

## ПОВІДОМЛЕННЯ

про утворення разової спеціалізованої вченої ради

Заклад освіти/наукова  
установа

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича  
(ідентифікаційний код 02071240)

### 1. Здобувач ступеня доктора філософії

1.1. ПІБ здобувача ступеня  
доктора філософії

Курищук Сергій Іванович

1.2. Освітньо-наукова  
програма, яку завершив  
здобувач

38608 Фізика та астрономія (104 Фізика та астрономія)

1.3. Окремі елементи  
освітньо-наукової програми  
забезпечуються іншим  
закладом вищої освіти/  
науковою установою (у тому  
числі іноземним)

ні

### 2. Дисертація

2.1. Тема дисертації

Тонкі плівки оксиду міді, вуглецевих і вуглецевмісних матеріалів та гетероструктури на їх основі

2.2. Анотація дисертації

Курищук С.І. Тонкі плівки оксиду міді, вуглецевих і вуглецевмісних матеріалів та гетероструктури на їх основі. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.  
Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 – Фізика та астрономія. – Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича МОН України, Чернівці, 2024.  
Дисертаційна робота присвячена розробці технологічних режимів напilenня тонких плівок  $\text{CuO}$ , вуглецевих і вуглецевмісних матеріалів з заданими та відтворюваними електричними та оптичними властивостями, а також показано можливість їх практичного застосування у сучасних гетероструктурних електронних і оптоелектронних приладах.  
Дисертація складається із вступу, трьох розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатку.  
У вступі обґрунтовано актуальність роботи; сформульовано мету, основні задачі, об'єкт та предмет дослідження; вказано наукову новизну і практична цінність отриманих результатів; подано інформацію про особистий внесок здобувача, апробацію роботи, її структуру та обсяг.  
У першому розділі дисертації представлено літературний огляд, який свідчить про значну зацікавленість учених з усього світу в дослідженні тонких плівок оксиду міді та графіту, а також у розробці вискоєфективних приладів оптоелектронних приладів на їх основі. Аналіз фізичних властивостей тонких плівок оксиду міді показав, що цей матеріал, завдяки його унікальним фізичним властивостям, придатний для використання як шар поглинач в сонячних елементах. Однак ці властивості суттєво залежать від технологічних режимів напilenня тонких плівок. Останні досягнення

---

ефективності сонячних елементів на основі оксиду міді становлять 8,4%, а теоретично розрахований максимум на основі моделі Шоклі-Квайссера для сонячного елемента на основі CuO становить приблизно 30%. Проаналізовано можливості застосування тонких плівок графіту як шару вікна в гетероструктурних оптоелектронних приладах. Встановлено, що такі плівки доцільно використовувати цією метою. Останнім часом вони широко застосовуються в різноманітних приладах електроніки та фотовольтаїки.

У другому розділі дисертації методом реактивного магнетронного розпилення, при постійному струмі в універсальній вакуумній установці Leybold-Heeraeus L560 виготовлено тонкі плівки CuO на скляних підкладках, температура яких складала 300 K та 523 K. Досліджено структурні, електричні та оптичні властивості для отриманих зразків тонких плівок CuO, а саме представлено розподіл на поверхні елементів, які входять до складу цих плівок, визначено елементний склад, розмір зерен, енергію активації, оптичну ширину забороненої зони, показник заломлення.

Проведено аналіз кривих спектрів пропускання і відбивання для плівок CuO, нанесених на скляні підкладки. Елементний склад тонких плівок та морфологію поверхні отримано за допомогою скануючого електронного мікроскопа (MIRA3 FEG, Tescan), оснащеного детектором відбитих електронів (BSE) і енергодисперсним рентгенівським детектором (EDX). Встановлено, що розмір зерен для плівок, отриманих при нижчій температурі підкладки D, становить  $\approx 16$  нм, а для плівок, отриманих при вищій температурі, –  $D \approx 26$  нм. На дифрактограмах тонких плівок CuO спостерігається більша інтенсивність піків для тонких плівок, отриманих при вищих температурах підкладки CuO №2, що може бути зумовлено кращою структурною досконалістю тонких плівок та більшим розміром зерен. Унаслідок дослідження електричних властивостей з'ясовано, що температурні залежності електричного опору для тонких плівок CuO мають напівпровідниковий характер, тобто опір зменшується при збільшенні температури.

