

2. Стрижак О.Є., Сліпухіна І.А., Полісун Н.І., Чернецький І.С. STEM-освіта: основні дефініції. Інформаційні технології і засоби навчання. № 6., Т. 62., 2017. С. 16-33. URL: <file:///D:/Downloads/1753-8571-1-PB.pdf> (дата звернення 19.05.2019)

УДК 539.1+519.6

ГЕНЕРАЦІЯ МОДЕЛЕЙ КВАНТОВИХ СТРУКТУР У ЛАБОРАТОРНОМУ ПРАКТИКУМІ

Сосницька Н.Л., д.пед.н.,

Морозов М.В., к.ф.-м.н.,

Онищенко Г.О.,

Халанчук Л.В.,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного,

м. Мелітополь, Україна

Summary: *The article deals with the use of mathematical computer modelling for the study of processes in quantum-sized heterosystems. The results of the research are implemented in the laboratory workshop of the discipline of physical and mathematical support of master's programs.*

Keywords: *quantum dot, discrete model, discipline practice physical and mathematical support of master's programs*

У сучасних електронних приладах (монітори, лазери, датчики) використовують квантові точки (quantum dot) [1]. Тому актуальними і перспективними є побудова та дослідження відповідних математичних моделей різноманітних квантових точок (сферичних, циліндричних, конічних) та їх застосування для організації і проведення лабораторних робіт з дисципліни «Фізичні основи сучасних інформаційних технологій» спеціальності «Комп'ютерні науки» [2, 3]. У роботах [4, 5] розглядаються різноманітні моделі та методи дослідження квантових точок.

Розглянемо стан електрона у конічній квантовій точці для випадку непрозорих стінок та наближенні ефективної маси.

Потенціальна енергія електрона для циліндричної системи координат має вигляд:

$$U(r, z) = \begin{cases} U_1 = 0 & \text{у конусі, якщо } 0 \leq r + z \leq \frac{R}{H}; \quad 0 \leq z \leq H \\ U_2 = \infty & \text{поза конусу, якщо } r + z > \frac{R}{H}; \quad z < 0, \quad z > H \end{cases}$$

Використовуємо диференціальне рівняння Шредингера для стаціонарних станів S – електронів ($l = 0$) у циліндричній системі координат:

$$\frac{\nabla^2 \psi}{r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} + \frac{\nabla^2 \psi}{z^2} + \frac{2mE}{\hbar^2} \psi(r, z) = 0$$

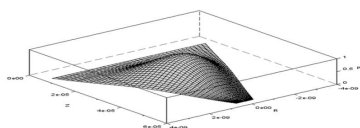
Використовуємо метод Фур'є розділення змінних і знаходимо вид хвильової функції

$$y(r, z) = A J_1(r) J_2(z) = A J_0(k_1 r) \sin(k_2 z),$$

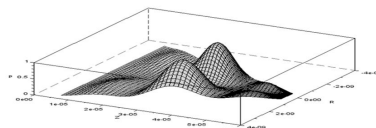
де k_1, k_2 - хвильові числа; $J_0(k_1 r)$ - функція Бесселя нульового порядку.

На рисунку 1 представлені 3D графіки дискретних моделей щільності ймовірності знаходження електрона у заданій точці області конічної квантової точки, яка дорівнює:

$$r(r, z) = y^2(r, z) = A^2 \times J_0^2(k_1 r) \sin^2(k_2 z).$$



1,1



2,2

Рис. 1 Щільність ймовірності знаходження електрона у конічній квантовій точці для аксіальних та радіальних мод

Для побудови 3D графіків щільності ймовірності використовують методи генерації дискретних моделей геометричних об'єктів за допомогою пакету програм Scilab [6].

Значення енергії електрона в конічній квантовій точці залежать від координати z . При $H = \sqrt{3}R$:

$$E(z) = \frac{\hbar^2}{2m} (k_1^2 + k_2^2) = \frac{\hbar^2}{2m} \frac{\epsilon}{\epsilon_0} \frac{3b_{n_1}^2}{(H - z)^2} + \frac{n_2^2 \times p^2}{z^2} \frac{\dot{u}}{\dot{u}}$$

Мінімальне та максимальне значення координати z визначаються параметрами кристалічної ґратки речовини квантової точки: $z_{\max} = 0,9H$, $z_{\min} = 0,1H$.

Висновки. Таким чином, досліджена поведінка електронів (носіїв електричного заряду) у квантовій конічній точці з непрозорими стінками шляхом математичного комп'ютерного моделювання. Розглянута залежність енергії електрона від розмірів квантової точки. Результати досліджень використовують для організації та проведення імітаційної лабораторної роботи «Математичне моделювання стану електронів у конічній квантовій точці» спеціальності «Комп'ютерні науки». В подальшому представляє значний інтерес розгляд рівняння Шредінгера і стан електронів у квантових точках з оболонкою та залежність енергії від геометрії квантової точки.

Список літератури

1. Грибачев В. Методы получения и применения квантовых точек: Компоненты и технологии. 2009. С. 127-130.
2. Дьоміна Н. А., Морозов М. В. Моделювання кванторозмірних гетероструктур у лабораторному практикумі з курсу «Фізичні основи сучасних інформаційних технологій». Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Серія: Проблеми

методики фізико-математичної і технологічної освіти. Кропивницький: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. 2017. Вип. 12 (2). С. 72-79.

3. Сосницька Н.Л., Морозов М.В., Онищенко Г.О., Халанчук Л.В. Моделювання кванторозмірних гетеросистем та методичне забезпечення курсу «Фізичні основи інформаційних технологій». Науковий вісник Льотної академії. Серія: Педагогічні науки. Збірник наукових праць. Кропивницький: ЛА НАУ, 2019. Вип.5. С. 415-421.

4. Lozovski V. Piatnytsia V. The Analytical Study of Electronic and Optical Properties of Pyramid-Like and Cone-Like Quantum Dots. Journal of Computational and Theoretical Nanoscience. 2013. 8. 2335–2343. 10.1166/jctn.2011.1965.

5. Hayrapetyan D. B., Chalyan A. V., Kazaryan E. M., Sarkisyan H. A. Direct Interband Light Absorption in Conical Quantum Dot. Journal of Nanomaterials Volume 2015, Article ID 915742, 6 pages

6. Халанчук Л.В., Чопоров С.В. Огляд методів генерації дискретних моделей геометричних об'єктів. Вісник Запорізького національного університету: Збірник наукових статей. Фізико-математичні науки. Запоріжжя: ЗНУ, 2018. №1. С. 139-152.

УДК 004.75:111.1

ОГЛЯД СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ, ДОКУМЕНТУВАННЯ ТА ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ФОРМАЛЬНОГО ТА НЕФОРМАЛЬНОГО НАВЧАННЯ

Строкань О.В., к. тех. н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет
м. Мелітополь, Україна

Summary: *The article gives an overview of modern means of identifying, documenting and processing the results of formal and informal learning based on the use of e-portfolio. The necessity of creation of the national informational system e-portfolio.*

Keywords: *e-portfolio, formal education, informal learning, platform, learning outcomes, passport of acquired competencies.*

Сучасний розвиток освітнього процесу характеризується впровадженням нових освітніх стандартів, нових способів і методів навчання, широко поширюється неформальне навчання [1]. Однією з технологій оцінки досягнень формального і неформального навчання, які базуються на використанні орієнтованого і компетентісного підходу, є технологія е-портфоліо.

Використання е-портфоліо дозволяє фіксувати, накопичувати та здійснювати оцінку інформації про професії, набуті навички та компетентності формального, неформального та інформального навчання