

Введение Квантовая точка (КТ) – фрагмент проводника или полупроводника, ограниченный по всем трём пространственным измерениям и содержащий электроны проводимости. КТ представляют особый интерес для использования в качестве эффективных люминофоров с размерно-зависимой фотолюминесценцией (ФЛ) перестраиваемой в пределах всего видимого диапазона. Их уникальные оптические свойства (высокая яркость в узком спектральном диапазоне, зависящем как от размеров самих квантовых точек, так и от их окружения) позволяют разрабатывать и создавать на их основе новые типы фотогальванических приборов, различные оптоэлектронные устройства, методы и средства идентификации и маркировки, а также элементы для перспективных сенсорных и телекоммуникационных систем [1,2]. Квантовые точки на основе халькогенидов кадмия – являются наиболее изученными и нашедшими широкое практическое применение наночастицами [3-5]. Диапазоны флуоресценции данной группы наночастиц покрывают весь видимый диапазон, ближний ИК и УФ-области спектра в зависимости от размера частиц. Для реализации всего спектра положительных качеств КТ необходимо, во-первых, защитить наночастицы от химического воздействия окружающей среды; во-вторых, для достижения максимальной эффективности люминесценции, они должны быть изолированы друг от друга. Оба этих требования выполняются при внедрении КТ в полимерные матрицы и позволяют эффективно сочетать свойства органических и неорганических компонентов, обеспечивая тем самым новые свойства нанокомпозитных материалов [6]. Важным моментом при создании нанокомпозитов на основе квантовых точек является выбор полимера, обеспечивающего сохранение оптических свойств КТ. В качестве таких полимеров часто используются полистирол, полиметилметакрилат (ПММА) и сополимеры на их основе [7,8]. Использование полиметилметакрилата обусловлено тем, что этот полимер прозрачен для излучения видимого и ближнего УФ-диапазона, стабилен в атмосферных условиях, обладает высокими физико-механическими и электроизоляционными свойствами, а также высокой температурой термодеструкции. В связи с этим полученные нами ранее квантовые точки CdSe и CdSe/CdS – ядро/оболочка были использованы для получения на их основе композитов с полиметилметакрилатом, а также изучены их оптические свойства. Экспериментальная часть Для получения спектров люминесценции использовался спектрофлуориметр Cary Eclipse (Varian). Время-разрешённая люминесценция было проведено с помощью автоматизированного спектрометра на базе монохроматора МДР-12, в качестве детектора сигналов использовался фотоумножитель ФЭУ-79. Фотолюминесценция возбуждалась импульсным азотным лазером ЛГИ-21 (длина волны 337 нм, частота следования импульсов 100 Гц, длительность импульса 12 нс) и фемтосекундным титан-сапфировым лазером (длина волны 800 нм, частота следования импульсов 100 МГц, длительность импульса 50 фс, средняя мощность ~400 мВт). Наночастицы

CdSe и CdSe/CdS – ядро/оболочка получены по разработанной нами методике в водно-этанольной среде [9]. Композиты квантовых точек с полиметилметакрилатом получили двумя разными способами. Первый способ получения – диспергирование КТ CdSe/CdS в метилметакрилате и последующая полимеризация. КТ были взяты в соотношении 0,5% от массы мономера. В качестве инициатора радикальной полимеризации использовался дицетилпероксикарбонат в количестве 1% от массы мономера. Для полимеризации смесь мономера, КТ и инициатора заливалось между стекол (зазор 2 мм) и выдерживалось в водяной бане при температуре 45-50 °С в течении 4-5 часов. Второй способ получения – высушивание композита из раствора хлороформа. КТ CdSe/CdS и ПММА диспергировались в хлороформе, полученный раствор композита наносился на стеклянные пластинки и высушивался при комнатной температуре на воздухе. Обсуждение результатов

Изучение оптических свойств полученного композита КТ CdSe/CdS с ПММА показало, что они имеют высокую эффективность люминесценции. В то же время полимеризация приводит к небольшому смещению максимума излучения с 527 нм в ММА до 531 нм в ПММА, связанный с небольшой агломерацией КТ в композите (рис. 1). Рис. 1 – Спектры люминесценции КТ CdSe/CdS в ММА и композита с ПММА При получении композита высушиванием раствора КТ и ПММА в хлороформе происходила агрегация квантовых точек, что приводило к снижению квантовой эффективности композита, также композиты получались непрозрачными. Метод фемтосекундной лазерной спектроскопии как инструмент изучения быстропротекающих процессов позволяет установить механизмы люминесценции квантовых точек CdS и CdSe и наногетероструктур на их основе. Изучение механизмов люминесценции позволяет отделить люминесценцию запрещённой зоны полупроводника от нежелательной люминесценции поверхностных дефектов и изучить их по отдельности. Это позволит эффективно управлять люминесцентными свойствами квантовых точек и добиться устранения люминесценции поверхностных дефектов. Для изучения методом фемтосекундной лазерной спектроскопии были выбраны композиты КТ CdSe и CdSe/CdS полученные по водно-этанольному методу с ПММА. В спектрах время-разрешенной люминесценции композитов квантовых точек CdSe наблюдались 2 типа люминесценции: ярко выраженный пик люминесценции запрещённой зоны и широкий пик низкой интенсивности соответствующий люминесценции поверхностных дефектов в более длинных волнах. На спектрах видно, что время жизни люминесценции поверхностных дефектов намного длиннее, чем время жизни люминесценции запрещённой зоны (рис. 2). Это объясняется тем, что миграция электрона к поверхности квантовой точки требует определённого времени. Рис. 2 – Время-разрешённый спектр люминесценции нанокompозита CdSe с ПММА В композитах ПММА на основе квантовых точек CdSe/CdS-ядро/оболочка пик люминесценции поверхностных

дефектов практически отсутствует, что связано с эффективным блокированием поверхностных дефектов более широкозонным полупроводником. Заключение

На основе синтезированных наночастиц CdSe и CdSe/CdS с высокой эффективностью люминесценции получены композиты с ПММА двумя разными способами. Метод получения композита радикальной полимеризацией мономера дал более удовлетворительные результаты, композиты получались прозрачными и имели высокую эффективность люминесценции. Спектры время-разрешённой люминесценции нанокомпозита позволили глубже изучить механизмы люминесценции квантовых точек CdSe и CdSe/CdS