

Рішення
разової спеціалізованої вченої ради PhD 12848
про присудження ступеня доктора філософії

Здобувач ступеня доктора філософії Юрій Гнатюк, 1997 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2019 році Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича за спеціальністю «Комп'ютерна інженерія». На даний час є аспірантом кафедри радіотехніки та інформаційної безпеки Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, виконав акредитовану освітньо-наукову програму 38615 «Телекомунікації та радіотехніка».

Разова спеціалізована вчена рада PhD 12848, утворена наказом Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича Міністерства освіти і науки України від «03» квітня 2026 року № 131 у складі:

Голови разової спеціалізованої вченої ради –	Андрія Саміли , доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри радіотехніки та інформаційної безпеки Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича
Рецензентів –	Валентини Дворжак , кандидатки технічних наук, асистентки кафедри комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича Дмитра Угриня , доктора технічних наук, професора, професора кафедри комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича
Офіційних опонентів –	Олега Березького , доктора технічних наук, професора, професора кафедри комп'ютерної інженерії Західноукраїнського національного університету Ярослава Виклюка , доктора технічних наук, професора, професора кафедри систем штучного інтелекту Національного університету «Львівська політехніка»

на засіданні «16» червня 2026 року на підставі публічного захисту дисертації «Інтелектуальне підвищення роздільної здатності зображень у телекомунікаційних системах» прийняла рішення про присудження Юрію Гнатюку ступеня доктора філософії з галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка.

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

Науковий керівник Сергій Баловсяк, доктор технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних систем та мереж Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису українською мовою. За науковим рівнем, практичною цінністю, апробацією та обґрунтованістю висновків дисертаційна робота відповідає «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової

установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою КМУ № 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.), а також «Вимогам до оформлення дисертації», затверджених Наказом Міністерства освіти і науки України № 40 від 12 січня 2017 року (зі змінами від № 759 від 31.05.2019 року).

Здобувач має 9 наукових публікацій за темою дисертації, з них:

1. 3 статті у наукових фахових виданнях України.
2. 6 наукових праць апробаційного характеру.

Усі публікації повною мірою розкривають зміст дисертаційної роботи, засвідчують апробацію отриманих результатів та відповідають нормативним вимогам щодо кількості та рівня видань.

1. Balovsyak S., Hnatiuk Y. Analysis of Results of Scaling Digital Images by Interpolation Algorithms. *Security of Infocommunication Systems and Internet of Things*. 2024, Vol. 2, No. 1, Paper. 01007. P. 1-6. doi: <https://doi.org/10.31861/sisiot2024.1.01007>.
2. Hnatiuk Y. Telecommunication System for Transmission of Adaptively Scaled Digital Images. *Security of Infocommunication Systems and Internet of Things*. 2025, Vol. 3, No. 1, Paper. 01012. P. 1-6. doi: <https://doi.org/10.31861/sisiot2025.1.01012>.
3. Баловсяк С.В., Гнатюк Ю.А. Масштабування цифрових зображень у телекомунікаційній системі методами інтерполяції та за допомогою згорткових нейронних мереж. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*. 2025. Vol. 357, No. 5.1. P. 31-38. doi: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-357-3>.

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

Голова спеціалізованої вченої ради Саміла Андрій Петрович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри радіотехніки та інформаційної безпеки Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Зауваження до дисертаційного дослідження відсутні.

Олег Березький, офіційний опонент, доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерної інженерії Західноукраїнського національного університету.

1. У розділі 3 при встановленні регресійних залежностей між похибкою масштабування та середнім просторовим періодом зображень використано тільки окремі типи зображень, проте не проведено аналіз для інших типів зображень.
2. У дисертації розглянуто приклади передавання зображень при зменшенні та збільшенні їх масштабу з масштабним коефіцієнтом 2, проте не розглянуто приклади обробки зображень з іншими масштабними коефіцієнтами.
3. У розділі 4 описано масштабування зображень з використанням нейронних мереж з архітектурою SRCNN, проте для масштабування зображень не застосовано інші більш сучасні архітектури нейронних мереж.

