

ВІДГУК

рецензента, кандидата фізико-математичних наук, доцента **Новосада Олексія Володимировича** на дисертацію **Мельничука Тараса Олеговича** на тему: **«Фотостимульовані процеси в кристалах $\text{AgGaGe}_3\text{Se}_8$ легованих Dy, Nd, Er»**, подану на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 10 – Природничі науки за спеціальністю 104 – Фізика та астрономія

Актуальність теми дисертаційної роботи

Сучасний розвиток фізики функціональних матеріалів зумовлює зростаючу потребу в багатокомпонентних кристалах, здатних реалізовувати декілька корисних властивостей одночасно – оптичних, п'єзоелектричних, фотоелектричних, нелінійних. Особливої актуальності набуває пошук матеріалів, придатних для експлуатації в інфрачервоному діапазоні, з можливістю керування їх характеристиками за допомогою зовнішніх факторів – температури, освітлення, легування. У цьому контексті халькогенідні кристали, зокрема AgGaGeSe , становлять значний інтерес як потенційна платформа для створення оптоелектронних пристроїв нового покоління. Їхня здатність до перебудови кристалічної ґратки під впливом легуючих домішок та фізична чутливість до зовнішніх факторів відкривають перспективи для тонкого налаштування властивостей під конкретні функціональні запити.

Незважаючи на існуючі дані щодо AgGaGeSe , комплексні дослідження фотостимульованих явищ у кристалах, активованих тривалентними іонами Nd, Dy та Er, усе ще перебувають у стадії розвитку. Особливу цінність мають роботи, що не обмежуються фіксацією окремих властивостей, а прагнуть комплексно охопити весь спектр структурних і фізичних змін, індукованих легуванням, та запропонувати фізичні механізми, які пояснюють походження нових ефектів. Дисертаційне дослідження Тараса Мельничука відповідає цьому підходу: воно поєднує багаторівневий аналіз кристалів AgGaGeSe:P3E , демонструє наукову системність, орієнтацію на пошук закономірностей і можливість практичного застосування результатів. Такий напрям безсумнівно є актуальним як з погляду

фундаментальної науки, так і з урахуванням викликів, що постають перед фотонікою, сенсорною технікою та мікросистемною електронікою.

Оцінка змісту дисертації та її оформлення

Необхідно підкреслити, що всі ключові завдання дисертаційного дослідження були успішно реалізовані на належному науковому рівні. Зміст роботи повністю узгоджується із визначеною метою та відображає логічний хід дослідження. Дисертація чітко структурована, логічна. Рівень теоретичної підготовки дисертана, його володіння матеріалом, доказовість та аргументованість тверджень є високими. Дисертаційне дослідження виконано на достатньо високому рівні й оформлене відповідно до встановлених вимог. Робота вирізняється смисловою завершеністю, цілісністю та єдністю змісту. Основні наукові результати опубліковані в рецензованих фахових виданнях, зокрема у виданні, що індексується у міжнародних наукометричних базах. Апробація результатів здійснена через участь у міжнародних наукових конференціях, зокрема школі-конференції молодих вчених «Сучасне матеріалознавство: фізика, хімія, технологій»; IV Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми розвитку природничих та гуманітарних наук»; VII Всеукраїнській науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених «Фізика і хімія твердого тіла. Стан, досягнення і перспективи»; XI Міжнародній науковій конференції «Релаксаційно, нелінійно, акустооптичні процеси і матеріали»; Міжнародній конференції студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики «ЕВРИКА–2023»; VI Polish-Lithuanian-Ukrainian Meeting on Physics of Ferroelectrics.

Наукова новизна, теоретичне і практичне значення

У дисертаційній роботі Тараса Мельничука отримано низку нових результатів, які істотно доповнюють сучасні уявлення про фізичні властивості кристалів AgGaGe_3Se , модифікованих іонами рідкісноземельних елементів. Автором вперше проведено комплексне дослідження фотостимульованих ефектів, зокрема фотопровідності, генерації другої гармоніки, п'єзоелектричного відгуку у системах, легованих Nd^{3+} , Dy^{3+} та Er^{3+} . Встановлено,

що введення цих іонів зумовлює суттєві зміни у структурних та електронних характеристиках матеріалу, що, у свою чергу, призводить до появи нових функціональних властивостей або посилення вже відомих ефектів. Зокрема, у роботі виявлено кореляції між типом домішки та параметрами нелінійної оптичної відповіді, що дозволяє обґрунтовано підходити до вибору легуючих елементів з метою підвищення ефективності відповідних фотонних процесів.

Теоретичне значення дисертації полягає у формулюванні фізичних механізмів, які пояснюють вплив рідкісноземельного легування на оптичні й електрофізичні властивості AgGaGeSe_8 . Запропоновано модельні уявлення про перебудову дефектних підзон і локалізованих станів у зонній структурі під дією іонного модифікування. Такий підхід дозволив авторові не лише описати емпіричні результати, але й здійснити узагальнення, що поглиблюють розуміння фізики халькогенідних матеріалів зі схожою кристалохімією. Отримані закономірності мають значення для подальших теоретичних і прикладних розробок у сфері нелінійної оптики, матеріалознавства та фотоніки.

