

Papach O. I. Issues of the day of grant of scientifically-methodical accompaniment activity of teachers of naturally-mathematical disciplines are in the system of after a diploma pedagogical education.

The article reveals the scientific and methodological support of teachers of natural and mathematical sciences in the postgraduate teacher education as a pedagogical problem. The components are particularly identified. They are dependent on the quality and content of the maintenance. They also considers the prospects of the development of modern models of scientific and methodological support. The prospects for the development of advanced models of scientific and methodological support are discussed.

Keywords: *scientific and methodological support, staffing, teaching natural and mathematical sciences, a model of scientific and methodological support for teachers of science and mathematics subjects in the regional system of postgraduate teacher education.*

УДК 378:53

Покутній С. І., Баштовий В. І., Покутня Л. О.
Національний педагогічний університет
імені М. П. Драгоманова

ЕЛЕКТРООПТИЧНА СПЕКТРОСКОПІЯ КВАЗІНУЛЬВІМІРНИХ НАНОСИСТЕМ

Аналізується сучасний стан електрооптичної спектроскопії напівпровідникових квазінульвимірних наносистем. Огляд може бути використаним при викладанні спецкурсів “Основи фізики твердого тіла” та “Основи оптики наносистем” для магістрів та спеціалістів фізичних спеціальностей класичних та технічних університетів.

Ключові слова: *електрооптична спектроскопія, напівпровідники, наносистеми, підготовка магістрів.*

Електрооптичні властивості квазінульвимірних наноструктур, що складаються з напівпровідникових нанокристалів сферичної форми з радіусами $a=1-10$ нм, вирощених в прозорих діелектричних матрицях [1-11], інтенсивно досліджуються, оскільки подібні надструктури є новими перспективними наноматеріалами для створення нових конструкційних елементів нелінійної нанооптоелектроніки (зокрема, елементів для керування оптичними сигналами в оптичних нанокompютерах та лазерах на напівпровідникових нанокристалах [10-11]).

Дослідження електрооптичних ефектів у квазінульвимірних напівпровідникових наносистемах привертають до себе увагу тим, що в них штарківський зсув рівнів енергії просторово обмежених електронно-діркових пар (екситонів) не супроводжується різким зменшенням сил осциляторів відповідних оптичних переходів у напівпровідникових нанокристалах [2-3]. При чому величини сил осциляторів оптичних переходів суттєво перевищують типові значення сили осциляторів переходів для напівпровідників [2; 3; 7]. В результаті екситонні стани в електричних полях суттєво більших, ніж поле іонізації в напівпровідникові, не руйнуються при зміщеннях, що перевищують величину енергії зв'язку об'ємного екситона [3; 12]. Екситон, параметри якого (зведена ефективна маса, борівський радіус, енергія зв'язку) в напівпровідникових нанокристалах не відрізняються від таких у напівпровідниковому матеріалі, будемо називати об'ємним екситоном [12-16].

Даний огляд присвячений викладу основ теорії квантововимірного ефекту Штарка в напівпровідникових нанокристалах в умовах, коли поляризаційна взаємодія електрона і дірки з поверхнею напівпровідникового нанокристалу відіграє домінуючу роль.

Квантововимірний ефект Штарка електронно-діркової пари у напівпровідниковоу нанокристалі.

У роботах [2-8] досліджено просту модель квазінульвимірної наносистеми: нейтральний сферичний напівпровідниковий нанокристал радіусом a з діелектричною проникністю ε_2 , оточений матрицею з діелектричною проникністю ε_1 . В об'ємі такого напівпровідникового нанокристал рухались електрон e та дірка h з ефективними масами m_e та m_h відповідно, причому діелектричні проникності напівпровідникового нанокристал та матриці значно відрізняються ($\varepsilon_1 \ll \varepsilon_2$). Така наносистеми вміщується у зовнішнє однорідне поле (ЗОЕП) напруженістю \vec{F} .

