

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.320.04,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело N \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 19 декабря 2025 г. № 17

О присуждении Бережной Татьяне Сергеевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Синтез и исследование двойных флюоритоподобных молибдатов редкоземельных элементов типа  $\text{Nd}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$ », по специальности 1.4.1. Неорганическая химия (химические науки) принята к защите 15 октября 2025 г., протокол № 14, диссертационным советом 24.2.320.04, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149, приказы о создании № 352/нк от 19.06.2014 г., об установлении полномочий №561/нк от 03.06.2021.

Соискатель, Бережная Татьяна Сергеевна, 01 июля 1996 года рождения, окончила в 2021 году магистратуру химического факультета ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» по направлению подготовки 04.04.01 «Химия». В настоящий момент работает в должности ассистента кафедры неорганической химии химического факультета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертационная работа выполнена на кафедре неорганической химии федерального государственного автономного образовательного учреждения

высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – Чебышев Константин Александрович, кандидат химических наук, доцент кафедры неорганической химии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет».

Официальные оппоненты:

**Лазорьяк Богдан Иосипович** – доктор химических наук, профессор, профессор кафедры химической технологии и новых материалов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»;

**Рюмин Михаил Александрович** – кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории термического анализа и калориметрии федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт общей и неорганической химии имени Н.С. Курнакова Российской академии наук, дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», в положительном отзыве, подписанном Баян Екатериной Михайловной, доктором технических наук, доцентом, профессором кафедры общей и неорганической химии химического факультета ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», указала, что диссертация Бережной Т.С. соответствует критериям, предъявляемым Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), а ее автор – Бережная Татьяна Сергеевна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук.

Соискатель имеет 22 опубликованные работы по теме диссертации, из них 5 статей в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ и индек-

сируемых в базах данных Scopus и Web of Science, 2 статьи в рецензируемых изданиях, включенных в базу данных РИНЦ, а также 15 тезисов докладов в материалах международных и всероссийских научных конференций. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах в диссертации отсутствуют. В публикациях соискателя рассмотрены возможность стабилизации флюоритоподобной структуры в двойном молибдате лантана-самария [Berezhnaya T.S., Turchenko V.A., Chebyshev K.A. *New entropy-stabilized lanthanum–samarium molybdates with a fluoritelike structure // Mendeleev Communications*. 2024. V. 34. Is. 2. P. 294–295], закономерности фазовых превращений при твердофазном синтезе молибдата неодима [Chebyshev K.A., Berezhnaya T.S., Turchenko V.A. *Solid-state and sol-gel synthesis of neodymium molybdate  $Nd_5Mo_3O_{16+\delta}$  and study of their crystal structure in the temperature range of 300–700 K by the neutron diffraction // Solid State Sciences*. 2024. V. 149. № 107443], фазообразование в системе  $La_2MoO_6$ - $Sm_2MoO_6$ - $MoO_3$ , кристаллическая структура и проводящие свойства флюоритоподобных твердых растворов [Berezhnaya T.S., Chebyshev K.A. *Fluorite-like phases in the  $La_2MoO_6 - Sm_2MoO_6 - MoO_3$  system: Homogeneity region, crystal structure, and conductive properties // Ceramics International*. 2024. V. 50. Is. 23. P. 49803–49813], люминесцентные свойства и проводимость двойных флюоритоподобных молибдатов лантана-европия [Berezhnaya T.S., Chebyshev K.A., Kabanov R.V. *New fluorite-like lanthanum-europium molybdates with  $Nd_5Mo_3O_{16+\delta}$ -type structure // Journal of Alloys and Compounds*. 2025. V. 1023. № 180138], синтез, кристаллическая структура и проводящие свойства двойного молибдата лантана-иттрия [Berezhnaya T.S., Kabanov R.V., Chebyshev K.A. *Synthesis, structural characterization, and conductive properties of lanthanum-yttrium molybdate, a novel fluorite-like  $Nd_5Mo_3O_{16+\delta}$ -type material // Ceramics International*. 2025. V. 51. Is. 20B. P. 32281–32290].

