

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University

МАТЕРІАЛИ ІІ Міжнародної науково-практичної
інтернет-конференції «Розвиток сучасної науки та освіти:
реалії, проблеми якості, інновації»

MATERIALS of the II International Scientific and Practical
Internet Conference “The development of modern science and
education: realities, problems of quality, innovations”

25-27 травня 2021
May 25-27, 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного

Інститут педагогіки Національної академії педагогічних наук України
Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова НАН України
ЗАТ «Національний центр ядерних досліджень» Міністерства транспорту,
зв'язку та високих технологій Азербайджанської республіки
(Азербайджанська Республіка)

Таджикський державний технічний університет
імені академіка М. С. Осими (Республіка Таджикистан)
Інститут іонно-плазмових і лазерних технологій
Академії наук Республіки Узбекистан (Республіка Узбекистан)
Заслужений автономний університет Пуебла:
факультет обчислювальних наук (Мексика)
Маріямпольська колегія (Литва)

«РОЗВИТОК СУЧАСНОЇ НАУКИ ТА ОСВІТИ: РЕАЛІЇ, ПРОБЛЕМИ ЯКОСТІ, ІННОВАЦІЇ»

МАТЕРІАЛИ

II МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ

25-27 травня 2021 року

Мелітополь - 2021

УДК [001.895÷378.1](043.2)
Т13

Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації: матер. II Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. (Мелітополь, 25-27 травня 2021 р.) / ред. кол. : В. М. Кюрчев, Н. Л. Сосницька, М. І. Шут та ін. – Мелітополь : ТДАТУ, 2021. – 394 с.

Рекомендовано до друку Вченою радою
Таврійського державного агротехнологічного
університету імені Дмитра Моторного
(протокол № 8 від 24.05.2021 р.)

Збірник матеріалів II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації» вміщує результати наукових досліджень науковців, наукових співробітників, викладачів, здобувачів різних рівнів вищої освіти, вчителів з актуальних проблем гуманітарних, природничо-математичних і технічних наук. Напрямки роботи конференції: інновації та закономірності розвитку природничо-математичних та технічних наук; стан, шляхи і перспективи розвитку вищої освіти в умовах викликів та глобалізаційних змін; професійна підготовка фахівців на засадах студентоцентрованого навчання (student-centered education); використання інноваційних технологій в освітньому процесі як складова системи забезпечення якості вищої освіти; теорія і практика формування гнучких умінь (soft skills) у процесі освітньої діяльності.

Редакційна колегія:

Кюрчев В. М. – доктор технічних наук, професор;

Шут М. І. – доктор фізико-математичних наук, професор;

Сосницька Н. Л. – доктор педагогічних наук, професор;

Кідалов В.В. – доктор фізико-математичних наук, професор;

Благодаренко Л. Ю. – доктор педагогічних наук, професор;

Головко М. В. – кандидат педагогічних наук, доцент;

Плачинда Т. С. – доктор педагогічних наук, професор;

Тітова О. А. – доктор педагогічних наук, доцент.

Відповідальність за грамотність, автентичність цитат, достовірність фактів і посилань несуть автори публікацій. Матеріали видані в авторській редакції.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. ІННОВАЦІЇ ТА ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗВИТКУ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ НАУК

