

Рішення
разової спеціалізованої вченої ради PhD 12853
про присудження ступеня доктора філософії

Здобувач ступеня доктора філософії Сергій Стець, 1998 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2021 році Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» за спеціальністю «Комп'ютерні науки». На даний час є аспірантом кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, виконав акредитовану освітньо-наукову програму 38613 «Інженерія програмного забезпечення» (сертифікат №16846).

Разова спеціалізована вчена рада PhD 12853, утворена наказом Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича Міністерства освіти і науки України від «03» квітня 2026 року № 130 у складі:

Голови разової спеціалізованої вченої ради – **Дмитра Угриня**, доктора технічних наук, професора, професора кафедри комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича

Рецензентів – **Валентини Дворжак**, кандидатки технічних наук, асистентки кафедри комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича

Андрія Саміли, доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри радіотехніки та інформаційної безпеки Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича

Офіційних опонентів – **Ярослава Виклюка**, доктора технічних наук, професора, професора кафедри систем штучного інтелекту Національного університету «Львівська політехніка»

Манзюка Едуарда, доктора технічних наук, професора, професора кафедри комп'ютерних наук Хмельницького національного університету

на засіданні «17» червня 2026 року на підставі публічного захисту дисертації «Підвищення точності та швидкодії детектування зображень автомобілів засобами згорткової нейронної мережі YOLO» прийняла рішення про присудження Сергію Стецю ступеня доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення.

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

Науковий керівник Баловсяк Сергій Васильович, 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 10 наукових публікацій за темою дисертації, з них

1. 3 статті у наукових фахових виданнях України.
2. 6 наукових праць апробаційного характеру.
3. 1 праця, що додатково відображає наукові результати дисертації та індексується в наукометричній базі Scopus.

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

1. Стець С. Аналіз точності та швидкодії детекції автомобілів за допомогою нейронних мереж YOLOV8 та YOLOV11. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*. 2025. Т. 357 (5.2). С. 123-130. doi: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-357-74>.
2. Balovsyak S., Stets S. Preprocessing of object images before their detection using YOLO neural network. *Security of Infocommunication Systems and Internet of Things*. 2025. Vol. 3, No. 2, Paper 02002. P. 1-5. ISSN 2786-8443. doi: <https://doi.org/10.31861/sisiot2025.2.02002>.
3. Баловсяк С., Стець С. Автоматизоване створення спеціалізованого датасету для зображень автомобілів. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*. 2025. Т. 359 (6.2). С. 278-285. doi: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-359-111>.

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

Голова спеціалізованої вченої ради Угрин Дмитро Ілліч, доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерних наук навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Зауваження до дисертаційного дослідження відсутні.

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

1. У другому розділі встановлено, що спосіб вирівнювання і центрування гістограм забезпечує найкращу точність детектування. Проте відсутній детальний аналіз чутливості запропонованої методики до різних типів умов освітлення (нічні сцени, контражур, туман), що є критично важливим для реальних систем відеоспостереження. Було б доцільним навести кількісне порівняння ефективності методики для різних категорій складності сцен.
2. У роботі запропоновано методику з архітектурою «Вчитель-Учень», де мережа «Вчитель» формує анотації для навчального датасету. При цьому не проаналізовано потенційне накопичення помилок розмітки від «Вчителя» при ітеративному застосуванні підходу та не розглянуто механізмів контролю якості автоматично сформованих анотацій. Бажано було б дослідити залежність якості «Учня» від точності «Вчителя» та запропонувати критерії відбору надійних анотацій.
3. Хоча порівняльний аналіз версій YOLOv8m та YOLOv11m проведено на рівні точності детектування та розміру ваг, в роботі бракує системного порівняння за показниками швидкодії (FPS) у режимі реального часу на цільовій апаратній платформі Raspberry Pi 5, що ускладнює обґрунтований вибір версії для конкретних умов розгортання.

