

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	Луцюк Юрій Віталійович
1.2. Стать здобувача	Чоловіча
1.3. Освітньо-наукова програма, яку завершує здобувач	38608 Фізика та астрономія (104 Фізика та астрономія)
1.4. Дата початку підготовки за ОНП	15.09.2022
1.5. Дата завершення підготовки за ОНП	13.03.2026
1.6. Дата завершення навчання на попередньому освітньому рівні	30.06.2010
1.7. Окремі елементи освітньо-наукової програми забезпечуються іншим закладом вищої освіти/ науковою установою (у тому числі іноземним)	ні

2. Дисертація

2.1. Тема дисертації	Вплив просторових обмежень акустичних фононів на термодинамічні та термоелектричні властивості наноплівки гексагональної структури
2.2. Анотація дисертації	Луцюк Ю.В. Вплив просторових обмежень акустичних фононів на термодинамічні та термоелектричні властивості наноплівки гексагональної структури. □ 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, 2026. Дисертаційна робота присвячена дослідженню трансформації станів гілок акустичних коливань у плоских квазідвовимірних нанорозмірних кристалічних структурах (наноплівках) гексагональної симетрії під час зміни їхньої товщини та впливу таких змін на термодинамічні та термоелектричні властивості цих структур. Основна увага зосереджена на дослідженні впливу просторових обмежень акустичних фононів та зміни температури наноплівки на теплові (теплоємність, теплопровідність, термодифузія), термодинамічні (ентропія, вільна енергія Гельмгольца) та термоелектричні (термоелектрична добротність) характеристик наноплівки різної товщини.

У роботі поєднано підходи теорії пружності, квантової статистики, фізики твердого тіла та комп'ютерного моделювання для побудови цілісної схеми теоретичного аналізу фононних станів у наноплівках. На цій основі розроблено аналітичний підхід до опису дисперсії частот і групових швидкостей акустичних фононів у плоских квазідвовимірних кристалічних структурах (наноплівках) гексагональної симетрії та простежено зміну відповідних характеристик зі зміною геометричних параметрів системи.

У вступі обґрунтовано вибір і актуальність теми дисертаційного дослідження; вказано його зв'язок з тематикою наукових досліджень кафедри, на якій воно здійснювалося; окреслено науковий апарат дослідження – сформульовано його мету та завдання, вказані об'єкт, предмет і використані методи, висвітлено наукове та практичне значення отриманих результатів; подано інформацію про публікації за темою дослідження й особистий внесок здобувача у кожній з них, ступінь апробації результатів, структуру й обсяг дисертації.

У першому розділі систематизовано та узагальнено результати наукових праць, присвячених низьковимірним кристалічним структурам, їх класифікації та способам одержання. Окрему увагу приділено дво- та квазідвовимірним структурам, особливостям їх кристалічної будови та пружних властивостей, а також перспективам застосування у сучасній електроніці й термоелектриці. Наведений також огляд наукових праць, присвячених теоретичному дослідженню питань, дотичних до тих, вивчення яких становить предмет дисертації.

У другому розділі запропоновано методику аналітичного дослідження енергетичного спектра акустичних фононів у наноплівках гексагональної симетрії. Отримано аналітичні співвідношення для опису дисперсії частот і групових швидкостей кожної з гілок спектра акустичних фононів – хвиль зсуву, дилатаційної та флексуральної мод; встановлено характер їх трансформації при зміні товщини плівки. Показано, що із зменшенням товщини наноплівки групові швидкості усіх типів акустичних фононів у ній спадають за нелінійним законом і тим сильніше, чим тонша плівка.

Третій розділ присвячений дослідженню ролі складових спектра акустичних фононів у формуванні теплових і термодинамічних властивостей наноплівок 2H-PbI₂ різної товщини. Досліджено температурні залежності теплоємності, ентропії та вільної енергії таких наноструктур і проаналізовано парціальні внески окремих гілок спектра акустичних фононів у значення кожної з цих величин. Встановлено, що вплив різних поляризацій фононів на термодинамічні характеристики є неоднаковим і суттєво залежить від температури та геометричних параметрів системи. За будь-якого значення товщини наноплівки парціальні внески різних гілок поперечних складових фононного спектра у значення указаних функцій найбільші.

