

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.340.04,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.И.
ЛОБАЧЕВСКОГО», ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 02.06.2026 г № 13

О присуждении Евстропову Тимофею Олеговичу, гражданину РФ, учёной степени кандидата химических наук

Диссертация «Синтез и исследование свойств нанопорошков и оптических керамических материалов на основе оксидов иттрия и гадолиния» по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия (химические науки) принята к защите 30 марта 2026 г. (протокол заседания N 9) диссертационным советом 24.2.340.04, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Российская федерация, 603022, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, проспект Гагарина, д. 23 (приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 428/нк от 26.05.2025).

Соискатель – Евстропов Тимофей Олегович, 10 марта 1997 года рождения.

В 2024 году Евстропов Тимофей Олегович закончил очную аспирантуру по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки. Диплом № 105204 0058643 (протокол №22 от 26.06.2024) и справка о сдаче кандидатских экзаменов № 11 от 26.12.2025 выданы ФГБУН Институт химии высокочистых веществ им. Г.Г. Девярых РАН.

В период подготовки диссертации и в настоящее время работает в должности младшего научного сотрудника в лаборатории Высокочистых оптических материалов ФГБУН Институт химии высокочистых веществ им. Г.Г. Девярых РАН.

Диссертация выполнена в лаборатории Высокочистых оптических материалов ФГБУН Институт химии высокочистых веществ им. Г.Г. Девярых РАН.

Научный руководитель – кандидат химических наук, доцент, Пермин Дмитрий Алексеевич, заведующий лабораторией Высокочистых оптических материалов ФГБУН Институт химии высокочистых веществ им. Г.Г. Девярых РАН, доцент кафедры неорганической химии химического факультета ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»,.

Официальные оппоненты:

Рябочкина Полина Анатольевна, доктор физико-математических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», Институт наукоёмких технологий и новых материалов, кафедра фотоники, заведующий кафедрой.

Акопджанян Тигран Гагикович, кандидат технических наук, ФГБУН Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мержанова РАН, лаборатория Макрокинетики процессов СВС в реакторах, старший научный сотрудник.

Дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация:

ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева» в своём **положительном отзыве**, подписанном профессором кафедры химии и технологии кристаллов, д.х.н. Петровой Ольгой Борисовной, доцентом кафедры химии и технологии кристаллов, д.х.н. Аветисовым Романом Игоревичем, ассистентом кафедры химии и технологии кристаллов, к.х.н. Серкиной Ксенией Сергеевной, и утверждённом и.о. первого проректора РХТУ им. Д.И. Менделеева, д.х.н., проф. Козловским Романом Анатольевичем, указала, что диссертация является завершённой научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная задача разработки научных основ технологии синтеза высокодисперсных порошков оксидов иттрия и гадолиния методом пиролиза аэрозолей, консолидация их в плотные прозрачные керамики, а также исследование теплофизических и люминесцентных свойств полученных материалов. По актуальности, научной новизне, теоретической практической значимости и достоверности результатов полностью соответствует критериям, установленным пунктами 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённым постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор Евстропов Тимофей Олегович заслуживает присуждения учёной степени кандидата химических наук по научной специальности 1.4.1 – Неорганическая химия.

Соискатель имеет 22 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 13 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы. Опубликованные работы полностью отражают результаты, полученные в диссертации, **недостовверных сведений в публикациях не содержится.**

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Balabanov S., **Evstropov T.**, Permin D., Postnikova O., Praded A., Popov P. Thermal Conductivity of Yttria-Gadolinia Solid Solution Optical Ceramics in the Temperature Range 50–300 K // *Inorganics*. 2022. Vol. 10, № 6. P. 78. DOI: 10.3390/inorganics10060078

2. Ereemeev K., Loiko P., Balabanov S., **Evstropov T.**, Permin D., Postnikova O., Petrov V., Camy P., Braud A. Spectroscopy of thulium ions in solid-solution sesquioxide laser ceramics: Inhomogeneous spectral line broadening, crystal-field engineering and C3i sites // *Optical Materials*. 2024. Vol. 148. P. 114791. DOI: 10.1016/j.optmat.2023.114791

3. **Евстропов Т. О.**, Балабанов С.С., Косьянов Д.Ю., Li J. Синтез нанопорошков оксида иттрия сжиганием аэрозоля в пламени для получения оптической керамики // *Перспективные материалы*. 2025. № 7. С. 63–75. DOI: 10.30791/1028-978X-2025-7-63-75

Тезисы докладов конференций:

1. **Евстропов, Т.О.**, Балабанов С.С. Синтез нанодисперсных порошков оксидов редкоземельных металлов методом сжигания аэрозоля в пламени // XXV Всероссийская конференция молодых учёных-химиков (с международным участием): Тезисы докладов, Нижний Новгород, 19–21 апреля 2022 года. – Нижний Новгород: Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2022. – С. 182.

