

Рішення
разової спеціалізованої вченої ради PhD 13264
про присудження ступеня доктора філософії

Здобувач ступеня доктора філософії Микола Короп, 1996 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2018 році Чернівецький торгівельно-економічний інститут Київського національного торгівельно-економічного університету за спеціальністю «Економіка», працює молодшим науковим співробітником науково-дослідної частини в Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича, є аспірантом Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича виконав акредитовану освітньо-наукову програму 38609 «Прикладна фізика та наноматеріали» (сертифікат №19701).

Разова спеціалізована вчена рада PhD 13264, утворена наказом Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича Міністерства освіти і науки України, м. Чернівці, від «27» квітня 2026 року № 152, у складі:

Голови разової
спеціалізованої вченої ради –

Віталія Дейбука, доктора фізико-математичних наук (01.04.10 – «Фізика напівпровідників і діелектриків», професора, професора кафедри комп'ютерних систем та мереж навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Рецензентів –

Юрія Ушенка, доктора фізико-математичних наук (01.04.05 – «Оптика, лазерна фізика», професора, завідувача кафедри комп'ютерних наук навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Ореста Маника, кандидата фізико-математичних наук (01.04.10 – «Фізика напівпровідників і діелектриків», доцента, доцента кафедри термоелектрики та медичної фізики навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Офіційних опонентів –

Андрія Снарського, доктора фізико-математичних наук (01.04.02 – «Теоретична фізика», професора, професора кафедри загальної фізики фізико-математичного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Любомира Никируя, кандидата фізико-математичних наук (01.04.10 – «Фізика напівпровідників і діелектриків», професора, завідувача кафедри фізики та астрономії фізико-технічного факультету Карпатського національного університету імені Василя Стефаника.

на засіданні «17» червня 2026 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 10 – Природничі науки Миколі Коропу на підставі публічного захисту дисертації «Використання методів штучного інтелекту та машинного навчання для

автоматизації досліджень екструдованих термоелектричних матеріалів на основі Bi-Te» за спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали».

Дисертацію виконано у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича Міністерства освіти і науки України, м. Чернівці.

Науковий керівник Андрій Прибила, кандидат фізико-математичних наук, асистент кафедри термоелектрики та медичної фізики навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису українською мовою. Дисертація Миколи Коропа на тему «Використання методів штучного інтелекту та машинного навчання для автоматизації досліджень екструдованих термоелектричних матеріалів на основі Bi-Te», що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали», є самостійним завершеним дослідженням, має наукову новизну, практичну значущість і відповідає вимогам Наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» (зі змінами, внесеними згідно з Наказом МОН України від 31.05.2019 р. № 579) та «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (зі змінами, внесеними згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 341 від 21.03.2022 р., № 502 від 19.05.2023 р., № 507 від 03.03.2024 р.).

Здобувач має 12 наукових публікацій за темою дисертації, з них 8 праць у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у наукометричних базах даних Scopus та 4 праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації.