У четвертому розділі досліджено роль складових спектра акустичних фононів у формуванні величин характеристик термічно стимульованих транспортних і термоелектричних процесів наноплівок диїодиду свинцю. Розраховано температурні залежності середніх швидкостей фононів кожної поляризації, коефіцієнтів ґраткової теплопровідності та термодифузії, визначено їх парціальні внески у сумарні значення цих величин, а також

встановлено закономірності їх зміни зі зміною товщини наноплівки. На основі одержаних результатів оцінено термоелектричну добротність та обґрунтовано перспективність ультратонких наноплівок 2H-PbI₂ як термоелектричного матеріалу. Наукова новизна одержаних у роботі результатів полягає в тому, що у ній для моделі вільної плоскої квазидвовимірної кристалічної структури нанорозмірної товщини (наноплівки) гексагональної симетрії вперше: У наближенні пружного континууму отримані закони дисперсії частот і групових швидкостей в аналітичному виді для кожної з гілок спектру акустичних фононів у наноплівці гексагональної симетрії. З'ясовано, що обчислені з їх використанням дисперсійні залежності указаних величин узгоджуються з результатами чисельних розрахунків, отриманих для подібних моделей іншими авторами. Досліджені залежності енергій і групових швидкостей акустичних фононів усіх можливих поляризацій від товщини наноплівки та температури у наноплівках структури вюртциту типу GaN, AlN та 2H-PbI₂. Показано, що залежності цих величин як від довжини хвильового вектора фонона, так і від товщини наноплівки нелінійні. Залежність енергії фонона від товщини наноплівки виявляється найбільш суттєвою у надтонких плівок. Методами квантової статистики досліджено температурні залежності середніх швидкостей фононів кожної з можливих поляризацій у наноплівках типу 2H-PbI₂ різної товщини. Показано, що зміною температури та товщини наноплівок можна суттєво змінювати швидкість поширення фононів shear-поляризації у рази, а фононів SA- та AS-поляризацій – у десятки разів. Температурні зміни швидкостей поширення фононів нелінійні – в області низьких температур (нижче 150, 90 і 50 К для фононів SA-, AS- та shear-поляризації, відповідно) їх значення стрімко зростають при збільшенні температури, а при більш високих її значеннях – практично не залежать від неї. Методами квантової теорії твердого тіла досліджено температурні залежності теплоємності, ентропії, вільної енергії Гельмгольца, коефіцієнтів теплопровідності та термодифузії у наноплівках типу 2H-PbI₂ різної товщини. Показано, що найбільший вплив на термофізичні процеси, контрольовані значеннями теплоємності, ентропії та вільної енергії мають фононні гілки поперечних поляризацій зсуву (sh) та згину (AS), внесок яких у значення вказаних величин приблизно однаковий, а величина внеску фононів поздовжньої – SA-поляризації на порядок менша від внеску фононів кожної з них. На відміну від цього найбільший внесок у величину коефіцієнтів теплопровідності та термодифузії дають поздовжні фонони (SA-поляризація). Здійснено оцінку величини термоелектричної добротності наноплівок PbI₂ різної товщини, на основі чого зроблене припущення про перспективність їх використання для створення термоелектричних пристроїв, призначених для роботи в діапазоні кімнатних і вище температур. Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх використання при конструюванні та визначенні оптимальних умов для роботи електронних пристроїв на основі матеріалів, до складу яких входять плоскі шари 2H-PbI₂ нанометрової товщини; вони також дають змогу прогнозувати зміни властивостей інших подібних структур при зміні їхніх розмірів та температури.

2.3. Ключові слова дисертації

фонон, енергетичний спектр, хвильова функція, термоелектричні матеріали, напівпровідники, наноструктури, теплопровідність,

	термоелектрична добротність (потужність), термоелектричні властивості, тонкі плівки, коефіцієнт Зеєбека, теплоємність, вільна енергія, ентропія, перенесення тепла
2.4. Посилання, за яким розміщено текст дисертації на сайті ЗВО	https://archer.chnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/14341

2.7. Публікації здобувача, зараховані за темою дисертації

Луцьок Ю. Температурні залежності усереднених групових швидкостей акустичних фононів у плоских наноплівках дийодиду свинцю. Фізика та освітні технології. 2024. № 2С. 4046.

Рік	2024
Ключові слова	наноструктура, наноплівка, дийодид свинцю, фонон
DOI	10.32782/pet-2024-2-6
ISSN	–
Одноосібне авторство	так
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://journals.vnu.volyn.ua/index.php/physics/article/view/2063/1942

Lutsiuk Yu., Kramar V. Analytical calculation of frequency spectrum and group velocities of acoustic phonons in quasi-two-dimensional nanostructures. Journal of Nano- and Electronic Physics. 2020. Vol. 12, No 5. P. 05033 (Scopus).