Чотиризондовим методом виміряно величини поверхневого опору плівок: зразок №1 -  $\rho = 18,69$  кОм/•, зразок № 2 -  $\rho = 5,96$  кОм/•. На основі незалежних вимірювань коефіцієнтів відбивання і пропускання визначено оптичну ширину забороненої зони ( $E_{\text{gop}}$ ) для двох зразків екстраполяцією прямолінійної ділянки кривої  $(\alpha h\nu)^2 = f(h\nu)$  на вісь  $h\nu$ . Для зразка CuO №1  $E_{\text{gop}} = 1,62$  еВ; для зразка CuO №2  $E_{\text{gop}} = 1,65$  еВ. Для тонких плівок CuO №2 також використано конвертний метод для обчислення основних оптичних коефіцієнтів  $E_{\text{gop}} = 1,72$  еВ. Отримані значення  $E_{\text{gop}}$ , визначені двома методами, добре корелюють між собою. Методом спреї-піролізу при температурі  $T_S = 350^\circ\text{C}$  0.2 М водного розчину солі  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  отримано тонкі плівки CuO р-типу товщиною

$d = 0,3$  мкм. Проаналізовано електричні та оптичні властивості плівок. Визначено енергію активації, яка дорівнює  $E_a = 0.27$  еВ, та тангенс кута нахилу  $\text{tg}\alpha = 3.12$ . Зі спектральної залежності  $(\alpha h\nu)^2 = f(h\nu)$  тонких плівок CuO визначено ширину забороненої зони, яка дорівнює  $E_g = 1.54$  еВ.

Показано можливість використання тонких плівок оксиду міді (CuO) як активного шару в тонкоплівкових сонячних елементах зі структурою скло/ІТО/графіт/CuO/Ni. За допомогою трансферметріксимуляції отримано швидкість генерації носіїв заряду шляхом

---

моделювання розподілу оптичного поля. Теоретичні порогові значення ефективності фотоелектричних пристроїв визначено для різних товщин активного шару з використанням нормалізованої інтенсивності світла, еквівалентної спектру AM1.5. Вольт-амперні характеристики, змодельовані напівемпіричними методами, засвідчують, що ефективність фотоелектричного перетворення залежить від товщини активного шару, з ефективністю 25,2% для плівок CuO товщиною 500 нм.

У третьому розділі дисертації представлено результати дослідження структурних, оптичних та електричних властивостей тонких плівок графіту в залежності від твердості стержнів (2H, H, HB, B та 2B), отриманих методом "олівець-на-напівпровіднику". Такі дослідження мають велике значення для подальшої розробки високоефективних приладів на основі гетеропереходів для електроніки та оптоелектроніки. За допомогою скануючого електронного мікроскопа одержано типові зображення поверхні, утворені відбитими електронами (BSE), і показано при трьох збільшеннях (100x, 500x і 1000x). Оскільки стержні досліджуваних олівців складаються із сумішей глини та графіту, проведено більш детальний аналіз елементів, з яких складаються стержні. EDS-аналіз показав, що основними складниками досліджуваних стержнів є очищений графітовий порошок, а також O, Al і Si, що входять до складу каоліну, формула якого  $H_4Al_2Si_2O_9$ , або  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$  – головна складова частина звичайної глини. Визначено елементний склад мікрооб'єму досліджуваних зразків. Незважаючи на похибку, яка виникає при визначенні складу C і O (~ 12%), можна стверджувати, що все ж зберігається закономірність між вмістом графіту і твердістю олівця. Тобто чим більший вміст графіту — тим м'якший стержень. Середня товщина всіх досліджуваних плівок становила ~ 150 нм, оскільки товщина плівок, отриманих таким методом, в основному визначається шорсткістю поверхні соляної підкладки. Нарисовані плівки графіту мають вищий питомий опір, ніж об'ємні зразки (стержні олівців), з яких вони виготовлені. Опір плівок зростає при зростанні твердості олівців, що зумовлено зростанням кількості домішки глини в графіті, яка є діелектриком. Встановлено, що зростання твердості олівця приводить до зростання пропускання.

