

ОТЗЫВ на автореферат диссертации  
**Дейнеко Дины Валерьяновны «ЛЮМИНОФОРЫ НА ОСНОВЕ  
ТРИКАЛЬЦИЙФОСФАТА»**, представленной на соискание учёной степени доктора  
химических наук по специальности 1.4.15. - Химия твердого тела

К основным тенденциям развития в области энергосбережения и энергоэффективности относятся поиск, исследования и разработка современных люминесцентных материалов для светодиодного освещения, используемых в светодиодном освещении – в Light-Emitting Diode (LED) отрасли, а также в системах визуализации в различных областях спектра.

Преимущества для применения в технологии светодиодного освещения имеют соединения, активированные катионами редкоземельных элементов (РЗЭ), различного химического состава, позволяющие получать излучение в видимой области спектра. Однако, качество производимого излучения - увеличение индекса цветопередачи и цветовой чистоты при одновременном понижении коррелированной цветовой температуры все еще является нерешенной проблемой.

Таким образом, тема диссертации Дейнеко Дины Валерьевны, посвященная разработке фундаментальных основ управления люминесцентными свойствами в люминофорах со структурой трикальцийфосфата является актуальной.

Работа представляет собой комплексное систематическое исследование, включает определение условий синтеза, взаимосвязи состава, строения, морфологии с физико-химическими свойствами новых фосфатов.

Запланирована разработка методов управления и повышения эффективности фотолюминесцентных свойств фосфатов, использование выявленных закономерностей для получения материалов с заданными полифункциональными свойствами для практического применения в фотонике.

Сформулированные цель и задачи работы отвечают **критериям новизны**, важны для понимания механизмов улучшения характеристик материалов люминофоров и способствуют созданию новых функциональных материалов.

В качестве **объектов** исследований выбраны новые перспективные твердые растворы: с изовалентными замещениями  $\text{Ca}^{2+}$  на  $\text{M}^{2+}$  ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ), с гетеровалентными замещениями  $\text{Ca}^{2+}$  на  $\text{M}^{2+}$ ,  $\text{R}^{3+}$  ( $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ),  $\text{R}^{3+} = \text{PЗЭ}$ , с гетеровалентными замещениями  $\text{Ca}^{2+}$  на  $\text{R}^{3+}$  ( $\text{R}^{3+} = \text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{Yb}^{3+}$ ), со-допированные фосфаты  $\text{Ca}^{2+}$  на  $\text{M}^{2+}$ ,  $\text{R}_1^{3+}/1/\text{R}_2^{3+}$  ( $\text{PЗЭ}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ ), с замещениями в анионной части структуры.

Фосфаты получали методом высокотемпературного твердофазного синтеза; а также осаждением из раствора. Для проведения экспериментальных исследований автором комплекс современных физико-химических методов: рентгеновской дифракции, сканирующей электронной микроскопии, оптической спектроскопии, генерации второй оптической гармоники, дифференциальной сканирующей калориметрии, диэлектрической, инфракрасной, мессбауэровской и фотолюминесцентной спектроскопии. При анализе и обработке данных применялось специализированное программное обеспечение, доступные базы данных, а также стандартные программные пакеты.

В работе представлены результаты изучения фазообразования и строения твердых растворов двойных фосфатов  $\text{Ca}_9\text{R}(\text{PO}_4)_7$ , выявлены особенности распределения катионов РЗЭ и  $\text{M}^{2+}$  по позициям в структурах полученных твердых растворов, исследовано влияние гетеровалентных замещений на особенности строения фосфатов  $\text{Ca}_{9.5-1.5x}\text{MgEu}_x(\text{PO}_4)_7$  и  $\text{Ca}_{9.5-1.5x}\text{ZnEu}_x(\text{PO}_4)_7$ . Изучены фотолюминесцентные свойства твердых растворов с гетеровалентными замещениями

В автореферате приведено обсуждение полученных результатов с обобщением выявленных закономерностей. На основе анализа полученных данных сделаны выводы, которые могут быть использованы для создания люминофоров на основе исходных матриц, но также и других классов неорганических люминофоров.