Після усереднення енергії поляризаційної взаємодії електрона і дірки зі сферичною поверхнею поділу (напівпровідниковий нанокристал – матриця) та енергії кулонівської взаємодії між електроном і діркою на електронних хвильових функціях нескінченно глибокої сферичної потенціальної ями напівпровідникового нанокристал [5-7] отримано вираз для потенціальної енергії важкої дірки ($m_h \gg m_e$), що рухалась а адіабатичному потенціалі електрона в стані ($n_e, l_e=0$, де n_e і l_e – головне та орбітальне квантові числа електрона) в напівпровідниковому нанокристал [7]:

$$\bar{U}_{n_e,0}(x,s) = \frac{1}{s} \left[\frac{1}{1-x^2} + 2ci(2\pi m_e) - 2ci(2\pi m_e x) + \frac{\sin(2\pi m_e x)}{2\pi m_e x} + 2 \ln x + \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} - 4 \right] - \frac{eFa}{Ry_n} x \quad (1)$$

де $s = (a/a_{ex})$ (a_{ex} – борівський радіус екситона в напівпровідникові з діелектричною проникністю ε_2), $ci(y)$ – інтегральний косинус. Тут і далі енергію наведено в одиницях $Ry_h = (\hbar^2 / 2m_h a_n^2)$ та використовується безрозмірна величина довжини $x = (r/a_n)$, (a_n – борівський радіус дірки в напівпровідникові з діелектричною проникністю ε_2).

Останній член в (1) приводить до зміщення всіх рівнів розмірного квантування дірки $\lambda_{n_e,0}^{t_n}(s)$ на величину [7, 8, 11, 15, 16]:

$$\Delta \lambda_{n_e,0}^{t_n}(a,F) = - \frac{\varepsilon_2}{2[1 + 2/3\pi^2 n_e^2]} F^2 a^3 \quad (2),$$

де $t_n = 0, 1, 2, 3, \dots$ – головне квантове число дірки, що визначає еквівалентні рівні дірки, яка рухається в адіабатному потенціалі електрона b . Таким чином, формула (2) описує квантовимірний квадратичний ефект Штарка, згідно з яким рівні розмірного квантування дірки $\lambda_{n_e,0}^{t_n}(s)$ під дією ЗОЕП напруженість \vec{F} зміщується на величину $\Delta \lambda_{n_e,0}^{t_n}(a,F) \approx a^3 F^2$.

Отримана формула (2) справджується, якщо одночасно виконуються такі умови [7, 8, 11, 15]:

$$|\Delta \lambda_{n_e,0}^{t_n}(S,F)| / E_e(s) \ll 1, \quad (3)$$

$$|\Delta r/a|^2 = (\Delta x)^2 \ll 1, \quad (4),$$

де $E_e(s) = (\pi^2 n_e^2 / s^2)$ – кінетична енергія електрона в нескінченно глибокій сферичній потенціальній ямі напівпровідникового нанокристала. Виконання нерівності (3) дає можливість розглядати вплив ЗОЕП напруженістю \vec{F} на спектр електронно-діркової пари в напівпровідниковому нанокристалі в адіабатичному наближенні [5-8]. Умова (4) визначає малість зміщення Δr положення дна потенціальної ями дірки в напівпровідниковому нанокристалі під дією ЗОЕП у порівнянні з радіусом a напівпровідникового нанокристала.

В [7-8] показано, що умова одночасного виконання нерівностей (3) і (4) зводиться до виконання умови

$$(F/e)^2 \ll \frac{[1 + (2/3)\pi^2 n_e^2]^2}{s^4} \cdot \frac{1}{\varepsilon_2^2 a_n^4}, \quad (5)$$

яка визначає допустимі значення напруженості \vec{F} ЗОЕП.

Експериментальні спостереження квантовимірного ефекту Штарка в напівпровідникових нанокристаллах.

На закінчення коротко обговоримо можливі експериментальні спостереження нового електрооптичного метода [7, 8-11].

В [1] досліджували спектри міжзонного поглинання диспергованих у прозорій діелектричній матриці боросилікатного скла ($\varepsilon_1 = 2,25$) нанокристалів сульфіда кадмію ($\varepsilon_2 = 9,3$) розмірами від 1 до 10^2 нм. Ефективні маси електрона і дірки в сульфіді кадмію відповідно дорівнювали: $(m_e/m_0) = 0,21$ і $(m_n/m_0) = 5$ (тобто $(m_e/m_n) \ll 1$). Теоретичний спектр екситона в нанокристаллах сульфіда кадмію, отриманий в [5-8], з достатньою точністю описував експериментальну залежність спектра екситона від радіуса a нанокристалу в області розмірів нанокристалів $a \geq a_{ex} = 2,5$ нм.