2. Балабанов С.С., Пермин Д.А., Филофеев С.В., **Евстропов Т.О.**, Loiko P., Ereemeev K., Braud A., Camy P. Оптические керамики твердых растворов оксидов скандия, иттрия, гадолиния и лютеция, допированные ионами туллия. Получение и спектроскопические характеристики // *Высокоочищенные вещества. Получение, анализ, применение: XVII Всероссийская конференция; Особоочищенные стекла для волоконной оптики: X Школа молодых ученых / Рос. акад.наук, Институт химии высокоочищенных веществ им. Г. Г. Девятовых РАН; под редакцией д.х.н. А. Д. Буланова. – Нижний Новгород: ИПФ РАН, 2022. – С. 15*

3. Ereemeev K., Balabanov S., **Evstropov T.**, Permin D., Postnikova O., Camy P., Braud A. Tailoring Broadband Emission Properties of Tm³⁺-Doped Solid-

Solution Sesquioxide Laser Ceramics in the System $Y_2O_3-Lu_2O_3-Sc_2O_3$ // Optica Advanced Photonics Congress 2022. Barcelona: Optica Publishing Group, 2022. С. АTh1A.2.

4. **Евстропов Т.О.**, Балабанов С.С., Косьянов Д.Ю. Синтез нанопорошков смешанных редкоземельных оксидов пиролизом аэрозоля в пламени // Высокочистые вещества. Получение, анализ, применение: XVII Всероссийская конференция; Особочистые стекла для волоконной оптики: X Школа молодых ученых / Рос. акад.наук, Институт химии высокочистых веществ им. Г. Г. Девярых РАН ; под редакцией д.х.н. А. Д. Буланова. – Нижний Новгород : ИПФ РАН, 2022. – С. 59

5. Балабанов С.С., **Евстропов Т.О.**, Пермин Д.А., Постникова Н.А., Прадед А.С., Попов П.А. Теплопроводность оптических керамик на основе твердых растворов оксида иттрия в температурном диапазоне 50-300 К // Высокочистые вещества. Получение, анализ, применение: XVII Всероссийская конференция; Особочистые стекла для волоконной оптики: X Школа молодых ученых / Рос. акад.наук, Институт химии высокочистых веществ им. Г. Г. Девярых РАН ; под редакцией д.х.н. А. Д. Буланова. – Нижний Новгород : ИПФ РАН, 2022. – С. 129

6. Eremeev K., Loiko P., Balabanov S., **Evstropov T.**, Kosyanov D., Filofeev S., Camy P., Braud A. Novel Transparent Ceramics Based on Tm^{3+} -Doped Cubic Gadolinia and its Solid-Solutions for 2 μm Lasers // Laser Congress 2023 (ASSL, LAC). Tacoma, Washington: Optica Publishing Group, 2023. С. SD1.1

7. **Евстропов Т.О.** Синтез нанопорошков оксида иттрия методом пиролиза аэрозоля в пламени // Ломоносов-2023: Материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Москва, 10–21 апреля 2023 года

8. **Евстропов Т.О.**, Балабанов С.С., Косьянов Д.Ю. Синтез порошков смешанных оксидов иттрия и гадолиния методом пиролиза аэрозоля и спекание прозрачной керамики на их основе // XXVII Всероссийская конференция молодых ученых-химиков (с международным участием), Нижний Новгород, 16-18 апреля 2024 года

9. **Евстропов Т.О.**, Балабанов С.С., Филофеев С.В., Косьянов Д.Ю. Влияние условий синтеза методом пиролиза аэрозоля на морфологию и гранулометрический состав порошков смешанных оксидов редкоземельных элементов // РДРЗ-2024: Материалы Всероссийской конференции с международным участием «VIII Российский день редких земель», Нижний Новгород 13-16 февраля 2024 года