На основании проведенных исследований автором получен ряд принципиально **новых результатов**, из которых наиболее интересными представляются следующие: - впервые синтезированы 36 серий твердых растворов трикальцийфосфатов, определены особенности строения, изучены физико-химические свойства; определены области существования сегнето- и антисегнетоэлектрических фаз при изоморфных замещениях в структуре, определено влияние строения на люминесцентные свойства и на механизмы передачи возбуждений в синтезированных трикальцийфосфатах; определено влияние химического состава, дефектности, искажения структуры, морфологии и размера частиц на люминесцентные и диэлектрические свойства полученных твердых растворов; предложен подход к повышению эффективности люминесцентных свойств материалов за счет создания композиционно-упорядоченных структур; установлено, что снижение числа позиций, доступных для заселения активатором, ведет к ускорению процесса создания возбужденных люминесцентных центров в фосфатах и эффективной передаче электронных возбуждений; предложены анионные схемы замещений для получения принципиально новых соединений с полифункциональными свойствами со структурой трикальцийфосфата.

Обоснованность, достоверность и надежность полученных в диссертации результатов не вызывает сомнений и подтверждается использованием метрологически аттестованной измерительной аппаратуры. Полученные результаты и выводы согласуются с опубликованными в научной литературе данными. Результаты уточнения кристаллических структур и дифрактограммы полученных твердых растворов поликристаллических образцов новых фосфатов вошли в международные базы дифракционных и структурных данных (ICDD-PDF4, COD, ICSD).

По результатам исследования автором опубликованы 37 статей в изданиях, индексируемых в базах Scopus и Web of Science, РИНЦ, входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ, в том числе 24 статьи в научных изданиях первого (Q1) и 9 статей второго (Q2) квартилей. Основные результаты доложены на многочисленных всероссийских и международных конференциях и симпозиумах.

Полученные Дейнеко Д.В. результаты имеют несомненную **практическую значимость**. Методики синтеза, структурные данные, диэлектрические и люминесцентные характеристики фосфатов, определенные в работе, могут быть использованы в качестве справочных данных, а также – для основ технологии создания LED устройств, для прогнозирования состава и строения веществ, актуальных для биомедицинских применений.

Материалы диссертационной работы использованы в курсах лекций «Введение в специальность» и «Современные методы создания функциональных материалов», читаемых автором на Химическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова и в научно-популярных лекциях.

Исследования по теме диссертационной работы были поддержаны премией Правительства Москвы молодым учёным за 2023 год, грантами Российского научного фонда, стипендией Президента РФ, грантами Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых.

Диссертационная работа является существенным вкладом в развитие новых неорганических материалов с полифункциональными свойствами.

Автореферат корректно отражает содержание диссертации и основные результаты работы, хорошо оформлен и дает достаточно полное представление о проведенных исследованиях и полученных результатах.

В целом, диссертационная работа Дейнеко Д.В. «Люминофоры на основе трикальцийфосфата», представленная на соискание ученой степени доктора химических наук, является завершённой научно-квалификационной работой и выполнена на высоком научном уровне.

По актуальности, научной новизне, уровню и объёму проведенных исследований, теоретической и практической значимости, достоверности полученных результатов

диссертация соответствует положениям 1, 2, 5 и 8 паспорта специальности 1.4.15. Химия твердого тела (химические науки) и требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор – Дейнеко Дина Валерьевна - заслуживает присуждения ей ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.15. Химия твердого тела.

*Согласна на обработку моих персональных данных*

Политова Екатерина Дмитриевна  
Главный научный сотрудник Лаборатории функциональных нанокompозитов  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
«ФИЦ химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук»  
Доктор физико-математических наук (02.00.04 – физическая химия)  
Профессор

Адрес: 119991, Москва, ул. Косыгина,  
Телефон: +7(909)647-45-97  
E-mail: [politova@nifhi.ru](mailto:politova@nifhi.ru)

Подпись Е.Д. Политовой удостоверяю  
Ученый секретарь ФИЦ ХФ РАН  
кандидат физико-математических наук  
Телефон: +7(495) 939-72-09  
E-mail: [mlarichev@chph.ras.ru](mailto:mlarichev@chph.ras.ru)



Ларичев Михаил Николаевич

09. 04.2024