У експериментальній роботі [17] спостерігались піки просвітлення, зумовлені переходами між рівняннями розмірного квантування екситона, в спектрах пропускання нанокристалів селеніда кадмію ($\varepsilon_2 = 9,4$) радіусами $a \approx 5,0$ нм, диспергованих в матриці силікатного скла ($\varepsilon_1 = 2,25$). Ефективні маси електрона і дірки в селеніді кадмію відповідно дорівнювали: $(m_e/m_0) = 0,13$ та $(m_n/m_0) = 2,5$ (тобто $(m_e/m_n) \ll 1$). Положення піків просвітлення нанокристалів селеніда кадмію, як функції радіуса a нанокристалу в околі значень $a \approx a_{ex} = 4,55$ нм з достатньою точністю описував теоретичний спектр екситона [5-8].

Помістимо квазінульвимірні наносистеми, вивчені в умовах експериментів [1, 17], у ЗОЕП напруженістю \vec{F} (5). Врахування ефекту локального поля [7, 8, 15, 16] приведе до того, що у квазінульвимірних наносистемах [7, 8] на нанокристали діє поле напруженістю:

$$\vec{F}_{ins} = f^{-1} \vec{F}, \quad f = 3/[2 + (\varepsilon_2/\varepsilon_1)] \quad (6)$$

де коефіцієнт $f = 0,489$ для нанокристалів сульфіда та селеніда кадмію. При цьому у формулах замість величини напруженості ЗОЕП \vec{F} необхідно брати величину \vec{F}_{ins} (6) [7; 8; 15; 16].

З ростом напруженості ЗОЕП \vec{F} (5) спостерігався квадратичний ефект Штарка, при якому величини зсувів $\Delta\lambda_{1,0}^{t_h}(a, F)$ (2) рівнів розмірного квантування дірки ($n_e = 1, l_e = 0, t_n$) відповідно у нанокристаллах сульфіда та селеніда кадмію у ЗОЕП $F \leq 1,23 \cdot 10^3$ (В/м) (тобто $F_{ins} \leq 6 \cdot 10$ (В/м), що задовольняють умову застосовності (5) побудованої в [7; 8; 15; 16] теорії, збільшуються (пропорційно F^2). При цьому для нанокристалів сульфіда кадмію з ростом величини F від $1,0 \cdot 10^3$ до $1,23 \cdot 10^3$ (В/м) значення штарківського зсуву енергії основного стану об'ємного екситона [7; 8] збільшується від $4,87 \cdot 10^2$ до $7,37 \cdot 10^2$ меВ, а для нанокристалів селеніда кадмію при зміні напруженості ЗОЕП F від $2,1 \cdot 10^2$ до $5,1 \cdot 10^2$ (В/м) величина штарківського зсуву енергії основного стану об'ємного екситона $\Delta V(F)$ зростає від $1,25 \cdot 10^2$ до $7,78 \cdot 10^2$ меВ [7; 8; 15; 16].

Встановлено, що електрооптичні властивості квазінульвимірних наносистем, що містять напівпровідникові нанокристали, в області міжзонного поглинання, визначаються квантоворозмірним квадратичним ефектом Штарка [7; 8; 15; 16].

Використана література:

1. Екимов А. И. Журнал технической физики / А. И. Екимов, А. П. Скворцов, Т. В. Шубина // Журнал технической физики. – 1989. – 59, № 3. – С. 202-204.
2. Покутний С. И. Физика твёрдого тела / С. И. Покутний. – 1997. – 39, № 4. – С. 606-609.
3. Покутний С. И. Физика твёрдого тела / С. И. Покутний. – 1997. – 39, № 4. – С. 720-722.
4. Nomura S. Solid State Communs / S. Nomura, T. Kobayashi. – 1990. – 74, № 10. – P. 1153-1155.
5. Pokutnyi S. I. Physics Letters A / S. I. Pokutnyi. – 1992. – 168, № 5, 6. – P. 433-436.