Рік	2020
Ключові слова	Acoustic phonons, Frequency spectrum, Group velocity, Nanofilm, Nanostructure
DOI	10.21272/jnep.12(5).05033
ISSN	–
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/pages/publications/85096543109

Lutsiuk Yu., Kramar V., Petryk I. Frequency spectrum and group velocities of acoustic phonons in PbI₂ nanofilms. Physics and Chemistry of Solid State. 2022. Vol. 23, No 3P. 478-483 (Scopus).

Рік	2022
Ключові слова	frequency, group velocity, nanofilm, nanostructure, phonon, spectrum
DOI	10.15330/pcss.23.3.478-483
ISSN	–
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/pages/publications/85141297853

Lutsiuk Yu., Kramar V., Konstantynovych I., Voitsekhivska O. Effect of acoustic phonons on thermoelectric properties of lead iodide nanofilms. Journal of Thermoelectricity. 2025. No 2. P. 5–16 (Scopus).

Рік	2025
Ключові слова	lead iodide, nanostructure, phonon, spectrum of frequencies and group velocities, thermal conductivity, thermoelectric figure of merit, thermoelectric materials
DOI	10.63527/1607-8829-2025-2-5-16
ISSN	1607-8829
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/pages/publications/105009501083

Lutsiuk Yu., Kramar V., Konstantynovych I. Role of acoustic phonons in the formation of thermophysical properties of PbI₂ nanofilms. Journal of Thermoelectricity. 2025. No 3. P. 5–16 (Scopus).

Рік	2025
Ключові слова	acoustic phonons, entropy, free energy, heat capacity, lead diiodide, nanofilm, nanostructures, thermal diffusion, thermophysical properties
DOI	10.63527/1607-8829-2025-3-5-17
ISSN	1607-8829
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/pages/publications/105018624687

Derevyanchuk A., Lutsiuk Yu., Kramar V. An analytical method for investigations of acoustic phonon spectra in semiconductor ultra-thin flat films. Proceedings of SPIE. Fourteenth International Conference on Correlation Optics. 2020. Vol. 11369. P. 113691D (Scopus).

Рік	2020
Ключові слова	Acoustic phonons, Dispersion, Energy spectra, Nanosystem
DOI	10.1117/12.2553960
ISSN	0277-786X
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/pages/publications/85081133053

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 27.04.2026

4.2. Дата наказу про введення у дію рішення Вченої ради про утворення разової ради 27.04.2026

Голова разової ради

ПІБ	Маханець Олександр Михайлович
Місце роботи	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Посада	професор (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук
Науковий ступінь	Доктор наук, 01.04.10 Фізика напівпровідників і діелектриків
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	–
ORCID	0000-0003-4598-2039

Публікації за тематикою дисертації

Hnidko I., Makhanets O. Features of renormalization of the electron spectrum by confined phonons in a semiconductor quantum dot–quantum ring nanostructure. Journal of Thermoelectricity. 2024. No 1–2. P. 9–19 (Scopus).

Рік	2024
Ключові слова	electron, energy spectrum, phonon, quantum dot, quantum ring, thermoelectric material
DOI	10.63527/1607-8829-2024-1-2-9-22
ISSN	1607-8829
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/pages/publications/105002752925?origin=resultslist

Hnidko I., Makhanets O., Gutsul V., Koziarskyi I. Impurity effect on the spectral parameters of an electron in a quantum dot–quantum ring semiconductor nanostructure. Molecular Crystals and Liquid Crystals. 2023. Vol. 752, No 1. P. 42–50 (Scopus, Web of Science).