1. Korop M. Machine learning in thermoelectric materials science. *Journal of Thermoelectricity*. 2023. Vol. 1. P. 44–54. (Scopus).
2. Anatychuk L., Korop M. Application of machine learning to predict the properties of Bi₂Te₃ based thermoelectric materials. *Journal of Thermoelectricity*. 2023. Vol. 2. P. 59–71. (Scopus).
3. Anatychuk L., Prybyla A., Korop M., Kiziuk Y., Konstantynovych I. Thermoelectric power sources using lowgrade heat: Part 1. *Journal of Thermoelectricity*. 2024. Vol. 1-2. P. 90–96. (Scopus).
4. Anatychuk L., Prybyla A., Korop M., Kiziuk Y., Konstantynovych I. Thermoelectric power sources using lowgrade heat: Part 2. *Journal of Thermoelectricity*. 2024. Vol. 3. P. 36–43. (Scopus).
5. Anatychuk L., Prybyla A., Korop M., Kiziuk Y., Konstantynovych I. Thermoelectric power sources using lowgrade heat: Part 3. *Journal of Thermoelectricity*. 2024. Vol. 4. P. 61–68. (Scopus).
6. Prybyla A., Korop M. Application of LLM to Search and Systematize the Properties of Thermoelectric Materials in Scientific Literature. *Journal of Thermoelectricity*. 2025. Vol. 1. P. 16–25. (Scopus).
7. Korop M., Prybyla A., Lysko V., Pylypko V., Khalavka Y. Computer Vision as a Tool for Correlation Analysis of Images of the Microstructure of Bi-Te-based Thermoelectric Materials. *Journal of Thermoelectricity*. 2025. Vol. 4. P. 64–75. (Scopus).
8. Korop M., Prybyla A., Lysko V. Optimization of spiral anisotropic thermoelectric sensors using machine learning algorithms. *Proceedings of SPIE - the International Society for Optical Engineering. Seventeenth International Conference on Correlation Optics*. 2025. Vol. 13813. P. 138133A. (Scopus).

У дискусії взяли участь голова, рецензенти, офіційні опоненти та висловили зауваження:

Голова спеціалізованої вченої ради Віталій Дейбук, доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри комп'ютерних систем та мереж навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

1. Оскільки центровим пунктом Вашої роботи є створення такого програмного продукту, який дозволяє прогнозувати, оптимізувати та в результаті повернути

матеріал залежно від вхідних умов, оскільки це складний програмний продукт він вимагає обов'язкового тестування, яким чином відбувалось необхідне тестування? Які результати такого тестування?

2. Де і як можна побачити розроблену програму та спробувати скористатися?

Опонент Андрій Снарський, доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри загальної фізики фізико-математичного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Зауваження:

1. Запропонована система автоматизованого збору даних на базі MatSciBERT навчена на анотованому наборі з 6000 фрагментів і досягає $F1 = 0,82$ для NER та $F1 = 0,84$ для RE. Викликає зацікавленість питання узагальнюваності цієї моделі: наскільки збережеться зазначена точність при її перенесенні на споріднені, але інші системи термоелектричних матеріалів (наприклад, PbTe, SnSe, CoSb₃-скутерудити)?
2. Алгоритм зворотного проектування реалізовано як градієнтний спуск у просторі латентних представлень мультимодальної моделі з обмеженнями на фізичне існування складу. Проте у роботі недостатньо висвітлено питання потрапляння алгоритму в локальні мінімуми та чутливості рішення до точки ініціалізації. Доцільно було б навести порівняння з альтернативними стратегіями оптимізації та статистику відтворюваності рекомендованих складів при багаторазовому запуску.
3. Оцінка невизначеності прогнозу здійснюється через ансамбль моделей, однак у тексті бракує даних щодо калібрування цих довірчих інтервалів. Зокрема, цікаво було б побачити калібрувальні діаграми для прогнозованих значень ZT , S , σ та κ , що дозволило б оцінити, наскільки заявлені рівні надійності відповідають фактичній частоті влучення експериментальних значень у відповідні інтервали.
4. В експериментальній частині автор використовує атомно-силову мікроскопію (контактний режим, область сканування до 46×46 мкм²) та оптичну металографію темного поля. Доцільно було б уточнити, як обрана область сканування АСМ корелює з характерним розміром зерна екструдованих зразків і чи є вибірка достатньо репрезентативною для статистично надійного оцінення параметрів `grain_size_mean` та `boundary_density`, особливо з урахуванням можливої анізотропії структури вздовж та поперек осі екструзії.
5. При описі практичного застосування системи розглянуто три типи термоелектричних пристроїв (генераторні, охолоджувальні модулі Пельтьє та сенсори). Водночас у роботі майже не розкрито питання сумісності прогнозованих складів із технологічними обмеженнями реального виробництва (доступність легуючих компонентів, стабільність фази при тривалій експлуатації, термомеханічна сумісність із електродами). Інтегрування таких обмежень безпосередньо у функцію втрат алгоритму зворотного проектування могло б суттєво підвищити прикладну цінність отриманих рекомендацій.
6. У роботі трапляються поодинокі стилістичні неточності та технічні описки (зокрема, у тексті розділу 3 – фрагмент «...для аналізу мікроструктури `nthvjtcrn...`», що, очевидно, є результатом 11 помилкової розкладки), а також у окремих місцях спостерігається змішування англomовних термінів із їхніми українськими відповідниками. Зазначені неточності мають суто технічний характер та не зменшують наукової цінності отриманих результатів.

