РЕЦЕНЗІЯ

доктора хімічних наук, доцента,
доцента кафедри хімії та експертизи харчової продукції
навчально-наукового інституту біології, хімії та біоресурсів
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича
Борука Сергія Дмитровича
на дисертаційне дослідження **Йосипенко Юліани Русланівни**
«Фізико-хімічні властивості композитів наночастинок типу $A^{I}B^{III}C^{VI}$ з йонними та молекулярними матрицями»

Актуальність дисертаційного дослідження

У сучасних умовах стрімкого розвитку нанотехнологій особливе місце посідає дослідження фізико-хімічних властивостей напівпровідникових наночастинок, зокрема квантових точок, які демонструють унікальні оптичні характеристики, зумовлені квантово-розмірними ефектами. Ці наноструктури знайшли широке застосування в оптоелектроніці, біомедицині, сенсориці та технологіях перетворення енергії. Проте практичне використання таких матеріалів часто ускладнене через нестабільність їх властивостей у колоїдному стані.

Одним з ефективних рішень цієї проблеми є створення твердотільних композитів, в яких наночастинки інкапсульовано у йонні або молекулярні матриці. Це дозволяє зберігати або навіть покращувати оптичні властивості наночастинок, захищаючи їх від зовнішніх впливів. Особливої актуальності набувають екологічно безпечні композити, що не містять токсичних елементів, таких як кадмій або свинець. У цьому контексті перспективними є матеріали на основі $AgInS_2$ (AIS) та його легованої форми $AgZnInS_2$ (AZIS), які поєднують у собі високу фотостабільність, можливість регулювання ширини забороненої зони та відносну хімічну інертність.

Дисертаційне дослідження Юліани Йосипенко має високу актуальність, оскільки:

- пропонує ефективні методики інкапсуляції квантових точок у йонні ($BaSO_4$, $CaCO_3$) та молекулярні (ПВС, ПДДА) матриці;

- розкриває вплив легування Zn^{2+} на спектральні властивості AIS та формування стабільних композитів;
- встановлює термочутливі характеристики нових матеріалів, що є важливими для створення сенсорів та світлоперетворювачів;
- пропонує альтернативу токсичним матеріалам на основі Cd і Pb, що відповідає сучасним екологічним вимогам.

Таким чином, результати дисертаційної роботи мають як фундаментальне, так і прикладне значення та відкривають нові можливості для створення стабільних, безпечних і функціонально ефективних нанокомпозитів для сучасних технологій.

Зважаючи на все вищезгадане, дисертаційна робота Йосипенко Юліани Русланівни «Дослідження фізико-хімічних властивостей композитів наночастинок типу $A^{I}B^{III}C^{VI}$ з йонними та молекулярними матрицями» є актуальною і перспективною для подальшого розробок напівпровідників нового покоління.

Дисертаційне дослідження виконано на кафедрі хімії та експертизи харчової продукції навчально-наукового інституту біології, хімії та біоресурсів Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича відповідно до плану наукових досліджень кафедри згідно з науковою темою кафедри.

Тему дисертації затверджено рішенням Науково-технічної ради Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Зв'язок роботи з державними програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана на кафедрі хімії та експертизи харчової продукції навчально-наукового інституту біології, хімії та біоресурсів Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича під керівництвом доктора хімічних наук, доцента Халавки Юрія Богдановича в межах в НДР кафедри “Неорганічні матеріали для детекторів йонізуючого випромінювання та сенсорів нового покоління” № 0120U104711

НДР МОН для молодих учених “Оптично активні багатошарові матеріали на основі напівпровідникових наночастинок типу $A^{I}B^{III}C^{VI}$ та полімерів” Номер державної реєстрації: 0123U100858.

Грант МОН України «Розвиток поляризаційно-інтерференційних підходів у задачах біомедичної діагностики неоднорідних об’єктів та об’єктних полів для вдосконалення біотехнологій, № держреєстрації 0124U000344.

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

Наукові положення, висновки та рекомендації, викладені у дисертаційній роботі, є достатньо обґрунтованими та підтверджені результатами комплексних експериментальних досліджень, проведених із використанням сучасних фізико-хімічних методів аналізу.