Виготовлено діоди Шотткі графіт/n-Si-методом електронно-променевого випаровування графіту на підкладки кремнію n-типу провідності. Досліджено вплив товщини плівок графіту на фотоелектричні та електричні властивості цих діодів. З'ясовано температурні залежності шунтуючого та послідовного опорів діодів. При прямому та зворотному зміщеннях визначено домінуючі механізми струмопереносу через досліджувані діоди. Обчислено чутливість та детективність виготовлених діодів Шотткі графіт/n-Si. Досліджувані гетеропереходи володіють яскраво вираженими діодними характеристиками з коефіцієнтом випрямлення для структури з тоншою плівкою  $RR \approx 5 \cdot 10^2$ , а для структури з товстішою плівкою  $RR \approx 10^2$ .

Гетероструктури типу діодів Шотткі графіт/p-InP виготовлено шляхом перенесення нарисованої графітової плівки на підкладку InP p-типу провідності. Встановлено домінуючі механізми струмопереносу через діоди Шотткі графіт/p-InP: це багатоступінчасті тунельно-рекомбінаційні процеси за участю поверхневих станів на межі розділу графіт/p-InP при прямому

---

зміщенні та тунелювання при зворотному зміщенні. Досліджувані гетеропереходи мають яскраво виражені діодні характеристики з коефіцієнтом випрямлення  $k \approx 102$  (при  $V = 1$  В). Показано, що створені графітові/p-InP діоди Шоттки мають висоту потенціального бар'єра 0,71 еВ.

Досліджено електричні і фотоелектричні властивості органічно-неорганічного гетеропереходів Графіт/PEDOT:PSS/n-CdZnTe, сформованих за допомогою нанесення тонких плівок PEDOT:PSS на підкладки CdZnTe. Встановлено температурні залежності висоти потенціального бар'єра та послідовного опору і шунтуючого опорів органічно-неорганічного з досліджень вольт-амперних характеристик гетеропереходів Графіт/PEDOT:PSS/n-CdZnTe. Встановлено домінуючі механізми струмопереносу через органічно-неорганічні гетеропереходи Графіт/PEDOT:PSS/n-CdZnTe при прямих і зворотних зміщеннях. Показано, що такі гетероструктури fotocутливі й можуть використовуватися як фотоприймачі.

Розроблено фотодіоди для ультрафіолетової, видимої та близької інфрачервоної області спектра на основі унікального поєднання радіаційно стійких функціональних матеріалів: тонкоплівкового напівметалевого графіту та монокристалічного напівпровідника CdZnTe. Фотодіоди на основі Графіт/CdZnTe проявляють максимальну чутливість на рівні 0,25 А Вт<sup>-1</sup> та володіють детективністю на рівні  $6,5 \times 10^{11}$  Джонс, що близько до найкращих гетеропереходних фотодіодів, виготовлених на основі твердого розчину CdZnTe. Пристрої також характеризуються швидкими часами відгуку підйому/спаду (1,2/7,2 мкс) і широким лінійним динамічним діапазоном (77 дБ). Запропоновані фотодіоди можуть використовуватися в космічних і земних застосуваннях з високим рівнем іонізуючого випромінювання.

Практичне значення отриманих результатів.

Результати досліджень, проведених у рамках цієї дисертаційної роботи, мають велике практичне значення для розробки різних електронних та оптоелектронних приладів на основі бар'єрних гетероструктур із відтворюваними та стабільними характеристиками за різних умов експлуатації.

1. Розроблено технологію виготовлення, методом реактивного магнетронного розпилення, напівпровідникових полікристалічних плівок CuO р-типу провідності з розміром зерен  $D \approx 26$  нм, шириною забороненої зони

$E_{\text{gop}} = 1.65$  еВ та поверхневим опором -  $\rho = 5,96$  кОм/•, що особливо актуально для виготовлення фотоелектричних перетворювачів.

