

Рішення
разової спеціалізованої вченої ради ДФ 64.052.054
про присудження ступеня доктора філософії

Здобувач ступеня доктора філософії Бизкровний Олександр Миколайович, 1999 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2022 Харківський національний університет радіоелектроніки за спеціальністю «Інженерія програмного забезпечення», виконав акредитовану освітньо-професійну програму «Інженерія програмного забезпечення».

Разова спеціалізована вчена рада, утворена наказом Харківського національного університету радіоелектроніки Міністерства освіти і науки України, м. Харків від «29» червня 2026 року № 279, у складі:

Голови разової спеціалізованої вченої ради:

ВОЛК Максим Олександрович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри електронних обчислювальних машин Харківського національного університету радіоелектроніки.

Рецензентів:

САВАНЕВИЧ Вадим Євгенович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерного моделювання та інтелектуальних технологій Харківського національного університету радіоелектроніки;

КОБИЛІН Олег Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри інформатики Харківського національного університету радіоелектроніки.

Офіційних опонентів:

КОПП Андрій Михайлович, доктор філософії, доцент, завідувач кафедри програмної інженерії та інтелектуальних технологій управління Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»;

ЧИРУН Любомир Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка».

на засіданні «26» серпня 2026 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології Бизкровному Олександру Миколайовичу на підставі публічного захисту дисертації «Моделі та методи розроблення програмного забезпечення прогнозування дорожньо-транспортних пригод в реальному часі» за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення.

Дисертацію виконано у Харківському національному університеті радіоелектроніки Міністерства освіти і науки України, м. Харків.

Науковий керівник Смеляков Сергій Вячеславович, доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри програмної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису, який відповідає вимогам пункту 6 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 року № 44 (зі змінами).

Здобувач має 7 наукових праць за темою дисертації, які включають 4 статті (з них 3 у

фахових періодичних наукових виданнях України з технічних наук категорії «Б», 1 з них у фахових періодичних наукових виданнях України з технічних наук категорії «А», 2 статті, що індексуються у наукометричній базі Scopus) у виданнях, які відповідають вимогам пунктів 8, 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії:

1. Byzkrovnyi O., Smelyakov K. Models of the classifier of prerequisites for the occurrence of road accidents to predict dangerous situations at intersections. *Innovative technologies and scientific solutions for industries*. 2025. № 2(32). С. 177–187. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2025.2.177> (дата звернення: 14.12.2025).

2. Byzkrovnyi O., Smelyakov K. Prediction model for potential vehicles collision. *Computer systems and information technologies*. 2025. № 2. С. 163–171. DOI: <https://doi.org/10.31891/csit-2025-2-19> (дата звернення: 14.12.2025).

3. Byzkrovnyi O., Smelyakov K., Chupryna A. Model of the intelligent system for prediction of road traffic accidents. *Radioelectronic and computer systems*. 2025. Т. 2025, № 4. С. 127–142. DOI: <https://doi.org/10.32620/reks.2025.4.09> (дата звернення: 20.01.2026).

4. Byzkrovnyi O., Smelyakov S. The software designing method for the model of prediction potential road traffic accident. *Computer systems and information technologies*. 2025. № 3. С. 57–63. DOI: <https://doi.org/10.31891/csit-2025-3-6> (дата звернення: 08.02.2026).

У дискусії взяли участь (голова, рецензенти, офіційні опоненти, інші присутні) та висловили зауваження:

1. Голова разової ради: ВОЛК Максим Олександрович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри електронних обчислювальних машин Харківського національного університету радіоелектроніки.

Зауваження:

1) Експериментальну частину роботи побудовано на даних, одержаних у середовищі BeamNG.tech. Поза увагою залишилося питання розходження між синтетичними та реальними відеопотоками, яке може впливати на якість роботи моделей комп'ютерного зору в умовах експлуатації. Доцільно було б окремо зазначити, якою мірою одержані показники ймовірності виявлення можна вважати перенесеними на реальні дорожні умови.

2) У роботі не розглянуто поведінку розподіленої системи в разі часткової відмови її компонентів – втрати зв'язку з шиною повідомлень або недоступності окремого IoT-пристрою. Опис відповідних сценаріїв та засобів контролю працездатності вузлів посилив би обґрунтування надійності запропонованих архітектурних рішень.

3) Для пристроїв, призначених для тривалої роботи в дорожній інфраструктурі, у роботі не наведено ресурсних характеристик прототипу – енергоспоживання та поведінки платформи за умов тривалого навантаження. Ці відомості доречно було б подати поряд із показниками швидкодії.