У процесі дослідження були застосовані:

- ✓ спектроскопія поглинання та фотолюмінесценції для визначення оптичних властивостей наночастинок;
- ✓ польово-емісійна скануюча електронна мікроскопія (FESEM) та енергодисперсійна рентгенівська спектроскопія (EDX) для аналізу морфології та елементного складу композитів;
- ✓ рентгенівський дифракційний аналіз (XRD) і спектроскопія комбінаційного розсіювання (Раманівська спектроскопія) для дослідження кристалічної структури та фазового складу.

Наукові висновки базуються на достовірних експериментальних даних, отриманих при варіюванні складу наночастинок, умов синтезу, типу матриці, температурних впливів. Досліджено кореляцію між структурними особливостями, оптичними характеристиками та функціональними властивостями композитів.

Результати підтверджуються узгодженістю даних, отриманих різними методами, статистичною повторюваністю експериментів та наявністю однозначних тенденцій у зміні параметрів за умов варіації вхідних факторів.

Наукові рекомендації щодо синтезу та застосування композитів на основі квантових точок типу AIS та AZIS у йонних і полімерних матрицях є логічним наслідком проведених досліджень і підтверджуються високою стабільністю властивостей отриманих матеріалів. Висновки та пропозиції є практично орієнтованими, що підтверджено апробацією матеріалів на міжнародних конференціях та публікацією у фахових виданнях, зокрема індексованих у Scopus.

Таким чином, ступінь обґрунтованості дисертаційної роботи є високим, а сформульовані висновки та рекомендації можуть бути використані як основа для подальших наукових розробок у галузі наноматеріалів і оптоелектроніки.

Структура дисертації

Дисертаційна робота складається з анотації, змісту, переліку умовних позначень, вступу, п’яти розділів, висновків, списку використаних джерел, який налічує 158 джерел, та додатку зі списком публікацій здобувачки за темою дисертації та апробації матеріалів дисертації (3 статті, 1 розділ закордонної монографії та 8 тез конференцій). Загальний обсяг роботи – 192 сторінки.

Основні результати дисертації у повній мірі відображені у публікаціях.

Наукова новизна

У дисертаційній роботі вперше комплексно досліджено фізико-хімічні властивості твердотільних композитів на основі наночастинок $AgInS_2$ (AIS) та $AgInS_2$, легованих Zn^{2+} (AZIS), інкапсульованих у йонні ($BaSO_4$, $CaCO_3$) та полімерні матриці.

Основні наукові положення, що відображають новизну дослідження:

- вперше встановлено особливості зсуву фотолюмінесцентних спектрів AIS та AZIS при інкапсуляції у кристали йонних солей, що свідчить про зміну енергетичних параметрів системи та взаємодію квантових точок з матрицею;
- вперше проведено детальний порівняльний аналіз впливу природи матриці ($BaSO_4$ проти $CaCO_3$) на фотостабільність і термостійкість композитів, розраховано їх термочутливість;
- вперше синтезовано стабільні багатошарові плівки на основі AIS у полімерних матрицях, полідиалілдиметиламоній хлориді та полівініловому спирті, в яких встановлено підвищену стабільність фотолюмінесценції порівняно з колоїдними розчинами;
- вперше продемонстровано потенціал таких композитів як ефективних люмінофорів для застосування у світлодіодних джерелах світла, сенсорах, термочутливих матеріалах.

Отримані результати розширюють наукові уявлення про вплив матриць на структуру, морфологію та оптичні властивості напівпровідникових наночастинок типу $A^{I}B^{III}C^{VI}$, а також створюють основу для подальших досліджень у сфері екологічно безпечних фотонних матеріалів нового покоління.