2. Запропоновано простий, екологічно безпечний та дешевий метод отримання високоякісного графену з використанням кухонного блендера й органічного розчинника полівінілпіролідону як нетоксичного диспергатора. Графен, отриманий таким способом, доцільно використовувати для створення оптоелектронних приладів.

3. Виготовлено органічно-неорганічні гетероструктури Графіт/PEDOT:PSS/n-CdZnTe та показано, що такі гетероструктури fotocутливі й можуть використовуватися як фотоприймачі.

4. Розроблено фотодіоди для ультрафіолетової, видимої та близької інфрачервоної областей спектра на основі унікального поєднання радіаційно стійких функціональних матеріалів: тонкоплівкового

напівметалевого графіту та монокристалічного напівпровідника CdZnTe. Фотодіоди на основі Графіт/CdZnTe проявляють максимальну чутливість на рівні 0,25 А Вт-1 та володіють детективністю  $6,5 \times 10^{11}$  Джонс, що близько до найкращих гетеропереходних фотодіодів, виготовлених на основі твердого розчину CdZnTe. Пристрої також характеризуються швидкими часами відгуку підйому/спаду (1,2/7,2 мкс) і широким лінійним динамічним діапазоном (77 дБ). Запропоновані фотодіоди можуть використовуватися в космічних і земних приладах із високим рівнем іонізуючого випромінювання.

2.3. Ключові слова дисертації оксид міді, графіт (графен), наночастинки, структурні і оптичні властивості, електричні параметри, термодинамічні процеси, CdTe (CdZnTe), напівпровідникові гетеропереходи, фотовольтаїка (сонячні елементи), фотодіоди Шоттки, заборонена зона, механізми струмопереносу, рекомбінація, провідність, квантова ефективність

2.4. Посилання, за яким розміщено текст дисертації <https://archer.chnu.edu.ua/handle/123456789/9785>

## 2.5. Публікації здобувача, зараховані для захисту

Курищук С. І., Мостовий А.І., Козярьський І.П., Солован М.М. Вплив товщини плівки графіту на електричні та фотоелектричні властивості гетеропереходів типу діодів шоттки графіт/n-Si. Сенсорна електроніка і мікросистемні технології. 2022. Т. 19. № 3. С. 30-37.

Рік	2022
Ключові слова	графіт, діод Шоттки, Si, коефіцієнт випрямлення
DOI	10.18524/1815-7459.2022.3.265294
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="http://semst.onu.edu.ua/article/view/265294">http://semst.onu.edu.ua/article/view/265294</a>

Kuryshchuk S.I., Kovalyuk T. T., Parkhomenko H. P., Solovan M. M. Structural, electrical and optical properties of CuO thin films obtained by reactive magnetron sputtering. East European Journal of Physics. 2021. Vol. 2021. №. 4. P. 76–85. (Scopus, Web of Science).

Рік	2021
Ключові слова	activation energy, CuO, optical properties, thin film
DOI	10.26565/2312-4334-2021-4-08
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85127445006&amp;origin=resultslist&amp;sort=plf-f&amp;src=s&amp;sid=e0660a97e470c9dc785a9c0d1292fcfa&amp;sot=b&amp;sdt=b&amp;s=TITL E%28Structural%2C+electrical+and+optical+properties+of+CuO+thin+films+obtained+by+reactive%29&amp;sl=91&amp;sessionSearchId=e0660a97e470c9dc785a9c0d1292fcfa&amp;relpos=0">https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85127445006&amp;origin=resultslist&amp;sort=plf-f&amp;src=s&amp;sid=e0660a97e470c9dc785a9c0d1292fcfa&amp;sot=b&amp;sdt=b&amp;s=TITL E%28Structural%2C+electrical+and+optical+properties+of+CuO+thin+films+obtained+by+reactive%29&amp;sl=91&amp;sessionSearchId=e0660a97e470c9dc785a9c0d1292fcfa&amp;relpos=0</a>

Kuryshchuk S. I., Kovaliuk T. T., Koziarsky I. P., Solovan M. M. Structural, electrical and optical properties of

Graphite films are drawn with pencils of different hardness. East European Journal of Physics. 2022. Vol. 2022. №. 3. P. 91-96 (Scopus, Web of Science).

