

**Рішення спеціалізованої вченої ради ДФ 76.051.024
про присудження ступеня доктора філософії**

Спеціалізована вчена рада ДФ 76.051.024 Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, Міністерства освіти і науки України, м. Чернівці прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії галузі знань 10 Природничі науки на підставі прилюдного захисту дисертації «Теорія перенормованого спектру багатозонних квазічастинок взаємодіючих з поляризаційними фононами» за спеціальністю 104 Фізика та астрономія

«23» червня 2023 року.

Гутів Василь Володимирович 1996 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2019 році Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича за спеціальністю Фізика та астрономія

Дисертацію виконано у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича, МОН України, м. Чернівці.

Науковий керівник Ткач Микола Васильович, доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри інформаційних технологій та комп'ютерної фізики Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Здобувач має 15 наукових публікацій за темою дисертації, зокрема в 10 основних публікаціях, з яких 3 статті у наукових фахових виданнях України, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, 7 статей у періодичних закордонних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, а також 5 праць апробаційного характеру:

1. Tkach M., Seti J., Pytiuk O., Voitsekhivska O., Gutiv V. Spectrum of localized three-level quasiparticle resonantly interacting with polarization phonons at cryogenic temperature. *Applied Nanoscience*. 2019. Vol. 10, no. 8. P. 2581–2591. ISSN: 2190-5509 (Scopus, Web of Science). **Q2**

2. Tkach M.V., Seti Ju.O., Voitsekhivska O.M., Gutiv V.V. Method of successive separation and summing of multiplicative diagrams of mass operator for the multi-level quasiparticle interacting with polarization phonons. *Condensed Matter Physics*. 2019. Vol. 22, no. 3. P. 33703. ISSN: 1607-324X (Фахове видання, Scopus, Web of Science).

3. Tkach M., Seti J., Voitsekhivska O., Gutiv V., Vereshko E. Properties of renormalized spectrum of interacting with polarization phonons localized quasiparticle with degenerated excited state. *Molecular Crystals and Liquid Crystals*. 2020. Vol. 701, no. 1. P. 48–58. ISSN: 1542-1406 (Scopus, Web of Science).

4. Tkach M.V., Seti J.O., Voitsekhivska O.M., Hutiv V.V. Renormalized spectrum of quasiparticle in limited number of states, strongly interacting with two-mode polarization phonons at T=0 K. *Condensed Matter Physics*. 2021. Vol. 24, no. 1. P. 13705. ISSN: 1607-324X (Scopus, Web of Science). **Q3**

5. Tkach M., Seti J., Voitsekhivska O., Hutiv V. Renormalized Spectrum of Quasiparticle in Two States, Strongly Interacting with Multi-Mode Polarization Phonons at T=0 K. *International Journal of Theoretical Physics*. 2022. Vol. 61, no. 29. P. 1-16. ISSN: 0020-7748 (Scopus, Web of Science). **Q3**

6. Tkach M.V., Seti J.O., Voitsekhivska O.M., Hutiv V.V. Spectrum of Localized Quasiparticle Interacting with Three-Mode Phonons. *Springer Proceedings in Physics*. 8th International Conference on Nanotechnology and Nanomaterials, NANO 2020. Lviv 26-29 August 2020. Vol. 264, P. 83-94 ISSN: 09308989 (Scopus).

7. Tkach M.V., Hutiv V.V., Seti J.O., Voitsekhivska O.M., Properties of Renormalized Spectra of Localized Quasiparticles Interacting with One-and Two-Mode Phonons in Davydov's Model at T= 0K. *Springer Proceedings in Physics*. Nanooptics and Photonics, Nanochemistry and Nanobiotechnology, and Their Applications: Selected Proceedings of the IX International Conference Nanotechnology and Nanomaterials (NANO2021). Lviv 25–28 August 2021.

У дискусії взяли участь голова і члени спеціалізованої вченої ради та присутні на захисті фахівці:

Крамар Валерій Максимович, доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри професійної та технологічної освіти і загальної фізики Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Зауваження:

1. Коли обчислювали силу осцилятора переходу формула (2.36) використовувалися ймовірності для переходів в залежності від того яка яма. Ця ймовірність відображалася у вигляді суми квадратів модулів симетричної і асиметричної хвильової функції. Це мабуть обгрунтовано, але треба було б показати на чому це ґрунтується. Це означає що ці функції (симетрична і асиметрична) в одній і тій самій ямі є ортогональні.

2. Таблиць у вас багато, рисунків багато на яких вказано параметри розрахунку. Там і ефективні маси, і висоти бар'єрів, і глибина ям і енергії Ω_1 . Які значення параметрів концентрацій x , y ви вибирали? Було би добре те деє вказувати. Вже ясно що ви зараз це не зробите, але в подальшому це деє треба враховувати. Тому що, для тих хто цікавиться теорією - там все чудово, експериментаторам треба було б дати якийсь орієнтир куди прямувати, до чого йти.