Опонент Любомир Никируй, кандидат фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри фізики та астрономії фізико-технічного факультету Карпатського національного університету імені Василя Стефаника. Зауваження:

1. У роботі значну увагу приділено методам комп'ютерного аналізу мікроструктури та прогнозуванню термоелектричних властивостей, однак експериментальна частина, пов'язана з підтвердженням отриманих закономірностей, представлена дещо обмежено. Зокрема, для результатів аналізу мікроструктури та прогнозування параметра ZT доцільно було б навести ширше порівняння результатів моделювання із незалежними експериментальними вимірюваннями для серії зразків, отриманих при різних режимах екструзії. Це дозволило б більш переконливо підтвердити практичну достовірність та здатність запропонованих моделей узагальнювати експериментальні набори даних.
2. У дисертаційній роботі реалізовано комплексний програмний підхід для дослідження матеріалів системи $Bi-Te$, однак практична апробація алгоритмів переважно обмежена саме цим класом термоелектричних матеріалів. Для підтвердження універсальності запропонованої методології доцільним було б продемонструвати можливість її адаптації до інших типів функціональних матеріалів або хоча б провести порівняльний тест на обмеженому наборі даних іншої матеріальної системи.
3. У розділі, присвяченому автоматизованому вилученню даних із наукових публікацій за допомогою MatSciBERT, описано архітектуру NLP-системи та загальні принципи побудови knowledge graph, однак недостатньо висвітлено процедуру валідації коректності автоматично витягнутих параметрів. Зокрема, доцільно було б навести статистичну оцінку похибок розпізнавання сутностей та зв'язків або приклади типових помилок моделі при обробці наукових текстів.
4. У підрозділах 2.4.2.1-2.4.2.5 наведено результати COMSOL-моделювання процесу гарячої екструзії Bi_2Te_3 при різних температурах і швидкостях деформації, однак вибір окремих параметрів матеріальної моделі (наприклад, коефіцієнта повзучості $A = 0,01 \text{ c}^{-1}$, показника $n = 4$ та коефіцієнта теплопередачі $h = 102 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$) наведено без достатнього обґрунтування їх фізичного походження чи посилання на експериментальні джерела. Було б доцільно додатково проаналізувати чутливість результатів моделювання до варіації цих параметрів.
5. У п. 3.1 вказано, що «Мікроструктура термоелектричних матеріалів охоплює розмір зерен, густину меж зерен, наявність дислокацій, нанопреципітатів вторинних фаз та пористість...», однак, у роботі не зустрічається опис того, як саме геометричні параметри цих об'єктів впливають на ефективність термоелектричного матеріалу та які існують фізичні інтерпретації таких впливів.
6. Деколи зустрічаються у описки чи неточності. Напр., п. 3.1, стор. 111, 3-й рядок зверху - вказано слово «nthvjtktrn» (вочевидь, це помилка набору); у кількох місцях є повтори конструкцій: «доцільно було б». Краще б їх частково замінити іншими схожими за змістом вразами.

Рецензент Юрій Ушенко, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерних наук навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.
Зауваження:

1. Алгоритм зворотного проектування прогнозує потенційно досяжне значення добротності $ZT \approx 1,15$, що у 1,32 рази перевищує експериментальний максимум. Це результат високого практичного інтересу, проте він залишається модельним прогнозом. Доцільним було б навести експериментальне підтвердження хоча б для одного синтезованого складу, рекомендованого системою, що остаточно підтвердило б прогностичну спроможність розробленого підходу.