Ярослав Виклюк, офіційний опонент, доктор технічних наук, професор, професор кафедри систем штучного інтелекту Національного університету «Львівська політехніка».

1. У дисертаційній роботі реалізовано масштабування зображень методами інтерполяції та з використанням нейронної мережі з надроздільною здатністю SRCNN, проте не розглянуто можливості масштабування зображень з використанням автокодувальників, які потенційно можуть забезпечувати високу ступінь компресії сигналів.
2. У процесі навчання штучної нейронної мережі не застосовується аугментація даних. Проте, така обробка даних дозволила б запобігти перенавчанню мережі та підвищити точність вихідних сигналів.

3. У третьому розділі залежність відносної похибки масштабування зображень від їх середнього просторового періоду описано регресійною залежністю у вигляді поліному степені 2, але не обгрунтовано вибір саме такої степені поліному.
4. При обчисленні середньої просторової частоти vCR зображення за формулою (3.9) не пояснюється вибір мінімального d_{min} та максимального d_{max} номерів просторових частот. Доречним було би пояснити, на основі яких критеріїв визначаються номери частот d_{min} та d_{max} .

Валентина Дворжак, рецензент, кандидат технічних наук, асистент кафедри комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

1. У роботі використовується архітектура SRCNN (Super-Resolution CNN), яка потребує попереднього збільшення масштабу зображення методами інтерполяції і характеризується відносно низькою швидкістю. Доцільно було б використано для масштабування зображень більш сучасні архітектури нейронних мереж (наприклад, FSRCNN або ESPCN), які забезпечують високу швидкість обробки зображень.
2. Автор дисертації виконує оцінку якості масштабованих зображень переважно за метриками кореня середньої квадратичної похибки RMSE та пікового відношення сигнал/шум PSNR, проте, не використовує сучасні метрики для оцінки візуальної якості зображень. Такі метрики, зокрема, метрика SSIM (Structural Similarity Index) або перцептивна метрика LPIPS, дозволили б більш повно оцінити візуальну якість зображень.
3. У роботі показано, що зменшене зображення передається швидше і тому витрачається менше енергії радіомодуля. Проте, на приймаючій стороні функціонує згортовка нейромережа, яка є дуже ресурсомною. Тому потрібно чітко вказати, для якої частини телекомунікаційної системи є критичним низьке енергоспоживання.

Дмитро Угрин, рецензент, доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерних наук навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

1. У розділі 2 не обгрунтовано вибір моделі мікрокомп'ютера Raspberry Pi з урахуванням вимог до його швидкодії та енергоспоживання. Обгрунтований вибір моделі мікрокомп'ютера був би корисним для прикладного застосування розробленої телекомунікаційної системи.
2. У розділі 2 не виконано аналіз впливу завад і втрати пакетів даних на якість передавання зображень через радіомодулі nRF24L01. Такий аналіз дозволив би повніше оцінити надійність роботи телекомунікаційної системи в реальних умовах експлуатації.
3. У розділі 2 не проведено оцінки енергоспоживання телекомунікаційної системи в різних режимах роботи. Аналіз енергетичної ефективності був би корисним для визначення тривалості автономної роботи системи при використанні акумуляторів і сонячних панелей.
4. У третьому розділі є недостатнє обгрунтування вибору критеріїв оцінювання якості масштабування зображень. У роботі використано лише метрики RMSE та PSNR, які не повною мірою враховують візуальне сприйняття артефактів, структури та деталізації зображень.
5. У розділі 4 масштабування зображень виконано із використанням архітектури згорткової нейронної мережі супер-роздільної здатності (Super-Resolution Convolutional Neural Network – SRCNN). Проте, не розглянуто можливості застосування більш сучасних штучних нейронних мереж, наприклад, дифузійних трансформерів (Diffusion Transformer).

На дисертацію Гнатюка Юрія Анатолійовича надійшло три звернення. Всі звернення позитивні та підтримують актуальність і значущість проведеного дослідження, хоча містять окремі зауваження та рекомендації щодо перспектив подальших досліджень.