10. **Евстропов Т.О.**, Пермин Д.А., Филофеев С.В., Наумова А.В. Разработка методики синтеза порошков пиролизом аэрозоля для получения прозрачной керамики оксидов РЗЭ // *Высокочистые вещества. Получение, анализ, применение XVIII Всероссийская конференция, XI Школа молодых учёных*, г. Нижний Новгород 8-10 сентября 2025 г. стр. 91

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. **ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева»** (ведущая организация). В качестве вопросов и замечаний отмечено следующее:

Представленный дизайн лабораторной установки, на которой получали основной продукт диссертационной работы, – нанопорошки смешанных оксидов, требует более тщательного описания конструкционных материалов и номенклатуры компонентов.

Заявленная автором в автореферате публикация №4 _Евстропов Т. О., Балабанов С.С., Пермин Д.А., Филофеев С.В., Косьянов Д.Ю., Курашкин С.В., Сорокин А.А., Прадед А.С., Попов П.А. Применение метода пиролиза аэрозоля для синтеза порошков и получения прозрачной керамики (Tm_{0,03}Y_{0,485}Gd_{0,485})₂O₃ // *Неорганические материалы*. 2026 (принята к печати, письмо из редакции от 16.09.2025) не может быть зачтена в качестве показателя. Однако опубликованных работ по теме диссертации достаточно в соответствии с требованиями п.222 ВАК РФ для диссертаций на соискание ученой степени кандидата химических наук.

Процесс стабилизации кубической фазы оксида гадолиния добавлением оксида иттрия (раздел 5.3.2) нуждается в более детальной термодинамической оценке, которую целесообразно было бы сделать с помощью анализа диаграмм фазовых равновесий.

К сожалению, в данной диссертационной работе, защищаемой в Российской Федерации, используются англоязычные подписи и оформления рисунков, что противоречит правилам оформления диссертационных работ.

2. **Рябочкиной Полины Анатольевны**, доктора физико-математических наук, профессора ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», Институт наукоёмких технологий и новых материалов, кафедра фотоники, заведующего кафедрой (официального оппонента). В качестве вопросов и замечаний отмечено следующее:

В литературном обзоре (стр. 21 диссертационной работы) автор позиционирует рекомендуемый средний размер частиц порошков для

получения плотных керамик в интервале 50-300 нм, что не соответствует точке зрения авторов большинства работ и монографий, посвященных получению плотных керамик, по данным которых это значение соответствует интервалу 10-100 нм (М.Д. Михайлов. Современные проблемы материаловедения. С-Петербург. 2010 и др.). В выводах к главе 5 автор диссертационной работы отмечает, что методами FSP и SP им получены порошки со средним размером частиц 400-1400 нм, что не соответствует не только среднему размеру частиц, который приводится во многих работах по получению прозрачных керамик, но и среднему размеру, который автор позиционировал в литературном обзоре. При этом из глав 6 и 7 диссертационной работы не ясно с каким средним размером частицы использовались для получения керамик и как это влияет на их качество? Необходимо дать соответствующие пояснения.

На стр. 127 диссертационной работы фраза автора «С точки зрения снижения порога лазерной генерации и увеличения КПД за счёт уменьшения вероятности многофононной нерезонансной релаксации с уровня $F_4 Tm^3$ лучшими характеристиками обладает матрица из чистого оксида гадолиния» не является корректной в силу следующего пояснения. Вероятность безизлучательной релаксации определяется формулой: $W = W_{exp}(-an)$, где W и a это константы, которые зависят от природы материала, а n - это число фононов, которое укладывается в энергетический зазор между верхним и нижним состояниями. Чем выше n , тем меньше вероятность безизлучательной релаксации. Так как энергетический зазор между уровнями 3H_4 и 3H_6 ионов Tm^{3+} достаточно большой $\sim 5000 \text{ см}^{-1}$, то вероятность безизлучательной релаксации с уровня 3F_4 вне зависимости от матрицы принимается близкой к 0.

