



LUMOS

ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ
2024

СБОРНИК ТЕЗИСОВ

23-26 апреля 2024
МГУ имени М.В. Ломоносова
Москва

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Со-председатели:

акад. Калмыков С.Н. (МГУ)
акад. Солнцев К.А. (ИМЕТ РАН)

Члены программного комитета:

акад. Анаников В.П. (ИОНХ РАН)
член-корр. Бобровский А.Ю. (МГУ)
prof. J.—C. G. Bünzli (EPFL, Switzerland)
акад. Горбунова Ю.Г. (ИОНХ РАН)
член-корр. Громов С.П. (ЦФ РАН)
член-корр. Загайнова Е.В. (ННГУ)
проф. Заморянская М.В. (ФТИ)

член-корр. Иванов В.К. (ИОНХ РАН)
проф. Паращук Д.Ю. (МГУ)
член-корр. Пономаренко С.А. (ИСПМ РАН)
член-корр. Тарасенко С.А. (ФТИ)
член-корр. Трифонов А.А. (ИНЭОС РАН)
acad. CAS Fang Yu
(Shaanxi Normal University, China)
член-корр. Федин В.П. (ИНХ СО РАН)
проф. Федорова О.А. (ИНЭОС РАН)
проф. Федягин А.А. (проректор МГУ)
акад. Федюшкин И.Л. (ИМХ РАН)
член-корр. Шевельков А.В. (МГУ)

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ КОНФЕРЕНЦИИ

проф. Уточникова В.В. (МГУ)

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Со-председатели:

проф. Карлов С.С. (МГУ)
член-корр. Лукашин А.В. (МГУ)

Члены организационного комитета:

Гладких А.
к.х.н. Кожевникова В.Ю.

Корников А.
асп. Кошелев Д.С.
к.х.н. Лиханов М.С.
асп. Орлова А.В.
Родина Л.
Товстик О.
Федичкина А.
асп. Целых Л.О.



Надежный партнер
в передовых научных
исследованиях



ISBN 978-5-6050309-9-7



9 785605 030997 >

При технической поддержке



Прфессиональный оператор конгрессов www.mesol.ru

ОПТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИТОВ CeO_2 И $\text{CeO}_2/\text{CeF}_3$, ЛЕГИРОВАННЫЕ ИОНАМИ Er^{3+} И $\text{Nd}^{3+}/\text{Yb}^{3+}$

*A.K. Докудовская¹, P.M. Рахматуллин¹, O.A. Молозов^{1,2}, С.Л. Кораблева¹,
E.I. Олейникова¹, B.B. Семашко^{1,2}, M.C. Пудовкин¹*

¹Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, Институт Физики, Казань, РФ

² Физико-технический институт им. Завойского, ФИЦ Казанский научный центр РАН, Казань, РФ
e-mail: fyz0561999@gmail.com

Двухфазные НЧ $\text{CeO}_2/\text{CeF}_3:\text{Er}^{3+}$ были получены фторированием НЧ $\text{Er}^{3+}:\text{CeO}_2$. Церий имеет две степени окисления 3+ и 4+, а относительная концентрация зависит от окислительно-восстановительных условий процесса пробоподготовки. При возбуждении Ce^{3+} на длине волны 266 нм отчетливо виден широкий пик эмиссии Ce^{3+} с центром ~440 нм. Также происходит передача энергии от Ce^{3+} к Er^{3+} через возбужденное состояние $^4\text{F}_{5/2}$ Er^{3+} . Кроме того, происходят безызлучательные переходы из возбужденного состояния $^4\text{F}_{5/2}$ в низшие состояния $^2\text{H}_{11/2}$ и $^4\text{F}_{9/2}$. В частности, суммарная интенсивность люминесценции 4f-4f НЧ $\text{CeO}_2/\text{CeF}_3:\text{Er}^{3+}$ (0,1 ат.%) в 3,5 раза выше по сравнению с $\text{CeO}_2:\text{Er}^{3+}$ (0,1 ат.%) как при УФ, так и при резонансном возбуждении. Вероятно, это может быть связано с повышенной концентрацией трехвалентных редкоземельных ионов в кубически-искаженной среде и наблюдаемые явления требуют дальнейшего изучения.

