

РІШЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ ВЧЕНОЇ РАДИ ПРО ПРИСУДЖЕННЯ СТУПЕНЯ ДОКТОРА ФІЛОСОФІЇ

Спеціалізована вчена рада ДФ 64.175.007 Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б.І. Веркіна Національної академії наук України, м. Харків, прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія» на підставі прилюдного захисту дисертації «Електромеханічні явища в нормальних та надпровідних наноструктурах на основі рухомої квантової точки» 24 липня 2023 року.

Багрова Ольга Миколаївна, 02.01.1994 року народження, громадянка України, освіта повна вища. У 2018 році закінчила фізичний факультет Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна і здобула ступінь магістра за спеціальністю «Фізика та астрономія».

У 2022 році закінчила навчання в аспірантурі Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б.І. Веркіна Національної академії наук України, м. Харків. З листопада 2022 р. працює молодшими науковим співробітником відділу теоретичної фізики Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б.І. Веркіна Національної академії наук України.

Дисертаційну роботу виконано у відділі теоретичної фізики Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б.І. Веркіна Національної академії наук України.

Науковий керівник: старший науковий співробітник відділу теоретичної фізики ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України, кандидат фіз.-мат. наук **Кулініч Сергій Іванович**.

Здобувач має 10 наукових публікацій за темою дисертації, з них 4 статті у міжнародних виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз (Scopus, Web of Science), що належать до квартилю Q3 (3 статті) та Q1 (1 стаття) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank, 0 монографій:

1. O.M. Bahrova, S.I. Kulinich, I.V. Krive, Polaronic effects induced by non-equilibrium vibrons in a single-molecule transistor Low Temperature Physics, 46, No. 7, 671, (2020), DOI: 10.1063/10.0001362 (Scopus, квартиль Q3)
2. O.M. Bahrova, L.Y. Gorelik, S.I. Kulinich, Entanglement between charge qubit states and coherent states of nanomechanical resonator generated by ac

- Josephson effect, *Low Temperature Physics*, 47, No. 4, 287, (2021), DOI: 10.1063/10.0003739 (Scopus, кuartиль Q3)
3. O.M. Bahrova, L.Y. Gorelik, S.I. Kulinich, R.I. Shekhter, H.C. Park, Cooling of nanomechanical vibrations by Andreev injection, *Low Temperature Physics*, 48, No. 6, 476 (2022), DOI: 10.1063/10.0010443 (Scopus, кuartиль Q3)
 4. O.M. Bahrova, L.Y. Gorelik, S.I. Kulinich, R.I. Shekhter, H.C. Park, Nanomechanics driven by the superconducting proximity effect, *New Journal of Physics*, 24, 033008 (2022), DOI: 10.1088/1367-2630/ac5758 (Scopus, кuartиль Q1)

У дискусії взяли участь голова і всі члени спеціалізованої вченої ради:

1. Опонент **Філь Дмитро Вячеславович**, доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник відділу теорії конденсованого стану речовини Інституту монокристалів Національної академії наук України дав позитивний відгук із зауваженнями:

1. В розділі 2 використано наближення безспінових електронів, в якому, зокрема нехтується можливістю присутності двох електронів з протилежним спіном на квантовій точці. Було б доцільним вказати, які є умови використання цього наближення.

2. Лишається незрозумілим, наскільки критичним є точне слідування запропонованому протоколу маніпуляції тягнучою напругою для утворення заплутаних станів, типу "cat states", а саме, що в цьому протоколі є принциповим, а що ні. Також бажано було б розкрити фізичний зміст параметру, від якого суттєво залежить ентропія заплутаності і вигляд вігнеровської функції розподілу (розділ 3).

3. В підрозділі, де розглянуто ефект охолодження, було б доцільним оцінити холодильний коефіцієнт (з англ. — the coefficient of performance of the fridge).

Зазначені зауваження не носять принципового характеру і не впливають на загальну позитивну оцінку роботи.

2. Опонент **Майзеліс Захар Олександрович**, доктор фізико-математичних наук, доцент, старший науковий співробітник відділу радіофізики твердого тіла Інституту радіофізики та електроніки ім. О.Я. Усикова Національної академії наук України надав позитивний відгук із наступними зауваженнями:

1. В другому розділі отримано систему рівнянь для Фур'є гармонік редукованої матриці густини. Далі, для обчислення вольт-амперних характеристик знехтувано старшими гармоніками. В якій області основних параметрів задачі дане наближення залишається вірним?

2. В другому розділі при розгляді електронного транспорту через одномолекулярний транзистор не приймається до уваги затухання, пов'язане зі взаємодією механічної підсистеми з її оточенням. Чи вплине воно та як саме на отримані вольт-амперні характеристики?

3. В третьому розділі динаміка заплутаності системи аналізується за допомогою ентропії заплутаності. Водночас це не єдина характеристика заплутаності, яку використовують для такого аналізу (так звані «монотони» заплутаності). Чи не зміняться зроблені висновки про її динаміку, якщо використовувати інші «монотони» заплутаності.

Однак, слід вказати, що зазначені зауваження жодним чином не впливають на якість отриманих результатів дисертаційної роботи і на обґрунтованість висновків.