В диссертационной работе приведены значения максимальных частот фононного спектра, равные для керамик $(Tm_{0,03}Y_{0,97})_2O_3$ и $(Tm_{0,03}Y_{0,485}Gd_{0,485})_2O_3$ 378 см^{-1} и 369 см^{-1} , соответственно. Это незначительная разница, а различие в значениях их теплопроводности равных $8,5 \text{ Вт/мК}$ и $5,3 \text{ Вт/мК}$ более существенное. Хорошо известно, что теплопроводность - это очень важная характеристика для активных лазерных сред, при этом в работе не приводятся весомых аргументов, почему незначительное уменьшение частоты фонона для твердого раствора $(Tm_{0,03}Y_{0,485}Gd_{0,485})_2O_3$ предпочтительнее по сравнению с уменьшением для него теплопроводности.

В диссертационной работе не указаны погрешности измерений спектров поглощения и люминесценции.

В главе 7 отсутствуют пояснения разрывов в спектрах пропускания керамик, приведенных на рисунках 7,1; 7,4; 7,8; 7,9.

3. **Акопджаняна Тиграна Гагиковича**, кандидата технических наук, ФГБУН Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мержанова РАН, лаборатория Макрокинетики процессов СВС в реакторах, старшего научного сотрудника (официального оппонента). В качестве вопросов и замечаний отмечено следующее:

В параграфе 5.3.3 автор проводит сравнительный анализ примесного состава порошков, синтезированных тремя методами: СВС, FSP и SP. На основании данных, сведенных в Таблицу 5.3, делаются выводы о преимуществах и недостатках каждого метода, в частности, утверждается, что метод FSP приводит к существенному загрязнению порошков рядом элементов (Al, Ca, Cr, Fe, K, Na, S и Si), в то время как метод SP позволяет сохранить высокую чистоту исходных прекурсоров (Вывод 5, стр. 156) с загрязнением лишь по Fe и Zn. Однако сравниваются образцы с принципиально разным химическим составом матрицы. Для методов СВС и FSP в таблице приведены данные по примесям в порошке индивидуального оксида иттрия Y_2O_3 . В то же время, для метода SP анализируется многокомпонентный твердый раствор $(Tm_{0,03}Y_{0,485}Gd_{0,485})_2O_3$. Очевидно, что исходная чистота используемых оксидов иттрия, гадолиния и тулия может различаться, так же как отличается сам процесс. Помимо этого, в таблице 5.3 (стр. 116–117), в которой представлен примесный состав порошков, полностью отсутствуют единицы измерения концентраций примесей.

В главе 6, посвященной исследованию свойств керамик $(Y_{1-x}Gd_x)_2O_3$, автор приводит в Таблице 6.1 (стр. 124) значения пористости, рассчитанные на основании сопоставления рентгеновской плотности (ρ_{XRD}) и экспериментально измеренной плотности (ρ_{rel}) методом Архимеда. Автор констатирует, что пористость смешанных составов выше, чем у индивидуальных Y_2O_3 (2,3 %) и Gd_2O_3 (1,2 %), и объясняет это разупорядочиванием кристаллической решетки и увеличением количества собственных дефектов и дефектов пористости (стр. 125). Такая трактовка представляется некорректной с точки зрения физического смысла измеряемых величин. Следует строго разграничить два разных фактора, которые могут приводить к расхождению между ρ_{XRD} и ρ_{rel} . Так, на пористость может влиять истинная пористость (наличие в материале пор, заполненных воздухом или остаточными газами) и отклонение кристаллической решетки от теоретической для идеального кристалла, вызванной разупорядочиванием кристаллической решетки и увеличением количества собственных дефектов. Автор, объединяя оба эффекта в единый параметр "пористость", не дает ответа на вопрос 7,1 % (для состава $x = 0,15$) объема образца занимают поры, или же

часть этого расхождения связана с отклонением состава кислородной подрешетки от стехиометрии? Для получения достоверных данных стоило бы определить истинную пористость с использованием прямых методов, например, анализа СЭМ-изображений сколов или шлифов керамики (возможно с использованием современных способов оценки пористости с помощью металлографии).