Перше звернення від *Маєвського Дмитра Андрійовича* – доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри електромеханічної інженерії Одеського національного політехнічного університету. Маєвський Д.А. наголосив, що дисертаційна робота Гнатюка Ю.А. містить теоретичну та практичну складові. У рамках теоретичної складової роботи розроблено методи та методики, які забезпечують передавання зображень засобами телекомунікаційної системи у зменшеному масштабі із допустимим рівнем втрат. У рамках практичної складової роботи реалізовано апаратно-програмні засоби телекомунікаційної системи, які забезпечують зчитування зображень з відеокамер, їх масштабування і передавання за допомогою радіомодулів. Важливою новизною даної роботи є розробка методу масштабування зображень із адаптивним і комбінованим вибором алгоритмів інтерполяції та корекцією масштабованих зображень за допомогою нейронної мережі, завдяки чому зменшуються їх спотворення. Розглянута робота характеризується системністю і доброю структурованістю.

До зауважень роботи можна віднести те, що не обгрунтовано вибір степені полінома для регресійної залежності, показаної на рисунку 3.22. Проте, вказане зауваження не зменшує наукової значущості дисертації.

Друге звернення від *Опанасенка Володимира Миколайовича* – доктора технічних наук, професора, провідного наукового співробітника відділу мікропроцесорної техніки інституту кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України. У своєму зверненні Опанасенко В.М. зазначив, що особливої уваги заслуговує розроблений дисертантом метод передавання зображень у зменшеному масштабі засобами телекомунікаційної системи за допомогою радіомодулів, який відрізняється від існуючих масштабуванням зображень із адаптивним і комбінованим вибором алгоритмів інтерполяції та корекцією масштабованих зображень за допомогою згорткової нейронної мережі, що забезпечує зменшення часу передавання зображень при допустимих значеннях для їх спотворень. У роботі вдалося виявити взаємозв'язок між похибками масштабування зображень та їх просторовими періодами, що стало підґрунтям для розробленої методики масштабування зображень з адаптивним вибором алгоритмів інтерполяції. В цілому це забезпечує побудову працездатної телекомунікаційної системи і повне виконання поставлених у дисертації завдань.

До зауважень роботи можна віднести застосування згорткової нейронної мережі SRCNN (Super-Resolution Convolutional Neural Network) з незначною кількістю шарів, що обмежує її можливості при масштабуванні зображень. Проте, вказане зауваження не зменшує наукової цінності роботи.

Третє звернення від *Семенова Андрія Олександровича* – доктора технічних наук, професора, професора кафедри радіотехніки Вінницького національного технічного університету. У зверненні вказано, що основним теоретичним результатом дисертаційної роботи є розроблений автором метод передавання зображень у зменшеному масштабі засобами телекомунікаційної системи за допомогою радіомодулів. Важливим результатом роботи є також методика масштабування зображень з адаптивним вибором алгоритмів інтерполяції, яка базується на встановленій регресійній залежності між похибками масштабування зображень та їх просторовими періодами. Розроблені методи та методики реалізовано в апаратно-програмних засобах телекомунікаційної системи, призначеної для передавання зображень. Тестування телекомунікаційної системи показало, що розроблена система є функціональною і може практично застосовуватися.

Певним недоліком роботи є те, що в усіх випадках розглядається зменшення та збільшення масштабу у 2 рази і не описано результати обробки зображень з іншими

масштабними коефіцієнтами. Проте, наведене зауваження має рекомендаційний характер і не зменшує наукової цінності роботи.

Результати відкритого голосування:

«За» – 5 (п'ять) членів ради,
«Проти» – 0 (нуль) членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада PhD 12848 присуджує Юрію Гнатюку 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 12848, доктор технічних наук,
професор, завідувач кафедри
радіотехніки та інформаційної безпеки
навчально-наукового
інституту фізико-технічних та
комп'ютерних наук
Чернівецького національного університету
імені Юрія Федьковича



Андрій САМІЛА