

Рубрика: Лазерная физика
УДК 535.53

Лазерно-индуцированная модификация оптических характеристик композитов на основе квантовых точек сульфида кадмия

Евгенов Никита Сергеевич
бакалавр 4 курса, кафедра информационных технологий и систем
Владивостокский государственный университет экономики и сервиса
Россия. Владивосток

E-mail: evgenovnikita@mail.ru; тел.: +79242421958
ул. Гоголя, 41, г. Владивосток, Приморский край, Россия, 690014
Сергеев Александр Александрович

м.н.с., лаборатория физических методов мониторинга природных и техногенных объектов
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук
Россия. Владивосток

E-mail: aleksandrsergeev@inbox.ru; тел.: +79242403624
Номоконова Наталья Николаевна

докт. техн. наук, профессор кафедры информационных технологий и систем
Владивостокский государственный университет экономики и сервиса
Россия. Владивосток

E-mail: natalya.nomokonova@vvsu.ru; тел.: +79147045248
ул. Гоголя, 41, г. Владивосток, Приморский край, Россия, 690014

В работе рассмотрено воздействие лазерного излучения на композитные материалы на основе квантовых точек в силикатной матрице. Результаты позволяют определить зависимость оптического отклика от природы композита. Данные полученные в ходе работы позволяют предположить о возможности создания устройств управления лазерным излучением

Ключевые слова и словосочетания: Квантовые точки, лазерное излучение, сульфид кадмия, люминесценция,

Laser-induced modification of the optical characteristics of composites based on quantum dots of cadmium sulfide

This article describes the features of laser radiation impact on the composite materials based on quantum dots embedded in the silicate matrix. The results allow one to determine the dependence of the optical response of the composite. Obtained results demonstrates the possibility of creation of laser control devices

Key words and phrases: Quantum dots, laser radiation, cadmium sulfide, luminescence,

Композитные среды на основе квантовых точек представляют значительный интерес при разработке оптических устройств управления лазерным излучением. Среди материалов, применяемых для создания подобного рода структур, можно выделить квантовые точки – полупроводниковые или металлические наночастицы, движение носителей заряда в которых ограничено во всех трех направлениях. В таких структурах возможна реализация режима оптического усиления электромагнитного поля, приводящего к вариации оптического отклика среды (изменение коэффициента поглощения, показателя преломления, поляризации излучения и т.д.) степень которого определяется типом оболочки [1]. Целью данной работы

является исследование особенностей взаимодействия лазерного излучения с композитами на основе квантовых точек сульфида кадмия, заключенных в оболочку различной природы.

В работе исследовались два типа квантовых точек сульфида кадмия (CdS). Первый тип – наночастицы размером 5 нм в оболочке из меркаптоянтарной кислоты (МЯК), второй тип – наночастицы CdS в оболочке из динатриевой соли этилендиамина тетрауксусной кислоты (ЭДТА), размером 15-18 нм.

Было установлено, что при воздействии лазерного излучения с длиной волны $\lambda = 405,9$ нм происходит модификация оптических характеристик композита. В первую очередь это выражается в изменении спектра люминесценции композита, причем для частиц с меньшим размером (CdS-МЯК) происходит смещение максимума люминесценции в длинноволновую область, сопряженное с уменьшением амплитуды люминесценции. Для крупных квантовых точек (композит CdS-ЭДТА) происходит только уменьшение амплитуды люминесценции. При этом в случае облучения области композита с измененным спектром люминесценции двумя коллинеарно направленными лазерными пучками (первый ($\lambda = 405,9$ нм) являющимся модифицирующим оптические характеристики композита и второй ($\lambda = 632,8$ нм), являющимся считывающим и не оказывающим влияния на образец) возникает динамическое изменение коэффициента поглощения композита. Цикл экспериментов состоял из последовательного облучения композита модифицирующим излучением и регистрации соответствующего изменения мощности считывающего излучения. Характерный вид оптического отклика приведен на рисунке 1а. Величина отклика «1» соответствует исходной величине мощности прошедшего через композит считывающего излучения. Состояние «Выкл» и «Вкл» соответствует этапу выключения и включения модифицирующего излучения. Проведенные исследования показали, что наблюдается существенная зависимость характера оптического отклика и его амплитуды от типа оболочки и размера частиц. Так, частицы с меньшим размером (CdS-МЯК) демонстрируют большую величину оптического отклика с максимумом при угле поляризации модифицирующего излучения 50° . В случае более крупных частиц (CdS-ЭДТА) величина оптического отклика снижена, однако его зависимость от поляризации модифицирующего излучения имеет несколько пиков и изображена на рисунке 1б.

