



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА**

вул. М. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, 58002, тел. (0372) 584811, факс (0372) 552914,
E-mail: rector@chnu.edu.ua, код ЄДРПОУ 02071240

Від 03.06.2026 №19/19-2395-26

На № _____ від _____

**Рішення
разової спеціалізованої вченої ради PhD 12796
про присудження ступеня доктора філософії**

Здобувач ступеня доктора філософії Юрій Герман, 1998 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2021 році Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича за спеціальністю «Кібербезпека», працює молодшим науковим співробітником науково-дослідної частини Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, Міністерства освіти і науки України, м. Чернівці, виконав акредитовану освітньо-наукову програму «Телекомунікації та радіотехніка».

Разова спеціалізована вчена рада, утворена наказом Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, Міністерства освіти і науки України, м. Чернівці, від «03» квітня 2026 року № 127 у складі:

Голови разової
спеціалізованої вченої ради -

Юрія Ушенка, доктора фізико-математичних наук, професора, завідувача кафедри комп'ютерних наукнавчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича

Рецензентів -

Віктора Івашка, кандидата фізико-математичних наук, асистента кафедри комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Руслана Політанського, доктора технічних наук, професора, професора кафедри радіотехніки та інформаційної безпеки Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.



Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
№ 19/19-2395-26 від 03.06.2026
КЕП: Ушенко Юрій Олександрович 03.06.2026 13:09
5E984D526F82F38F04000000389E22013B4D9307
Сертифікат дійсний з 14.05.2026 15:29 до 14.05.2027 23:59

Офіційних опонентів -

Володимира Лисечка, доктора технічних наук, професора, начальника науково-дослідного відділу вивчення та впровадження досвіду наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба.

Олександра Осадчука, доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри інформаційних радіоелектронних технологій і систем Вінницького національного технічного університету,

на засіданні «01» червня 2026 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 17 - «Електроніка та телекомунікації» Юрію Герману на підставі публічного захисту дисертації «Синтез вузлів цифрової обробки сигналів засобами високорівневого проектування на базі систем на кристалі типу SoC FPGA» за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка».

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

Науковий керівник Олег Круліковський, кандидат технічних наук, асистент кафедри радіотехніки та інформаційної безпеки Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису українською мовою. Дисертація Юрія Германа на тему «Синтез вузлів цифрової обробки сигналів засобами високорівневого проектування на базі систем на кристалі типу SoC FPGA», що подана на здобуття ступення доктора філософії з галузі знань 17 - «Електроніка та телекомунікації» за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка» 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 наказу МОН України від 31.05.2019 р. № 759 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 № 44 від 12.01.2022 р. (зі змінами, внесеними згідно з Постановами КМУ № 341 від 21.03.2022, № 502 від 19.05.2023 р., № 507 від 03.05.2024 р.).

Здобувач має 9,5 наукових публікацій за темою дисертації, з них 1 праця у міжнародних періодичних наукових виданнях, проіндексованих у наукометричних базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, 3,5 праці у наукових фахових виданнях України (категорія «Б»), 4 друковані праці апробаційного характеру та 1 праця, що додатково відображає наукові результати дисертації. Усі публікації повною мірою розкривають зміст дисертаційної роботи, засвідчують апробацію отриманих результатів та відповідають нормативним вимогам щодо кількості та рівня видань:

1. Krulikovskiy O., Herman Y., Verenko O. Hardware/software communication architecture for a SoC-FPGA-based time-to-digital converter. *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*. 2025. Vol. 13813. P. 214-217. doi: <https://doi.org/10.1117/12.3092023>. (Scopus).
2. Herman Y., Lastivka H., Samila A. Embedded operating systems in IoT edge computing. *Security of Infocommunication Systems and Internet of Things*. 2024. Vol. 2, no. 2. Art. no. 02001. doi: <https://doi.org/10.31861/sisiot2024.2.02001>.
3. Герман Ю., Саміла А. Модульна EDGE-система збору та аналізу даних на базі Raspberry Pi та SoC FPGA. *Вісник Хмельницького національного*

університету. Серія: Технічні науки. 2025. Т. 357, № 5.2. С. 86-92. doi: <https://doi.org/10.31891/307-5732-2025-357-69>.

4. Герман Ю., Верига А. Офлайн система обробки та візуалізації радіосигналу. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. 2025. Т. 84, № 4. С. 246-252. doi: <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2025-84-27>.
5. Herman Y. FPGA Platforms and Their Use in Edge Computing. *Security of Infocommunication Systems and Internet of Things*. 2025. Vol. 3, no. 2. Art. no. 02008. doi: <https://doi.org/10.31861/sisiot2025.2.02008>.

У дискусії взяли участь голова і члени спеціалізованої вченої ради та висловили зауваження:

Голова спеціалізованої вченої ради 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 до дисертаційного дослідження відсутні.

