

УДК 620.3

**МОРФОЛОГИЯ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГИБРИДНЫХ ПЛЁНОК
КВАНТОВЫХ ТОЧЕК СУЛЬФИДА СВИНЦА (PbS) И ПОЛИМЕРА РТВ7**
Корженевский Ю.Г. (Университет ИТМО), Скурлов И.Д. (Университет ИТМО),
Научный руководитель – к. ф.-м. н. Литвин А.П.
(Университет ИТМО)

Проведено исследование оптических свойств гибридных слоёв коллоидных квантовых точек сульфида свинца (PbS) и проводящего полимера РТВ7. Исследованы спектры люминесценции плёнок в ближнем ИК и видимом диапазонах, получена кинетика распада люминесценции полимера и квантовых точек. Сделаны предварительные выводы о тушении люминесценции в гибридной структуре, возможном переносе заряда между её компонентами.

Введение. Стандартной схемой для создания солнечных элементов на основе наноструктур является двойная схема квантовые точки (КТ) – сопряжённый полимер. В данном исследовании используются КТ сульфида свинца (PbS), которые хорошо показали себя с точки зрения эффективности уже во множестве исследований, так как они имеют полосу поглощения в ближнем инфракрасном диапазоне. В данной работе исследуются активные слои солнечных элементов, где в качестве электронного акцептора используются КТ PbS, а в качестве донора перспективный сопряжённый полимер РТВ7. Целью работы является определение эффективности переноса заряда между КТ PbS разных размеров и полимером. Был изготовлен эталонный массив образцов, состоящий из КТ, смешанных с полиметилметакрилатом (PMMA) (изолирующим полимером), который представляет свойства чистых КТ.

Основная часть. Были использованы три типа КТ PbS диаметрами 3,4 нм, 4 нм, 4,3 нм. В эксперименте использовались КТ PbS с лигандной оболочкой, где молекулы олеиновой кислоты были замещены йодом. В видимой области спектра гибридных плёнок наблюдается сильное поглощение, которое принадлежит полимеру РТВ7, однако также возможно увидеть экситонные пики используемых КТ, соответствующие каждому типу. При рассмотрении спектров поглощения КТ в PMMA (за вычетом поглощения PMMA и стекла) наблюдаемые там экситонные пики хорошо согласуются с пиками, наблюдаемыми в смеси с РТВ7. Полимер РТВ7 демонстрирует наименьшую интенсивность люминесценции вместе с 3,4 нм КТ, а наибольшую для чистого полимера. Практически все плёнки демонстрируют отсутствие люминесценции в этом диапазоне, кроме самых больших – 4,3 нм. По имеющимся данным о люминесценции КТ вместе с полимером и люминесценции КТ в PMMA была рассчитана предполагаемая эффективность тушения люминесценции. Заметно, что для самых маленьких КТ она наибольшая. Наиболее сильное сокращение времен распада люминесценции наблюдается у 3,4 нм КТ, наиболее слабое у 4,3 нм. Также было получено, что самая высокая эффективность у 3,4 нм КТ. Для исследования морфологии поверхности в качестве референтного образца была выбрана плёнка чистого полимера РТВ7. Однородность плёнки образцов с КТ существенно ниже, чем чистого полимера, это может происходить вследствие частичной агрегации КТ при смешивании с полимером. Заметны агрегаты различных форм и размеров. Для 3,4 нм КТ — это небольшие круглые агрегаты, для 4 нм это бесформенные образования, а 4,3 нм образец демонстрирует чёткую доменную структуру, вероятно, что полимер образует доменную структуру, а КТ в некоторых местах находятся поверх него. Сведения о морфологии хорошо согласуются с данными о переносе заряда: при увеличении размера КТ шероховатость несколько увеличивается, а качество плёнки снижается.

Выводы. В этой работе была изучена одна из наиболее перспективных фотовольтаических систем КТ/полимер. Система PbS/РТВ7 подвергалась различным измерениям, включая поглощение и люминесценцию, времязрешенную люминесценцию в инфракрасном диапазоне, а также морфологические исследования. Исследование кинетики распада

люминесценции привело к выводу, что существует некоторый перенос заряда между КТ и полимером. Наиболее эффективен перенос между 3,4 нм КТ и полимером. Эффективность снижается при работе с более крупными КТ, также было показано, что более крупные КТ образуют доменные структуры в пленке, что приводит к неэффективному разделению зарядов, что, в свою очередь, снижает общую эффективность.