

ВІДГУК
офіційного опонента на дисертаційну роботу
Гудименка Василя Олександровича
«Особливості нелінійної електропровідності точкових контактів Янсона на основі шаруватих сполук»,

що подана на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізики твердого тіла.

Стрімкий розвиток нано-технологій, що можна спостерігати на протязі останніх десятиріч у різних галузях промисловості та при розробці новітніх високотехнологічних пристрій і устаткування, привернув увагу фахівців до всебічного та системного вивчення фізичних властивостей і унікальних якостей різноманітних шаруватих сполук, які обумовлені наявністю у них природної анізотропії. Ця властивість створює істотні передумови для прояву різноманітних фізичних ефектів на нано-розмірному рівні, застосування яких у свою чергу дозволяє значно зменшити розміри нових пристрій у порівнянні з існуючими аналогами. Однією з галузей, яка стрімко розвивається у напрямку мініатюризації пристрій, є сучасна сенсорика. Загальновідомо, що зменшення геометричних розмірів робочого тіла сенсору поліпшує його чутливість, бо призводить до залучення до процесів, що пов’язані з його відгуком на зовнішній чинник, більшого відсотку його загального об’єму. В цьому сенсі використання таких нано-об’єктів, якими є точкові контакти Янсона, стає цілком логічним і зрозумілим, що свого часу і було показано у межах мікроконтактного газочутливого ефекту.

Виходячи з вище згаданих міркувань, слід зазначити, що тема дисертації В.О. Гудименка є *актуальною*, а сама робота об’єднала у собі два аспекти – фундаментальний і прикладний.

Мета дисертаційної роботи полягала в дослідженні методом мікроконтактної спектроскопії Янсона електричної провідності низки шаруватих сполук (SnNb_5Se_9 ; $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$; $[\text{N-C}_4\text{H}_9\text{-iso-Qn}](\text{TCNQ})_2$) під впливом оточуючого середовища (в умовах низьких та кімнатних температур, а також в оточенні контролюваного газового середовища) для виявлення фізичних ефектів, застосування яких може сприяти розвитку новітніх технологій у галузі розробки сенсорних газочутливих пристрій.

Для вирішення поставлених в дисертаційній роботі завдань Гудименком В.О. було використано метод мікроконтактної спектроскопії Янсона, який було реалізовано з застосуванням оригінального мікроконтактного спектрометру. Цей сучасний науково-дослідний комплекс розроблений у ФТІНТ ім Б.І. Веркіна НАН України за участю автора дисертаційної роботи. Низькотемпературна частина досліджень проводилась з залученням кріогенного устаткування, а для проведення дослідів у багатокомпонентному газовому середовищі було використано спеціально розроблений портативний пристрій. Весь зазначений набір сучасного оригінального обладнання, яке було успішно апробовано у багатьох інших розробках, та використання загальновідомих методів дослідження і обробки отриманої інформації гарантували *достовірність та обґрунтованість* заявлених у дисертації наукових результатів.

Повнота опублікованих результатів дисертації

Результати даної роботи було опубліковано в 6 закордонних та українських наукових фахових виданнях. У цих публікаціях достатньо повно викладено всі наведені у дисертації результати, при цьому серед даних публікацій тотожних за змістом немає. Матеріали дисертації пройшли апробацію та були представлені на 16-х міжнародних конференціях.

Оцінка змісту роботи

В.О. Гудименка складається зі вступу, п'яти оригінальних розділів, висновків і бібліографічного опису, що включає 186 найменувань, а також додатків, в яких представлено шість статей автора за темою дисертації та вказано перелік наукових конференцій, на яких були апробовані отримані експериментальні результати. Оформлення та структура дисертації відповідає загальним вимогам до дисертаційних робіт та не викликає зауважень.

У **вступі** дисерант обґруntовує актуальність теми досліджень, мету та задачі роботи, формулює основні результати, які винесено на захист, аналізує їх наукову та практичну цінність, в також приводить дані щодо апробації дисертації і публікації основних результатів дисертації.

Огляд літератури свідчить про добре знання автором сучасного стану теоретичних та експериментальних питань, пов'язаних з мікроконтактною спектроскопією Янсона та мікроконтактним газочутливим ефектом. Також дисерант приділяє увагу освітленню базових положень метода кластерного аналізу, який було використано у 5-у розділі, та окремо надає загальне уявлення про такий клас високотемпературних надпровідних сполук, як купрати, до яких належить $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$, що було досліджено у розділі 4 дисертації.

У **другому розділі** описано методику створення точкових контактів Янсона та пристрої, що використовуються для цього; докладно описано експериментальну установку (її електронне обладнання та кріогенну систему); розглянуто принципи роботи з контролюваними газовими середовищами та описано пристрій для дослідження газу, що видихається людиною.

Третій, четвертий та п'ятий розділи даної роботи є оригінальними та містять експериментально отримані дані та висновки, що витікають з результатів цих дослідів.

