

Рішення
разової спеціалізованої вченої ради
про присудження ступеня доктора філософії

Здобувач ступеня доктора філософії **Білозерський Владислав Олександрович**, 1998 року народження, громадянин України, освіта вища: у 2021 році закінчив Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» і отримав повну вищу освіту та диплом магістра за спеціальністю «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Разова спеціалізована вчена рада, утворена наказом ректора Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» Міністерства освіти і науки України, м. Харків, від 22 квітня 2026 року № 187, у складі (без змін):

голови разової

спеціалізованої вченої ради – Ключнікова Ігоря Миколайовича, доктора технічних наук, старшого наукового співробітника, доцента кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут»;

рецензентів –

Кривенка Сергія Станіславовича, доктора технічних наук, старшого дослідника, старшого наукового співробітника кафедри інформаційно-комунікаційних технологій ім. О. О. Зеленського Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут»;

Крицького Дмитра Миколайовича, кандидата технічних наук, доцента, декана факультету літакобудування Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут»;

офіційних опонентів –

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

Дмітрієва Олега Миколайовича, доктора технічних наук, професора, провідного наукового співробітника науково-інформаційного відділу Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;

на засіданні 23 червня 2026 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування Білозерському Владиславу Олександровичу, на підставі публічного захисту дисертації «Методи та засоби попередньої обробки відеоданих в комплексі завдань наведення БПЛА» за спеціальністю 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології.

Дисертацію виконано у Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» Міністерства освіти і науки України, м. Харків.

Науковий керівник: Дергачов Костянтин Юрійович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач кафедри систем управління літальними апаратами Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут»;

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису, у якому відображено нові науково обґрунтовані результати проведених здобувачем досліджень, що вирішують конкретне наукове завдання і мають вагоме значення для галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування. Дисертація виконана державною мовою і відповідає встановленим МОН вимогам щодо оформлення дисертації. Обсяг основного тексту є достатнім для розкриття теми в межах галузі 15 Автоматизація та приладобудування за спеціальністю 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. Таким чином, у дисертації дотримано вимоги п. 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, з яких 4 статті у наукових фахових виданнях України, з них дві у виданнях, внесеному до міжнародних наукометричних баз даних, 3 – у матеріалах наукових конференцій:

1. Dergachov, K., Krasnov, L., Bilozerskyi, V., Zymovin, A. Data pre-processing to increase the quality of optical text recognition systems. *Radioelectronic and Computer Systems*, 2021, no. 4, pp. 183-198. Doi: 10.32620/reks.2021.4.15. (наукове фахове видання категорії А, Scopus).
2. Bilozerskyi, V., Dergachov, K., Krasnov, L., Zymovin, A., Popov, A. New method for video stream brightness stabilization: algorithms and performance evaluation. *Radioelectronic and Computer Systems*, 2023, no. 3, pp. 125-135. Doi: 10.32620/reks.2023.3.10. (наукове фахове видання категорії А, Scopus).
3. Дергачов, К., Білозерський, В., Краснов, Л. Аналіз і попередня обробка відеоданих для підвищення якості роботи систем технічного зору. *Міжнародний науково-технічний журнал «Проблеми керування та інформатики»*, 2023, 2(164), С. 50-66. Doi: 10.34229/1028-0979-2023-2-4. (наукове фахове видання категорії А).
4. Bilozerskyi, V., Dergachov, K., Krasnov, L. New methods for video data pre-processing to improve the quality of computer vision systems. *2023 IEEE 4th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*, Kharkiv, Ukraine, 2023, pp. 1-6. DOI: 10.1109/KhPIWeek61412.2023.10312988 (стаття у працях конференції, Scopus).
5. Білозерський, В., Білоус, О., Дергачов, К., Краснов, Л. Оцінка ефективності нового методу стабілізації яскравості відеопотоку в реальному масштабі часу. *Міжнародний науково-технічний журнал «Проблеми керування та інформатики»*, 2024, no. 1, С. 87-104. Doi: 10.34229/1028-0979-2024-1-8. (наукове фахове видання категорії А).
6. Bilozerskyi, V., Dergachov, K., Hurtovyi, O. Performance Evaluation of Modified Detection Algorithms Within the Framework of a Simulation System for Modelling UAV Visual Guidance. *Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering - 2024 (ICTM)*, Springer, Cham, 2024, pp. 81-95. DOI: 10.1007/978-3-031-94845-9_7 (стаття у працях конференції, Scopus).
7. Dergachov, K., Ovdiyuk, E., Dubinin, V., Hurtovyi, O., Bilozerskyi, V. Simulation System for Modelling UAV Visual Guidance. *2024 14th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Athens, Greece, 2024, pp. 1-7. DOI: 10.1109/DESSERT65323.2024.11122130 (стаття у працях конференції, Scopus).

У дискусії взяли участь (голова, рецензенти, офіційні опоненти, інші присутні) та заслухали відповіді на наступні ключові питання:

1. У третьому розділі автором пропонується використання скінченного автомату для керування режимами наведення БПЛА. Які аналітичні чи експериментальні підходи були використані для обґрунтування порогових значень, зокрема ліміту часу, який відводиться системі на інерційне прогнозування перед тим, як констатувати остаточний зрив супроводження та ініціювати повторний пошук?