6. Pokutnyi S. I. Physics Letters A / S. I. Pokutnyi. – 1995. – 203, № 5, 6. – P. 388-394.
7. Pokutnyi S. I. Journal Applied Physics / S. I. Pokutnyi. – 2004. – 98, № 2. – P. 1115-1124.
8. Pokutnyi S. I. Physics Express / S. I. Pokutnyi. – 2011. – 1, № 2. – P. 84-96.
9. Pokutnyi S. I. Shut A.M. Journal Nanosciences Letters / S. I. Pokutnyi. – 2011. – 1, № 2. – P. 42-48.
10. Pokutnyi S. I. Physics Letters A / S. I. Pokutnyi. – 2005. – 342, № 5, 6. – P. 347 – 350.
11. Pokutnyi S. I. Physics Low-dimensional structures / S. I. Pokutnyi. – 2002. – 718, № 4. – P. 111-118.
12. Pokutnyi S. I. Semiconductors / S. I. Pokutnyi. – 1996. – 30, № 7. – P. 1320-1323.
13. Pokutnyi S.I. Semiconductors / S. I. Pokutnyi. – 1996. – 30, № 11. – P. 1952-1959.
14. Pokutnyi S. I. Solid State Physics / S. I. Pokutnyi. – 1996. – 38, № 9. – P. 2667-2672.
15. Shak A. P. Progress Metal Physics / A. P. Shak, S.I. Pokutnyi. – 2005. – 6, № 2. – P. 105-134.
16. Pokutnyi S. I. Ukr. Phys J. Revier. – 2006. – 3, № 1. – P. 46-69.
17. Вандышев Ю. В. Письма в ЖЭТФ / Ю. В. Вандышев, В. С. Днепровский, В. И. Климов. – 1991. – 53, № 6. – С. 301-306.

Покутний С. И., Баштовой В. И., Покутня Л. А. Электрооптическая спектроскопия квазинульмерных наносистем.

Анализируется современное состояние электрооптической спектроскопии квазинульмерных наносистем.

Обзор может быть использован при преподавании спецкурсов “Основы физики твердого тела” и “Основы оптики наносистем” для магистров и специалистов физических специальностей классических и технических университетов.

Ключевые слова: электрооптическая спектроскопия, полупроводники, наносистемы, подготовка магистров.

Pokutniy S. I., Bashtoviy V. I., Pokutnya L. O. Electro-optical spectroscopy quazinulymirnyh nanosyteliv.

The modern condition of the development of electrooptical spectroscopy semiconductor quasi-zero-dimensional nanosystems is analysed. “Basis of condensed matter physics” and “Basis of optics nanosystems”...

Keywords: electrooptical spectroscopy, semiconductors, nanosystems, preparation of masters.

УДК 372.8

***Растопчина О. М.
Керченський державний морський технологічний університет***

**МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДІАГНОСТУВАННЯ
СТУДЕНТІВ ВИЩИХ ТЕХНІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ**

Представлено аналіз психолого-педагогічної літератури щодо застосування діагностування студентів вищих навчальних закладів. Виявлено особливості застосування та можливості використання результатів діагностики студентів у навчально-виховній роботі педагогами ВНЗ. А також досліджені причини не об'єктивного діагностування студентів і не достатнього його застосування у навчально-виховному процесі ВНЗ.

Ключові слова: діагностування студентів, результати діагностики, студенти.

Розвиток суспільства не є можливим без розвитку освіти, тому система сучасної освіти в Україні націлена на застосування у навчально-виховному процесі більш ефективних форм та методів навчання. Усі керовані процеси потребують контролю, навчально-виховний процес не винятковий. Підвищення якості знань студентів, прогнозування та планування навчально-виховної роботи учителів, оцінка діяльності навчального закладу тощо не можливо без застосування діагностики. Результати діагностування дозволяють не тільки констатувати наявність того чи іншого явища, але і сприяти пошуку оптимальних шляхів подолання труднощів та недоліків у роботі.