2. Рецензент САВАНЕВИЧ Вадим Євгенович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерного моделювання та інтелектуальних технологій Харківського національного університету радіоелектроніки.

Зауваження:

1) Оцінку ймовірності правильного виявлення P^D одержано на вибірці з 80 сценаріїв, проте не наведено довірчих інтервалів для цієї оцінки і не перевірено статистичну

значущість відмінностей між порівнюваними моделями (табл. 2.5). Без цього різниця в кілька відсоткових пунктів між моделями не може вважатися доведеною.

2) Порогові значення шару обчислювальної геометрії (мінімальне зміщення ≥ 15 пікселів, кут оновлення $\geq 3^\circ$, вікно ≤ 25 кадрів) обрано евристично. Доцільно було б навести аналіз чутливості рішення до цих порогів та обґрунтувати вибір робочої точки, зокрема за допомогою ROC-аналізу.

3) Показники, внесені у формулювання наукової новизни, – зменшення обсягу навчальних даних на 40 % та кількості класів на 80 % – одержано для конкретних наборів даних. Оскільки такі величини істотно залежать від якості та складу вибірки, їх доцільно наводити із зазначенням умов одержання (набір даних, модель, режим навчання), а не як універсальні константи. Це саме стосується показників часу інференсу, які слід подавати як середні значення з довірчими межами для визначених умов функціонування.

4) У роботі бракує прямого кількісного порівняння запропонованої гібридної моделі з сучасними підходами до прогнозування зіткнень (зокрема методами оцінювання часу до зіткнення та прогнозування траєкторій) на спільному наборі даних, що ускладнює позиціонування одержаних результатів відносно сучасного рівня досліджень.

5) Час реагування водія Δt_2 визначено за даними симулятора. Реальний перцептивно-моторний час реакції має суттєвий статистичний розкид, тому оцінку повного часу циклу Δt_{total} доцільно було б навести з урахуванням розподілу часу реакції реальних водіїв.

3. Рецензент КОБІЛПН Олег Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри інформатики Харківського національного університету радіоелектроніки.

Зауваження:

1) Мету роботи сформульовано як підвищення ефективності розроблення і супроводу програмного забезпечення, однак саме показники розроблення та супроводу в роботі кількісно не вимірюються: методику оцінювання (п. 3.8) побудовано на характеристиках цільової системи – ймовірності виявлення та затримці доставки повідомлення. Доцільно було б чіткіше зазначити, які саме показники процесів розроблення і супроводу поліпшено та якою мірою.

2) Перший розділ надмірно насичений статистичним матеріалом щодо аварійності (табл. 1.1–1.9), тоді як аналіз власне програмно-інженерних рішень – архітектур систем реального часу, платформ граничних обчислень, наявних фреймворків – подано значно стисліше. Для роботи за спеціальністю 121 такий розподіл матеріалу доречніше було б змінити на користь предметної галузі спеціальності.

3) Використані критерії оцінювання моделей (Precision, Recall, F1-міра, mAP) є загальновідомими, а їх значення істотно залежать від набору даних. У тексті варто було б чіткіше відмежувати відомі метрики від власного внеску автора – методики їх застосування та обґрунтування вибору Recall як пріоритетного показника для задач безпеки.

4) На мій погляд, потребують узгодження показники швидкодії. У табл. 2.3–2.5 час інференсу моделей комп'ютерного зору становить 0,192–0,198 с на кадр, тоді як у формулі (2.12) встановлено граничну вимогу $T_{\text{max}} \leq 50$ мс, а для CV-шару гібридної моделі наведено пропускну здатність 140,5 кадр/с. З тексту не завжди очевидно, які саме моделі й на якому обладнанні задовольняють заявлений часовий бюджет – це слід пояснити явно.

5) У четвертому розділі результати подано переважно у вигляді протоколів окремих запусків (табл. 4.1–4.4). Бракує зведеної узагальненої таблиці з агрегованими показниками за всіма 80 сценаріями (ймовірність виявлення, частота хибних спрацювань, затримка, час циклу) із зазначенням похибок вимірювань.

6) У п. 3.7.6 наведено характеристики конкретної камери (табл. 3.8) та мінімальні вимоги до

частоти кадрів і роздільної здатності, проте не сформульовано вимог до геометрії встановлення (висота, кут нахилу, зона огляду) та до умов освітлення, зокрема роботи в темну пору доби. Ці параметри безпосередньо впливають на точність детекції, час опрацювання і відтворюваність одержаних результатів.

