

ОТЗЫВ
на автореферат диссертации
Григорьева Максима Владимировича
«СИНТЕЗ, КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВА
СЕЛЕНИДОВ EuRECuSe_3 (RE - РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ),
представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук
по специальности 1.4.15. Химия твердого тела

Четверные халькогениды состава $\text{AREM}'\text{Ch}_3$ (где $A = \text{Sr, Eu, Ba}$; $\text{RE} = \text{La} - \text{Lu, Sc, Y}$; $M' = \text{Cu, Ag}$; $\text{Ch} = \text{S, Se, Te}$) в настоящее время привлекают интерес ученых ввиду их уникальных оптических, электрических и тепловых свойств, перспективных для материалов для нелинейной и инфракрасной оптики, поглотителей в тонкопленочных фотоэлектрических элементах и высокоэффективных термоэлектрических материалах. При этом медьсодержащие редкоземельные четверные селениды представляют особый интерес вследствие потенциальной возможности влиять на структурный тип, ширину запрещенной зоны, а также электрические и оптические характеристики соединения через комбинацию различных катионов. Недавние исследования в области фотовольтаики прогнозировали низкую решеточную теплопроводность термодинамически стабильных слоистых четверных халькогенидов, а также продемонстрировали перспективность их использования в качестве транспортного слоя в солнечных элементах благодаря значительному увеличению КПД, плотности тока короткого замыкания и напряжения холостого хода.

Диссертационная работа М.В. Григорьева «Синтез, кристаллические структуры и свойства селенидов EuRECuSe_3 (RE - редкоземельные элементы)» посвящена синтезу и исследованию свойств четверных гетерометаллических селенидов EuRECuSe_3 ($\text{RE} = \text{La-Lu, Sc, Y}$). Автором впервые разработан способ синтеза поликристаллических образцов соединений EuRECuSe_3 ($\text{RE} = \text{La, Ce, Sm, Gd-Lu}$) в потоке селенидирующих газов (патент № RU 2783926), определена кристаллическая структура и изучены магнитные свойства синтезированных соединений. С помощью DFT-расчетов установлены наиболее стабильные структуры и их геометрические параметры, смоделированы ИК- и КР-спектры, оценены значения ширины запрещенной зоны. Полученные результаты могут быть востребованы в области фотовольтаики при создании солнечного элемента с использованием полупроводниковых соединений EuRECuSe_3 в качестве транспортного слоя, а также в области спинтроники для применения магнитных полупроводников EuRECuSe_3 или их твердых растворов в спиновых транзисторах и спиновых фильтрах.

В целом, диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне с использованием современных методов синтеза и физико-химического исследования четверных халькогенидов состава EuRECuSe_3 ($\text{RE} = \text{La-Lu, Sc, Y}$). Для синтеза автором были использованы методы восстановительного селенидирования и галогенидного флюса, структура и свойства синтезированных соединений были исследованы с помощью методов рентгенофазового и структурного анализа, спектроскопии комбинационного рассеяния, СКВИД-магнитометрии, сканирующей электронной микроскопии, УФ- и ИК-спектроскопии, DFT методов квантово-химических расчетов. Сформулированные автором выводы обоснованы и базируются на достаточном фактическом материале. Представленные в диссертации материалы

апробированы на 16 научных конференциях, полученные научные результаты опубликованы в 3 статьях в международных рейтинговых рецензируемых журналах: *Materials* (MDPI, WoS SCIE Q3), *International Journal of Molecular Sciences* (MDPI, WoS SCIE Q2), *Journal of Rare Earths* (Elsevier, WoS SCIE Q1), опубликован патент № RU2783926C1 по способу синтеза соединений EuRECuSe_3 ($\text{RE} = \text{La} - \text{Lu}, \text{Sc}, \text{Y}$).

Работа написана ясным научным языком, хорошо структурирована и логически связана. При общей положительной оценке диссертационной работы Григорьева М.В. имеются следующие комментарии по содержанию автореферата:

1. В работе не указаны функционалы, которые были использованы при DFT-расчетах. Желательно их указать;
2. На стр.15: «Теоретические значения ширины запрещенной зоны были определены как разница в энергии между верхней частью валентной зоны и нижней частью зоны проводимости», - здесь желательно уточнить, что разница определялась между энергиями ВЗМО и НСМО;
3. Рекомендуются указать программу, которая была использована для визуализации кристаллических структур соединений EuRECuSe_3 (Рисунок 4).

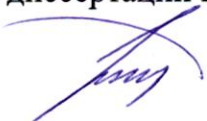
Данные комментарии носят рекомендательный характер и не умаляют высокого научного уровня работы. Диссертация Григорьева Максима Владимировича на тему: «Синтез, кристаллические структуры и свойства селенидов EuRECuSe_3 (RE - редкоземельные элементы)» соответствует основным критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание степени кандидата наук, а ее автор Григорьев М.В., заслуживает присуждения степени кандидата химических наук по специальности 1.4.15. Химия твердого тела.

Кандидат химических наук (02.00.04 — физическая химия),
ассоциированный профессор кафедры
физической и аналитической химии
Некоммерческого акционерного общества
«Карагандинский Университет имени Е.А.Букетова»
100024, Казахстан, г. Караганда, ул. Университетская, 28
Телефон: +7 (7212) 35-64-12
Сайт: <https://buketov.edu.kz>
E-mail: irina.pustolaikina@ksu.kz



Пустолайкина Ирина Анатольевна

Я, Пустолайкина Ирина Анатольевна, даю согласие на обработку моих персональных данных, связанную с защитой диссертации и оформлением аттестационного дела М.В. Григорьева



Пустолайкина Ирина Анатольевна

Дата 19.01.2024

Подпись И.А. Пустолайкиной удостоверяю
Учёный секретарь Карагандинского университета
имени Е.А.Букетова, доктор PhD
Н.Е. Тутинова