В Главе 6, на Рисунке 6.7 (стр. 132), автор приводит концентрационную зависимость коэффициента теплопроводности керамик смешанных оксидов $(Y_{1-x}Gdx)2O_3$ и их легированных тулием аналогов при температуре 300 К. Использована неправильная размерность коэффициента теплопроводности (В/м·К вместо Вт/м·К)

На Рис. 7.1 (стр.138) и 7.2 (стр.141) наблюдается неестественный подъём пропускания в области ~ 2000 нм и ниже, который, вероятнее всего, является аппаратным артефактом, связанным со стыковкой диапазонов двух разных спектрофотометров (СФ-2000 и FT-801). В тексте диссертации эта особенность никак не объяснена, что может ввести читателя в заблуждение относительно истинных оптических свойств материала.

4. **Кузнецова Сергея Викторовича**, кандидата химических наук, ведущего научного сотрудника Лаборатории технологии наноматериалов для фотоники Научного Центра лазерных материалов и технологий ФГБУН Федерального исследовательского центра «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук». В качестве вопросов и замечаний отмечено следующее:

На стр.12 представлены вероятностные уравнения реакций. Указано, что при синтезе из нитратов при повышении рН происходит образование твердой фазы и предположено образование сложного соединения $REE_2(CO_3)_3 \cdot nNH_3 \cdot 3H_2O$, состав которого недостаточно точно предположен рентгенограммой на рис.10. Известно, что из нитратных растворов при добавлении аммиака осаждаются фазы общего состава $(REE_2(OH)_5NO_3 \cdot nH_2O)$ с переменным содержанием гидроксида и нитрат групп в зависимости от рН. Рентгенограмма данного типа соединений отдаленно похожа на наблюдаемую на рис.10.

Для рентгенограмм не представлены данные по расчету параметров решетки, разностные кривые и критерии расчета, например, R_{wp} . Особенно это важно для рисунка 10, для которого фазовый состав определен ориентировочно.

В продуктах реакций 4 и 5 указан азот. Он каким-либо образом детектировался?

В тексте автореферата выявлены следующие опечатки: на стр.7 представлена формула (2) с последующей расшифровкой слагаемых, среди которых указана величина « M_s - молярная масса соли», которая не входит в состав уравнения. Не ясно: по какой причине она приведена, т.к. по размерности слагаемые верны и ничего лишнего не нужно. На стр.8 на рис.1б по оси икс размерность шкалы в нанометрах, но судя по данным автореферата и рисунку, то должны быть микроны. На некоторых микрофотографиях СЭМ трудноразличимы масштабы. На стр.12 в уравнении (4) не указан кислород в реагентах, коэффициенты есть, а кислорода нет. На стр.20 подрисовочная подпись рисунка 14 не соответствует рисунку.

5. **Болдина Максима Сергеевича**, кандидата физико-математических наук, заведующего научно-исследовательской лабораторией технологии керамики Научно-исследовательского физико-технического института ФГАОУ ВО Нижегородского государственного университета имени Н.И. Лобачевского. В качестве вопросов и замечаний отмечено следующее:

Исследование процесса получения порошков проводилось при фиксированной температуре 600 °С. Чем обусловлен выбор данной температуры? Более высокая температура синтеза могла бы привести к формированию оксидной фазы непосредственно в процессе пиролиза аэрозоля в реакторе с горячей стенкой и отпала бы необходимость последующего отжига промежуточного продукта синтеза в муфельной печи.

В части, посвященной обсуждению люминесцентных свойств, см. стр. 19 говорится о «меньшей кристалличности образца керамики $(Tm_{0,03}Gd_{0,97})_2O_3$ ». Здесь следовало бы привести данные о размерах зёрен исследованных образцов керамик.

6. **Осипова Владимира Васильевича**, доктора физико-математических наук, профессора, члена-корреспондента РАН, заведующего лабораторией кватерной электроники Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института электрофизики Уральского отделения Российской академии наук (ИЭФ УрО РАН). В качестве вопросов и замечаний отмечено следующее:

К недостаткам автореферата следует отнести излишнюю краткость. По-видимому, это не позволило автору произвести сравнение с результатами других авторов с материалами, близкими по составу.

7. **Алексеева Романа Олеговича**, кандидата технических наук, научного сотрудника НИЦ «Конструктивные керамические наноматериалы» НИТУ МИСИС. В качестве вопросов и замечаний отмечено следующее:

В автореферате отсутствуют данные о важных физико-механических характеристиках полученной керамики, таких как плотность, пористость и размер зерна. Кроме того, не приведены сведения о важных оптических параметрах, включая показатель преломления, коэффициенты поглощения и рассеяния света, что ограничивает возможность оценки потенциала использования керамики в качестве лазерного материала.