Абдурахманов Б. М., Курбанов М. Ш., Нуралиев У. М. Использование микрокремнезема в технологии синтеза порошков карбида кремния	9
Эрназаров М., Курбанов М. Ш., Тулаганов С. А., Панжиев Ж. А. Переработка медеплавильных шлаков Алмалыкской ГМК	14
Кідалов В. В., Дяденчук А. Ф., Батурін В. А., Карпенко О. Ю., Рогозін І. В., Бачеріков Ю. Ю., Жук А. Г. Технологія одержання плівок ZnO на поверхні мезопоруватого кремнію	20
Бачеріков Ю. Ю., Охріменко О. Б., Жук А. Г., Кідалов В. В., Дорошкевич Н. В., Дяденчук А. Ф. Отримання четверних сполук Cu_2ZnSnS_4 методом самопоширюваного високотемпературного синтезу	24
Сосницька Н. Л., Солошич І. О., Морозов М. В., Дьоміна Н. А., Назарова О. П., Рожкова О. П. Іонізація та вимірювання окисно-відновного потенціалу води	28
Пророк В. В., Даценко О. І., Пригодюк О. А., Розуван С. Г., Поперенко Л. В. Канали надходження калію та цезію-137 до редису у природних умовах при недостатній вологості ґрунту	34
Кюрчев С. В., Верхованцева В. О., Паляничка Н. О. Сучасний підхід у зберіганні ягід	40
Сосницька Н. Л., Кравець В. І. Про існування та продовжуваність розв'язків систем диференціальних рівнянь з випадковою імпульсною дією	44
Чопоров С. В., Халанчук Л. В. Деформація блочно-структурованої моделі складних конструкцій	47
Морозов М. В., Халанчук Л. В., Рожкова О. П. Моделювання стану електронів у призматичній квантовій точці з оболонкою	51
Назарова О. П., Дьоміна Н. А. Повний факторний експеримент другого порядку засобами MathCad	56
Назарова О. П., Іщенко О. А. Когнітивне моделювання факторів системи – ринок утилізації побутових відходів	61
Сосницька Н. Л., Цинцовська Т. О. Моделювання процесу адсорбції в пакеті MathCad	65
Назарова О. П., Корощенко М. Г. Математичний аналіз процесу жарення	71
Назарова О. П., Хома А. Р. Моделювання процесів охолодження та заморожування	74

СЕКЦІЯ 2.

СТАН, ШЛЯХИ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВИЩОЇ ОСВІТИ В УМОВАХ ВИКЛИКІВ ТА ГЛОБАЛІЗАЦІЙНИХ ЗМІН

Шут М. І., Благодаренко Л. Ю. Вища освіта України – трансформаційні процеси, проблемні аспекти і перспективи розвитку	78
Головко М. В. Реалізація інтегративної функції освітнього стандарту природничої галузі	84
Андрюкайтене Регіна, Воронкова В. Г. Цифрова трансформація електронної освіти в країнах Європейського Союзу	88
Воронкова В. Г., Нікітенко В. О. Цифрова трансформація Європи «Цифровий компас-2030» як умова подолання пандемії CoViD-19: цифровізація економіки, освіти і медицини	92
Ортіна Г. В., Єфіменко Л. М., Рибальченко Н. П. Цифровізація як основна сучасної освіти	97
Благодаренко Л. Ю., Шут М. І., Січкач Т. Г. Дидактична регуляція навчальної діяльності студентів з фізики в умовах організації освітнього процесу у дистанційному форматі	101
Чумак М. Є. Теоретична сутність та прикладна значущість педагогічних моделей	106
Білогур В. Є. Спортивний менеджмент як управління спортивними процесами в умовах глобалізаційних змін цивілізації та суспільства	110
Шишкін Г. О., Тюк Н. Інтеграція фізико-математичної та початкової інженерної освіти в закладах середньої освіти	116
Петруньок Т. Б. Модернізація системи підвищення кваліфікації викладачів фізики закладів будівельної вищої освіти	121
Волинець Т. В. Методика реалізації принципу наступності в навчанні природознавства і фізики на основі інтеграції «горизонтальної» і «вертикальної» форм наступності	126
Курило О. Ю. Мотиваційно-ціннісні орієнтири формування готовності майбутніх інженерів-педагогів харчової галузі до творчої професійної діяльності	129
Григорчук Т. В. Підготовка майбутніх вчителів початкової освіти до формування логічного мислення учнів нової української школи ..	134
Олексенко К. Б. Формування готовності майбутніх учителів початкової школи до проектування навчального середовища на основі синергетичного підходу	139
Савельєв Є. В. Прояви корупції в освітній та науковій сферах	144

