

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет прикладной математики и информатики

Кафедра вычислительной математики

Аннотация к дипломной работе

**«РАСЧЕТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СПЕКТРА ПРИ ПОВЕРХНОСТНОЙ
КВАНТОВОЙ ТОЧКИ ПРИ НАЛИЧИИ СКАЧКА ЭФФЕКТИВНОЙ
МАССЫ НА ЕЕ ГРАНИЦЕ»**

Волкогонов Павел Андреевич

Научный руководитель – кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры
вычислительной математики ФПМИ

Макаренко Л. Ф.

Минск, 2025

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа, 49 страниц, 1 таблица, 3 иллюстрации, 100 формул, 5 источников.

Ключевые слова: КВАНТОВАЯ ТОЧКА, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СПЕКТР, СКАЧОК ЭФФЕКТИВНОЙ МАССЫ, ТЕОРИЯ ВОЗМУЩЕНИЙ, ЧИСЛЕННОЕ ИНТЕГРИРОВАНИЕ, УРАВНЕНИЕ ШРЁДИНГЕРА.

Объектом исследования является энергетический спектр приповерхностной квантовой точки при наличии скачка эффективной массы на её границе.

Предметом исследования является энергетический спектр электрона в приповерхностной квантовой точке с учётом скачка эффективной массы на границе этой точки.

Целью работы является определить и проанализировать энергетические уровни электрона в приповерхностной квантовой точке с учётом скачка эффективной массы, а также оценить влияние формы точки на вырождение уровней.

Методами исследования являются стационарная теория возмущений, аналитическое вычисление угловых интегралов, численное решение уравнения Шрёдингера методом конечных разностей с использованием библиотеки SciPy.

Полученные результаты и их новизна: Получены аналитические выражения для первой поправки к энергии, учитывающие разрыв масс; рассчитаны и сопоставлены энергетические уровни сферических и слабо-эллипсоидальных точек; выявлено, что разрыв эффективной массы снижает расщепление вырожденных уровней по магнитному квантовому числу.

Достоверность материалов и результатов дипломной работы: использованные материалы и результаты дипломной работы являются достоверными. Работа выполнена самостоятельно.

Областью возможного практического применения является моделирование и проектирование полупроводниковых наноструктур (лазерные диоды, ИК-фотоприёмники, однофотонные источники).

АНАТАЦЫЯ

Дыпломная праца, 49 старонак, 1 табліца, 3 ілюстрацыі, 100 формул, 5 крыніц.

Ключавыя словы: КВАНТАВАЯ КРОПКА, ЭНЕРГЕТЫЧНЫ СПЕКТР, СКАЧОК ЭФЕКТЫўНАЙ МАСЫ, ТЭОРЫЯ ПАРУШЭННЯў, ЛІКАВАЕ ІНТЭГРАВАННЕ, РАўНАННЕ ШРЭДЫНГЕРА.

Аб'ектам даследавання з'яўляецца энергетычны спектр прыпаверхневай квантавай кропкі пры наяўнасці скачка эфектыўнай масы на яе мяжы.

Прадметам даследавання з'яўляюцца энергетычны спектр электрона ў прыпаверхневай квантавай кропцы з улікам скачка эфектыўнай масы на мяжы гэтай кропкі.

Мэтай даследавання з'яўляецца атрымаць энергію ўзроўняў і прааналізаваць уплыў формы кропкі і скачка масы на іх выраджэнне.

Метадамі даследавання з'яўляюцца стацыянарная тэорыя парушэнняў, аналітычны разлік вуглавых інтэгралаў, лікавае рашэнне раўнання Шрэдынгера метадам канечных рознасцяў SciPy.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: Выпрацаваны аналітычныя формулы для першай папраўкі да энергіі, якая ўлічвае розніцу мас; праведзена параўнанне спектраў сферычнай і слаба эліпсоідальнай кропак; паказана, што скачок масы памяншае раскол выраджаных падузроўняў.

Даставернасць матэрыялаў і вынікаў дыпломнай працы: выкарыстаныя матэрыялы і вынікі дыпломнай Працы з'яўляюцца даставернымі. Праца выканана самастойна.

Вобласцю магчымага практычнага прымянення з'яўляецца праектаванне паўправадніковых нанаструктур для аптаэлектронікі.

ANNOTATION

Diploma work, 49 pages, 1 table, 3 illustrations, 100 formulas, 5 sources.

Keywords: QUANTUM DOT, ENERGY SPECTRUM, EFFECTIVE-MASS DISCONTINUITY, PERTURBATION THEORY, NUMERICAL INTEGRATION, SCHRÖDINGER EQUATION.

The object of the research is the energy spectrum of a near-surface quantum dot with an effective-mass jump at its boundary.

The subject of the research is the energy spectrum of an electron in a near-surface quantum dot, taking into account the jump in effective mass at the boundary of this point.

The purpose of the research is to determine and analyse the electron energy levels of such a quantum dot and to assess the influence of shape anisotropy on level degeneracy.

Methods of research are stationary perturbation theory, analytical calculation of angular integrals, numerical solution of the Schrödinger equation by the finite-difference method using the SciPy package.

The results of the work and their novelty: analytical first-order corrections that include the mass discontinuity were derived; energy levels of spherical and weakly ellipsoidal dots were calculated and compared; it was revealed that the mass jump reduces the m-state splitting produced by shape deformation.

Authenticity of the materials and results of the diploma work: the materials used and the results of the diploma work are authentic. The work has been put through independently.

Recommendations on the usage are design of semiconductor nanostructures for optoelectronic devices such as laser diodes, IR detectors and single-photon sources.