2. Моделі розпізнавання сутностей та семантичної сегментації навчалися і тестувалися на порівняно невеликих тестових вибірках (зокрема 600 текстових фрагментів та 50 мікроструктурних зображень). Бажано було б детальніше обговорити питання узагальнювальної здатності моделей та ризику перенавчання, а також перспективи розширення навчальних наборів.
3. У роботі описано модуль генеративної аугментації мікроструктурних зображень на основі CycleGAN, проте зазначено, що ця функціональність потребує подальшої валідації. Доцільно було б навести кількісну оцінку впливу синтетичних даних на точність моделей сегментації та прогнозування.
4. Цільова функція мультимодальної моделі та алгоритми багатокритеріальної оптимізації використовують декілька вагових коефіцієнтів. У тексті недостатньо детально обґрунтовано процедуру вибору цих коефіцієнтів; було б корисно навести аналіз чутливості результатів до зміни їх значень.
5. У тексті дисертації зустрічаються поодинокі стилістичні неточності та поєднання англійських і українських позначень параметрів у деяких таблицях і рисунках, що, втім, не впливає на змістовну цілісність роботи та сприйняття наукових результатів.

Рецензент Орест Маник, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри термоелектрики та медичної фізики навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.
Зауваження:

1. У системі автоматизованого збору даних із літератури передбачено нормалізацію та перевірку фізичної правдоподібності значень. Водночас доцільно було б докладніше описати механізм оцінювання надійності окремих літературних записів: врахування методики вимірювання, типу зразка, температурного режиму, дублювання даних у кількох публікаціях та можливих систематичних похибок. Такий модуль «довіри до даних» міг би підвищити стійкість прогностичних моделей до неоднорідності джерел.
2. Мультимодальна модель прогнозування демонструє хорошу точність для обраної постановки задачі. Разом з тим для практичного проектування генераторів і охолоджувальних модулів важливо прогнозувати не лише значення властивостей за фіксованих умов, а й температурні залежності $S(T)$, $\sigma(T)$, $\kappa(T)$ та $ZT(T)$. У подальших дослідженнях доцільно розглянути введення температури як явної вхідної ознаки або побудову моделей, що прогнозують повні функціональні криві.
3. У роботі успішно застосовано АСМ та оптичну металографію для кількісного опису мікроструктури. Водночас матеріали на основі Bi-Te є суттєво анізотропними, тому для повнішого фізичного трактування результатів корисним було б залучити інформацію про кристалографічну текстуру, наприклад за даними рентгеноструктурного аналізу. Це дозволило б безпосередніше пов'язати параметри екструзії з орієнтацією зерен і анізотропією властивостей.
4. Запропонована концепція інтелектуального управління процесом екструзії є перспективною, однак у роботі бажано було б детальніше окреслити протокол роботи такої системи: частоту оновлення даних, критерії зупинки або зміни режиму, обмеження безпеки, а також правила перенавчання моделі після надходження нових експериментальних результатів.
5. З огляду на значний програмний компонент дисертації, доцільно було б розширити опис питань відтворюваності: фіксуванню версій навчальних наборів, збереження випадкового розбиття на навчальні та тестові вибірки, документування ваг моделей, а також підготовки короткої інструкції користувача.

На дисертацію Коропа М. М. надійшло п'ять звернень. Вони позитивні та підкреслюють актуальність і значущість проведеного дослідження, хоча містять окремі зауваження та рекомендації щодо перспектив подальших досліджень:

Перше звернення від Лиська Валентина Валерійовича – кандидата фізико-математичних наук, виконувача обов'язків директора Інституту термоелектрики НАН України та МОН України.