СЕКЦІЯ 3.
ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ НА ЗАСАДАХ
СТУДЕНТОЦЕНТРОВАНОГО НАВЧАННЯ
(STUDENT-CENTERED EDUCATION)

Сосницька Н. Л. Альтернативна модель професійної підготовки фахівців в умовах глобалізаційних змін	147
Лузан П. Г. Обґрунтування методики оцінювання якості підготовки майбутнього інженера	153
Тітова О. А. Визначення цілей навчання в процесі професійної підготовки майбутнього агроінженера	158
Олексенко Р. І. Цифрова педагогіка сучасного університету	163
Кривильова О. А. Роль асистентської практики у підготовці майбутніх докторів філософії з професійної освіти	167
Шишкін Г. О. Модель підготовки студентів-технологів до використання знань з фізики в практичній діяльності	172
Ткаченко І. А., Краснобокий Ю. М., Підгорний О. В. Підготовка майбутніх учителів природничих дисциплін у контексті розвитку фундаментальних наук	177
Строкань О. В. Застосування семантичних технологій при валідації результатів неформальної та інформальної освіти дорослих	182
Барканов А. Б. Професійна спрямованість змісту курсу фізики в агротехнічних коледжах	187
Григорчук О. М. Принципові підходи до реалізації професійно спрямованого навчання фізики у будівельних університетах	191
Онищенко Г. О. Інтегративні зв'язки математичних і фахових дисциплін в процесі підготовки бакалаврів з комп'ютерних наук ...	197
Кулешов С. О. Особливості професійної підготовки в системі освіти США	203

СЕКЦІЯ 4.
ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЯК СКЛАДОВА
СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Кюрчев В. М., Ломейко О. П., Сосницька Н. Л., Данченко М. М., Кравець В. І. Бенчмаркінг якості фізико-математичної освіти в сучасній вищій школі	208
Дроздова І. П. Можливості дистанційної освіти в нових економічних і соціокультурних умовах розвитку суспільства	217
Мартинюк О. О., Мартинюк О. С., Мирончук Г. Л. Робототехніка та 3D-технології як ефективні інструменти для забезпечення якості освіти в умовах цифрової трансформації	221

Василенко С. Л., Благодаренко Л. Ю. Реалізація експериментальної складової дисципліни «Нанофізика» в педагогічних університетах	226
Заболотний В. Ф., Мислицька Н. А. Використання технологій мобільного навчання в методичній підготовці майбутнього учителя фізики	231
Андрєєв А. М., Тихонська Н. І., Черкасова О. М. Авторський підхід до розроблення завдань відкритої обласної учнівської олімпіади з фізики у Запорізькому національному університеті	235
Ачкан В. В., Залеська О. Р. Інноваційні засоби навчання математики	239
Кучменко О. М., Немченко Ю. В. Особливості виконання лабораторних робіт з хімії в умовах онлайн навчання	243
Іщенко О. А. The personality-oriented approach to teaching higher mathematics	248
Кортес Хосе Італо, Алексєєва Г. М., Кравченко Н. В., Горбатюк Л. В. Діджиталізація викладання та навчання у вищій школі: із досвіду програми підвищення кваліфікації науково-педагогічних працівників	252
Сосницька Н. Л., Кравець В. І., Онищенко Г. О. Підвищення якості навчання вищої математики засобами комп'ютерних технологій	256
Муртазієв Е. Г., Фатєєва Ю. С. Практична реалізація культурно-історичної складової математичної освіти засобами сервісу Web 2.0 у початковій школі	260
Рубцов М. О., Спирінцев Д. В. Вплив інформаційних комп'ютерних технологій на викладання математичних дисциплін в університеті	269
Нестерчук Д. М. Мультимедійна презентація як засіб підвищення ефективності лекційних занять	275
Попова І. О., Постнікова М. В., Попрядухін В. С. Досвід застосування інформаційно-комунікаційних технологій при дистанційному вивченні електротехніки	280
Бондаренко Л. Ю., Вершков О. О., Бондаренко І. Ю. Проблемне навчання як інноваційна технологія викладання у вищому навчальному закладі	285
Дьоміна Н. А., Морозов М. В., Халанчук Л. В. Інформаційно-методичне забезпечення курсів «Супутникова геодезія» та «Обробка геодезичних вимірів»	290
Сосницька Н. Л., Назарова О. П. Автоматизація розрахунків у лабораторному практикумі з фізики	296
Назарова О. П., Рожкова О. П. Розв'язок задачі кола постійного струму засобами MathCad	301