4. Офіційний опонент КОПП Андрій Михайлович, доктор філософії, доцент, завідувач кафедри програмної інженерії та інтелектуальних технологій управління Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

Зауваження:

1) Метою роботи визначено підвищення ефективності розроблення і супроводу програмного забезпечення, проте безпосередні програмно інженерні показники такого підвищення в роботі не наведено: оцінювання методу (п. 3.8) виконується показниками цільової системи – ймовірністю правильного виявлення та затримкою доставки повідомлення. Крім того, розроблення і супровід є двома різними процесами, і показники їх ефективності мають бути розмежовані. Доцільно було б навести метрики власне процесу розроблення та супроводу (трудомісткість реалізації типового сценарію, частка повторно використовуваних компонентів, зв'язність і зачеплення модулів, індекс супроводжуваності) у порівнянні з альтернативною централізованою архітектурою.

2) Прямим доказом підвищення ефективності розроблення міг би слугувати програмний артефакт – бібліотека або каркас (framework) із документованим API, що реалізує запропонований метод і дає змогу кількісно показати прискорення імплементації нових вузлів прогнозування та спрощення їх супроводу. У роботі такий артефакт не виокремлено.

3) У підрозділі 3.6 інтерфейси взаємодії компонентів описано текстово. Опис доцільно було б формалізувати діаграмою компонентів UML із явним відображенням наданих (ball) та необхідних (socket) інтерфейсів; це саме стосується архітектурного патерну «шина повідомлень» (п. 3.7.2), поданого без відповідного графічного подання. Сценарії атрибутів якості (табл. 3.4–3.6) також залишилися у табличній формі, без формалізації засобами UML activity diagram або BPMN, що ускладнює перевірку їх повноти.

4) У роботі відсутня матриця трасування вимог, яка пов'язувала б функціональні та нефункціональні вимоги (пп. 3.3, 3.4) з архітектурними рішеннями (п. 3.7) та з експериментами розділу 4. Її наявність посилила б доказовість повноти реалізації.

5) Наявна термінологічна неузгодженість між поняттями «перехрестя» та «небезпечні ділянки руху»: моделі розділу 2 будуються для перехресть, тоді як метод розділу 3 і висновки оперують ширшим поняттям ділянки руху. Межі застосовності запропонованих рішень варто окреслити чіткіше.

6) Потребують узгодження кількісні твердження: у формулюваннях наукової новизни та у висновках зазначено, що запропонований метод «допомагає уникнути до 60 % небезпечних ситуацій», тоді як у п. 3.8 наведено ймовірність правильного виявлення $P^D = 0,67$ у повному діапазоні швидкостей та $P^D = 0,80$ за швидкості до 53 км/год. Формулювання доцільно уточнити із чітким зазначенням умов експерименту.

5. Офіційний опонент ЧИРУН Любомир Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка».

Зауваження:

1) Статистичне підґрунтя першого розділу побудовано майже виключно на даних Сполучених Штатів Америки. Поза увагою залишилася європейська статистика аварійності (зокрема бази CARE, звіти ETSC) та дані щодо України, а також країни, у структурі транспортного потоку яких переважає мототранспорт. Це звужує обґрунтування репрезентативності обраних для дослідження сценаріїв та маневрів.

2) У роботі не проаналізовано впливу лівостороннього руху (Велика Британія, Індія, Японія) на працездатність запропонованих моделей: геометричні припущення щодо небезпечних маневрів і напрямків векторів руху сформульовано для правостороннього руху. Доцільно було б окремо зазначити, чи потребує модель переналаштування в таких умовах.

3) Запропоновані моделі не враховують засобів організації дорожнього руху — світлофорів, дорожніх знаків, розмітки. На регульованих перехрестях це може призводити до хибних спрацювань, оскільки геометричний перетин траєкторій сам собою ще не означає небезпеки.

4) Рішення системи є бінарним (Н/Н₁), а сповіщення — однотипним. Не передбачено градації рівнів загрози та рекомендованих дій водія, що знижує інформативність попередження: отримавши однаковий сигнал у принципово різних ситуаціях, водій не має підстав обрати адекватну реакцію. Запровадження порогових значень або класів загрози посилює практичну цінність рішення.

5) Зауваження щодо термінології та оформлення: у тексті переважно вживається термін «обробка» (зображень, даних, відеопотоку), тоді як нормативнішим у сучасній українській науково-технічній мові є термін «опрацювання»; частину підписів і легенд на рисунках та графіках подано англійською мовою — ілюстративний матеріал доцільно уніфікувати за мовою.

Результати відкритого голосування:

«За» 5 членів ради,

«Проти» 0 членів ради.

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

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої вченої
ради



Максим ВОЛК