

## Насыщение поглощения экситонных переходов в коллоидных нанокристаллах CdSe в форме тетраподов

Голинская А.Д.<sup>1,2</sup>, Смирнов А.М.<sup>1,2</sup>, Жаркова Е.В.<sup>2</sup>, Козлова М.В.<sup>2</sup>, Котин П.А.<sup>2</sup>,  
Дорофеев С.Г.<sup>2</sup>, Днепровский В.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, 125009, Москва, Моховая 11-7

<sup>2</sup> МГУ им. М. В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы, 1-2

DOI 10.34077/Semicond2019-266

Работа посвящена изучению особенностей поглощения несферических нанокристаллов при однофотонном резонансном возбуждении основного экситонного перехода лазерными импульсами. В качестве объекта исследования был подобран коллоидный раствор квантовых точек (КТ) селенида кадмия (CdSe) в форме тетраподов. Исследуемые КТ были синтезированы по аналогичной методике, приведенной в работе [1].

Нелинейно-оптические свойства КТ CdSe были изучены методом накачки и зондирования. Возбуждение образца осуществлялось импульсами второй гармоники Nd<sup>3+</sup>:YAlO<sub>3</sub>-лазера ( $\lambda = 540$  нм,  $\tau = 11$  нс), зондирование - широкополосным излучением фотolumинесценции красителей кумарин-7 и кумарин-120, возбуждаемых третьей гармоникой лазера ( $\lambda = 360$  нм,  $\tau = 9$  нс). Энергия фотонов второй гармоники лазерного излучения совпадала с энергией основного экситонного перехода в исследуемых КТ CdSe, длительность лазерных импульсов сравнима с характерными временами излучательной рекомбинации (~10 нс [2]) в КТ CdSe. Таким образом, было реализовано квази-стационарное резонансное однофотонное возбуждение экситонов в исследуемом образце. Все измерения проводились при комнатной температуре.

В спектре линейного поглощения коллоидного раствора КТ CdSe были обнаружены две полосы поглощения, которые соответствуют экситонным переходам  $1S_{3/2}(h)-1S(e)$  и  $2S_{3/2}(h)-1S(e)$  [3]. В спектре нелинейного поглощения коллоидного раствора КТ CdSe обнаружено нелинейное уменьшение поглощения на длине волны возбуждающего излучения, которое объяснено эффектом заполнения состояний [4]. Также обнаружено уменьшение поглощения в высокоэнергетичной, по сравнению с энергией второй гармоники лазера (2,3 эВ), области спектра поглощения, соответствующей просветлению экситонного перехода  $2S_{3/2}(h)-1S(e)$ . Выявленная особенность нелинейного изменения поглощения объяснена заполнением дырочного уровня  $2S_{3/2}(h)$  за счет последовательных процессов поглощения на возбужденных носителях с заполненного уровня  $1S_{3/2}(e)$  (подобно внутризонным переходам в объемных полупроводниках, так называемое, поглощение Друде) и последующей быстрой пикосекундной термализацией [5], [6] через глубокие квази-непрерывные дырочные состояния. Кроме этого, насыщение экситонного перехода  $2S_{3/2}(h)-1S(e)$  может быть объяснено обменом энергии между дырочными состояниями  $1S_{3/2}(h)$  и  $2S_{3/2}(h)$ .

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 18-72-00075.

[1] P. A. Kotin, S. S. Bubenov, N. E. Mordvinova, S. G. Dorofeev, *Beilstein J. Nanotechnol.*, **8**, 1156 (2017).

[2] Califano M., Franceschetti A. and Zunger A., *Nano letters*, **5**, 2360 (2005).

[3] A. I. Ekimov, F. Hache, M. C. Schanne-Klein, D. Ricard, C. Flytzanis, I. A. Kudryavtsev, T. V. Yazeva, A. V. Rodina, Al. L. Efros, *JOSA B*, **10**, 100 (1993).

[4] S. Hunsche, T. Dekorsy, V. Klimov et al., *Appl. Phys. B*, **62**, 3 (1996).

[5] Klimov V.I. and McBranch D.W., *Phys. Rev. Lett.*, **80**, 4028 (1998).

[6] Klimov V.I., McBranch D.W., Leatherdale C. A. and Bawendi M.G., *Phys. Rev. B*, **60**, 13740 (1999).