3. Рецензент **Шевченко Сергій Миколайович**, доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу надпровідних та мезоскопічних структур Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б. І. Веркіна Національної академії наук України надав позитивну рецензію із зауваженнями:

1. В розділі 4 не представлено обговорення часових масштабів, на яких отримані явища можуть бути спостережені. А саме, час встановлення параметра порядку відносно часу тунелювання електронів з квантової точки до надпровідного електроду і навпаки, а також час декогеренції.

2. В розділі 3 (а також 4) вводиться параметр різниці фаз між надпровідниками, але не вказано яким чином він може бути контрольований з експериментальної точки зору.

Однак, слід вказати, що зазначені зауваження жодним чином не впливають на якість отриманих результатів дисертаційної роботи і на обґрунтованість висновків.

4. Рецензент **Славін Віктор Валерійович**, доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу теоретичної фізики Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б. І. Веркіна Національної академії наук України надав позитивну рецензію на роботу, без зауважень.
5. Голова ради **Колесніченко Юрій Олексійович**, доктор фізико-математичних наук, професор, головний науковий співробітник відділу мікроконтактної спектроскопії Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б. І. Веркіна Національної академії наук України дав позитивну оцінку роботі, без зауважень.

Загальна оцінка роботи і висновок. Дисертація Багрової Ольги Миколаївни на тему «Електромеханічні явища в нормальних та надпровідних наноструктурах на основі рухомої квантової точки» є актуальним завершеним науковим дослідженням.

Дисертація присвячена вивченню нових фундаментальних явищ, які виникають внаслідок електромеханічного зв'язку в мезоскопічних системах на основі рухомої квантової точки.

Використовуючи метод матриці густини, описано транспортні характеристики одномолекулярного транзистора, які виникають завдяки нерівноважній когерентній вібронній підсистемі. Наведено та проаналізовано результати аналітичних та чисельних розрахунків вольт-амперних характеристик (ВАХ). Встановлено відповідність між ВАХ, отриманими в припущенні, що вібронна підсистема перебуває в когерентному (нерівноважному) стані, та франк-кондонівськими сходинками для вібронів у рівноважному стані. Показано, що, на відміну від теорії Франка-Кондона, у випадку когерентних вібронів сходинки на вольт-амперних характеристиках є нерегулярними. Більш того, для когерентного стану вібронів струм насичення виникає при значно менших тягнучих напругах. Останній факт може бути вирішальним в експериментах, які вимагають роботи в режимі зняття поляронної блокади, тобто максимальних струмів.

У роботі також отримана та проаналізована заплутаність, яка виникає між електронними та механічними ступенями свободи в надпровідному нано-електромеханічному пристрої. Показано, що початковий чистий стан еволюціонує до стану, представленого заплутаністю між двома станами кубіту та двома когерентними станами механічного резонатора.

Запропоновано специфічний протокол маніпуляції тягнучою напругою, який призводить до утворення заплутаності між двома станами зарядового кубіта і двома станами типу "Schrödinger cat" (суперпозиція двох когерентних станів), починаючи з чистого стану. Розглянутий протокол завдяки своїй простоті може бути ефективно реалізований в експериментах з кодуванням квантової інформації з електронних станів кубіту до когерентних (зокрема, так званих "cat states") наномеханічного резонатора.

Також у роботі досліджено квантову динаміку гібридної наноелектромеханічної системи на основі вуглецевої нанотрубки, що виникає завдяки надпровідному ефекту близькості. Для такої системи знайдено області нестійкості та отримано явище самонасичення, що виникають як результат де-локалізації куперівських пар. За допомогою методу матриці густини отримано ефект охолодження до основного стану наномеханічних коливань для даної наноелектромеханічної системи, де електромеханічний зв'язок має квантову природу — виникає внаслідок ефекту близькості.

Результати досліджень, наведені у дисертаційній роботі та опубліковані у наукових статтях, належать автору. Робота виконана з дотриманням усіх вимог академічної доброчесності. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело. За кількістю і рівнем публікацій, апробацією на міжнародних конференціях дисертаційна робота відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» №44 від 12.01.2022 р.

Рада вважає, що дисертація Багрової Ольги Миколаївни на тему «Електромеханічні явища в нормальних та надпровідних наноструктурах на основі рухомої квантової точки», що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія» є завершеним самостійним науковим дослідженням, сукупність результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 10 «Природничі науки», а за актуальністю, науковою новизною і практичною цінністю відповідає вимогам чинного законодавства України, «Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах)» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23.03.2016 р. № 261 та

«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 12.01.2022 р. № 44, а здобувачка Багрова Ольга Миколаївна заслуговує присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія».

Результати відкритого голосування:

«За» - 5 членів ради,
«Проти» - немає
«Утримались» - немає

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада ДФ 64.175.007 присуджує Багровій Ользі Миколаївні ступінь доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія».

Голова разової
спеціалізованої вченої ради
доктор фіз.-мат. наук,
професор

 Юрій КОЛЕСНИЧЕНКО



Листий підпис гр. Юрій Колесніченко
ЗАСВІДЧУЮ
Учений секретар ФТІНТ
ім. Б.І. Верківа НАН України
кандидат фізико-математичних наук
О.М. Калаченко

25.07.2023