Хотя степень достоверности результатов не вызывает сомнений, однако в разделе «Степень достоверности и апробация результатов» автореферата отсутствует информация, которая позволила бы сделать вывод о точности и объективности данных. Также не указано, что выборки репрезентативны, а результаты могут быть воспроизведены другими исследователями или в других условиях.

Некоторые подрисуночные подписи не соответствуют содержанию самих рисунков. Например, рисунок 8 не содержит СЭМ изображения, а рисунок 14 – спектры пропускания керамики.

8. **Дунаева Анатолия Алексеевича**, главного научного сотрудника, доктора технических наук, старшего научного сотрудника АО «НПО ГОИ им. С.И. Вавилова». В качестве вопросов и замечаний отмечено следующее:

Выбор словесных выражений – например, аппаратное оформление, вынесенное на защиту (стр. 4), или, «разработан дизайн лабораторных установок» (стр. 21). Чем отличаются эти понятия друг от друга?

При обсуждении актуальности заявленной в автореферате работы совершенно справедливо утверждение, что развитие лазерной техники во многом ограничивается имеющейся базой активных сред. Одной из поставленных (и решенных) задач явилось получение ряда керамик смешанных оксидов иттрия, гадолиния и туллия. Автор получил и исследовал концентрационные зависимости фазового состава, энергии фотонов, теплопроводности, влияние метода горячего прессования и изостатического прессования для получения высокопрозрачной керамики. Однако, в содержании автореферата и списка публикаций места и упоминания лазерных свойств исследованных составов, в том числе с участием туллия, не обнаружилось. Хотелось бы, что этот вопрос, хотя бы частично, отражен в диссертации.

На рис. 8 - отсутствуют заявленные СЭМ изображения.

Рис. 10 – диффрактограмма порошка 1:2. Объяснение, что «после синтеза порошок представляет собой смесь аморфной и кристаллических фаз, из

которых вторая в свою очередь, представляет собой промежуточный продукт осаждения нитрата иттрия карбамидом...», представляет неубедительным.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой компетентностью, которая подтверждена значительным количеством публикаций и патентов в области методов получения и исследования характеристик нанодисперсных порошков, оптических материалах, прозрачных и конструкционных керамик.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработаны лабораторные методики синтеза порошков оксидов иттрия и гадолиния пиролизом аэрозолей в пламени и реакторе с горячей стенкой с использованием прекурсоров нитрат РЗЭ-карбамид.

Предложена вероятная схема протекания химических реакций при термоллизе прекурсора нитрат РЗЭ-карбамид в условиях быстрого и медленного нагрева, реализующихся при проведении синтеза порошков оксидов РЗЭ методами пиролиза аэрозолей.

Доказана применимость порошков, синтезированных методом пиролиза аэрозолей в реакторе с горячей стенкой, для получения прозрачной керамики на основе оксидов иттрия и гадолиния.

Новых терминов и понятий **введено** не было.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Доказана стабилизация кубической сингонии твердых растворов $(Y_{1-x}Gd_x)_2O_3$ при $x < 0,7$ при температурах 1600 °С и давлении 50 МПа, что позволяет получать керамику на основе оксида гадолиния традиционными методами горячего прессования и вакуумного спекания.

Применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс современных методов исследования, таких как рентгенофазовый анализ, сканирующая электронная микроскопия, дифференциально-сканирующая калориметрия, метод динамического рассеяния света, масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой, дилатометрии, метод абсолютного стационарного продольного теплового потока, УФ-, видимой, ИК- и люминесцентная спектроскопия

Изложены особенности влияния типа и состава прекурсора на морфологию и гранулометрический состав порошков, синтезируемых методом пиролиза аэрозолей.

Раскрыты ключевые параметры синтеза плотных частиц оксидов РЗЭ методами пиролиза аэрозолей в пламени и в реакторе с горячей стенкой, включающие в себя выбор времени нахождения частиц в горячей зоне, способ

организации горячей зоны, тип, состав и концентрацию прекурсора, а также условия консолидации керамики $(\text{Tm}_{0,03}\text{Y}_{0,485}\text{Gd}_{0,485})_2\text{O}_3$ методом горячего прессования, включающие в себя влияние и механизм действия спекающей добавки LiF, температуры приложения давления и изотермической выдержки, а также способ пост-обработки полученного материала.