Рецензент Віктор Івашко, кандидат фізико-математичних наук, асистент кафедри комп'ютерних наук навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Зауваження:

1. У роботі переконливо обґрунтовано загальний підхід до просторової ізоляції ресурсів та паспортизації конфігурації, однак було б корисно ширше подати порівняння з альтернативними підходами до забезпечення часової передбачуваності, зокрема з RT-патчами ядра Linux, Xenomai або іншими спеціалізованими механізмами soft real-time.
2. У третьому розділі наведено приклади прикладної реалізації розробленої платформи, проте окремі кількісні характеристики експериментальних сценаріїв, зокрема щодо умов польових випробувань та впливу зовнішніх факторів на стабільність системи, могли б бути описані більш детально.
3. У роботі детально розглянуто побудову спеціалізованої Linux-платформи та механізм «Паспорта конфігурації», однак для практики тривалої експлуатації автономних edge-вузлів було б корисно ширше узагальнити процедури контролю цілісності образів, оновлення сервісів та перенесення конфігурації між інсталяціями платформи.
4. У тексті роботи зустрічається певна неоднорідність в оформленні математичних виразів та змінних, що не впливає на зміст отриманих результатів, але ускладнює посилання на окремі проміжні розрахунки.

Рецензент Руслан Політанський, доктор технічних наук, професор, професор кафедри радіотехніки та інформаційної безпеки навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Зауваження:

1. У роботі достатньо переконливо показано доцільність застосування SoC FPGA, однак для повнішої аргументації було б корисно навести ширше кількісне порівняння запропонованого підходу з альтернативними мікропроцесорними та іншими програмно-керованими edge-рішеннями за критеріями латентності, енергоспоживання та вартості інтеграції.
2. У третьому розділі продемонстровано прикладну універсальність платформи, але для задач телекомунікаційних систем і мереж було б корисно детальніше показати, як запропонована архітектура може масштабуватися в багатовузлових сценаріях обміну даними або в складі ієрархічних edge/fog-конфігурацій.
3. У дисертації показано перехід від HPS-centric підходу до апаратного розвантаження для задач ширококугової обробки, однак було б корисно окремо узагальнити критерії вибору між HPS-centric, гібридною та FPGA-centric організацією вузла для різних класів телекомунікаційного навантаження.
4. На рис. 3.12 (а, б), що демонструють інтерфейс оператора автономного вузла, скріншоти мають занадто дрібний шрифт та низький контраст, що

ускладнює їх аналіз у друкованій версії дисертації.

5. У підрозділі 3.2.1 на фотографіях апаратної реалізації експериментального стенду, зокрема на рис. 3.4 (а, б), відсутні маркери фізичного масштабу, що дещо ускладнює візуальну оцінку масогабаритних характеристик створеного антенного модуля.

Опонент Володимир Лисечко, доктор технічних наук, професор, начальник науково-дослідного відділу вивчення та впровадження досвіду наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. Зауваження:

1. У другому та третьому розділах достатньо добре висвітлено внутрішню архітектуру вузла, однак для задач телекомунікаційних систем було б корисно детальніше показати місце запропонованої платформи в ширших edge/fog-сценаріях, зокрема у багатовузлових конфігураціях з ієрархічним розподілом функцій.
2. У роботі обґрунтовано стабільність і керованість локального вузла, однак окремі характеристики якості обслуговування на рівні міжвузлової взаємодії, наприклад вплив зовнішньої мережевої нестабільності на загальну поведінку системи, могли б бути висвітлені більш детально.
3. У роботі показано автономність вузла та механізми локального накопичення даних, однак для інфраструктурних телекомунікаційних сценаріїв було б корисно детальніше формалізувати політики міжвузлової буферизації, пріоритезації повідомлень і відновлення обміну після втрати зв'язку.
4. З огляду на можливе використання запропонованих рішень у розподілених edge/fog-системах, варто було б ширше окреслити вимоги до синхронізації часу та узгодження даних між кількома вузлами в умовах нестабільної мережевої інфраструктури.
5. У розділі «Перелік умовних позначень» наведено розшифрування базових термінів, однак відсутні окремі аббревіатури, які використовуються у тексті дисертації при описі телекомунікаційних сценаріїв та мережевої взаємодії, зокрема QoS та URLLC.

Опонент Олександр Осадчук, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних радіоелектронних технологій і систем Вінницького національного технічного університету. Зауваження:

1. У роботі наведено результати вимірювання латентності та джитера, однак опис експериментального стенду, способів синхронізації та частини метрологічних аспектів процедури вимірювань міг би бути поданий детальніше, що полегшило б повне відтворення експериментів іншими дослідниками.
2. У четвертому розділі продемонстровано ресурсоемність і продуктивність апаратного ядра, однак було б корисно розширити опис умов отримання окремих енергетичних та часових оцінок, зокрема в частині впливу тактової частоти, режимів роботи інтерфейсної об'язки та системного оточення.
3. Частина висновків щодо масштабування системи до багатоядерної конфігурації подана як архітектурно обґрунтована оцінка. Подальша фізична реалізація кластерного варіанта прискорювача стала б природним продовженням роботи і дозволила б остаточно підтвердити наведені розрахункові оцінки.
4. У тексті дисертації трапляються окремі термінологічні та стилістичні неузгодженості, зокрема, не всюди однаково використано терміни edge, крайові та кордонні обчислення, а також близькі за змістом формулювання для опису тих самих програмно-апаратних компонентів і режимів роботи.
5. У частині рисунків, таблиць та описів експериментальних результатів доцільно було б ще ретельніше уніфікувати позначення параметрів, одиниці вимірювання та спосіб подання числових характеристик.
6. На рисунках 4.4 та 4.5, які ілюструють архітектуру обчислювального ядра та його системну інтеграцію, не виділено графічно межі перетину тактових