В случае НЧ $\text{CeF}_3/\text{CeO}_2:\text{Nd}^{3+},\text{Yb}^{3+}$ имела место противоположная процедура синтеза. Здесь при возбуждении Nd^{3+} эмиссия Yb^{3+} не наблюдается. Однако после отжига на воздухе и формирования двухфазных образцов с наблюдаются эмиссии как Nd^{3+} , так и Yb^{3+} (рис.1). В однофазных наночастицах $\text{CeO}_2:\text{Nd}^{3+},\text{Yb}^{3+}$ при тех же условиях возбуждения наблюдается только эмиссия Yb^{3+} . Это явление может быть связано с несколькими факторами, включая трансформацию фононного спектра. Температурно-зависимая спектральная характеристика $\text{CeF}_3/\text{CeO}_2:\text{Nd}^{3+},\text{Yb}^{3+}$ показала, что их можно использовать в дистанционном люминесцентном измерении температуры.

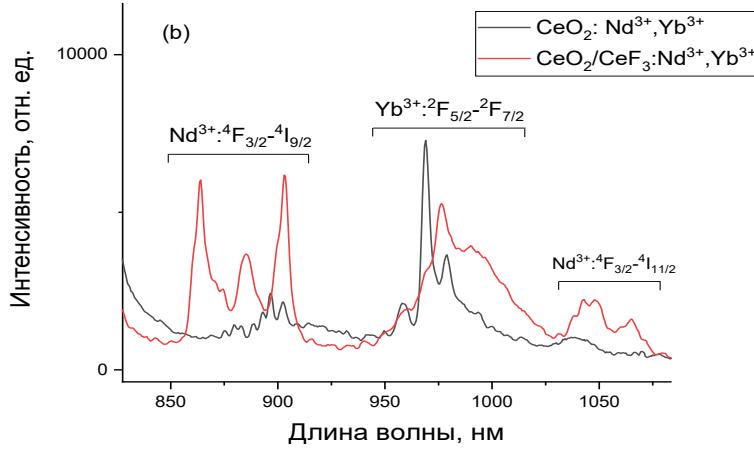


Рис. 1. Спектры люминесценции НЧ $\text{CeF}_3:\text{Nd}^{3+},\text{Yb}^{3+}$, $\text{CeF}_3/\text{CeO}_2:\text{Nd}^{3+},\text{Yb}^{3+}$ и $\text{CeO}_2:\text{Nd}^{3+},\text{Yb}^{3+}$ при комнатной температуре при возбуждении $\lambda_{\text{ex}}=790$ нм.

Работа финансировалась за счет субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету по государственному заданию в сфере научной деятельности (номер проекта FZSM-2023-0012).

ВЛИЯНИЕ ОТЖИГА И СОАКТИВАЦИИ ИОНАМИ Nd^{3+} НА ТЕМПЕРАТУРНУЮ ЗАВИСИМОСТЬ СПЕКТРАЛЬНЫХ И КИНЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАНОЧАСТИЦ $\text{YF}_3:\text{Eu}^{3+}$

E. Oleynikova, M. Pudovkin, S.L. Korableva, O.A. Morozov

Институт Физики, Казанский Федеральный Университет, Казань, Россия

e-mail: Kate15-05@email.ru

В работе было исследовано влияние отжига на воздухе (400°C , 4 часа) на температурную чувствительность спектрально-кинетических характеристик $\text{YF}_3:\text{Eu}^{3+}$ (2,5; 5,0 и 7,5 мол.%). Кинетическую характеристику проводили в диапазоне температур 80-320 К при длине волны 589,5 нм (Eu^{3+}). Функция времени затухания (τ_{decay}) люминесценции уменьшается с повышением температуры (рис.1). Это может быть объяснено многофононным тушением на дефектах. Вероятность этого процесса возрастает с повышением температуры. Такое поведение наблюдается для всех образцов. Также были обнаружены дополнительные общие тенденции τ_{decay} : отжиг увеличивает τ_{decay} из-за увеличения кристалличности образцов (т.е. уменьшения количества тушения на дефектах). С увеличением концентрации Eu^{3+} температурная чувствительность становится меньше из-за преобладания диффузии энергии над процессом многофононной релаксации на дефектах, по той же причине для образцов после отжига температурная чувствительность ниже. Время нарастания увеличивается с повышением температуры. Это связано со сжатием кристаллической решетки при низких температурах [1], что снижает вероятность процесса перекрестной релаксации между ионами Eu^{3+} .

Также было исследовано влияние солегированния на температурную чувствительность. В частности, были исследованы отожженные образцы $\text{YF}_3:\text{Eu}^{3+}$ (5,0 мол.%), Nd^{3+} (0 и 2,0 мол.%). Спектры люминесценции данного образца практически не зависят от температуры в диапазоне 80-320 К. Легирование ионом Nd^{3+} увеличивает температурную чувствительности кинетических характеристик, что позволяет получить конкурентоспособную температурную чувствительность ($0.0104 \pm 5\text{E}-4 \text{ мс/К}$).