З погляду прикладного застосування результати дисертаційної роботи становлять інтерес для розробки матеріалів з регульованими властивостями, придатних для використання в інфрачервоній оптоелектроніці, сенсоріці та лазерній техніці. Виявлені фотостимульовані ефекти в легованих кристалах можуть бути використані як основа для створення нових типів активних елементів – оптичних модуляторів, генераторів гармонік, фоточутливих сенсорів. Узагальнення, зроблені в дисертації, можуть служити основою для технологічного вдосконалення процесів синтезу й подальшого налаштування параметрів матеріалів, орієнтованих на спеціалізоване функціональне застосування в умовах підвищеного оптичного навантаження або вимог до нелінійної чутливості.

Дискусійні положення та зауваження щодо змісту дисертації

Попри цілісність і високий рівень виконання дисертаційної роботи, окремі положення можуть стати предметом подальших досліджень і обговорення. Зокрема, доцільно звернути увагу на такі аспекти:

1. У ряді важливих експериментів, пов'язаних із фотопровідністю та генерацією другої гармоніки, результати подано для температури 100 або 300 К. Відсутність системного аналізу температурної залежності цих ефектів звужує можливості оцінювання їх стабільності, відтворюваності та функціональної надійності в умовах реальної експлуатації.

2. Оскільки значна частина експериментальної роботи пов'язана із впливом лазерного випромінювання на зразки, доцільним виглядає включення оцінки можливих незворотних змін. Зокрема, в дисертації не згадується, чи спостерігались ознаки деградації поверхні, фотоструктурні перетворення, ушкодження або втрата прозорості внаслідок опромінення з високою інтенсивністю. Такий аналіз був би важливим для оцінки довговічності й стійкості матеріалу під дією опромінення.

3. Вся експериментальна частина дослідження базується на вивченні кристалів із фіксованою концентрацією легуючих іонів (0,2 мас.%). Відсутність порівняльного аналізу зразків із різним вмістом Nd, Dy, Er не дозволяє визначити оптимальні концентрації, при яких фізичні властивості досягають найбільш сприятливих значень. Такий підхід у перспективі був би корисним для цілеспрямованого налаштування параметрів матеріалу залежно від вимог конкретного застосування.

4. У роботі практично не висвітлено аспектів, пов'язаних із вартістю вихідних компонентів (Ag, Ga, Ge, Se, Nd, Dy, Er), енергоємністю процесів синтезу та зростання кристалів, а також технологічною складністю виготовлення зразків. Такий аналіз не є обов'язковим у межах дисертації фундаментального характеру, однак його наявність дозволила б краще оцінити реалістичність упровадження отриманих матеріалів у промислову або лабораторну практику.

Зазначені зауваження мають дискусійний характер і не знижують загальної позитивної оцінки представленої дисертаційної роботи. Навпаки, вони можуть слугувати підґрунтям для подальшого розвитку обраного напрямку досліджень у межах наступних етапів наукової діяльності здобувача.

Самостійність дисертаційного дослідження та дотримання академічної доброчесності

Дисертаційна робота є результатом самостійної наукової діяльності здобувача. Усі висновки, положення та рекомендації, сформульовані у дисертації, ґрунтуються на власних дослідженнях автора та послідовно розкривають поставлену наукову мету.

Робота перевірена з використанням програмного забезпечення StrikePlagiarism, за результатами якого встановлено рівень оригінальності тексту – 92,5%. Усі виявлені текстові збіги супроводжуються коректними посиланнями на першоджерела, які повністю відображені у списку використаної літератури.

Таким чином, дисертація не містить ознак академічного плагіату, а оформлення цитат і запозичень відповідає чинним вимогам до академічної доброчесності. Представлена робота може бути визнана самостійним кваліфікаційним дослідженням на здобуття ступеня доктора філософії.

Висновок

Дисертаційна робота Мельничука Тараса Олеговича «Фотостимульовані процеси в кристалах $\text{AgGaGe}_3\text{Se}_8$ легованих Dy, Nd, Er» є завершеним самостійним науковим дослідженням, яке відповідає високим критеріям науковості, новизни та практичної цінності. Усі поставлені завдання реалізовані в повному обсязі, результати апробовані та опубліковані у фахових виданнях.

Дисертаційна робота виконана на належному науково-методичному рівні, її зміст і структура відповідають обраній темі дослідження та профілю спеціальності 104 – Фізика та астрономія галузі знань 10 – Природничі науки. Сформульовані в дисертації наукові положення, висновки та рекомендації є достовірними, логічно послідовними й всебічно обґрунтованими. Опубліковані наукові праці відображають зміст дисертаційної роботи, її наукову новизну, основні результати, прикладну значущість та особистий внесок здобувача.

Робота відповідає «Вимогам до оформлення дисертації», затверджених наказом МОН України № 40 від 12.01.2017 р. та постанові Кабінету Міністрів України «Про затвердження 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., а її автор Мельничук Тарас Олегович заслуговує присудження ступеня доктора філософії і галузі знань 10 – Природничі науки за спеціальністю 104 – Фізика та астрономія.

Рецензент:

кандидат фіз.-мат. наук,
доцент, доцент кафедри
експериментальної фізики,
інформаційних та освітніх технологій
навчально-наукового фізико-
технологічного інституту

Волинського національного університету
імені Лесі Українки



Новосада О.
Засвідчую
Олегів
2025 р.
[Signature]

Олексій НОВОСАД