У своєму зверненні Лисько В. наголосив на актуальності та прикладному значенні роботи, оскільки розвиток термоелектричних перетворювачів енергії безпосередньо залежить від здатності швидко знаходити оптимальний матеріал, що поєднує високу ефективність із низькою вартістю. Суттєвою перевагою визнано комплексний розгляд задачі як єдиного дослідницького циклу від аналізу наукової літератури до прогнозування властивостей і зворотного проектування матеріалу, що якісно відрізняє роботу від досліджень, де машинне навчання застосовується лише як допоміжний інструмент. Окремо підкреслено чітко виражену новизну запропонованого підходу кількісного аналізу мікроструктури поверхні з поєднанням атомно-силової мікроскопії та оптичної металографії, а також побудову багатфакторної моделі прогнозування. Цінним визнано увагу автора до фізичної обґрунтованості результатів: прогнозування не зводиться до формального використання нейронних мереж, а узгоджується з реальною роллю мікроструктури, дефектів, складу й технологічного режиму та з відомими механізмами переносу тепла і заряду. Практичну цінність підтверджено тим, що результати вже використовуються під час виконання науково-дослідних робіт в Інституті термоелектрики НАН України та МОН України. Як побажання відзначено доцільність ширше висвітлити перспективи подальшого масштабування програмного комплексу та його інтеграції з міжнародними матеріалознавчими базами даних, що жодним чином не зменшує наукової новизни та практичної значущості роботи.

Друге звернення від Вихор Людмили Миколаївни – доктора фізико-математичних наук, провідного наукового співробітника Інституту термоелектрики НАН України та МОН України. У зверненні роботу оцінено як приклад вдалого застосування сучасних методів штучного інтелекту у прикладній фізиці, цінність якого полягає не лише у використанні окремих алгоритмів машинного навчання, а у створенні цілісної інформаційної технології, здатної працювати з різномірними джерелами даних – текстами науковими статтями, таблицями, графіками, мікроструктурними зображеннями та числовими параметрами синтезу. Окремо відзначено розробку системи автоматизованого збору даних із наукової літератури, у якій адаптація мовної моделі до предметної області матеріалознавства суттєво підвищує якість розпізнавання термоелектричних сутностей для наповнення структурованої бази даних. Високо оцінено те, що автор працює з реальними проблемами наукових даних їхньою фрагментарністю, різними форматами подання, неоднорідністю одиниць вимірювання та неповнотою опису умов експерименту, пропонуючи не тільки алгоритмічне вилучення інформації, а й її нормалізацію та валідацію. Підкреслено мультимодальний характер запропонованої архітектури, що поєднує комп'ютерний зір для аналізу мікроструктури, числові ознаки хімічного складу й параметрів екструзії та механізми узгодження латентних представлень. Загальний висновок відгуку є цілковито позитивним: дослідженню надається важливе методологічне значення, оскільки воно демонструє інтеграцію інструментів штучного інтелекту у фізичний експеримент і матеріалознавче моделювання без втрати предметного змісту.

Третє звернення від Боледзюка Володимира Богдановича – кандидата фізико-математичних наук, виконувача обов'язків керівника Чернівецького відділення Інституту проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України. У зверненні зазначено, що робота становить значний інтерес для фахівців у галузі термоелектричного матеріалознавства, оскільки спрямована на підвищення ефективності та оптимізацію екструдованих матеріалів на основі Bi-Te. Сильною стороною роботи визнано побудову зв'язку між технологічним процесом гарячої екструзії та подальшим прогнозуванням термоелектричних характеристик:

автор виконав комп'ютерне моделювання процесу екструзії у середовищі COMSOL Multiphysics, проаналізував вплив температури та швидкості деформації на силу екструзії й напружений стан матеріалу і сформулював практично корисні рекомендації щодо режимів обробки. Серед переваг окремо виділено врахування одночасного впливу мікроструктури, хімічного складу та параметрів екструзії, застосування семантичної сегментації мікроструктурних зображень для автоматичного виділення структурних компонентів, прогнозування ключових параметрів на основі мультимодальної моделі та підтвердження фізичної інтерпретованості моделей. Важливим практичним наслідком названо можливість мінімізувати кількість експериментальних спроб під час пошуку матеріалу із заданими властивостями. Як побажання на майбутнє запропоновано розширення дослідження на ширший ряд матеріалів і порівняння довготривалої стабільності зразків, отриманих за різними режимами, що, однак, є перспективою розвитку, а не недоліком виконаної роботи.