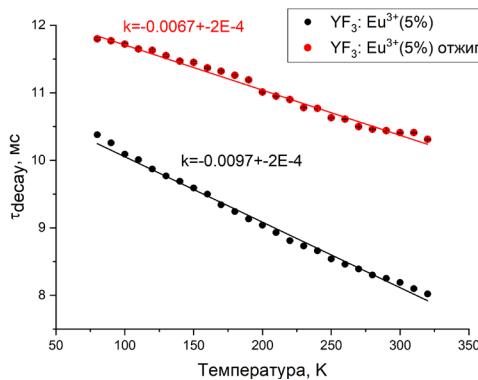


Рис. 1. Время затухания люминесценции на длине волны 589,5нм образцов: $\text{YF}_3:\text{Eu}^{3+}$ (5 мол.%) без отжига (чёрный) и отожжённого на воздухе (красный) в диапазоне температур 80-320К

Данное исследование финансировалось за счет субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету по государственному заданию в сфере научной деятельности (номер проекта FZSM-2022-0021).

[1] M. S. Pudovkin, E. I. Oleynikova, A. A. Akimov, M. A. Chernousov and M. R. Gafurov, “ $\text{Nd}^{3+}, \text{Yb}^{3+}$: YF_3 optical temperature nano sensors operating in the biological windows,” *Materials*, **vol. 16**, p. 39, December 2022.

СПЕКТРАЛЬНО-КИНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРОШКОВ ГИДРОКСИАПАТИТА КАЛЬЦИЯ И ТРИКАЛЬЦИЙФОСФАТА ПРИ ДОПИРОВАНИИ Eu^{3+}

*И.Д. Сидоров¹, Т.М. Миннебаев¹, Е.И. Олейникова¹, А.С. Низамутдинов¹,
М.С. Пудовкин¹, М.Р. Гафуров¹, Ю.О. Никитина², А.Ю. Демина², Н.В. Петракова², В.С. Комлев²*

¹ Казанский Федеральный Университет, Институт Физики

² Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук
e-mail: Sidorov.I.D@mail.ru

Разработка новых люминесцентных зондов и материалов протезирования травм опорно-двигательного аппарата является актуальной задачей. Применение фосфатов кальция, например, гидроксиапатита кальция (ГА) $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ и трикальцийфосфата (ТКФ) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, в качестве основы является перспективным направлением, потому что данные соединения соответствуют минеральному составу в кости [1].

Целью работы является исследование спектрально-кинетических характеристик иона Eu^{3+} в матрицах ГА и ТКФ и влияния отжига при 1300°C на воздухе на них при длинах волн возбуждения 266 нм и 394 нм. Размер частиц 10-20 нм для ГА и 100-150 нм для ТКФ, степень окисления Eu предположительно 3. Размер частиц обоих порошков после термообработки составляет 0.5-1.0 мкм.

В спектрах люминесценции основной вклад вносят переходы $^5\text{D}_0 \rightarrow ^7\text{F}_0$ (573.7 нм) для ГА и $^5\text{D}_0 \rightarrow ^7\text{F}_2$ (600-640 нм) для ГА и ТКФ [2-4]. При термообработке происходят существенные изменения формы спектральных линий, а именно, появляются спектрально разрешенные линии штарковских компонент, увеличивается квантовый выход, что может свидетельствовать об изменении фазы образца, увеличении веса кристаллической фазы. Так, кинетики люминесценции образцов ТКФ после термической обработки становились одноэкспоненциальными.

Работа выполнена при поддержке РНФ (проект № 23-63-10056).

[1] Никитина, Ю.О. Формирование микроструктуры и свойства керамики на основе церий-замещенных фосфатов кальция: дисс. ... канд. техн. наук: 2.6.14 / Никитина Юлия Олеговна. – М 2022 – 153 с.

Стеблевская Н. И. и др. Синтез и люминесцентные свойства фосфатов европия (III, II) //Журнал неорганической химии. – 2019. – Т. **64**. – №. 2. – С. 146-152.

[2] Kim E. J., Choi S. W., Hong S. H. Synthesis and Photoluminescence Properties of Eu³⁺-Doped Calcium Phosphates //Journal of the American Ceramic Society. – 2007. – Т. **90**. – №. 9. – С. 2795-2798.

[3] Han Y. et al. Synthesis and luminescence of Eu³⁺ doped hydroxyapatite nanocrystallines: Effects of calcinations and Eu³⁺ content //Journal of Luminescence. – 2013. – Т. **135**. – С. 281-287.