Манзюк Едуард Андрійович, офіційний опонент, доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерних наук Хмельницького національного університету

1. У третьому розділі виконано аугментацію зображень шляхом застосування геометричних та фотометричних перетворень, зокрема, повороту (у діапазоні від -10° до $+10^\circ$) та зміни яскравості (в межах від -15% до $+15\%$). Проте, не обґрунтовано вибір таких діапазонів для параметрів під час аугментації. Не досліджено вплив параметрів аугментації на похибки навчання нейронної мережі.
2. Хоча методика попередньої обробки зображень підтвердила свою ефективність на обраному наборі даних, у роботі не проведено систематичного дослідження її поведінки за різних умов освітлення – нічних сцен, яскравого контрасту, туманних та дощових умов. Таке дослідження є важливим для підтвердження надійності методики в умовах реальної експлуатації. Бажано було б надати кількісні дані щодо ефективності методики в різних категоріях складних сцен.
3. При візуалізації детектованих об'єктів (зокрема, автомобілів на рис. 4.12), рамки об'єктів є візуально недостатньо помітними, що ускладнює подальший аналіз таких зображень для користувача. Крім цього, над рамками було б доречно виводити додаткову інформацію (назву класу, номер об'єкта та ін.).

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

1. У роботі проведено дослідження моделей YOLO версій 8, 9 та 11, проте доцільно було б розширити порівняльний аналіз, включивши архітектурно відмінні рішення (наприклад, YOLOv10 або RT-DETR). Оскільки ці версії використовують альтернативні підходи до оптимізації (наприклад, позбавлення від NMS або використання трансформерів), їх порівняння з обраними моделями дозволило б більш глибоко обґрунтувати вибір базової архітектури для вбудованих систем.
2. Слід зазначити, що в роботі відсутня кількісна оцінка стійкості розробленої системи до різних умов освітлення та погодних явищ при роботі у реальних умовах, що було б корисним для практичного застосування.
3. У розділі 3 при описі процесу аугментації зображень не пояснено, що означає зсув зображення у діапазоні до 5° , а також не обґрунтовано вибір діапазонів зміни параметрів зображень (повороту, зсуву та ін.) при аугментації.
4. У дисертаційному дослідженні використано моделі YOLO без зміни їх структури з урахуванням особливостей зображень автомобілів, до яких належить, зокрема, присутність чітких контурів, деталей автомобілів характерної форми. Така зміна структури нейромереж потенційно дозволила б підвищити точність детектування зображень.

Саміла Андрій Петрович, рецензент, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри радіотехніки та інформаційної безпеки Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

1. У четвертому розділі застосовано перцептивне хешування (pHash) для відбору унікальних кадрів із фіксованим пороговим значенням. Разом з тим, у роботі відсутній аналіз впливу цього порогу на склад сформованого датасету та на кінцеву точність навченої моделі нейромережі. Включення такого аналізу дозволило б запропонувати практичні рекомендації щодо вибору порогу для відеозаписів різних типів.
2. Методику «Вчитель-Учень» перевірено в межах однорідного набору даних. Проте, не досліджено, як накопичення хибних анотацій від мережі-«Вчителя» позначається на якості моделі-«Учня» за умов значної різноманітності вхідних зображень. Доцільно було б запропонувати і перевірити критерії відбору надійних автоматичних анотацій, що підвищило б стійкість підходу.
3. Порівняльний аналіз у третьому розділі охоплює виключно версії сімейства YOLO. Було б корисним зіставити запропоновані рішення хоча б з одним представником альтернативних сучасних підходів (наприклад, трансформерних детекторів або anchor-free архітектур) для повнішої оцінки конкурентоспроможності отриманих результатів.
4. Розгорнутий аналіз продуктивності системи на платформі Raspberry Pi 5 обмежується показниками точності. Кількісна характеристика швидкодії (FPS) та споживання

ресурсів у режимі реального часу, а також оцінка поведінки системи за різних умов освітлення, суттєво збагатили б практичний розділ роботи.

На дисертацію Стеця Сергія Юрійовича надійшло чотири звернення. Всі звернення позитивні та підтримують актуальність і значущість проведеного дослідження, хоча містять окремі зауваження та рекомендації щодо перспектив подальших досліджень.