Основные результаты диссертационного исследования обсуждены на профильных конференциях международного и всероссийского уровней. Анализ литературных данных, экспериментальная часть выполнены

соискателем самостоятельно, научная интерпретация результатов исследований проводилась совместно с научным руководителем. Все работы опубликованы в соавторстве, на все статьи по теме работы в тексте диссертации имеются ссылки.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы, все положительные, в ряде из них имеются замечания и вопросы по интерпретации термических эффектов на кривой дифференциального термического анализа (официальный оппонент д-р. хим. наук Лазорьяк Б.И.), представлению состава анионных проводников (канд. ф.-м. наук Шендрик Р.Ю., ведущая организация), о влиянии плотности керамики на электропроводность (канд. ф.-м. наук Шендрик Р.Ю.), по элементному анализу примесной фазы (официальный оппонент канд. хим. наук Рюмин М.А.), способам представления тройных диаграмм (официальный оппонент д-р. хим. наук Лазорьяк Б.И., официальный оппонент канд. хим. наук Рюмин М.А.), кристаллической структуре (официальный оппонент д-р. хим. наук Лазорьяк Б.И., официальный оппонент канд. хим. наук Рюмин М.А., канд. хим. наук Истомин С.Я., академик РАН Антипов Е.В., канд. ф.-м. наук Орлова Е.И., ведущая организация), аппроксимации спектров импеданса (ведущая организация), люминесцентным (официальный оппонент канд. хим. наук Рюмин М.А., канд. ф.-м. наук Шендрик Р.Ю.) и проводящим свойствам (официальный оппонент д-р. хим. наук Лазорьяк Б.И., канд. хим. наук Истомин С.Я., академик РАН Антипов Е.В., канд. ф.-м. наук Шендрик Р.Ю., канд. ф.-м. наук Орлова Е.И.).

Соискатель ответила на вопросы и замечания по диссертации и автореферату, сделанные ведущей организацией, официальными оппонентами и специалистами в данной области, привела собственную аргументацию полученных результатов, а также согласилась с рядом замечаний стилистического и оформительского характера.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован их высокой компетентностью в области оксидных соединений переходных и

редкоземельных элементов, а также наличием профильных публикаций в высокорейтинговых научных изданиях. Ведущая организация удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а также широко известна своими достижениями в области неорганической химии, в ее состав входят ученые, являющиеся специалистами по теме защищаемой диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработан** способ стабилизации кубической флюоритоподобной структуры молибдата лантана, обладающего высокими значениями проводимости, путем изовалентных замещений лантана на другие редкоземельные катионы;

**предложена** и подтверждена гипотеза о возможности получения двойных флюоритоподобных молибдатов лантана и меньшего редкоземельного элемента со структурой  $\text{Nd}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$ ;

**доказано** наличие закономерностей между шириной области гомогенности и ионным радиусом замещающего редкоземельного элемента в системах  $\text{La}_{5-x}\text{R}_x\text{Mo}_3\text{O}_{16.5-3y}$ , где R – Sm, Eu, Gd, Y.

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

**доказана**

- последовательность фазовых превращений при твердофазном синтезе молибдата неодима  $\text{Nd}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$ ,

- возможность стабилизации кубической флюоритоподобной структуры для молибдата лантана путем изовалентных замещений на меньший редкоземельный ион;

**применительно к проблематике диссертации результативно использован** комплекс современных методов исследования: рентгенофазовый анализ с уточнением кристаллической структуры по методу Ритвельда, сканирующая электронная микроскопия с микрозондовым элементным анализом, ИК-спектроскопия, спектроскопия комплексного

импеданса, синхронный термический анализ, спектроскопия диффузного рассеивания и спектрофлуориметрия, обеспечившие детальное изучение фазового и элементного состава, кристаллической структуры, ионопроводящих и люминесцентных свойств двойных молибдатов редкоземельных элементов типа  $\text{Nd}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$ ;

**изложены** сведения об электрофизических характеристиках и люминесцентных свойствах;

**раскрыты** факторы, оказывающие определяющее влияние на электропроводность и люминесцентные свойства в исследуемых системах;

**изучена** связь между ионным радиусом замещающего редкоземельного элемента, величиной области гомогенности кубической флюоритоподобной фазы типа  $\text{Nd}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$  и проводящими свойствами двойных флюоритоподобных молибдатов редкоземельных элементов;

**проведена модернизация** представлений об устойчивости кристаллической структуры типа  $\text{Nd}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$ .

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

**разработаны:**

- методика получения высокоплотной керамики двойных флюоритоподобных молибдатов лантана и редкоземельного элемента с меньшим ионным радиусом, обладающих высокими значениями проводимости,

- люминесцентные материалы красного свечения на основе двойных молибдатов лантана-европия, что подтверждено актом ООО «Монокристал Пасты» (Приложение 1 диссертационной работы);

**определены** составы керамических материалов двойных флюоритоподобных молибдатов, демонстрирующие значения проводимости, превышающие значения стабилизированного диоксида циркония;

**создана** кристаллохимическая модель двойных флюоритоподобных молибдатов, которая учитывает распределение катионов по позициям, недостаток молибдена и наличие междоузельных ионов кислорода;