2. Експериментальна частина роботи значною мірою спирається на напівнатурне моделювання з використанням валідаційних відеозаписів. Які найбільші непередбачувані фактори, апаратні затримки чи динамічні збурення можуть виникнути під час переходу до повноцінних льотних випробувань у реальному часі?

3. У першому та другому розділах роботи внутрішні параметри алгоритмів просторової та морфологічної обробки — зокрема розмір ядра фільтра та конфігурація структурного елемента — підібрані переважно експериментальним шляхом. Зважаючи на те, що умови спостереження за малорозмірними об'єктами є динамічними й нестабільними, якими аналітичними критеріями, математичними закономірностями чи методами оптимізації можна було б доповнити методику, щоб автоматизувати вибір цих параметрів та забезпечити стабільне формування ознак цілі без надмірного обчислювального навантаження на бортову платформу?

4. У роботі автора значна увага приділяється оптимізації обчислювальної складності. Яким чином використання розробленої просторово-морфологічної обробки на етапі попередньої обробки дозволяє знизити вимоги до апаратних ресурсів під час подальшої роботи нейромережових модулів (наприклад, архітектур сімейства YOLO або MobileNet), і як це позначається на загальному енергоспоживанні системи?

5. Дослідження у дисертації здебільшого сфокусовані на виявленні та супроводженні поодиноких малорозмірних повітряних об'єктів. Чи здатна розроблена система без суттєвої зміни архітектури масштабуватися для задачі одночасного супроводження кількох цілей?

Окрім загальних питань були висловлені наступні зауваження:

Рецензент Кривенко Сергій Станіславович:

1. Теоретичне обґрунтування вибору внутрішніх параметрів запропонованих алгоритмів попередньої обробки — зокрема розміру ядра просторового фільтра та параметрів структурного елемента в морфологічних операціях — наведене переважно у формі емпірично підібраних значень. Доцільним було б подати більш формалізований аналіз кількісного впливу цих параметрів на стійкість формування ознак та якість обробленого сигналу.

2. При оцінці ефективності розроблених методів автор переважно оперує задачно-орієнтованими показниками (повнотою виявлення, частотою супроводження, FPS); водночас використання загальноприйнятих об'єктивних метрик якості зображення (PSNR, SSIM) для проміжних стадій фільтрації та інтегральних метрик розпізнавання типу Precision/Recall/F-measure для модулів детектування дозволило б більш стандартизовано порівняти запропоновані методи з відомими аналогами.

3. У третьому розділі при формалізації стохастичного оцінювання за лінійним фільтром Калмана недостатньо повно розкрито процедуру визначення матриць коваріацій шуму процесу та шуму вимірювань. Додатковий аналіз чутливості оцінок стану цілі до варіацій цих матриць в умовах високої дисперсії завад дозволив би глибше обґрунтувати збіжність запропонованої схеми супроводження.

4. У четвертому розділі при обґрунтуванні апаратної платформи основну увагу приділено інтегральним показникам обчислювальної продуктивності й температурної стійкості; натомість поза рамками розгляду залишився ефект низькорівневих факторів —

латентності інтерфейсу MIPI CSI-2 та квантування на рівні фотосенсора – на цілісність високочастотних складових відеосигналу, що є важливим саме для розпізнавання малорозмірних об'єктів.

Рецензент Крицький Дмитро Миколайович:

1. У першому розділі, при аналізі факторів деградації відеосигналу, було б доцільно ширше розглянути специфіку функціонування системи при використанні мультиспектральних сенсорів (наприклад, тепловізійних). Це дозволило б оцінити універсальність розроблених методів попередньої обробки для роботи в нічний час або в умовах низької візуальної контрастності цілі.

2. При описі методів виявлення у другому розділі автор недостатньо уваги приділив аналізу стійкості методу віднімання фону до інтенсивних кутових переміщень самої камери. В умовах реальної експлуатації на рухомих платформах такі збурення можуть генерувати значну кількість хибних динамічних артефактів, що потребує додаткових механізмів компенсації руху фону.

3. В описі методів супроводження доцільно було б надати більш вичерпний порівняльний аналіз меж ефективності різних алгоритмів (KCF, Median Flow, NanoTrack та кінематичного трекера) залежно від складних тактичних сценаріїв. Зокрема, потребує деталізації питання точності супроводження при різкій зміні вектора швидкості цілі або її повному розвороті, де стандартна лінійна модель прогнозування траєкторії може виявитися недостатньою.

4. Незважаючи на достатньо обґрунтований вибір платформи Raspberry Pi як базової апаратної основи системи, доцільним видається розширення дослідження шляхом аналізу можливостей інтеграції сучасних NPU-прискорювачів, використання яких потенційно дозволило б підвищити швидкодію та енергоефективність реалізації нейромережових компонентів системи наведення.

