

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Никифорова Ивана Валерьевича «Центро- и нецентросимметричные люминофоры на основе трикальцийфосфата»**, на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальностям 1.4.15 – Химия твердого тела, 1.4.1 – Неорганическая химия

В данной работе рассмотрен широкий ряд объектов со структурой трикальцийфосфата  $\beta$ - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  таких как  $\text{Ca}_8\text{MR}^{1-x}\text{R}^{2+x}(\text{PO}_4)_7$  ( $M=\text{Mg}^{2+}, \text{Zn}^{2+}, \text{Ca}^{2+}$ ;  $R=\text{Eu}^{3+}, \text{Dy}^{3+}, \text{Tb}^{3+}, \text{Sm}^{3+}$ ) и  $\text{Ca}_{9-x}\text{M}_x\text{R}(\text{PO}_4)_7$  ( $M=\text{Mg}^{2+}, \text{Zn}^{2+}$ ;  $R=\text{Eu}^{3+}, \text{Dy}^{3+}, \text{La}^{3+}$ ), которые ранее не были описаны в литературе. Среди них представлены эффективные люминофоры красного свечения –  $\text{Sr}_8\text{MSm}_{1-x}(\text{PO}_4)_7:x\text{Eu}^{3+}$  ( $M=\text{Mg}^{2+}, \text{Zn}^{2+}$ ),  $\text{Ca}_8\text{MgSm}_{1-x}(\text{PO}_4)_7:x\text{Eu}^{3+}$ . Так для составов с  $x=0.75$  и  $x=1.0$  из второй серии приведены значения квантовых выходов – 49.5% и 48.9%, соответственно, что близко к значениям коммерческих люминофоров. Полученные соединения имеют перспективы к использованию в оптоэлектронных устройствах, что позволяет говорить о высоком практическом значении работы. Кроме того, была проведена работа по определению оптимальных условий синтеза, в ходе которой был рассмотрен широкий спектр методик получения в частности: твердофазный синтез, золь-гель метод, гидротермальный метод синтеза и гидротермальный метод с последующим высокотемпературным отжигом. Эксперименты показали, что оптимальным способом синтеза, рассматриваемых объектов является твердофазный. В работе приведено объяснение данному факту.

В работе подробным образом рассмотрены структурные искажения для составов  $\text{Ca}_8\text{MGd}_{1-x}\text{Dy}_x(\text{PO}_4)_7$ ,  $\text{Ca}_8\text{MGd}_{1-x}\text{Eu}_x(\text{PO}_4)_7$ ,  $\text{Ca}_8\text{MTb}(\text{PO}_4)_7$  и  $\text{Ca}_8\text{MEu}(\text{PO}_4)_7$ , возникающие при переходе от  $M=\text{Ca}$  к  $M=\text{Mg}, \text{Zn}$  и показано искажение структуры от  $R3c$  к  $R\bar{3}c$ . Для составов  $\text{Ca}_{9-x}\text{M}_x\text{R}(\text{PO}_4)_7$  была определена область сегнетоэлектрического фазового перехода от нецентро- к центросимметричной структуре. Также установлено влияние такого искажения на интенсивность свечения образцов. При проведении исследования авторами был приобретен широкий ряд экспериментальных навыков, в частности освоен метод генерации второй гармоники, а также методики проведения люминесцентных измерений. Анализ полученных данных выполнен корректно и приведенные выводы можно считать обоснованными и содержащими научную новизну.

Работа прошла апробацию на всероссийских и международных научных конференциях. Автор имеет 8 публикаций в журналах индексируемых в базах данных Scopus и WoS.

По тексту автореферата имеются **вопросы к диссертанту**

1. В образцах, содопированных ионами  $\text{Tb}^{3+}$  и  $\text{Eu}^{3+}$ , а также ионами  $\text{Gd}^{3+}$  и  $\text{Eu}^{3+}$  рассматривался ли процесс сенсбилизации люминесценции ионов  $\text{Eu}^{3+}$  ионами  $\text{Tb}^{3+}$  и  $\text{Gd}^{3+}$  и, если рассматривался, о каком вкладе процессов переноса энергии в интенсивность свечения  $\text{Eu}^{3+}$  может идти речь?
2. Для какого диапазона концентраций  $\text{Eu}^{3+}$  в образцах  $\text{Ca}_8\text{MgSm}_{1-x}(\text{PO}_4)_7:x\text{Eu}^{3+}$  наблюдается рост интенсивности свечения и является ли концентрация с  $x=0.75$  оптимальной (соответствующей максимуму интенсивности свечения)?

Данные вопросы не умаляют качества работы. Работа является законченным, логически выстроенным исследованием высокого качества. Она соответствует паспорту специальностей 1.4.15 – «Химия твердого тела» и 1.4.1 – «Неорганическая химия», отвечает требованиям, определенным в пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в



Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова, а также оформлена согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, а ее автор, Никифоров Иван Валерьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальностям 1.4.15 – Химия твердого тела, 1.4.1– Неорганическая химия

Ведущий инженер лаборатории оксидных систем

ФГБУН Институт химии твердого тела УрО РАН

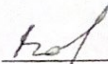
620990, Екатеринбург, ГСП, ул. Первомайская 91

Тел. (343) 374-5219 E-mail: [andrey-htt@yandex.ru](mailto:andrey-htt@yandex.ru)

Подпись Васина заверяю

Ученый секретарь УрО РАН, к. х. н.

5.12.2022

 / Васин А. А.



/ Богданова Е. А.