

УДК 535.35

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПЛЕКСОВ НА  
ОСНОВЕ AIS КВАНТОВЫХ ТОЧЕК И МОЛЕКУЛ AL(OH)-  
СУЛЬФОФТАЛОЦИАНИНА ОТ УРОВНЯ PH РАСТВОРА**

**Муркина А.Д. (НИУ ИТМО), Дубовик А.Ю. (НИУ ИТМО), Орлова А.О. (НИУ ИТМО)  
Научный руководитель – к. ф.-м. н., ассистент Колесова Е. П.  
(НИУ ИТМО)**

В работе были созданы комплексы на основе AIS квантовых точек с молекулами AL(OH)-сульфофталоцианина в средах с различным pH уровнем. В ходе работы была исследована зависимость оптических свойств комплексов от pH растворов, рассчитана экспериментальная эффективность переноса энергии по механизму Фёрстера (FRET). Продемонстрировано, что оптические свойства комплексов, а также экспериментальная эффективность переноса энергии практически не зависят от pH раствора, что делает их перспективными кандидатами для фотодинамической терапии раковых заболеваний.

**Введение.** Онкологические заболевания представляют серьезную опасность для человечества. Фотодинамическая терапия (ФДТ) – неинвазивный метод лечения рака и предраковых состояний, основанный на применении светочувствительных веществ – фотосенсибилизаторов, которые обладают способностью избирательно накапливаться в патогенных тканях. При взаимодействии света определенной длины волны с фотосенсибилизатором происходит ряд фотохимических реакций, в результате которых происходит образование активных форм кислорода, в частности синглетного кислорода. Взаимодействие синглетного кислорода на патогенную ткань приводит к апоптозу и некрозу раковых клеток. Благодаря интенсивному поглощению в ближней инфракрасной зоне спектра и высоким коэффициентам экстинкции, в качестве фотосенсибилизаторов активно используются Фталоцианины. В настоящий момент в клиниках используется препарат Фотосенс - смесь определенного состава натриевых солей Al (OH)-сульфофталоцианина (Фц). В результате перехода в возбужденное состояние при поглощении излучения, Al (OH) – сульфопталоцианин способен эффективно генерировать синглетный кислород. Этот факт привел к разработке препаратов на основе Фц, которые успешно применяются в ФДТ. Образование комплексов на основе молекул Фц и полупроводниковых квантовых точек (КТ) позволит расширить спектральный диапазон активности фотосенсибилизатора. Благодаря эффективному безызлучательному переносу энергии от КТ к молекулам Фц, такие структуры будут генерировать синглетный кислород под излучением широкого спектрального диапазона. Из-за отсутствия ионов Cd в составе, тройные AgIS<sub>2</sub> КТ являются перспективными кандидатами для создания комплексов для биомедицинских применений. pH уровень раковых клеток отличается от pH здоровых клеток и равняется 5 из-за аномально высокого уровня молочной кислоты, который вызван нарушением обмена веществ в тканях опухоли. Именно поэтому, целью данной работы является оценка эффективности переноса энергии по механизму Фёрстера (FRET) между AIS КТ и молекулами AL(OH)-сульфофталоцианина в растворах с различным уровнем pH.

**Основная часть.** Был проведен синтез AIS КТ методом горячей инъекции. Комплексы AIS КТ с молекулами Al (OH)-сульфофталоцианина формировались путем добавки стокового раствора молекул красителя к КТ в различном соотношении 0.25:1, 0.5:1, 1:1, 3:1 молекул Фц к КТ. Комплексы были сформированы в растворах с pH уровнем равным 5, что соответствует кислотно-щелочному балансу раковых клеток и с pH уровнем равным 8, что соответствует здоровым клеткам. Так были получены комплексы с различным соотношением компонентов в комплексах в средах с разным pH уровнем. Стационарные оптические свойства исследовались с помощью спектрофотометра UVProbe 3600 (Shimadzu) и

спектрофлуориметра Cary Eclipse (Varian), кинетика затухания люминесценции исследовалась с помощью лазерного сканирующего микроскопа MicroTime 100 (PicoQuant). Для измерения уровня pH растворов использовался микропроцессорный pH/С-метр Hanna HI2210-02. Анализ полученных данных показал, что в растворах с различным уровнем pH не происходит существенных изменений оптических свойств комплексов. Комплексы образуются в обоих случаях. С увеличением концентрации добавки молекул красителя интенсивность люминесценции донора уменьшается, а интенсивность люминесценции акцептора увеличивается в обоих случаях. Полученные данные аппроксимации показывают, что около 81 % КТ связаны с молекулами Фц в растворе с pH=5 и около 70 % в растворе с pH=8. Расчет экспериментального переноса энергии по механизму Фёрстера (FRET) показал, что эффективность переноса энергии также происходит успешно в обоих случаях, которая составляет 77 % для пары AIS-Фц в растворе с pH=5 и 70 % pH=8.

**Выводы.** Продемонстрировано, что экспериментальная эффективность переноса энергии происходит успешнее на 7% в растворе с pH=5, что соответствует кислотно-щелочному балансу раковых клеток. Однако, можно сделать вывод, что образование комплексов между AIS КТ и молекулами Фц происходит успешно в обоих случаях. Полученные результаты свидетельствуют о том, что комплексы AIS-Фц являются перспективными кандидатами для фотодинамической терапии онкологических заболеваний.

Муркина А.Д. (автор)

Подпись

Колесова Е.П. (научный руководитель)

Подпись