

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРОСКОПИИ БИЯДЕРНЫХ БОРФТОРИДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДИПИРРОМЕТЕНОВ*Ю.В. Аксенова¹, В.А. Помогаев^{1,2}, Р.Т. Кузнецова¹, Л.А. Антина³, М.Б. Березин³¹ *Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*² *Кёнбукский национальный университет, г. Тегу, Республика Корея*³ *Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, г. Иваново, Россия*

Исследованы спектроскопические характеристики моно- и биядерных борфторидных комплексов дипиррометенов в различных растворителях и твердотельных полимерных средах (пленках) в зависимости от длины волны и интенсивности возбуждающего излучения. Наряду с экспериментальными исследованиями проведены квантово-химические расчеты электронной структуры и геометрии электронно-возбужденных молекул, дана интерпретация экспериментальных данных (полос поглощения и излучения), установлена связь спектров поглощения со структурой бис(дипиррометенов) и их конформациями. Проведен анализ полученных результатов в сравнении с современными литературными данными. Обсуждаются возможности практического применения изученных соединений при разработке жидкостных и твердотельных лазеров и оптических сенсоров полярности среды.

Ключевые слова: *дипиррометены, биядерные комплексы, bis(BODIPY), спектроскопия, квантово-химические расчеты.*

Введение

В течение последних десятилетий люминофоры на основе алкилзамещенных борфторидных комплексов дипиррометенов (BODIPY) стали общепризнанными лидерами и активно используются в качестве эффективных лазерных сред на желто-зеленую область видимого спектра [1–4]. Известно, что красители семейства BODIPY не только не уступают, но по многим свойствам превосходят общепринятый эталон лазерного красителя – родамин 6Ж [5, 6]. Принципиальным преимуществом комплексов BODIPY и их разнообразных производных является оптимальное сочетание практически значимых свойств, необходимых для красителей и люминофоров, востребованных в оптических материалах. К важнейшим из них можно отнести: интенсивные хромофорные и флуоресцентные свойства (с большими значениями коэффициента поглощения, высоким квантовым выходом и узким симметричным пиком эмиссии, высокую фотостабильность), сверхустойчивость к действию реагентов различной природы и температур, обусловленных, в основном, ковалентным характером координационных связей [7–11]. Благодаря этому уникальному набору характеристик красители семейства BODIPY активно применяют в различных биохимических и медицинских исследованиях.

В настоящее время BODIPY-люминофоры оцениваются как эффективные компоненты оптических сенсоров для обнаружения ионов тяжелых металлов. В работах [12–19] показано, что производные дипиррометеновых комплексов, в том числе биядерные комплексы bis(BODIPY), позволяют успешно определять наличие ионов Al(III), Cr(III), Fe(III), Hg(II), Cd(II), Pt(I), Ag(I), F(I) и CN. Дипиррометенаты также возможно использовать для определения концентрации различных газов в воздушной смеси (фосгена [20], аммиака [21], кислорода [22, 23]). Были разработаны молекулярные системы, содержащие ковалентно присоединенные BODIPY, для анализа pH среды [24–26]. Кроме того, в настоящее время на основе комплексов дипиррометенов создаются сверхчувствительные флуоресцентные метки, позволяющие не только визуализировать в живом организме органы, новообразования или места скопления определенных белков, но и оценить активность протекающих в них биохимических процессов [27–30].

Одним из перспективных направлений использования дипиррометенов в медицине является фотодинамическая терапия для диагностики и лечения онкологических заболеваний. Эта прогрессивная методика в последние годы получила распространение, во-первых, благодаря разработке специальных мягких лазеров, с помощью которых можно проводить терапию, не нагревая ткани, во-вторых, благодаря созданию нетоксичных фотосенсибилизаторов (препаратов, способных накапливаться в патологически измененных клетках (точнее в их мембранах) и интенсивно выделять

* Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России, проект № 0721-2020-0033.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>