолюминесценция допированного марганцем низкоразмерного виллемита» по специальностям 01.04.07 – Физика конденсированного состояния и 02.00.21 – Химия твердого тела принята к защите 20 ноября 2017 г. (протокол заседания № 14) диссертационным советом Д 212.285.02, созданным на базе ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России; 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; созданным приказом Минобрнауки России № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель, Сергеева Ксения Андреевна, 1989 года рождения, в 2012 г. окончила ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности «Оптические технологии и материалы»; в 2016 г. окончила очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния; работает в должности инженера Научно-образовательного центра «Нanomатериалы и нанотехнологии» и младшего научного сотрудника (по совместительству) кафедры физических

методов и приборов контроля качества Физико-технологического института ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре физических методов и приборов контроля качества Физико-технологического института ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России, и в лаборатории нестехиометрических соединений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук, ФАНО России.

**Научные руководители** – доктор технических наук, профессор, **Кортов Всеволод Семенович**, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Физико-технологический институт, кафедра физических методов и приборов контроля качества, профессор; доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН, **Ремпель Андрей Андреевич**, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук, лаборатория нестехиометрических соединений, главный научный сотрудник.

**Официальные оппоненты:**

**Арбузов Валерий Иванович**, доктор физико-математических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», г. Санкт-Петербург, кафедра оптоинформационных технологий и материалов, профессор;

**Красилин Андрей Алексеевич**, кандидат физико-математических наук, ФГБУН Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук, г. Санкт-Петербург, лаборатория новых неорганических материалов, научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск – в своем положительном отзыве, подписанном Полисадовой Еленой Федоровной, кандидатом физико-математических наук, заведующей кафедрой лазерной и световой техники, и Лищицыным Виктором Михайловичем, доктором физико-математических наук, профессором кафедры лазерной и световой техники, указала, что диссертационная работа Сергеевой К.А. вносит вклад в понимание физико-химических процессов, формирующих оптические и люминесцентные свойства наноразмерных оксидных соединений. Результаты исследования расширяют представление о закономерностях «состав-структура-свойства», что обеспечивает их научную значимость. Диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, которая удовлетворяет всем критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук в соответствии с п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 01.04.07 – Физика конденсированного состояния и 02.00.21 – Химия твердого тела.

Соискатель имеет 17 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 13 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ. Другие публикации представлены в виде 1 научной статьи, опубликованной в сборнике научных трудов; 7 тезисов докладов, опубликованных в сборниках докладов международных (6) и всероссийских (1) научных конференций. Общий объем опубликованных работ – 2,52 п.л., авторский вклад – 0,592 п.л. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Петровых (Сергеева), К.А. Дезинтеграция микрокристаллического порошка люминофора  $Zn_2SiO_4:Mn$  / К.А. Петровых (Сергеева), А.А. Ремпель, В.С. Кортов, А.А. Валеева, С.В. Звонарев // Неорганические материалы. – 2013. – Т. 49. – № 10. – С.1099–1103 (0,25 / 0,05 п.л.).

2. Petrovykh (Sergeeva), K.A. Photoluminescence of nanosized  $Zn_2SiO_4:Mn$

depending upon preparation method / К.А. Petrovykh (Sergeeva), V.S. Kortov, A.A. Rempel // Journal of Physics: Conference Series. – 2014. – V. 552. – P.012043 (0,3 / 0,1 п.л.).

3. Петровых (Сергеева), К.А. Золь–гель-синтез и фотолюминесценция наноразмерного  $Zn_2SiO_4:Mn$  / К.А. Петровых (Сергеева), А.А. Ремпель, В.С. Кортов, Е.А. Бунтов // Неорганические материалы. – 2015. – Т. 51. – № 2. – С.193–198 (0,37 / 0,09 п.л.).

4. Петровых (Сергеева), К.А. Фотолюминесценция наноразмерного ксерогеля  $Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$  в порах анодного оксида алюминия / К.А. Петровых (Сергеева), В.С. Кортов, Н.В. Гапоненко, А.А. Ремпель, М.В. Руденко, Л.С. Хорошко, С.С. Вознесенский, А.А. Сергеев, В.А. Пустоваров // Физика твердого тела. – 2016. – Т. 58. – № 10. – С.1989–1994 (0,31 / 0,035 п.л.).

5. Сергеева К.А. Фотолюминесценция наноразмерной керамики  $Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$  при УФ- и ВУФ-возбуждении / В.С. Кортов, К.А. Сергеева, В.А. Пустоваров, А.А. Ремпель // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2017. – № 7. – С.49–54 (0,31 / 0,08 п.л.).

На автореферат поступили положительные отзывы от:

1. Адуева Бориса Петровича, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего лабораторией энергетических соединений и нанокomпозитов, и Звекова Александра Андреевича, кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника лаборатории энергетических соединений и нанокomпозитов Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук», г. Кемерово. Без замечаний.

2. Балакирева Владимира Федоровича, доктора химических наук, профессора, советника РАН, член-корреспондента РАН, главного научного сотрудника лаборатории статики и кинетики процессов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург. Содержит замечания: 1) как

оценивалась степень кристалличности и равномерность распределения ионов активатора  $Mn^{2+}$  в структуре  $Zn_2SiO_4$ ? О структурном разупорядочении каких фрагментов структуры идет речь в п.4 Заключения; 2) отмечается влияние «собственных дефектов ортосиликатной матрицы, в качестве которых выступают вакансии кислорода» на спектрально-кинетические характеристики фотолюминесценции виллемита. В этом случае желательно было бы привести данные элементного анализа, подтверждающие нестехиометрию по кислороду.»