доменів. Явне візуальне розмежування цих доменів на структурних схемах полегшило б аналіз механізмів апаратної синхронізації.

На дисертацію та анотацію Юрія Германа надійшло чотири звернення. Всі вони позитивні та не містять зауваження.

Перше звернення надійшло від доктора Марекса Парфйоновса, старшого наукового співробітника Інституту фотоніки, електроніки та телекомунікацій Ризького технічного університету (Латвія). У зверненні відзначено цінність архітектурного підходу до проектування вузлів цифрової обробки сигналів на базі SoC FPGA та трактування платформи не як фіксованої апаратної плати, а як конфігурованої системи з відтворюваними режимами роботи. Особливу увагу приділено моделі «Паспорта конфігурації», адаптивності HPS-Centric організації, розмежуванню функцій керування та високошвидкісної обробки між процесорною підсистемою і FPGA, а також узгодженості практичних прикладів: SDR-вузла радіомоніторингу, автономного вимірювального модуля для БПЛА та апаратного прискорювача «Струмок». Доктор Парфйоновс підтримує присудження Герману Юрію Володимировичу ступеня доктора філософії.

Друге звернення надійшло від доктора технічних наук, професора Леоніда Михайловича Заміховського, завідувача кафедри інформаційно-телекомунікаційних технологій і систем Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. У зверненні підкреслено інженерне значення задачі побудови вузлів цифрової обробки сигналів із поєднанням програмної гнучкості, достатньої пропускної здатності та часової передбачуваності. Окремо відзначено встановлення межі програмної обробки на рівні 20 MSPS, реалізацію RTL-ядра алгоритму ДСТУ 8845:2019 «Струмок» із використанням 2386 ALM та пропускною здатністю 6,4 Гбіт/с на одне ядро, а також швидкість оновлення ключів понад 7000 оновлень за секунду. Леонід Михайлович Заміховський зазначає, що запропонований маршрут синтезу вузлів цифрової обробки сигналів є обґрунтованим, відтворюваним і підтвердженим кількома релевантними прикладами, та підтримує присудження Герману Юрію Володимировичу ступеня доктора філософії.

Третє звернення надійшло від доктора технічних наук, професора Івана Володимировича Горбатого, завідувача кафедри програмно-апаратних систем інфокомунікацій Інституту інформаційно-комунікаційних технологій та електронної інженерії Національного університету «Львівська політехніка». У зверненні відзначено архітектурну спрямованість дисертації та розгляд SoC FPGA як цілісної програмно-апаратної платформи, у якій процесорна підсистема, програмована логіка, пам'ять і канали введення-виведення мають працювати узгоджено. Позитивно оцінено формалізацію конфігураційного стану платформи через «Паспорт конфігурації», розвиток HPS-Centric підходу, адаптивність системи до різних прикладних сценаріїв і підтвердження результатів конкретними числовими показниками. Іван Володимирович Горбатий вважає, що робота поєднує архітектурне бачення, практичну реалізацію та експериментальну перевірку, і підтримує присудження Герману Юрію Володимировичу ступеня доктора філософії.

Четверте звернення надійшло від доктора технічних наук, професора Сергія Костянтиновича Підченка, завідувача кафедри телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій Хмельницького національного університету. У зверненні наголошено на практичній спрямованості дисертації та доцільності поєднання програмної гнучкості процесорної підсистеми з можливостями програмованої логіки. Відзначено реалізацію мобільного вузла радіомоніторингу, здатного працювати з широкосмуговими сигналами до 20 МГц, встановлення межі програмної обробки на рівні 20 MSPS, а також автономний модуль корисного навантаження для БПЛА із застосуванням підходів Sensor Fusion та Store-and-Forward. Сергій Костянтинович Підченко вважає, що робота є цілісною за задумом і реалізацією, спирається на експериментальні дані та може бути корисною для подальшого проектування вбудованих телекомунікаційних вузлів, і

підтримує присудження Герману Юрію Володимировичу ступеня доктора філософії.

Результати відкритого голосування:

«За» 5 членів ради,

«Проти» 0 членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада PhD 12796 присуджує Юрію Герману ступінь доктора філософії з галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації» за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка».

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої вченої ради PhD 12796 доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича



Юрій УШЕНКО

Завідувач кафедри (професор)

Юрій УШЕНКО