Рік	2023
Ключові слова	donor impurity, electron energy, oscillator strengths, quantum dot, quantum ring, Semiconductor nanostructure
DOI	10.1080/15421406.2022.2091271
ISSN	1542-1406
Одноосібне авторство	ні

Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/pages/publications/85135774079?origin=resultslist
Hnidko I., Gutsul V., Koziarskyi I., Makhanets O. The exciton spectrum of the cylindrical quantum dot–quantum ring semiconductor nanostructure in an electric field. <i>Physics and Chemistry of Solid State</i> . 2022. Vol. 23, No 4. P. 793–800 (Scopus, Web of Science).	
Рік	2022
Ключові слова	Electric field, Energy spectrum, Exciton, Intensity, Nanoring, Quantum Dot
DOI	10.15330/pcss.23.4.793-800
ISSN	–
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/pages/publications/85145591943?origin=resultslist

Рецензент

ПІБ	Головацький Володимир Анатолійович
Місце роботи	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Посада	професор (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук
Науковий ступінь	Доктор наук, 01.04.02 Теоретична фізика
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	–
ORCID	0000-0002-5573-2562

Публікації за тематикою дисертації

Yarema V., Holovatsky V., Holovatska N. Electric field effect on the anisotropic optical properties of elliptical nanotubes. *Philosophical Magazine*. 2025. Vol. 105, No 22. P. 1555–1565 (Scopus, Q3 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=15300154849&tip=sid&clean=0>).

Рік	2025
Ключові слова	electric field, Elliptical nanotubes, finite element method, oscillator strengths, quantum transitions, selection rules
DOI	10.1080/14786435.2025.2514233
ISSN	1478-6435
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні

Посилання	https://www.scopus.com/pages/publications/105007465405?origin=resultslist
Головацький В., Головацький І., Гончарук С. Вплив магнітного поля на оптичні властивості квантових точок типу II (ефект Ааронова – Бома). Фізика та освітні технології. 2023. № 3. С. 19–30.	
Рік	2023
Ключові слова	квантові точки, гетероперехід типу II, магнітне поле, енергетичний спектр квазічастинок, сила осцилятора квантових переходів, осциляції основного стану, ефект Ааронова – Бома
DOI	10.32782/pet-2023-3-3
ISSN	–
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	http://journals.vnu.volyn.ua/index.php/physics/article/view/1468/1367

Holovatsky V., Chubrei M., Yurchenko O. Impurity photoionization cross-section and intersubband optical absorption coefficient in multilayer spherical quantum dots. Physics and Chemistry of Solid State. 2021. Vol. 22, No. 4. P. 630–637 (Scopus) (Published 2021-11-10).

Рік	2021
Ключові слова	Donor impurity, Impurity binding energy, Impurity photoionization cross section, Multilayer quantum dot, Optical absorption coefficient
DOI	10.15330/pcss.22.4.630-637
ISSN	–
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/pages/publications/85122076572?origin=resultslist

Рецензент

ПІБ	Козярський Іван Петрович
Місце роботи	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Посада	доцент (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук
Науковий ступінь	Кандидат наук, 01.04.10 Фізика напівпровідників і діелектриків
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	26.10.2012
ORCID	0000-0002-4984-4349

Публікації за тематикою дисертації

Kukurudziak M., Koziarskyi D., Koziarskyi I., Maistruk E., Ilashchuck M., Kysil D. Electrical, optical, and

structural properties of silicon nanowire structures. East European Journal of Physics. 2025. No 3. P. 336–342 (Scopus, Q3 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21101018929&tip=sid&clean=0>).

Рік	2025
Ключові слова	doping, Electrical conductivity, Electromagnetic field sensor, Ion implantation, Reflection, SEM, Semiconductors, Sensors, Structural defects, Thin film
DOI	10.26565/2312-4334-2025-3-32
ISSN	–
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/pages/publications/105016380555?origin=resultslist

Orletskyi I., Ilashchuk M., Solovan M., Maistruk E., Koziarskyi I., Koziarskyi D., Mostovyi A., Ulyanytskiy K. Photosensitive Schottky diodes based on nanostructured thin films of graphitized carbon formed on CdTe and ZnTe crystalline substrates. Semiconductor Science and Technology. 2022. Vol. 37, No 6. P. 065027. (Scopus, Q3 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=27191&tip=sid&clean=0>).

Рік	2022
Ключові слова	current transfer, energy diagram, graphite, Schottky diodes
DOI	10.1088/1361-6641/ac6add
ISSN	0268-1242
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/pages/publications/85130492276?origin=resultslist

Hnidko I., Gutsul V., Koziarskyi I., Makhanets O. Influence of electric field on electronic optical quantum transitions in a quantum dot–quantum ring semiconductor nanostructure. Proceedings of SPIE. Fifteenth International Conference on Correlation Optics. 2021. Vol. 121260. P. 121260Y (Scopus, Web of Science) (published 20-12-2021).