Рік	2022
Ключові слова	"Pencil-on-semiconductor", conductivity, graphite, thin films, transmission
DOI	10.26565/2312-4334-2022-3-12
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85137662342&amp;origin=resultslist">https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85137662342&amp;origin=resultslist</a>

Myroniuk L.A., Myroniuk D.V., Maistruk E.V., Kuryshchuk S.I., Ievtushenko A.I., Danylenko I.M., Strelchuk V.V., Koziarskyi I.P. Mechanical exfoliation of graphite to graphene in polyvinylpyrrolidone aqueous solution. Himia, Fizika ta Tehnologia Poverhni. 2023. Vol. 14. №. 2. P. 230-236 (Scopus).

Рік	2023
Ключові слова	crystalline graphite, few-layer graphene sheet, optical transmittance, polyvinylpyrrolidone, Raman scattering, scanning electron microscopy
DOI	10.15407/hftp14.02.230
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85163701371&amp;origin=resultslist">https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85163701371&amp;origin=resultslist</a>

Kuryshchuk S.I., Orletskii I.G., Shyrovkov O.V., Myroniuk D.V., Solovan M.M. Optical and Electrical Properties of CuO Thin Films by Spray Pyrolysis Method. Acta Physica Polonica A. 2022. Vol. 142. №. 5. P. 625-628 (Scopus, Web of Science).

Рік	2022
Ключові слова	CuO, optical properties, spray pyrolysis, thin films
DOI	10.12693/APhysPolA.142.625
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85145356123&amp;origin=resultslist">https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85145356123&amp;origin=resultslist</a>

Kuryshchuk S. I., Solovan M. M., Mostovyi A. I. Fabrication and investigation of graphite/p-InP Schottky-type heterojunction. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. 2021. Vol. 12126. ISSN: 0277-786X (Scopus, Web of Science).

Рік	2021
Ключові слова	Graphite, Schottky diode, InP, Current transfer mechanisms
DOI	10.1117/12.2615780

Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000797364600053">https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000797364600053</a>

Mostovyi A.I., Kuryshchuk S.I., Asanov N., Parkhomenko H.P., Kovaliuk T.T., Orletskyi I.G., Solovan M.M., Brus V.V. A self-powered UV-vis-NIR graphite/CdZnTe Schottky junction photodiode. *Semiconductor Science and Technology*. 2023. Vol. 38. №. 8. P. 085002 (Scopus, Web of Science) (Q3 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=27191&tip=sid&clean=0>).

Рік	2023
Ключові слова	CdZnTe, detectivity, graphite, photodiode, response time
DOI	10.1088/1361-6641/acd9e4
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85163396497&amp;origin=resultslist&amp;sort=plf-f&amp;src=s&amp;sid=2aba7e1a3a56aaea95d3be63b8b114ed&amp;sot=b&amp;sdt=b&amp;s=TILE%28A+self-powered+UV%E2%80%93vis%E2%80%93NIR+graphite%2FCdZnTe+Schottky+junction+photodiode%29&amp;sl=77&amp;sessionSearchId=2aba7e1a3a56aaea95d3be63b8b114ed&amp;relpos=0">https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85163396497&amp;origin=resultslist&amp;sort=plf-f&amp;src=s&amp;sid=2aba7e1a3a56aaea95d3be63b8b114ed&amp;sot=b&amp;sdt=b&amp;s=TILE%28A+self-powered+UV%E2%80%93vis%E2%80%93NIR+graphite%2FCdZnTe+Schottky+junction+photodiode%29&amp;sl=77&amp;sessionSearchId=2aba7e1a3a56aaea95d3be63b8b114ed&amp;relpos=0</a>

### 3. Захист

3.1. Посилання, за яким здійснюватиметься онлайн-трансляція захисту <https://www.youtube.com/channel/UC7PNEvK5g8CET3dTxA-x0yQ>

### 4. Разова рада

4.1. Дата рішення Вченої ради про утворення разової ради 25.03.2024

#### **Голова разової ради**

ПІБ	<b>Максимяк Петро Петрович</b>
Місце роботи	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Посада	завідувач кафедри (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук
Науковий ступінь	Доктор наук, 01.04.05 Оптика, лазерна фізика
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	–
ORCID	0000-0002-7546-1077

### Публікації за тематикою дисертації

Angelsky O.V., Maksymyak P.P., Zenkova C.Yu, Hanson S.G., Zheng. J. Current Trends in Development of Optical Metrology. Optical Memory and Neural Networks. 2020. Vol. 29. №. 4. P. 269-292 (Scopus).