Изучены концентрационные зависимости коэффициентов теплопроводности, энергии фононов, спектров и кинетики люминесценции, а также фазовый состав керамик твердых растворов иттрия и гадолиния, в том числе легированных ионами тулия.

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

Разработаны и внедрены (на уровне лабораторных регламентов) методики синтеза порошков оксидов РЗЭ пиролизом аэрозолей в пламени и реакторе с горячей стенкой.

Определены теплофизические и спектроскопические характеристики керамик $(\text{Tm}_{0,03}\text{Y}_{0,485}\text{Gd}_{0,485})_2\text{O}_3$ и $(\text{Tm}_{0,03}\text{Gd}_{0,97})_2\text{O}_3$, показана перспективность керамик на основе оксида гадолиния в качестве матрицы для активных лазерных сред для лазеров ИК-диапазона длин волн.

Создана согласованная методика синтеза порошков пиролизом аэрозолей в реакторе с горячей стенкой и консолидации керамики состава $(\text{Tm}_{0,03}\text{Y}_{0,485}\text{Gd}_{0,485})_2\text{O}_3$, обеспечивающая получение керамики с высоким уровнем пропускания в видимой и ИК-областях спектра.

Представлены рекомендации по выбору условий синтеза порошков оксидов РЗЭ пиролизом аэрозолей, обеспечивающие заданный гранулометрический состав и морфологию.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Для экспериментальных работ достоверность полученных результатов подтверждается использованием современного технологического и аналитического оборудования (сканирующие электронные микроскопы, дифрактометры, спектрофотометры, установка горячего прессования), а также воспроизводимостью свойств синтезируемых порошков в различных партиях.

Теория построена на литературных данных о свойствах оксидов иттрия, гадолиния и смешанных оксидов на их основе, термодинамических и кристаллографических баз данных, согласуется с результатами работ, посвященных исследованием свойств порошков и прозрачных керамик оксидов РЗЭ.

Идея базируется на анализе и обобщении известных литературных данных по синтезу порошков оксидов РЗЭ для целей получения прозрачных керамик, люминофоров и сцинтилляторов.

Использовано сравнение авторских данных и данных, полученных на различных этапах работы, для создания согласованной методики синтеза порошков и консолидации керамики.

Установлено, что полученные автором результаты исследования процессов получения порошков оксидов РЗЭ пиролизом аэрозолей дополняют и расширяют сведения, имеющиеся в научной литературе.

Использованы современные методы физико-химического анализа, включающие сканирующую электронную микроскопию, рентгенофазовый анализ, метод динамического рассеяния света, метод абсолютного стационарного продольного теплового потока, люминесцентная спектроскопия.

Личный вклад соискателя состоит в анализе литературных данных, постановке задач и целей исследования, планировании эксперимента, проведении изложенных в работе экспериментальных работ, анализе, интерпретации и обработке полученных результатов. Обсуждение полученных результатов и оформление публикаций осуществлялось при непосредственном участии автора.

В ходе защиты диссертации членами диссертационного совета критические замечания высказаны не были. Были заданы вопросы о конструкции реакторов, свойствах полученных порошков, консолидации керамик, термофизических и люминесцентных свойствах полученных материалов, о источниках примесей и результатах термодинамических расчётов.

Соискатель Евстропов Тимофей Олегович ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел убедительную аргументацию, основанную на обзоре литературных источников, результатах лично проведённых исследований и фундаментальных основах неорганической химии и смежных наук.

На заседании «02» июня 2026 г. диссертационный совет принял решение: за разработку фундаментальных основ технологии синтеза порошков оксидов иттрия и гадолиния методом пиролиза аэрозолей и изучению свойств полученных на их основе керамических материалов, присудить Евстропову Тимофею Олеговичу ученую степень кандидата химических наук по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия (химические науки).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 5 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 19, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного совета 24.2.340.04

д.х.н. профессор



Князев Александр Владимирович

Ученый секретарь диссертационного совета 24.2.340.04

д.х.н. доцент

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to the academic secretary mentioned in the text below.

Буланов Евгений Николаевич

02 июня 2026 г.