**представлены** зависимости проводимости и люминесцентных свойств от состава полученных образцов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

**для экспериментальных работ** результаты получены на сертифицированном и поверенном оборудовании, с применением статистической обработки данных, показана воспроизводимость результатов исследования;

**теория** построена на известных сведениях о структуре и свойствах флюоритоподобных молибдатов редкоземельных элементов;

**идея** базируется на выявлении закономерностей между химическим составом, областями устойчивости кубической флюоритоподобной структуры типа  $\text{Nd}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$ , параметров кристаллической структуры и функциональными свойствами синтезированных материалов;

**использовано** сравнение авторских данных с литературными, полученными ранее другими исследователями по рассматриваемой тематике;

**установлено**, что полученные в диссертационном исследовании результаты не противоречат данным, представленным в независимых источниках по данной тематике, и согласуются с результатами, полученными другими авторами.

Личный вклад соискателя состоит в сборе и обобщении литературных данных, синтезе образцов твердофазным и цитратным методом, исследовании фазового состава, расчете параметров элементарных ячеек, получении керамики, измерении электропроводности и люминесценции полученных образцов. Планирование эксперимента, уточнение кристаллической структуры и интерпретация экспериментальных данных выполнены совместно с научным руководителем. Подготовка статей выполнена в соавторстве.

В ходе защиты диссертации высказаны вопросы и критические замечания по синтезу и стехиометрии соединений (д-р. хим. наук Буков Н.Н.), влиянию ионного радиуса редкоземельного элемента на кристаллическую решетку (д-р. хим. наук Буков Н.Н.), объяснению взаимодействий происходящих при синтезе (д-р. хим. наук Кушхов Х.Б.), изменению степени окисления металлов (д-р. хим. наук Кушхов Х.Б.), о природе проводимости (д-р. хим. наук Кушхов Х.Б.), по элементному составу (д-р. хим. наук Гусев А.Н.), о длине волны и выборе полосы возбуждения (д-р. хим. наук Гусев А.Н.), об интерпретации полос люминесценции и времени жизни люминесценции (д-р. хим. наук Гусев А.Н.), о величине интенсивности эмиссии, которая использовалась для построения графиков (д-р. хим. наук Гусев А.Н.), по влиянию замещения вольфрамом на величину проводимости (д-р. хим. наук Доценко В.В.), функциональным свойствам материалов (д-р. хим. наук Смирнова Н.В.), о роли цитратного метода синтеза (д-р. хим. наук Смирнова Н.В.), по подтверждению наличия кислорода в октаэдрических позициях и его обозначении (д-р. хим. наук Лисневская И.В.), сравнению электропроводности со стабилизированным диоксидом циркония и молибдатом неодима (д-р. хим. наук Лисневская И.В.), методу, природе электродов и условиям измерения электропроводности (д-р. хим. наук Шельдешов Н.В.), интерпретации спектров импеданса (д-р. хим. наук Заболоцкий В.И.).

Соискатель, Бережная Татьяна Сергеевна, ответила на замечания и вопросы: объяснила выбор синтеза полученных образцов; уточнила стехиометрию полученных соединений; пояснила влияние размера редкоземельного элемента на кристаллическую структуру; обосновала процессы, происходящие при синтезе молибдата неодима; указала характерные степени окисления элементов в данных соединениях; объяснила природу проводимости, процесса передачи заряда; прокомментировала элементный состав соединений; уточнила длины волн возбуждения и эмиссии; указала время жизни люминесценции и величину интенсивности

эмиссии, используемую для построения графиков; объяснила влияние замещения вольфрамом на величину проводимости; привела примеры функциональных свойств материалов; прокомментировала роль цитратного метода синтеза; раскрыла способы подтверждения наличия кислорода в октаэдрических позициях и его обозначении; обосновала целесообразность сравнения электропроводности со стабилизированным диоксидом циркония и молибдатом неодима; пояснила метод и условия измерения электропроводности; интерпретировала полученные спектры импеданса, а также согласилась с рядом замечаний и рекомендаций.

На заседании 19 декабря 2025 г. диссертационный совет принял решение: за выполнение важной научной задачи в области неорганической химии – вклад в химию оксидных соединений редкоземельных элементов, синтез неорганических соединений с заданными свойствами и установление закономерностей между условиями синтеза, элементным и фазовым составом, а также кристаллической структурой и функциональными свойствами материалов со структурой типа  $\text{Nd}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$ , присудить Бережной Татьяне Сергеевне ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 5 докторов наук по специальности 1.4.1. Неорганическая химия, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 13, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета

Ученый секретарь  
диссертационного совета



В.И. Заболоцкий

С.А. Шкирская  
19.12.2025