Рік	2020
Ключові слова	measurement, nano (micro) particle, optical field, optical metrology, polarization
DOI	10.3103/S1060992X20040025
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85098000853&amp;origin=resultslist">https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85098000853&amp;origin=resultslist</a>

Angelsky O.V., Bekshaev A.Ya., Vasnetsov M.V., Zenkova C.Yu., Maksimyak P.P., Zheng Jun. Optical phase singularities: Physical nature, manifestations and applications. Frontiers in Physics. 2022. Vol. 10. №. 1060787. ISSN: 2296424X (Scopus, Web of Science) (Q2 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100831025&tip=sid&clean=0>).

Рік	2022
Ключові слова	non-linear interactions, optical diagnostics, optical vortex, quantum entanglement, rough surface, singular optics, singular skeleton, speckle field
DOI	10.3389/fphy.2022.1060787
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85143120049&amp;origin=resultslist">https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85143120049&amp;origin=resultslist</a>

Maksimyak P.P., Zenkova C.Y., Tkachuk V.M. Carbon nanoparticles. Production, properties, perspectives of use. Physics and Chemistry of Solid State 2020. Vol. 21. № 1. P. 13-18 (Scopus, Web of Science).

Рік	2020
Ключові слова	absorption, graphene nanoparticles, luminescence, speckle field
DOI	10.15330/pcss.21.1.13-18
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85084520960&amp;origin=resultslist">https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85084520960&amp;origin=resultslist</a>

### Рецензент

ПІБ	<b>Халавка Юрій Богданович</b>
Місце роботи	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича



Посада	завідувач кафедри, доцент (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів
Науковий ступінь	Доктор наук, 02.00.21 Хімія твердого тіла
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	-
ORCID	0000-0002-6832-447X

*Публікації за тематикою дисертації*

Mukhailovych V., Kanak A., Cojocar S., Chitoui-Arsene E.-D., Palamaru M., Iordan A.-R., Korovyanko O., Diaconu A., Ciobanu V., Caruntu G., Lushchak O., Fochuk P., Khalavka Y., Rotaru A. Structural, optical, and catalytic properties of MgCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub> spinel-type nanostructures synthesized by sol-gel auto-combustion method. *Catalysts* 2021. Vol. 11. №. 12. P. 1476. ISSN:2073-4344 (Scopus, Web of Science) (Q2 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100332402&tip=sid&clean=0>).

Рік	2021
Ключові слова	Catalysis, MgCr <sub>2</sub> O <sub>4</sub> nanoparticles, Sol-gel auto-combustion method, Spinel
DOI	10.3390/catal11121476
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85120356328&amp;origin=resultlist">https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85120356328&amp;origin=resultlist</a>

Sliusariak T.K., Andriichuk Y.M., Vojtovych S.A., Khalavka Y.B.. Synthesis of CdSe/ZnS Nanoparticles with Multiple Photoluminescence. *Physics and Chemistry of Solid State*. 2020. Vol. 21. №. 1. P. 105-112 (Scopus, Web of Science).

Рік	2020
Ключові слова	CdSe, Core-Shell, Nanostructures, Photoluminescence, Quantum dots, ZnS
DOI	10.15330/pcss.21.1.105-112
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85084471143&amp;origin=resultlist">https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85084471143&amp;origin=resultlist</a>

Andriichuk Y.M., Lyapunov A.Yu., Hotynchan A.H., Savchenko D.V., Karavan V.V., Turash M.M., Khalavka Y.B.. Synergetic Radical-Scavenging effect in the complex of copper(II) with the thiosemicarbazone of Salicylaldehyde. *Journal of Coordination Chemistry*. 2023. Vol. 76. №. 13-15. P. 1763-1775 (Scopus) (Q3 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=24177&tip=sid&clean=0>).