Четверте звернення від Вінничука Ігоря – інженера-програміста, представника Центру розвитку талантів компанії SoftServe. У відгуку дисертацію оцінено як цілісну та зрілу наукову роботу, у якій сучасні цифрові методи застосовано для розв'язання конкретної фізико-матеріалознавчої задачі, а тему визнано актуальною з огляду на ресурсомісткість традиційних підходів і наявність великих, часто недостатньо використаних масивів наукових даних. Перевагою роботи названо її міждисциплінарність – послідовне поєднання прикладної фізики, термоелектричного матеріалознавства, комп'ютерного моделювання, обробки природної мови, комп'ютерного зору й машинного навчання, що працюють на спільну мету автоматизації дослідження. До найсильніших сторін віднесено не лише новизну окремих алгоритмів, а й завершеність усього рішення: створений програмний комплекс охоплює збір даних, їхню структурування, моделювання, прогнозування та зворотне проектування, що робить результатом роботи не тільки набір висновків, а й інструмент для подальших досліджень. Позитивно оцінено апробацію результатів у фахових виданнях, матеріалах конференцій та практичному використанні. Як окремі зауваження відзначено поодинокі стилістичні неточності, різний рівень деталізації програмних модулів та певну перевантаженість окремих фрагментів технічними подробицями, що не впливає на основні результати й наукову цінність дослідження.

П'яте звернення від Сидора Олега – кандидата фізико-математичних наук, заступника директора з виробництва АТ «Центральне конструкторське бюро Ритм». У зверненні підкреслено практичне спрямування роботи та її корисність для установ і підприємств, що займаються розробкою термоелектричних матеріалів і пристроїв, з огляду на здатність запропонованих технологій скорочувати час переходу від лабораторного експерименту до обґрунтованого технологічного рішення. Відзначено, що автор запропонував підхід, який дозволяє накопичувати дані з наукових публікацій, аналізувати мікроструктуру матеріалів, прогнозувати їхні властивості та рекомендувати оптимальні параметри синтезу, створюючи підґрунтя для заміни тривалого перебору складів і режимів цілеспрямованим пошуком. Окремо наголошено на значенні роботи для дослідно-конструкторських робіт – попереднього відбору перспективних складів, порівняння технологічних режимів, планування експериментів та аналізу причин відхилення властивостей зразків від очікуваних значень. Достатнім визнано рівень апробації, а також високий рівень самостійності здобувача, що охоплює фізичне моделювання, програмну реалізацію, машинне навчання та інтерпретацію результатів. Як побажання на майбутнє зазначено доцільність доповнити роботу економічною оцінкою ефекту від скорочення експериментального циклу та порівнянням із традиційними методами технологічної оптимізації, при цьому зауваження мають виключно рекомендаційний характер і не знижують значущості вже отриманих результатів.

Результати відкритого голосування:

«За» – 5 (п'ять) членів ради,

«Проти» – 0 (нуль) членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада PhD 13264 присуджує

Коропу Миколі Миколайовичу ступінь доктора філософії з галузі знань 10 – Природничі науки за спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали».

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої вченої ради
PhD 13264,

доктор фізико-математичних наук,
професор, професор кафедри

комп'ютерних систем та мереж

Навчально-наукового інституту фізико-

технічних та комп'ютерних наук

Чернівецького національного університету

імені Юрія Федьковича



Віталій ДЕЙБУК