

Рецензія

Доктора фізико-математичних наук, професора,
Професора кафедри термоелектрики та медичної фізики Чернівецького
національного університету імені Юрія Федьковича
Маханця Олександра Михайловича на дисертаційне дослідження Гутіва
Василя Володимировича «Теорія перенормованого спектру багатозонних
квазічастинок взаємодіючих з поляризаційними фононами»

Актуальність дисертаційного дослідження.

Актуальність теми дисертації Гутіва Василя Володимировича «Теорія перенормованого спектру багатозонних квазічастинок взаємодіючих з поляризаційними фононами» обумовлена відсутністю загальної теорії міжпідзонних переходів з фононсупровідним тунелюванням електронів під дією електромагнітного поля інфрачервоного діапазону. Ця теорія дала б відповідь на певні запитання та парадокси, які накопичилися за весь час дослідження нанофотодетекторів.

Про актуальність дисертаційного дослідження В. В. Гутіва свідчить також те, що дисертант, чи не вперше, намагається узагальнити розроблену раніше теорію найпростішої моделі на випадок системи з довільною кількістю багатозонних квазічастинок взаємодіючих з довільною кількістю фононних мод.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі теоретичної фізики та комп'ютерного моделювання у межах кафедральних тем «Дослідження спектрів квазічастинок, перенормованих взаємодіями з електромагнітними та квантованими полями в низькорозмірних та 3d системах із метою оптимізації параметрів наноприладів» (номер Держреєстрації 0116U004083) та «Квантова теорія фізичних явищ і процесів у низьковимірних системах різної симетрії як основних елементах сучасних наноприладів» (номер Держреєстрації 0121U109823).

Тему дисертації затверджено Науково-технічною радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (протокол № 13 від 4 листопада 2019 року).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Обґрунтованість дисертаційного дослідження, результатів та висновків забезпечене логікою подання матеріалу наукової роботи, послідовністю викладу, різноманітністю джерельної бази, широкою апробацією результатів, висновками, поданими до кожного розділу, а також загальними висновками дисертації. Основні положення і висновки дисертаційної роботи викладені у 6 наукових працях. Зокрема, всі вони індексовані у Scopus, а 5 з них і в Web of Science (одна Q=2, дві Q=3, дві Q=4). Робота опублікована у Springer Proceedings in Physics індексована у Scopus. Матеріали дисертації доповідалися і опубліковані у 5 тезах доповідей на міжнародних наукових конференціях.

В дисертацію входять: вступ, чотири розділи, висновки до розділів, загальні висновки та список використаних джерел. Дисертаційна робота є самостійною науковою працею. Висновки, рекомендації та пропозиції, що характеризують, зокрема, наукову новизну дослідження, одержані автором дисертації.

Заслуговують уваги такі висновки дисертанта:

- У дисертаційній роботі розроблена квантова теорія спектральних параметрів і сил осциляторів міжпідзонних квантових переходів у активних областях широкосмугових нанофотодетекторівдалекого інфрачервоного діапазону ($10\mu m - 25\mu m$). На основі запропонованого нового просторового дизайну активної області, яка містить дві групи каскадів квантових ям з протилежним потенціальним профілем внутрішньої структури, активна область може забезпечувати односторонній фоносупровідний транспорт електронів без прикладання постійного зовнішнього електричного поля, що мінімізує шкідливий темновий струм.

- Уперше розраховано і проаналізовано перенормований взаємодією з поляризаційними фононами невироджений спектр локалізованої N-рівневої квазічастинки. Показано, що в моделі без врахування міжрівневої взаємодії перенормований спектр містить N серій з безмежним числом рівновіддалених між собою енергетичних рівнів, які утворені всіма головними і зв'язаними з ними фононними сателітними станами. У системах N-рівневих квазічастинок з невиродженим спектром і з міжрівневою взаємодією з фононами було встановлено, що і в першому, і у вищих наближеннях МО замість N одиночних серій сателітних рівнів спостерігаються комплекси сателітних рівнів у резонансних з енергією фонона областях і смуги сателітних рівнів у нерезонансних областях. У вищих наближеннях МО кількість рівнів у сателітних комплексах і смугах зростає, а їх ширини змінюються слабо, тому вони перетворюються у щільні й вузькі сателітні зони.

- Показано, що хоча в системі з виродженим збудженим рівнем квазічастинки кількість перенормованих рівнів у всіх сателітних смугах завжди більша ніж у системі з невиродженим збудженим рівнем, однак ширини всіх смуг першої системи лише трохи більші за ширини другої.

Практичне значення одержаних результатів.

У науково-дослідній сфері – досліджений у другому розділі ІЧ нанофотодетектор можна розробити і перевірити на практиці, а розроблену теорію використати для покращення параметрів цього ж детектора. Базуючись на підходах і методах застосованих у дисертації можна продовжити узагальнення математичного апарату діаграмної техніки Фейнмана-Пайнса для побудови загальної теорії, яка описуватиме довільну кількість багатозонних квазічастинок взаємодіючих з довільною кількістю фононів.

У навчальному процесі – можна вводити елементи дисертації в спеціалізовані курси для студентів магістратури. Отримані результати можна використати для створення посібників або методичних матеріалів.

Зауваження.

1. У дисертації сказано, що вибором концентрацій алюмінію визначається потенціальний рельєф внутрішніх бар'єрів і ям. Було б цікаво вияснити яким конкретним значенням концентрацій алюмінію відповідає той чи інший структурний елемент широкої квантової ями і як це впливає на отримані висновки?

2. В останньому розділі дисертації було встановлено властивості перенормованих спектрів локалізованих квазічастинок взаємодіючих з однодво- і тримодовими фононами в давидівській моделі з феноменологічним затуханням при $T=0K$. Виникає запитання: чи можна отримати аналітичний вираз для функцій форми смуги поглинання, що справедливий для системи з довільною кількістю фононних мод?

3. У дисертації присутні незначні орфографічні та пунктуаційні описки.

Однак висунуті дискусійні положення не заперечують наукових досягнень дисертації Гутіва Василя Володимировича та не впливають на висновок про належний рівень рецензованого дослідження, його загальну позитивну оцінку.

Загальний висновок.

Дисертаційна робота Василя Володимировича Гутіва «Теорія перенормованого спектру багатозонних квазічастинок взаємодіючих з поляризаційними фононами», подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 10 - Природничі науки за спеціальністю 104 – Фізика та астрономія за її актуальністю, науково-теоретичним рівнем, новизною постановки та розв'язання проблеми, практичним значенням отриманих результатів відповідає вимогам пунктів 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022р. №44 (із змінами, внесеними згідно з Постановою Кабінету Міністрів України №431 від 21.03.2022 р.). Василь Володимирович

Гутів заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 10
- Природничі науки за спеціальністю 104 – Фізика та астрономія.

Рецензент

доктор фізико-математичних наук, професор,
професор кафедри термоелектрики
та медичної фізики

Чернівецького національного університету
імені Юрія Федьковича

O. Makh

Олександр МАХАНЕЦЬ