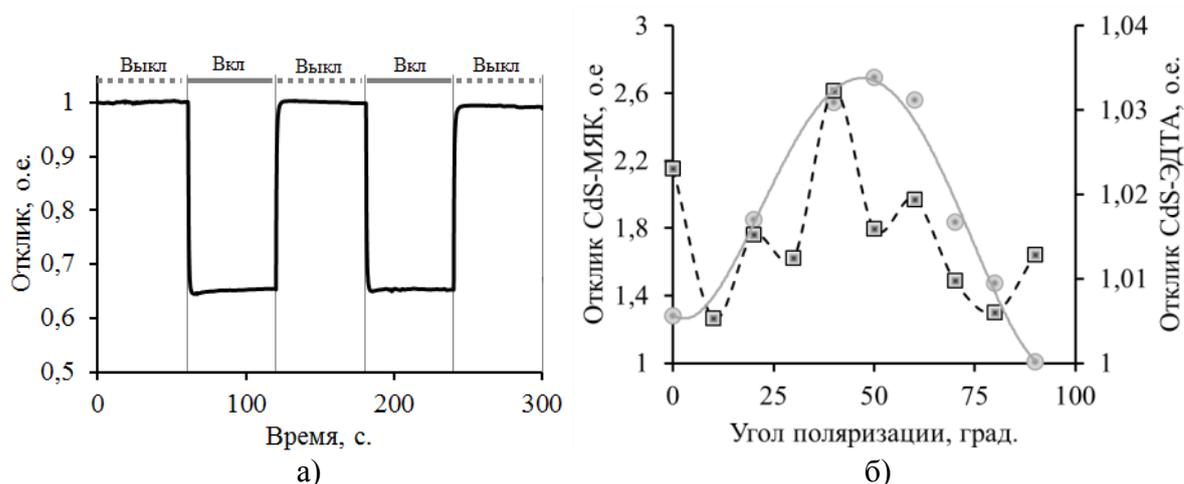


Рисунок 1. Модификация оптических характеристик композита лазерным излучением: а) характерный вид оптического отклика, б) зависимость величины оптического отклика от угла поляризации модифицирующего излучения для различных композитов

Полученные данные позволяют предположить, что в нашем случае оптический отклик возникает за счет структурных изменений композита под действием лазерного излучения. В первую очередь, эти изменения связаны с изменением пространственной ориентации квантовых точек, о чем свидетельствует зависимость величины отклика от поляризации модифицирующего излучения. Кроме того, в композите CdS-МЯК происходит агломерация

квантовых точек в большие структуры, о чем свидетельствует изменение их спектра люминесценции [2]. Полученные результаты позволяют предположить о возможности создания на основе исследованных композитов устройств управления лазерным излучением, в том числе оптических ограничителей, модуляторов и т.д.

-
1. Rajh T. Size quantization of colloidal semiconductor particles in silicate glasses / Vucemilovic M.I., Dimitrijevic N.M., Micic O.I., Nozik A.J. // Chemical physics letters. – 1988. №3(143). С. 305-308.
 2. Bera D. Quantum dots and their multimodal applications: a review / Qian L., Tseng T-K. Holloway P.H. // Materials. – 2010. №3(4). С. 2260-2345.