Практичне значення результатів дисертаційного дослідження полягає у розробці та впровадженні нових підходів до створення стабільних твердотільних нанокомпозитів на основі напівпровідникових квантових точок $AgInS_2$ (AIS) та $AgZnInS_2$ (AZIS), інкапсульованих у йонні та полімерні матриці. Отримано нові фотолюмінесцентні композити, які можуть використовуватись як люмінофори у світлодіодах (LED), дисплеях, лазерних джерелах випромінювання та світлоперетворювальних пристроях. Багатошарові плівки на основі AIS у полімерних матрицях можуть бути використані для виготовлення фотонних компонентів з високою стабільністю оптичних властивостей і тривалим терміном експлуатації. Розроблені матеріали

є екологічно безпечною альтернативою традиційним люмінофорам на основі токсичних елементів (Cd, Pb), що відкриває перспективи їх використання у якості сенсорів. Результати дослідження можуть бути впроваджені у навчальний процес та науково-дослідну роботу з нанохімії, матеріалознавства та оптоелектроніки.

Одержані результати лягли в основу патенту на корисну модель: Йосипенко Ю. Р., Копач В. В., П'ясецька А. В., Халавка Ю. Б. Патент на корисну модель "Люмінесцентний хвилевід на основі плівки полівінілового спирту та напівпровідникових нанокристалів $AgInS_2$" (реєстраційний номер заявки u 202304825). (УКРНОІВІ тимчасово обмежило публікацію відомостей про державну реєстрацію корисної моделі)

До дисертації виникли наступні зауваження:

1. Невдала назва Розділу II (Експериментальні матеріали та методи дослідження). Не зовсім зрозуміло, експериментальні це нові матеріали одержані внаслідок проведення експерименту або вихідні матеріали які були використані для роботи.
2. Не наведено характеристики вихідних речовин та матеріалів.
3. На частині рисунків, наведених в роботі не наведено назви осей, що ускладнює сприйняття матеріалу (рис. 3.2.), на інших рисунках назви осей наводяться лише англійською мовою.
4. Висновки, в цілому, мають констатуючий характер.

Однак, висловлені зауваження не применшують наукові досягнення дисертації Йосипнко Юліани Русланівни та не впливають на висновок про належний рівень дослідження і його загальну позитивну оцінку.

Відомості про дотримання академічної доброчесності

Дисертаційне дослідження Йосипенко Ю. Р. виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності відповідно до чинного законодавства України, вимог Міністерства освіти і науки України та етичних норм наукової спільноти.

У процесі виконання дослідження автором самостійно проведено всі етапи експериментальної роботи, включаючи синтез наночастинок, формування композитів, їх характеристику та аналіз результатів; у тексті дисертації належним чином оформлено всі посилання на використані джерела інформації, цитати та наукові ідеї інших авторів.

Не допущено фактів плагіату, фабрикації чи фальсифікації результатів.

Результати дослідження апробовано на наукових конференціях та опубліковано у рецензованих наукових виданнях, зокрема в журналах, індексованих у міжнародних наукометричних базах (Scopus).

Дотримано вимоги доброчесного авторства щодо співавторів публікацій.

Висновки та основні положення дисертації характеризуються науковою новизною, значною теоретичною і практичною цінністю. Виконане дисертаційне дослідження, а також наукові публікації автора свідчать про високий рівень наукової підготовки. Представлена у роботі наукова новизна, обґрунтованість висновків, якість реалізації дослідницьких завдань та володіння здобувачем сучасною методологією наукових досліджень повною мірою відповідають вимогам, що висуваються до наукових кваліфікаційних праць цього рівня.

Загальний висновок

Дисертаційна робота Йосипенко Юліани Русланівни «Фізико-хімічні властивості композитів наночастинок типу $A^{I}B^{III}C^{VI}$ з йонними та молекулярними матрицями», подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 102 Хімія за її актуальністю, науково-теоретичним рівнем, новизною постановки та розв'язання проблеми, практичним значенням отриманих результатів відповідає вимогам Постанови Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 р. «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (із змінами, внесеними згідно з

Постановою Кабінету Міністрів України № 341 від 21.03.2022р., № 502 від 19.05.2023р., № 507 від 03.05.2024р.).

Вважаю, що Йосипенко Юліана Русланівна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 10 - Природничі науки за спеціальністю 102 - Хімія.

Рецензент:

доктор технічних наук, доцент,

доцент кафедри хімії та експертизи

харчової продукції

Чернівецького національного університету

імені Юрія Федьковича **Сергій БОРУК**

Підпис Борука С.Д. засвідчую

Начальник відділу кадрів Чернівецького

національного університету

імені Юрія Федьковича

04 2025 р