

## Первый пример органо-лантаноидного ап-конвертера

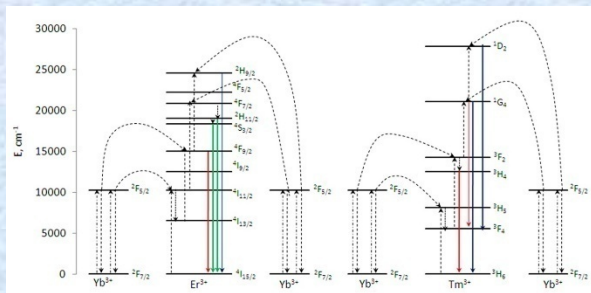
Т.В. Балашова<sup>а</sup>, Д.В. Говорова<sup>а,б</sup>, А.П. Пушкарев<sup>а</sup>, А.М. Яблонский<sup>с</sup>, Б.А. Андреев<sup>с</sup>, И.Д. Гришин<sup>б</sup>,

<sup>а</sup>Институт металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева Российской академии наук

<sup>б</sup>Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского

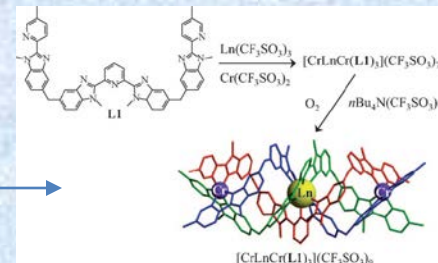
<sup>с</sup>Институт физики микроструктур РАН

Одной из актуальных задач в современной медицине и биологии является поиск новых люминесцентных веществ для биовизуализации и диагностики. Практически все используемые сегодня в этих целях биомаркеры имеют классический механизм люминесценции: длина волны эмиссии больше длины волны возбуждения (прямой стоксов сдвиг). Такая схема обуславливает ряд недостатков (инвазивное коротковолновое облучение, слабый контраст, маскирующее свечение фона), которых лишен способ с использованием ап-конверсионных люминофоров (эмиттеров с обратным стоксовым сдвигом).



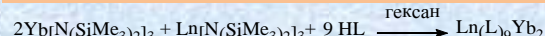
Однако из-за трудно выполнимого требования для подобных материалов – большое время жизни первого возбужденного состояния – число таких систем крайне ограничено. При этом все они относятся к неорганическим материалам на основе лантаноидов, имеющих множественные люминесцентно активные переходы в широком спектральном диапазоне и несколько метастабильных состояний. Среди органических производных известен лишь один пример лантаноидного ап-конвертера, но содержащий в качестве сенсбилизирующих групп хроморганические лиганды. Коротковолновая эмиссия комплекса основана на d-f-d переходах.

Нами получен первый органо-лантаноидный материал, обладающий обратным стоксовым сдвигом, люминесценция которого основана только на f-f переходах.



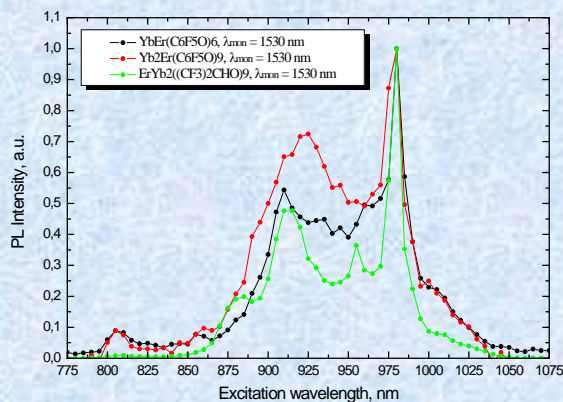
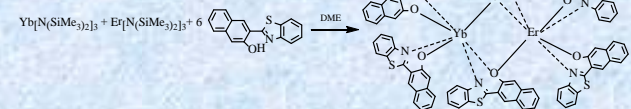
L.A. Sorgho, C. Besnard, P. Pattison, R.Kittilstved, A. Aebischer, J.-C.G. Bunzli, A. Hauser, C. Piguet, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 50 (2011) 4108.

Схематическое изображение процесса ап-конверсии в системах с ионами Yb<sup>3+</sup>-Er<sup>3+</sup> и Yb<sup>3+</sup>-Tm<sup>3+</sup>.

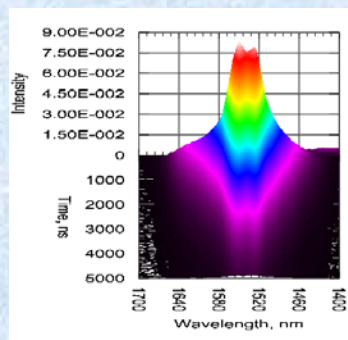


Ln = Er, Tm

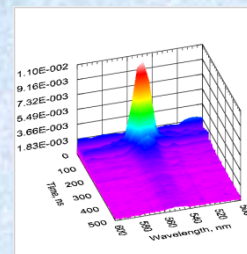
HL = C<sub>6</sub>F<sub>5</sub>OH, ((CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CHOH



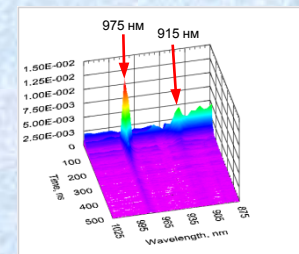
Интегральные спектры возбуждения ФЛ всех образцов (нормированные)



Спектр ФЛ при возбуждении на длине волны 980 нм ErYb<sub>2</sub>((CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CHO)<sub>9</sub>. 300 К. Накачка – ОРО. Диапазон – 750–1150 нм, длительность импульса – 5 нс. Регистрация – ФЭУ ИК диапазона Hamamatsu.



Спектр ФЛ ErYb<sub>2</sub>((CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CHO)<sub>9</sub> при возбуждении на длинах волн 975 и 915 нм.



Спектр возбуждения ФЛ ErYb<sub>2</sub>((CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CHO)<sub>9</sub> при регистрации на длине волны 550 нм.

### Выводы:

Исследованы фотолуминесцентные свойства гетеро-биметаллических комплексов Er(L)<sub>6</sub>Yb (L = NpSON, C<sub>6</sub>F<sub>5</sub>O) и Yb<sub>2</sub>(L)<sub>9</sub>Ln (L = C<sub>6</sub>F<sub>5</sub>O, OCH(CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; Ln = Er, Tm). Обнаружено, что при возбуждении иона иттербия Yb<sup>3+</sup> лазером 980 и 910 нм наблюдается эмиссия ионов Er<sup>3+</sup> при 1530 нм, что указывает на перенос энергии Yb<sup>3+</sup> → Er<sup>3+</sup> (наиболее эффективно в комплексах, где соотношение Yb : Er составляет 2 : 1). Комплекс ErYb<sub>2</sub>((CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CHO)<sub>9</sub> обнаружил ФЛ в видимом диапазоне (550 нм), соответствующую ап-конверсионному электронному переходу в ионе Er<sup>3+</sup>, при возбуждении в полосы поглощения эрбия (975 нм) и иттербия (915 нм).

Благодарности: Работа выполнена при поддержке фонда РФФИ (грант № 16-03-00129)

e-mail: [petrovsk@iomc.ras.ru](mailto:petrovsk@iomc.ras.ru) (ТВБ)