5. Проведені в четвертому розділі напівнатурні експерименти базувалися на використанні заздалегідь записаних відеопослідовностей. Незважаючи на те, що це забезпечує повторюваність тестів, проведення випробувань безпосередньо у реальному часі із захопленням відеопотоку в живому режимі дозволило б більш впевнено гарантувати працездатність системи в реальних польових умовах з урахуванням усіх апаратних затримок сенсорного тракту.

Офіційний опонент Лисечко Володимир Петрович:

1. У першому розділі, при аналізі дестабілізуючих факторів, автор детально класифікує оптико-фотометричні завади, проте недостатньо уваги приділяє математичному опису динамічних характеристик специфічних завад, що виникають при роботі в контурному світлі (наприклад, ефекту «засліплення» сенсора), що могло б посилити обґрунтування вибору методів адаптивної стабілізації.

2. У другому розділі запропоновано вдосконалений метод виявлення на основі просторово-морфологічної обробки. Однак у роботі відсутній аналіз того, як саме змінюється ефективність запропонованих алгоритмів при зміні форми та розміру структурного елемента (ядра) морфологічних операцій для різних типів БПЛА (крило/мультиротор), що зазвичай має емпіричний характер.

3. Стосовно третього розділу, де описано модель адаптивного супроводження, доцільно було б надати більш розширене обґрунтування вибору порогових значень для перемикання станів скінченного автомата (зокрема, ліміту кадрів для режиму інерційного прогнозування).

4. В алгоритмічній реалізації каскадної селекції семантична верифікація виконується за допомогою нейромережі MobileNetV2. Хоча вибір моделі обґрунтований, у роботі не наведено порівняльного аналізу затримок інференсу при різних рівнях квантування моделі,

що є критичним для забезпечення стабільного детермінізму в системах реального часу.

5. Експериментальна верифікація в четвертому розділі виконана на базі напівнатурного моделювання з використанням валідаційних відеопослідовностей. Незважаючи на високу достовірність отриманих результатів, проведення повномасштабних випробувань у замкненому контурі керування дозволило б більш детально оцінити вплив апаратної затримки передачі сигналу по каналу UART на динамічну похибку наведення.

Офіційний опонент Дмитрієв Олег Миколайович:

1. Завдання № 3, 4 дослідження наведені автором у вступі та п.1.5 дисертації мають відмінності.

2. Стосовно першого розділу: при дослідженні чинників, що впливають на якість формування інформативного поля зображення, автор зосередився переважно на видимій ділянці спектра. Разом з тим, для систем, що підлягають сертифікації як всепогодні, було б доцільно розширити аналіз на інфрачервоний діапазон, оскільки межі ефективності запропонованих морфологічних методів виділення ознак в умовах теплового контрасту об'єктів можуть мати свої специфічні особливості. Також на стор. 26 у другому складнику виразу (1.2) помилково вказано проекцію G_x замість G_y .

3. У другому розділі, при описі алгоритмів попередньої обробки відеосигналу, недостатньо уваги приділено оцінці впливу високочастотних вібрацій (типових для моторно-пропелерної групи БПЛА) на стабільність роботи детектора віднімання фону. Оскільки вібрації створюють динамічну нестабільність усієї сцени, це може призводити до деградації контрасту «об'єкт-фонове середовище» та вимагати додаткової програмної стабілізації безпосередньо в контурі виявлення.

4. У третьому розділі запропонована модель адаптивного супроводження базується на лінійній екстраполяції траєкторії. Проте в роботі не висвітлено питання граничних маневрених характеристик цілі (кутових швидкостей та прискорень), при перевищенні яких кінематична помилка прогнозу вийде за межі розрахованої зони інтересу, що є важливим параметром при визначенні експлуатаційних лімітів системи наведення.

5. Методика експериментальних досліджень, викладена у четвертому розділі, базується на стендових випробуваннях із використанням валідаційних відеозаписів. Хоча такий підхід забезпечує відтворюваність результатів, він не повною мірою враховує недетерміновані затримки системного планувальника ОС при роботі у реальному часі, що може впливати на динамічну точність видачі керуючих команд у зацикленому контурі керування.

6. Наукові результати дисертації не розкривають значення кількісного показника підвищення точності наведення БПЛА, що задекларовано автором у меті.

Під час прилюдного захисту здобувач надав вичерпні та аргументовані відповіді на всі запитання, поставлені в ході наукової дискусії, а також ґрунтовно відповів на зауваження офіційних опонентів і рецензентів.

Результати відкритого голосування:

«За» 5 членів ради,

«Проти» 0 членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує Білозерському Владиславу Олександровичу ступінь доктора філософії з галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування за спеціальністю 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології.

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Окрема думка члена разової ради не надходила.

Голова разової спеціалізованої вченої ради _____

Ігор КЛЮШНІКОВ

Підпис голови разової спеціалізованої
вченої ради Ігоря Ключнікова засвідчую

Вчений секретар Національного
аерокосмічного університету «Харківський
авіаційний інститут»



Тетяна БОНДАРЄВА