У **третьому розділі** дисертації представлено результати дослідження провідності гетероконтактів $\text{Ag}(\text{Cu})/\text{SnNb}_5\text{Se}_9$ при низьких температурах. Як результат цих досліджень було отримано значення і температурна залежність енергетичної щілини для надпровідника SnNb_5Se_9 .

У **четвертому розділі** дисертації представлено результати пошуку ознак наявності s-хвильового спарювання у високотемпературному надпровіднику $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$. Для цього було досліджено тунельні спектри розломних контактів з цієї сполуки, та спектри андреєвського відбиття для зразків $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$, які було сильно доповоно цинком.

У **п'ятому розділі** дисертації представлено результати дослідження газової чутливості мультиструктурних сенсорних матриць на основі точкових контактів Янсона з органічного провідника $[\text{N-C}_4\text{H}_9\text{-iso-Qn}](\text{TCNQ})_2$ до багатокомпонентної суміші, якою є газ, що видихається людиною.

Наукова новизна основних результатів полягає в наступному:

- В кристалах нового шаруватого мезоскопічного надпровідника SnNb_5Se_9 **вперше визначена** величина і температурна залежність надпровідної енергетичної щілини основної речовини. **Вперше виявлено** нанокластери вихідних речовин NbSe_2 та Nb_3Sn у надмалій відносній концентрації, яка недосяжна для реєстрації за допомогою існуючих стандартних засобів.
- **Вперше виявлено** спектри андреєвського відбиття для зразків сполуки $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$, сильно доповою цинком, які свідчать про можливість прояву механізму s -хвильового спарювання у $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ за умов, коли d -хвильове спарювання пригнічене.
- **Вперше виявлено** тунельні спектри джозефсонівських розламних контактів надпровідної сполуки YBCO, що свідчать про наявність змішаної симетрії $d_{x^2-y^2} \pm is$ ПП поблизу поверхні (110).
- **Вперше виявлено**, що точково-контактна мультиструктурна на основі шаруватої сполуки $[\text{N-C}_4\text{H}_9\text{-iso-Qn}](\text{TCNQ})_2$ під впливом складної газової суміші, якою є газ, що видихається людиною, демонструє відгук спектрального типу, який істотно відрізняється від характеристик сенсорних аналогів.
- **Вперше запропоновано** критерій для відбору зразків точково-контактних сенсорів з уніфікованими характеристиками.

Таким чином, В.О. Гудименком вперше було отримано ряд науково обґрунтованих результатів, які мають важливе значення для фізики твердого тіла. Складність поставлених експериментальних завдань вимагала від автора глибокого знання метода мікроконтактної спектроскопії Янсона та володіння навиками проведення низькотемпературного експерименту, проведення якого потребує вирішення цілої низки специфічних труднощів технічної природи, що безумовно характеризує здобувача, як зрілого експериментатора.

Однак, при загальній позитивній оцінці дисертації В.О. Гудименка слід висловити наступні **зауваження**:

1. У випадку шаруватої сполуки SnNb_5Se_9 було б доцільним розглянути можливість прояву ефектів анізотропії у надпровідному стані, зокрема, поведінки надпровідної щілини для контактів, вісь яких спрямована вздовж та перпендикулярно шарам. Така інформація у дисертації відсутня.
2. У розділі 5 відсутня інформація до яких саме компонентів газової суміші, що видихає людина найбільш чутливі точково-контактні сенсорні матриці на основі сполук TCNQ. Мається на увазі, що головні з них азот, кисень та діоксид вуглецю і так присутні в атмосфері. Чи можливо сенсор чутливий до різниці концентрацій цих газів у атмосфері та видиху. Хотілось би мати більш розширену інформацію по цьому питанню.
3. При викладанні матерілу мають місце незначні описки, та стилістичні помилки, у списку літератури зустрічається дублювання джерел (наприклад: [95] та [112]).

Окремі зауваження, наведені вище, не стосуються суті дисертаційної роботи, основних висновків і наукових положень, що виносяться на захист. Вони мають рекомендаційний характер і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації В.О. Гудименка, а також не піддають сумніву достовірність отриманих автором результатів і основних висновків.

Автореферат правильно відображає основний зміст і структуру дисертації.

На мою думку, дисертація В.О. Гудименка повністю відповідає всім вимогам МОН України до кандидатських дисертацій, в тому числі пунктам 9, 11 і 12 "Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння звання старшого наукового співробітника", а її автор, Гудименко Василь Олександрович, без сумніву, заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізики твердого тіла.

Офіційний опонент:

доктор фіз. - мат. наук, професор,
лауреат Державної премії України з науки і техніки,
завідувач відділу теорії динамічних властивостей складних систем
Донецького фізико-технічного інституту
ім. О.О. Галкіна НАН України

Ю.Г. Пашкевич

Підпис Ю.Г.Пашкевича засвідчує:

Вчений секретар
Донецького фізико-технічного інституту
ім. О.О. Галкіна НАН України
кандидат технічних наук



В. Ю. Дмитренко