3. Мартыновича Евгения Федоровича, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего Иркутским филиалом федерального государственного бюджетного учреждения науки Института лазерной физики Сибирского отделения Российской академии наук. Содержит замечание: представляется недостаточным объяснение оригинального вида кинетики затухания люминесценции, показанной кривой 2 на рис. 5 автореферата, тем, что частицы образцов виллемита, подвергнутого высокоэнергетическому размолу, имели большой разброс по размерам.

4. Овчинникова Олега Владимировича, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой оптики и спектроскопии физического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». Содержит замечания: 1) интерпретация поведения кинетики люминесценции виллемита, полученного методом высокоэнергетического размола, сопровождающейся деградацией фотолюминесценции в полосе 2.35 эВ за счет уменьшения количества люминесцирующих центров вследствие аморфизации структуры встречает противоречие с независимостью времени жизни центров люминесценции от их концентрации в условиях невзаимодействующих друг с другом центров люминесценции; 2) автором обнаружено катастрофическое ускорение кинетики затухания фотолюминесценции в полосе 2.4 эВ на шесть порядков при локализации наночастиц ксерогеля  $Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$  в порах анодного оксида алюминия. Однако в автореферате не приведены необходимые в таких случаях модельные представления, объясняющие данный эффект.

5. Таланова Валерия Михайловна, доктора химических наук, профессора, профессора кафедры общей химии и технологии силикатов ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», г. Новочеркасск. Без замечаний.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями в области физики конденсированного состояния и химии твердого тела, их высокой научной компетентностью в области получения и исследования фотолюминесценции низкоразмерных широкозонных оксидных материалов, активированных ионами переходных металлов.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

– **впервые определены** оптимальные условия получения наноразмерного виллемита методом высокоэнергетического размола, установлены зависимости размера и объемной доли наночастиц от продолжительности размола;

– **впервые**, используя золь-гель технологию, **получен** нанокompозит  $Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$  в матрице пористого анодного оксида алюминия, в котором наночастицы ксерогеля распределены по всему объему вглубь пор;

– **установлено**, что в случае реализации межзонного канала возбуждения ФЛ, существенную роль играет перенос носителей заряда от дефектов ортосиликатной матрицы (преимущественно кислородных вакансий) к ионам активатора  $Mn^{2+}$ , что приводит к значительному увеличению времени затухания ФЛ по сравнению с прямым возбуждением внутрицентровых  $d-d$  электронных переходов в  $Mn^{2+}$ ;

– **показано**, что неэкспоненциальный вид кривых затухания ФЛ в полосе 2,36 эВ при возбуждении 5,0 эВ в нанопорошках, полученных золь-гель методом, и ультрадисперсной керамике  $Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$  обусловлен взаимодействием ближайших ионов  $Mn^{2+}$ . Обнаружено ускорение кинетики затухания ФЛ в указанной полосе в диапазоне до 50 нс для наночастиц ксерогеля  $Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$ , локализованных в порах ПАОА;

– **установлено**, что величина абсолютного квантового выхода ФЛ в полосе 2,34 эВ при возбуждении 5,0 эВ для нанопорошков виллемита, полученных золь-гель методом, зависит от концентрации ионов активатора и изменяется от 50 до 3% с увеличением содержания  $Mn^{2+}$  от 0,1 до 5 ат.%, при этом концентрационный порог тушения ФЛ составляет 1 ат.%.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

– диссертационная работа вносит вклад в понимание физико-химических процессов, формирующих структуру наноразмерных оксидных соединений, обладающих полезными функциональными оптическими и люминесцентными свойствами;

– результаты, полученные в ходе работы, расширяют представления о закономерностях «состав-структура-свойства» низкоразмерных оксидных соединений.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

– **определены** экспериментально параметры синтеза наноразмерного  $Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$ , обладающего высокой стабильностью и узкой дисперсией частиц по размерам;

– **исследованы** спектрально-кинетические свойства указанного материала и **показана** перспективность его использования при разработке современных люминесцентных приборов и устройств оптоэлектроники.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:** внутреннюю непротиворечивость методологии исследования, использование современных апробированных экспериментальных методик синтеза наноматериалов, аттестованного оборудования для структурных и спектроскопических исследований, применением лицензионных компьютерных программ для статистической обработки данных, а также согласованностью с экспериментальными и теоретическими данными, полученными ранее и представленными в литературе.

**Личный вклад соискателя** состоит в подборе прекурсоров и параметров получения низкоразмерного виллемита, аттестации образцов по размерам частиц, фазовому составу и кристаллической структуре, спектроскопических исследованиях, обсуждении результатов, подготовке основных публикаций по теме диссертации.

Диссертация Сергеевой Ксении Андреевны соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней и является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи экспериментального изучения природы физических свойств неорганических оксидных люминофоров в зависимости от условий их получения, химического и фазового состава, кристаллической структуры и концентрации активатора, имеющей значение для развития физики конденсированного состояния и химии твердого тела.

На заседании 25 мая 2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Сергеевой К.А. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 6 докторов наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния и 3 доктора наук по специальности 02.00.21 – Химия твердого тела, из 25 человек, входящих в состав совета, участвовавших в заседании, проголосовали: за – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета

Огородников Игорь Николаевич

Ученый секретарь

диссертационного совета

Ищенко Алексей Владимирович

25 мая 2018 г.