Головацький Володимир Анатолійович, доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри термоелектрики та медичної фізики Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Зауваження:

1. В анотації на сторінці 3 автором теорія збурень віднесена до непертурбативного підходу. Не зрозуміло, який зміст вкладає автор в поняття непертурбативного підходу, якщо термін «теорія збурень» англійською звучить саме «perturbation theory».

2. При розрахунку сил осциляторів квантових переходів використовується знерозмірена скорельована ефективна маса електрона, яка враховує ймовірність його знаходження в кожній з трьох областей відповідної широкої квантової ями формули (2.35), (2.36), (2.37). Але у тексті не достатньо обґрунтовано вибраний спосіб розрахунку цієї маси. Кращим наближенням було б, якщо координатно залежну ефективну масу помістити під знак інтегралу. У такому випадку найбільший внесок в силу осцилятора був би від ефективної маси тієї області наносистеми, де перекриваються хвильові функції початкового та кінцевого станів, і таким чином координатна залежність ефективної маси була б врахована.

3. В дисертації містяться неточності у формулюваннях та описки. Наприклад. в об'єкті дослідження та в розділі 4 дисертації домішку віднесено до квазічастинок, яка не є такою.

Маханець Олександр Михайлович, доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри термоелектрики та медичної фізики Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Зауваження:

1. У дисертації сказано що вибором концентрацій алюмінію визначається потенціальний рельєф внутрішніх бар'єрів і ям. Ну насправді було б цікаво в'яснити 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 одно- дво- і тримодовими фононами в давидівській моделі з феноменологічним затуханням при $T=0K$. Виникає запитання: а чи можна отримати аналітичний вираз для функцій форми смуги поглинання який буде справедливий для системи з довільною кількістю фононних мод?

3. У дисертації присутні незначні орфографічні та пунктуаційні описки.

Корбутяк Дмитро Васильович, доктор фізико-математичних наук, професор, головний науковий співробітник Інституту фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкарьова НАН України. Зауваження:

1. Задача Шредінгера для квазічастинки у другому розділі розв'язувалася за умови, що відстань між сусідніми широкими квантовими ямами така велика, що вони практично не впливають на спектр одна одної. Це, звичайно, значно спростило розв'язання рівняння Шредінгера чому й отрималися точні розв'язки. Однак виникає запитання: чому не варто було залишати розміри міжямних бар'єрів скінченними і варіюючи їх розміри, можливо, ще більше оптимізувати робочі параметри нанодетектора.

2. З аналітичних викладок третього і четвертого розділів дійсно видно, що об'єднуючи розвинені там математичні підходи і не зважаючи на очевидну громіздкість аналітичних та комп'ютерних розрахунків можна побудувати загальну теорію взаємодії багаторівневої квазічастинки з багатомодовими фононами. Тому й виникає запитання: чи не можна здійснити ще більше узагальнення і на цих же засадах побудувати найзагальнішу теорію взаємодії багатозонної квазічастинки з багатозонними фононами.

3. У дисертаційній роботі вивчалася взаємодія квазічастинки з фононами при дуже низьких (криогенних) температурах, що формально розглядалося як $T=0\text{K}$. Оскільки температура часто дуже сильно впливає на роботу наноприладів то виникає питання: чи можна врахувати $T \neq 0\text{K}$ у розвиненому математичному апараті. Якщо так, то яких змін у властивостях перенормованих спектрів варто очікувати.

Бойко Ігор Володимирович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри програмної інженерії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Зауваження:

1. У тексті зустрічається описка “діаграмна техніка Феймана” замість “діаграмна техніка Фейнмана” (очевидно вона спричинена опцією автозаміни текстового редактора).

2. На сторінці 28 дисертант згадує себе у жіночому роді (фраза “список публікацій здобувачки за темою дисертації”).

3. Результати розрахунку масового оператора, що є достатньо громіздкими можна було б помістити у додатки, оскільки в подальших розрахунках дисертант до них безпосередньо не звертається.

4. Враховуючи аналітичну складність розвиненої теорії, бажано було б приділити кілька речень у тексті дисертації стосовно підходів до розрахунків, виконуваних на основі розвиненої теорії: яке програмне забезпечення використовувалось, числові методи, а також як здійснювалось подання графічного матеріалу. Сам такий програмний код, особливо такий, який стосується розрахунку масового оператора, що має загальний характер також можна було б розмістити у додатках.

Результати голосування:

«За» 5 членів ради,
«Проти» 0 членів ради,
недійсних бюлетенів 0

На підставі результатів голосування спеціалізована вчена рада ДФ 76.051.024 присуджує Гутіву Василю Володимировичу ступінь доктора філософії з галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 104 Фізика та астрономія.

Голова спеціалізованої
вченої ради ДФ 76.051.024



Валерій КРАМАР