Рік	2023
Ключові слова	Antioxidant, DPPH Assay, Metal complex, Salicylaldehyde thiosemicarbazone

DOI	10.1080/00958972.2023.2261603
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85173084538&amp;origin=resultslist">https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85173084538&amp;origin=resultslist</a>

### **Рецензент**

ПІБ	<b>Сльотов Олексій Михайлович</b>
Місце роботи	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Посада	асистент (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук
Науковий ступінь	Доктор наук, 05.27.01 Твердотільна електроніка
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	-
ORCID	0000-0002-2135-9544

### *Публікації за тематикою дисертації*

Mazur T., Slyotov M., Mazur M., Slyotov O. Heterolayers of Hexagonal  $\alpha$ -CdTe. Journal of Nano- and Electronic Physics 2022. Vol. 14. №. 5. P. 05029-1 – 05029-5. ISSN:2077-6772 (Scopus).

Рік	2022
Ключові слова	Cadmium telluride, Hexagonal structure, High quantum radiation intensity, Isovalent atoms
DOI	10.21272/jnep.14(5).05029
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85141800726&amp;origin=resultslist">https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85141800726&amp;origin=resultslist</a>

Prokopiv V.V., Mazur T.M., Slyotov M.M., Mazur M.P., Kinzerska O.V., Slyotov O.M. Optical properties of CdTe doped Ca. Physics and Chemistry of Solid State 2020. Vol. 21 № 1. P. 52-56. (Scopus, Web of Science).

Рік	2020
Ключові слова	cadmium telluride, intense photoluminescence, isovalent impurity, optical absorption and reflection
DOI	10.15330/pcss.21.1.52-56
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-">https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-</a>

Slyotov M.M., Slyotov O.M. Preparation and luminescent properties of zinc sulfoselenide thin films. Physics and Chemistry of Solid State. 2019. Vol. 20. №. 4. P. 354-359 (Scopus, Web of Science) (Published: 2019-12-27).

Рік	2019
Ключові слова	energy structure, heterolayers, hexagonal structure, isothermal annealing, isovalent elements, photoluminescence, polarization
DOI	10.15330/pcss.20.4.354-359
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85135555885&amp;origin=resultslis">https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85135555885&amp;origin=resultslis</a>

### **Офіційний опонент**

ПІБ	<b>Федів Володимир Іванович</b>
Місце роботи	Буковинський державний медичний університет
Посада	Завідувач (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Фармацевтичний факультет
Науковий ступінь	Доктор наук, 01.04.10 Фізика напівпровідників і діелектриків
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	-
ORCID	0000-0002-5033-1356

### *Публікації за тематикою дисертації*

Sukhodub L., Fediv V., Kumeda M., Sukhodub L., Kulchynskiy V., Tkachuk I., Cherepanov V., Prylutsky Y. Electrical properties of biodegradable chitosan-calcium phosphate nerve conduits doped with inorganic nanoparticles. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 2023. Vol. 678. No.678 P. 132425 (Scopus, Web of Science) (Q1 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=26589&tip=sid&clean=0>).

Рік	2023
Ключові слова	calcium phosphate, carbon nanoparticles, drug release, electrical conductivity, magnetite, nerve conductor
DOI	10.1016/j.colsurfa.2023.132425
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85172370349&amp;origin=recordpage">https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85172370349&amp;origin=recordpage</a>

Fediv V.I., Mykytiuk O.Yu., Olar O.I., Kulchynskiy V.V., Biryukova T.V., Mykytiuk O.P. The role of

microcalorimetric research in medicine and pharmacy. Journal of Thermoelectricity. 2020. Vol. 2020. № 1. P. 5 - 24 (Scopus).