Перше звернення від *Глибовця Андрія Миколайовича* – доктора технічних наук, професора, декана факультету інформатики Національний університет «Києво-Могилянська академія», а якому особливо виділено методика для автоматизованого формування датасету зображень. Вказано, що перевагою запропонованої методики є можливість формування набору даних на основі реальних кадрів з відеокамери, для яких є характерним значний відсоток дублювання. Залучення перцептуального хешування для усунення дублікатів кадрів відеопотоку є технічно виправданим рішенням, яке дозволило скоротити надлишковість вхідних даних. Водночас це дає змогу суттєво знизити залежність від ручної праці у процесі підготовки навчальних вибірок. Поєднання цього підходу з угорським алгоритмом для ідентифікації схожих об'єктів формує ефективний конвеєр для селекції кадрів, який дозволяє автоматично формувати датасети зображень з низьким відсотком дублювання кадрів.

Побажанням до роботи є розгляд можливості розширення системи для детектування інших учасників дорожнього руху: мотоциклів, пішоходів, вантажівок.

Друге звернення від *Маєвського Дмитра Андрійовича* – доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри електромеханічної інженерії Одеського національного політехнічного університету. У зверненні зазначено, що найбільш вагомим результатом роботи є розроблена методика «Вчитель-Учень», яка дозволяє суттєво підвищити точність детектування для компактної моделі згорткової нейронної мережі (YOLOv8n) без залучення людини-анотатора. Підвищення точності детектування об'єктів на зображеннях підтверджується збільшенням значень метрики mAP50, що переконливо підтверджує ефективність підходу. Заслуговує на увагу і порівняльний аналіз версій YOLOv8m та YOLOv11m. Реалізація системи детектування зображень автомобілів на платформі Raspberry Pi 5 з Docker-контейнеризацією і веб-інтерфейсом підтверджує готовність розробки до реального розгортання.

Як окреме побажання вказано, що робота виграла б від зіставлення методики «Вчитель-Учень» з іншими сучасними альтернативними підходами до дистиляції знань. Таке порівняння дозволило б повніше обґрунтувати переваги обраного рішення.

Третє звернення від *Мухіна Вадима Євгеновича*, доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри системного проектування Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», в якому відзначено розроблену автором методику для попередньої обробки зображень, яка описана у другому розділі. Вказано, що ідея застосувати вирівнювання та центрування гістограми зображення у конвеєрі моделі згорткової нейронної мережі YOLO є обґрунтованою, оскільки така попередня обробка зображень шляхом підвищення їх локального контрасту призводить до підвищення точності детектування. Цінним доповненням є проведений регресійний та кореляційний аналіз взаємозалежностей між метриками детектування, що надає результатам аналітичну глибину та внутрішню несуперечність. Слід також відзначити коректне розбиття даних на навчальні, валідаційні та тестові вибірки.

Вказано, що бажаним доповненням до другого розділу міг би бути аналіз результатів детектування згідно із запропонованою методикою у нічних умовах або при значному засвітленні кадру.

Четверте звернення від *Попова Антона Олександровича*, кандидата технічних наук, професора, доцента кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій закладу вищої освіти «Український католицький університет». У зверненні вказано, що дисертант упевнено орієнтується в сучасних методах комп'ютерного зору, а запропонований тристадійний конвеєр відбору унікальних кадрів є технічно оригінальним і практично корисним рішенням. У зверненні є ряд зауважень, які не применшують загальної цінності виконаного дослідження.

Зауваження 1. Другий пункт наукової новизни (підвищення контрасту зображень методами вирівнювання гістограм перед подачею у YOLO) сформульовано як «вперше розроблено». Водночас CLANE та еквалізація гістограм є загальновідомими методами цифрової обробки зображень, які протягом останнього десятиліття неодноразово застосовувалися як попередня обробка для нейромережових детекторів. Для підсилення цього пункту було б доцільно або навести посилання на роботи, що демонструють відсутність подібного застосування до YOLO, або переформулювати новизну як «набуло подальшого розвитку» із наголосом на кількісному підтвердженні ефекту (приріст IoU на 16 %).

Зауваження 2. Всі кількісні результати отримано на власній тестовій вибірці, сформованій у рамках дисертаційного дослідження. Для переконливішого підтвердження узагальнювальної здатності запропонованих методів бажано було б навести результати хоча б на одному публічно доступному датасеті (наприклад, UA-DETRAC, KITTI або Cars From Drone від VilniusTech), що дозволило б порівняти отримані значення mAP50 із показниками аналогічних робіт.

