

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **АЗАРАПИНА Никиты Олеговича**  
«СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И СВОЙСТВА  
СОЕДИНЕНИЙ  $\text{BaRECuS}_3$  (RE – РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук  
по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия

Соединения сульфидов РЗЭ содержащие медь(I) используются в лазерах, стеклах с различными диапазонами поглощения и наноплёнках для разнообразных датчиков. Применение таких материалов обуславливает актуальность настоящей работы. В качестве объекта исследования диссертантом выбраны малоизученные соединения типа  $\text{BaRECuS}_3$  (RE – редкоземельный элемент). Работа посвящена разработке способов синтеза соединений  $\text{BaRECuS}_3$ , изучению их структуры, термохимических, спектральных и оптических свойств.

Азарапиным Н.О. разработаны несколько новых способов получения соединений  $\text{BaRECuS}_3$ , в том числе ампульным методом. Впервые синтезированы соединения  $\text{BaRECuS}_3$  (RE = Eu, Tb, Ho, Tm, Yb). Успешно определены кристаллические структуры соединений  $\text{BaRECuS}_3$  (RE – Eu, Tb, Ho, Dy, Tm, Yb, Lu). Установлено существование трех структурных типов: СТ  $\text{BaLaCuS}_3$  Pnma (La), СТ  $\beta\text{-BaLaCuSe}_3$  Pnma (Ce-Nd), СТ  $\text{KZrCuS}_3$  (Sm-Lu, Y, Sc). Получен новый структурный тип для  $\text{BaPrCuS}_3$ . Определены значения ширины запрещенной зоны для порошков соединений  $\text{BaRECuS}_3$ . Изучены и проанализированы ИК- и КР-спектры  $\text{BaRECuS}_3$ . На основе этих данных построены колебательные модели для каждого структурного типа. Установлены электронные структуры соединений  $\text{BaLaCuS}_3$  и  $\text{BaScCuS}_3$ . Методом синхронного термического анализа определены температуры и энталпии плавления  $\text{BaRECuS}_3$ . Изучена кинетика и установлен состав продуктов окисления соединения  $\text{BaLaCuS}_3$  в атмосфере воздуха. Предложен механизм его окисления при нагревании на воздухе. Методом глубокого машинного обучения найдена зависимость пространственных групп известных соединений  $\text{ARECuX}_3$  (A=Eu, Sr, Pb, Ba, X = S, Se) от соотношения ионных радиусов катионов. Методом УФ-спектроскопии для порошкообразных полупроводников  $\text{BaRECuS}_3$  найдены значения оптической ширины запрещенной зоны.

**Научные положения** и выводы работы согласуются с современными представлениями и подтверждаются теоретическими и экспериментальными данными. Высокая степень достоверности результатов обеспечивается применением современного оборудования и

программного обеспечения, а также согласованностью результатов в параллельных опытах. Теоретические расчеты основаны на признанных научным сообществом теориях.

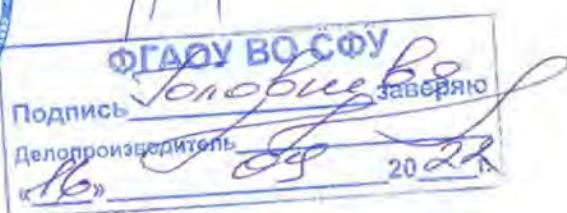
**Теоретическая и практическая значимость** работы состоит: 1) в разработке методик синтеза целевых фаз соединений BaRECuS<sub>3</sub>; 2) в определении кристаллографических параметров соединений BaRECuS<sub>3</sub> (RE = Pr, Sm, Eu, Tb, Dy, Ho, Tm, Yb), которые представлены в картотеку Кембриджского кристаллографического центра (CCDC); 3) в оценке перспективы применения соединений ряда BaRECuS<sub>3</sub> (RE – редкоземельный элемент) в солнечной энергетике и в качестве полупроводниковых материалов с заданными свойствами и 4) в определении температурных условий возможной эксплуатации материалов на основе BaRECuS<sub>3</sub> в технических устройствах.

Язык и стиль изложения материала в автореферате заслуживает высокой оценки. Существенных замечаний по работе нет.

Изложенные в автореферате результаты позволяют сделать вывод, что диссертационная работа Азарапина Никиты Олеговича является завершенным научным исследованием и соответствует критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата химических наук в соответствие с требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (с изменениями на 11 сентября 2021 г.), а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия.

Головнев Николай Николаевич, доктор химических наук (по специальности 02.00.01 – неорганическая химия, профессор, профессор кафедры физической и неорганической химии Института цветных металлов и материаловедения ФГБОУ ВПО Сибирского федерального университета

Почтовый адрес: 660041, Красноярск, пр. Свободный, 79, Сибирский федеральный университет, E-mail: [n golovnev@sfu-kras.ru](mailto:n golovnev@sfu-kras.ru), служ. телефон 83912062108.



/Головнев Н.Н./