Мацулевич О. Є., Леженкін О. М., Дмитрієв Ю. О., Михайленко О. Ю., Чаплінський А. П. Аналіз і обробка зображень з використанням графічного інтерфейсу користувача Matlab при виконанні лабораторних робіт з дисципліни «Графічний дизайн»	305
Григоренко О. В. Інноваційні технології у викладанні дисципліни «Науково-дослідна робота студентів» для спеціальностей «Готельно-ресторанна справа» та «Харчові технології»	315
Кравченко Л. М. Екологічна освіта як інструмент впровадження освітнього напрямку STEM	320
Дяденчук А. Ф., Бурлаков А. В. Застосування комп'ютерних методів обробки інформації у загальному курсі фізики	324
Ільніцька Т. С. Використання інформаційно-освітнього середовища в медичних коледжах для підготовки здобувачів освіти до професійної діяльності	328
Пономарь К. М. Обробка експериментальних даних у курсі фізики на базі математичних пакетів	333

СЕКЦІЯ 5.

ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ФОРМУВАННЯ ГНУЧКИХ УМІНЬ (SOFT SKILLS) У ПРОЦЕСІ ОСВІТНЬОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Плачинда Т. С. Формування навичок педагогічної діяльності у здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня	337
Меняйло В. І. Оцінка сформованості організаційних та комунікативних навичок аспірантів	340
Сальник І. В., Сірик Е. П. Формування комунікативних навичок майбутніх вчителів фізики	344
Ракітянська Л. М., Пономаренко Т. В. Досвід зарубіжної освітньої практики з формування soft skills особистості	349
Якунічева А. Ю. Роль мислення як результат впровадження soft skills під час дистанційної освіти	353
Бондаренко Л. Ю., Вершков О. О., Бондаренко І. Ю. Комунікативні навички як основа soft skills компетентностей	358
Мацулевич О. Є., Дереза О. О., Пихтєєва І. В., Івженко О. В. Методика складання задач підвищеної складності з нarisної геометрії	363
Чорна Т. С. Роль куратора академічної групи у формуванні гнучких умінь (soft skills) у процесі змішаного навчання	369
Гешева Г. В. Важливість гнучких навичок в сучасному світі	373
Шаравара В. В. Види практичних занять для формування прогностичної компетентності студентів	376
Бронішевська О. В. Experimental, mathematical and descriptive ways of mastering natural science subjects by the students of the Dnieper region universities (the second half of the XIX century)	381

Лісніченко О. О., Куценко Н. П. Організація та важливість самостійної позааудиторної роботи студентів	384
Солякова О. П. Активізація самореалізаційних процесів особистості через тренінгові заняття	389

УДК 621.315

М. В. Морозов, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри вищої математики і фізики,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного,
м. Мелітополь, Україна

Л. В. Халанчук, асистент кафедри вищої математики і фізики,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного,
м. Мелітополь, Україна

О. П. Рожкова, старший викладач кафедри вищої математики і фізики,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного,
м. Мелітополь, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ СТАНУ ЕЛЕКТРОНІВ У ПРИЗМАТИЧНІЙ КВАНТОВІЙ ТОЧЦІ З ОБОЛОНКОЮ

Анотація. У статті розглянуто математичне комп'ютерне моделювання стану електронів у призматичній квантовій точці з оболонкою. Використовується хвильове рівняння Шредінгера для стаціонарних станів та відповідні граничні умови для визначення хвильових чисел та власних значень енергії. Досліджена залежність виду щільності ймовірності знаходження електрона у заданій області від параметрів квантової точки. Для розв'язку рівняння Шредінгера використовується метод Фур'є розділення змінних, а також чисельний метод послідовних наближень (ітерацій). Хвильова функція повинна бути неперервною та гладкою на границі ядро-оболонка.