Рік	2021
Ключові слова	Electric field, Electron, Energy spectrum, Oscillator strength, Quantum dot, Quantum ring
DOI	10.1117/12.2615553
ISSN	0277-786X
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/pages/publications/85124707473?origin=resultslist

Офіційний опонент

ПІБ	Никируй Любомир Іванович
Місце роботи	Карпатський національний університет імені Василя Стефаника
Посада	Завідувач кафедри, професор (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Фізико-технічний факультет
Науковий ступінь	Кандидат наук, 01.04.10 Фізика напівпровідників і діелектриків
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	09.06.2004
ORCID	0000-0002-3754-0348

Публікації за тематикою дисертації

Voznyak O., Horichok I., Nykyruy L. Model for calculating thermoelectric properties of nanostructured material. Physics and Chemistry of Solid State. 2025. Vol. 26, No. 2. P. 426–435 (Scopus).

Рік	2025
Ключові слова	model of nanostructured material, power factor, quantum tunneling mechanism of thermoelectric phenomena, Seebeck coefficient
DOI	10.15330/pcss.26.2.426-435
ISSN	–
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/pages/publications/105011033727?origin=resultslist

Saliy Y., Nykyruy L., Cempura G., Soroka O., Parashchuk T., Horichok I. Periodic nanostructures induced by point defects in Pb_{1-x}Sn_xTe. Physics and Chemistry of Solid State. 2023. Vol. 24, No. 1. P. 70–76 (Scopus).

Рік	2023
Ключові слова	Nanostructures, PbSnTe, point defects
DOI	10.15330/pcss.24.1.70-76
ISSN	–
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/pages/publications/85154031582?origin=resultslist

Lichuk H., Nykyruy L., Kashuba A., Semkiv I., Solovyov M., Naidych B., Kordan V., Deva L., Karkulovska M., Petrus R. Electron, phonon, optical and thermodynamic properties of CdTe crystal calculated by DFT. Physics and Chemistry of Solid State. 2022. Vol. 23, No 2. P. 261–269 (Scopus).

Рік	2022
Ключові слова	band structure, density functional theory, optical functions, thermodynamic properties

DOI	10.15330/pcss.23.2.261-269
ISSN	–
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/pages/publications/85135245312?origin=resultslist

Офіційний опонент

ПІБ	Новосад Олексій Володимирович
Місце роботи	Волинський національний університет імені Лесі Українки
Посада	Доцент (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Навчально-науковий фізико-технологічний інститут
Науковий ступінь	Кандидат наук, 01.04.10 Фізика напівпровідників і діелектриків
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	13.12.2016
ORCID	0000-0002-9433-7776

Публікації за тематикою дисертації

Новосад О., Шигорін О., Беллаґра Х. К., Піскач Л., Гомілко В. Термоелектричні та оптичні властивості кристалів твердих розчинів по перерізу Pb₄Ga₄GeSe₁₂-Pb₄Ga₄GeS₁₂. Фізика та освітні технології. 2025. № 1. С. 108–113.

Рік	2025
Ключові слова	напівпровідники, кристали, коефіцієнт Зеєбека, оптичне поглинання, ширина забороненої зони
DOI	10.32782/pet-2025-1-14
ISSN	–
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	http://journals.vnu.volyn.ua/index.php/physics/article/view/2410/2272

Новосад О. Теплопровідність та термоелектрична добротність твердих розчинів CuIn₅S₈-CdIn₂S₄. Фізика та освітні технології. 2023. № 2. С. 30–35.

Рік	2023
Ключові слова	напівпровідники, тверді розчини, коефіцієнт теплопровідності, термоелектрична добротність
DOI	10.32782/pet-2023-2-4
ISSN	–
Одноосібне авторство	так
Містить державну	ні

таємницю / службову
інформацію

Посилання <http://journals.vnu.volyn.ua/index.php/physics/article/view/1320/1226>

Новосад О., Шигорін П., Венгрин Б., Божко В., Шигорін О. Електричні та термоелектричні властивості твердих розчинів CuIn₅S₈–CdIn₂S₄. Фізика та освітні технології. 2022. № 1. С. 56–61.

Рік 2022

Ключові слова тверді розчини, електропровідність, коефіцієнт Зеєбека, термоелектрична потужність

DOI 10.32782/pet-2022-1-7

ISSN –

Одноосібне авторство ні

Містить державну
таємницю / службову
інформацію ні

Посилання <http://journals.vnu.volyn.ua/index.php/physics/article/view/739/680>

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

27.04.2026