

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Еникеевой Марии Олеговны  
на тему: «Формирование в условиях методов „мягкой химии“, строение и свойства фаз на  
основе ортофосфатов  $REPO_4$  ( $REE = La, Y, Gd$ ) и их твердых растворов»  
представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук  
по специальностям: 1.4.15 — Химия твердого тела, 1.4.1 — Неорганическая химия

Актуальность диссертационной работы Еникеевой М.О. не вызывает сомнений. Ортофосфаты редкоземельных элементов (РЗЭ) представляют собой крайне важный класс функциональных материалов с широким спектром применения: от люминофоров и матриц для иммобилизации радиоактивных отходов до теплоизоляционных и конструкционных керамик. Автор справедливо отмечает, что, несмотря на значительное количество исследований, посвященных индивидуальным соединениям, многокомпонентные системы ортофосфатов РЗЭ, особенно процессы их низкотемпературного синтеза и структурной эволюции, остаются малоизученными. Разработка методов «мягкой химии» для направленного синтеза наноматериалов с заданными свойствами является одним из приоритетных направлений современной материаловедческой химии. Таким образом, поставленные в работе задачи фундаментальны и имеют высокую практическую значимость.

Научная новизна работы является выдающейся. Ключевые результаты включают первое определение кристаллической структуры рабдофана  $Y_{0.74}La_{0.26}PO_4 \cdot nH_2O$  в моноклинной сингонии с локализацией атомов кислорода молекул воды (внесено в ICSD). Впервые обнаружены механизмы формирования наночастиц рабдофана с градиентной катионной архитектурой и внутренними порами. Построены термодинамически оптимизированные диаграммы фазовых равновесий для систем  $LaPO_4$ – $YPO_4$  и  $LaPO_4$ – $GdPO_4$ , включая метастабильные состояния. Экспериментально обнаружена новая высокотемпературная фаза со структурой ангидрита. Комплексно изучены обратимые процессы гидратации-дегидратации.

Достоверность результатов обеспечена современными методами анализа. Выводы подтверждены экспериментальными данными и публикациями в международных журналах.

Достоверность полученных результатов обеспечена применением современного комплекса взаимодополняющих методов анализа. Выводы работы хорошо аргументированы и подтверждены экспериментальными данными. Высокий уровень исследований подтверждается публикацией основных результатов в ведущих международных рецензируемых журналах.

Практическая значимость работы многогранна. Полученные результаты служат фундаментальным справочным материалом для исследователей в области химии твердого тела и неорганической химии. Разработанные методики управления морфологией и составом наночастиц открывают пути создания новых функциональных материалов. Продемонстрирована перспективность материалов на основе твердого раствора  $La_{0.9}Y_{0.1}PO_4$  в качестве высокотемпературных теплоизоляционных материалов с оптимальным сочетанием низкой теплопроводности и механической прочности. Результаты работы успешно внедрены в учебный процесс.

Работа выполнена на очень высоком уровне, и замечания носят характер уточнений и пожеланий для дальнейших исследований:

1. В автореферате глубоко изучены процессы в системах на основе La, Y, Gd. Было бы интересно узнать мнение автора о возможности и перспективах экстраполяции выявленных закономерностей (например, механизмов градиентного формирования частиц) на ортофосфаты других РЗЭ.
2. Показана обратимость процесса гидратации-дегидратации для структур рабдофана. Возникает вопрос о пределах этой обратимости (цикличность, старение материала) и о том, как на нее может влиять градиентный состав частиц.

Указанные замечания не умаляют достоинств работы и носят характер пожеланий для будущих исследований.

Диссертационная работа Еникеевой Марии Олеговны представляет собой завершенное, фундаментальное научное исследование, выполненное на высоком теоретическом и экспериментальном уровне. Содержание автореферата полностью отражает содержание диссертации. Автор продемонстрировал глубокие знания, высокую культуру научного исследования и умение решать сложные комплексные задачи.

Полученные результаты обладают значительной научной новизной и представляют практическую ценность для развития химии твердого тела, неорганической химии и материаловедения.

Диссертация и автореферат отвечают требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальностям 1.4.15 Химия твердого тела и 1.4.1 Неорганическая химия (по химическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Диссертационная работа оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Еникеева Мария Олеговна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальностям 1.4.15 Химия твердого тела и 1.4.1 Неорганическая химия

Я, Андреев Олег Валерьевич, даю свое согласие на включение моих данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшей обработкой.

Зав. кафедрой неорганической и  
физической химии, д.х.н.,  
Заслуженный деятель науки  
Российской Федерации

О.В. Андреев

Реквизиты лица, представившего отзыв:  
Андреев Олег Валерьевич  
г. Тюмень, ул. Перекопская, 15а.

21.09.2025

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет», Школа естественных наук,  
заведующий кафедрой неорганической и физической химии.

Ученый секретарь ученого совета ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»,  
Н. С. Берчатова