Ключові слова: призматична квантова точка, власні значення енергії, математичне комп'ютерне моделювання.

Abstract. The articles consider mathematical computer modeling of the state of electrons in a prismatic quantum dot with a shell. The Schrödinger wave equation for steady states and the corresponding boundary conditions are used to determine the wave numbers and eigenvalues of energy. The dependence of the type of electron density in a given region on the parameters of a quantum dot is investigated. To solve the Schrödinger equation, we use the Fourier method of separation of variables, as well as the numerical method of successive approximations (iterations). The wave function must be continuous and smooth at the core-shell boundary.

Keywords: prismatic quantum dot, eigenvalues of energy, mathematical computer modeling.

Постановка проблеми. Для створення елементної бази приладів сучасних інформаційних технологій (монітори, модулятори, лазери, сенсори) використовують квантові точки, які мають граничні малі розміри. Розробка математичних моделей різноманітних квантових точок (сферичних, конічних, циліндричних, призматичних, пірамідальних) дозволяє визначити власні значення енергії та є актуальною задачею. Результати дослідження залежності від форми і параметрів на енергетичний спектр стану електрона використовують при розробці технологій отримання та застосування квантових точок.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В роботах [1, 2] розглянуто стан електрона та його власні значення енергії для сферичної квантової точки з оболонкою та без і залежність енергетичного дискретного спектра від параметрів квантової точки. Стаття [3] присвячена моделюванню циліндричних квантових точок та дослідженню власних значень енергії від параметрів – висоти та діаметра. Конічні квантові точки та їх властивості представлено в статтях [4-5]. В роботах [6-7] розглянуто математичне комп'ютерне моделювання квантових точок та відповідні щільності ймовірності знаходження електрона в заданій області і результати моделювання для організації імітаційних лабораторних робіт з дисципліни «Фізико-математичне забезпечення магістерських програм» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Виклад основного матеріалу. Найпростішою моделлю квантової точки є шестигранна призматична квантова точка з оболонкою. Речовина ядра (core) є напівпровідник n-типу, оболонки (shell) – напівпровідник p-типу.

Розглянемо стан електрона у шестигранній призматичній квантовій точці (рис. 1а). Рівняння Шредінгера для хвильової функції електрона у ядрі має вигляд:

$$\Delta\psi + k^2 \cdot \psi(x, y, z) = 0 \quad (1)$$

де $k = \frac{\sqrt{2mE}}{\hbar}$ – хвильове число для ядра.