Рік	2020
Ключові слова	medicine, microcalorimetry, pharmacy, phase transitions, thermodynamics
DOI	-
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85108174942&amp;origin=resultslst">https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85108174942&amp;origin=resultslst</a>

Rudko G.Yu., Vorona I.P., Dzhagan V.M., Raevskay A.E., Stroyuk O.L., Fediv V.I., Kovalchuk A.O., Stehr J.E., Chen W. M., Buyanova I.A. Optically detected magnetic resonance study of relaxation/emission processes in the nanoparticle-polymer composite. Semiconductor Physics, Quantum Electronics and Optoelectronics. 2019. Vol. 22. №. 3. P. 310-318. (Scopus) (Q3 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100911934&tip=sid&clean=0>).

Рік	2019
Ключові слова	CDs nanoparticles, composites, optically detected magnetic resonance, photoluminescence, polymer
DOI	10.15407/spqeo22.03.310
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85074153934&amp;origin=resultslst">https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85074153934&amp;origin=resultslst</a>

### **Офіційний опонент**

ПІБ	<b>Мирончук Галина Леонідівна</b>
Місце роботи	Волинський національний університет імені Лесі Українки
Посада	Директор (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Навчально-науковий фізико-технологічний інститут
Науковий ступінь	Доктор наук, 01.04.10 Фізика напівпровідників і діелектриків
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	-
ORCID	0000-0002-9088-3825

### *Публікації за тематикою дисертації*

Vu T.V., Khyzhun O., Myronchuk G.L., Denysyuk M., Piskach L., Selezhen A.O., Radkowska I., Fedorchuk A.O., Petrovska S.S., Tkach V.A., and Piasecki M. Insights from Experiment and Theory on Peculiarities of the Electronic Structure and Optical Properties of the Tl<sub>2</sub>HgGeSe<sub>4</sub> Crystal. Inorganic Chemistry. 2023, Vol. 62. №. 41. P. 16691-16709 (Scopus) (Q1 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=25264&tip=sid&clean=0>).

Рік	2023
Ключові слова	Ambient conditions, American Chemical Society, Electronic structure and optical properties, Electronic structure, Energy bandgaps, Experimental techniques, Moisture sensitivity, Spectroscopy measurements, Synthesised, Theoretical technique
DOI	10.1021/acs.inorgchem.3c01756
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85174641834&amp;origin=resultslist">https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85174641834&amp;origin=resultslist</a>

Khyzhun O.Y., Vu T.V., Myronchuk G.L., Denysyuk M., Piskach L.V., Selezen A.O., Lavrentyev A.A., Gabrelian B.V., Fedorchuk A.O., Tkach V.A., Petrovska S.S., Piasecki M.. Exploring particular electronic and optical properties of  $Tl_2HgSnSe_4$ , promising chalcogenide for solar photovoltaics and optoelectronics: A complex experimental and theoretical study. *Journal of Alloys and Compounds* 2023. Vol. 952. Art. no. 170093 (Scopus) (Q1 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=12325&tip=sid&clean=0>).

Рік	2023
Ключові слова	Electronic band structure, First-principles computation, Optical constants, Photovoltaic materials, Semiconductors
DOI	10.1016/j.jallcom.2023.170093
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85152252443&amp;origin=resultslist">https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85152252443&amp;origin=resultslist</a>

Rudysh M.Ya., Myronchuk G.L., Fedorchuk A.O., Marchuk O.V., Kordan V.M., Kohan O.P., Myronchuk D.B., Smitiuk O.V. Electronic structure and optical properties of the  $Ag_3SbS_3$  crystal: experimental and DFT studies. *Physical Chemistry Chemical Physics*. 2023. Vol. 25. P. 22900-22912 (Scopus, Web of Science).

Рік	2023
Ключові слова	Antimony compounds, Crystal structure, Density functional theory, Electronic structure, Energy gap, Optical properties, Single crystals
DOI	10.1039/D3CP02333H
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85169180060&amp;origin=resultslist">https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85169180060&amp;origin=resultslist</a>

### Підтвердження

Я підтверджую, що:

- я належним чином уповноважений/а закладом освіти/науковою установою на подання цього повідомлення, і за потреби надам документ, який підтверджує ці повноваження
- усі відомості, викладені у цьому повідомленні, є достовірними

*Документ підписаний електронним підписом*

ЯКУБОВСЬКА НАТАЛІЯ ОЛЕКСІЇВНА

10.04.2024