Зауваження 3. Розроблена система складається з кількох взаємопов'язаних складових: попередня обробка зображень, ручне донавання, автоматизоване формування датасету, архітектура «Вчитель - Учень». У дисертації наведено сумарний ефект кожного розділу окремо, але не проведено систематичного порівняння варіантів «з компонентом» і «без компонента» в однакових умовах (абляційне дослідження). Такий аналіз дозволив би чітко показати, який саме елемент вносить найбільший вклад у підвищення точності, та зробив би висновки значно переконливішими.

Результати відкритого голосування:

«За» – 5 (п'ять) членів ради,

«Проти» – 0 (нуль) членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує Сергію Стецю ступінь доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення.

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова спеціалізованої вченої ради PhD 12853,

доктор технічних наук,

професор, професор кафедри

комп'ютерних наук

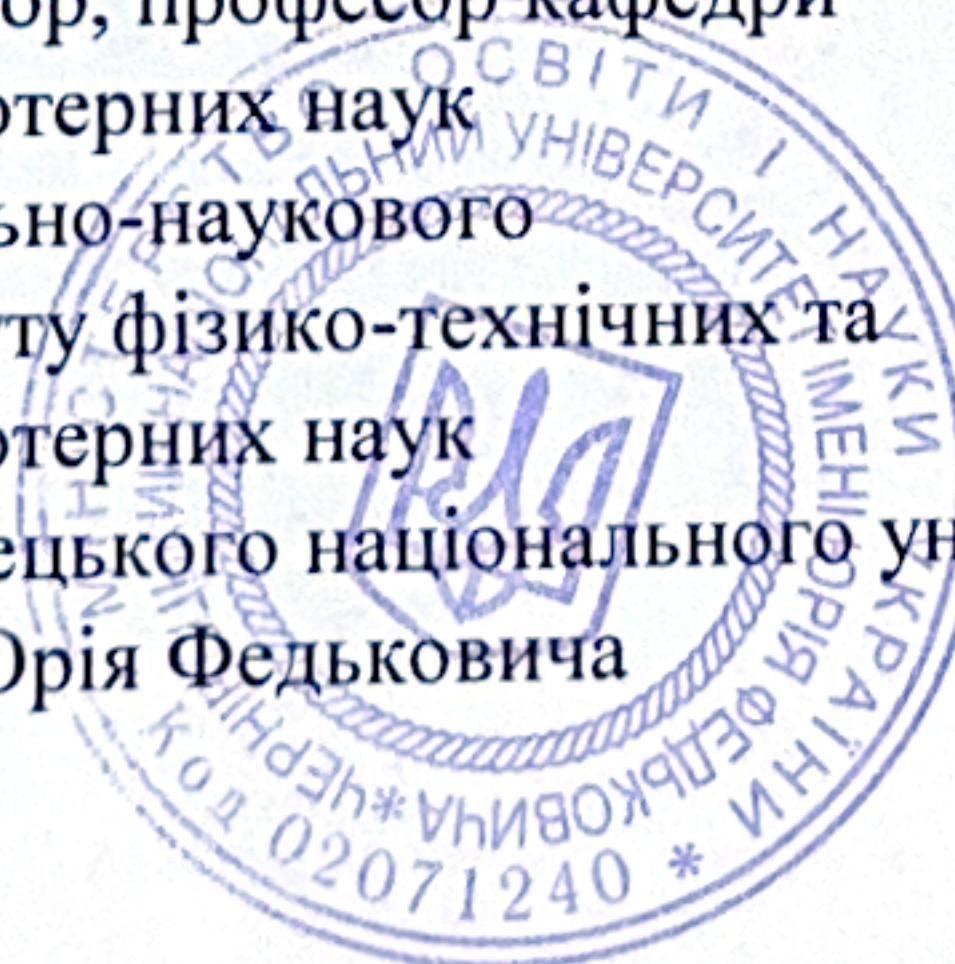
навчально-наукового

інституту фізико-технічних та

комп'ютерних наук

Чернівецького національного університету

імені Юрія Федьковича



Дмитро УГРИН