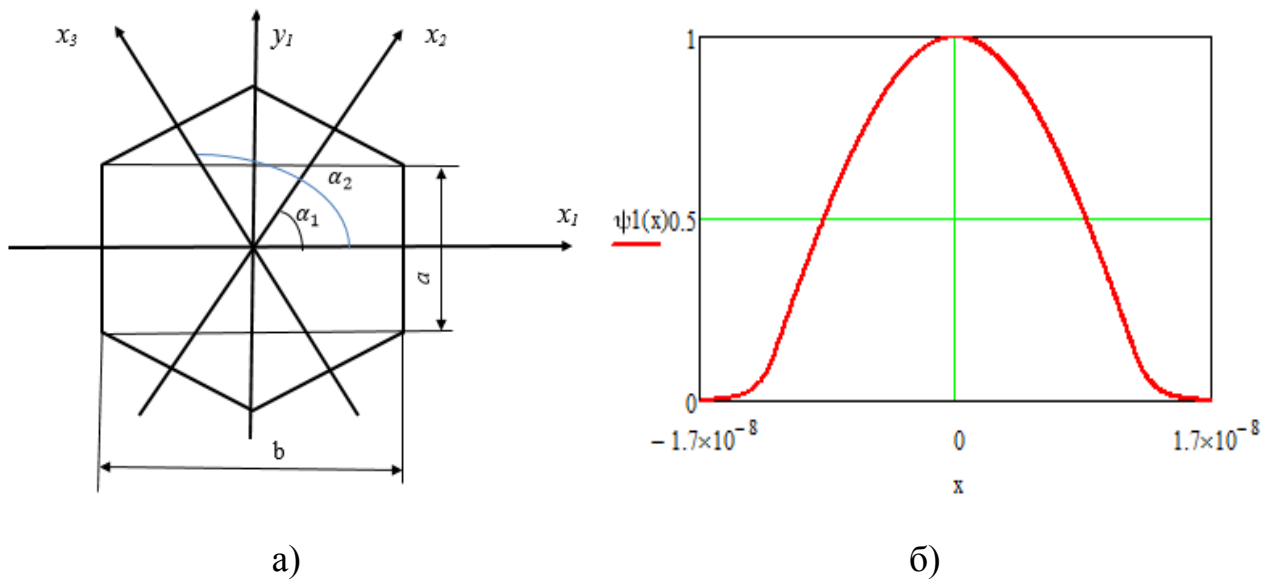


Рис. 1. Призматична квантова точка: а) переріз квантової точки: a – ширина грані, $b = a\sqrt{3}$; б) графік парної хвильової функції

Розв’язок диференціального рівняння (1) шукаємо у вигляді суперпозиції:

$$\psi_4(x, y, z) = \psi_1(x_1, z) + \psi_2(x_2, z) + \psi_3(x_3, z) \quad (2)$$

Для запису хвильових функцій $\psi_2(x_2, z)$ та $\psi_3(x_3, z)$ використовуємо матрицю повороту на площині у двовимірному випадку. Застосовуючи метод Фур’є при $-b \leq x_1 \leq b$; $-a \leq y_1 \leq a$ та $-\frac{H}{2} \leq z \leq \frac{H}{2}$ отримаємо:

$$\psi_1(x, z) = \cos(k_1 \cdot x_1) \cdot \cos(k_2 \cdot z) \quad (3)$$

$$\psi_2(x_2, z) = \cos(k_3 \cdot (x_1 \cos\alpha_1 - y_1 \sin\alpha_1)) \cdot \cos(k_2 \cdot z) \quad (4)$$

$$\psi_3(x_3, z) = \cos(k_4 \cdot (x_1 \cos\alpha_2 - y_1 \sin\alpha_2)) \cdot \cos(k_2 \cdot z) \quad (5)$$

Тоді з рівняння Шредінгера (1) $k_1 = k_3 = k_4$ та $2k_1^2 + k_2^2 = k^2 = \frac{2mE}{\hbar^2}$.

У горизонтальному перерізі утворюється система трьох стоячих хвиль, які повернуто одна відносно другої на кут $\alpha_1 = 60^\circ$.

Рівняння Шредінгера для оболонки у випадку, коли потенціальна енергія має бути більше повної енергії електрона ($U_0 > E$) має вигляд:

$$\Delta\psi_5 - k_5^2 \cdot \psi_5(x, y, z) = 0,$$

де $k = \frac{\sqrt{2m(U_0 - E)}}{\hbar}$ – хвильове число для оболонки.

Хвильову функцію $\psi_5(x, y, z)$ для оболонки шукаємо у вигляді:

$$\psi_5(x, y, z) = B_1 \cdot e^{-k_7x} \cdot e^{-k_8y} \cdot e^{-k_9z} \quad (6)$$

де $k_7^2 + k_8^2 + k_9^2 = k_6^2$.

Хвильова функція повинна бути неперервною та гладкою. Для випадку парної функції $\psi(-x) = \psi(x) = \cos(k_1 \cdot x)$ при $x = b$; $-\frac{a}{2} \leq y_1 \leq \frac{a}{2}$ отримаємо:

$$\psi_1(b) = \cos(k_1 \cdot b) = B_1 \cdot e^{-k_7b} \quad (7)$$

Тоді $tg(k_1 \cdot b) = \frac{k_7}{k_1}$. Трансцендентне рівняння (7) можливо вирішити графічно або чисельним методом послідовних наближень (ітерацій). В якості початкового значення енергії $E_{1,0}$ електрона (нульове наближення) вибираємо значення у випадку, коли оболонка абсолютно непрозора при товщині $d \rightarrow 0$. Тоді при $U_0 \rightarrow \infty$:

$$\psi_{1,0}(b) = \cos(k_{1,0} \cdot b) = 0 \quad (8)$$

Власне значення хвильового числа для нульового наближення при $n = 1$: $k_{1,0} = \frac{\pi}{2b}$. Визначаємо $k_{1,1}$, $k_{7,1}$ та $E_{1,1}$ при $m_e = 0,7 \cdot 10^{-31}$ кг, $U_0 = 0,5$ eV, $b = 12$ нм та $d = 10$ нм методом послідовного наближення при $n = 1$ отримаємо наступні значення: $k_{1,1} = 1,2 \cdot 10^8$ м⁻¹, $k_{7,1} = 9,122 \cdot 10^8$ м⁻¹.

Вид парної хвильової функції представлено на рис. 1а.

Висновки. Розглянуто розв'язок рівняння Шредінгера для стаціонарних станів електронів у шестигранній призматичній квантової точки з оболонкою. Визначено власні значення енергії електрона та досліджено їх залежність від параметрів квантової точки. Методи математичного комп'ютерного моделювання використовують при організації імітаційних віртуальних лабораторних робіт з курсу «Фізико-математичне забезпечення магістерських програм» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». У подальшому представляє інтерес моделювання трикутної та чотирикутної призми.

Список використаних джерел

1. Романова К. А., Галяметдинов Ю. Г. Моделирование квантовых состояний квантовых точек «ядро/оболочка» CdSe/CdS и CdSe/ZnS. *Вестник Казанского технологического университета*. 2017. Т. 20. № 19. С. 15-17.
2. Игошина С. Е., Карманов А. А. Волновые функции электрона в квантовых точках «ядро/оболочка» типа I. *Молодой ученый*. 2014. №8. С. 41-45.
3. Морозов М. В., Халанчук Л. В. Моделювання стану електрона у циліндричній квантовій точці з оболонкою. *Вісник Запорізького національного університету: Збірник наукових статей. Фізико-математичні науки*. Запоріжжя: ЗНУ, 2019. № 2. С. 117-123.
4. Kazaryan E. M., Petrosyan L. S., Shahnazaryan V. A., Sarkisyan H. A. Quasi-conical quantum dot: electron states and quantum transitions. *Communications in Theoretical Physics*. 2015. Vol. 63. № 2. P. 255-260.
5. Сосницька Н. Л., Кравець В. І., Морозов М. В., Онищенко Г. О., Халанчук Л. В. Моделювання стану електронів у конічних квантових точках. *Математичне та комп'ютерне моделювання*. Серія: Фізико-математичні науки. Кам'янець-Подільський: КПНУ, 2019. Вип. 20. С. 100-107.
6. Sosnytska N., Morozov M., Khalanchuk L., Onyshchenko H. Modelling the Electromagnetic Processes and Phenomena in Quantum-Sized Systems in the Course of Physical and Mathematical Support of Master's Programs for the «Electric Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics Specialty». *2019 IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES)*, 23-25 September 2019, Kremenchuk, Ukraine, pp. 402-405.
7. Sosnytska N., Morozov M., Khalanchuk L. Modeling of Electron State in Quantum Dot Structures. *2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP)*, Kremenchuk, Ukraine, 2020, pp. 1-5.