

Рішення
разової спеціалізованої вченої ради
про присудження ступеня доктора філософії
від 27.08.2026 р.

Здобувач ступеня доктора філософії Дмитро Лендзел, 1972 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 1994 році «Ужгородський державний університет» за спеціальністю «Фізика і технологія матеріалів і компонентів електронної техніки», працює асистентом кафедри інформаційних управляючих систем та технологій в Державному вищому навчальному закладі «Ужгородський національний університет» Міністерства освіти і науки України, м. Ужгород, виконав акредитовану освітньо-наукову програму на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

Разова спеціалізована вчена рада утворена наказом Державного вищого навчального закладу «Ужгородський національний університет» Міністерства освіти і науки України, м. Ужгород від «30» червня 2026 року № 403/01-04 у складі:

Голови разової спеціалізованої вченої ради –	Олександра Міци, доктора технічних наук, професора, професора кафедри інформаційних управляючих систем та технологій факультету інформаційних технологій ДВНЗ «Ужгородський національний університет» МОН України;
Рецензентів -	Оксани Мулеси, доктора технічних наук, професора, професора кафедри програмного забезпечення систем факультету інформаційних технологій ДВНЗ «Ужгородський національний університет» МОН України; Юрія Андрашка, кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри системного аналізу та теорії оптимізації факультету математики та цифрових технологій ДВНЗ «Ужгородський національний університет» МОН України;
Офіційних опонентів -	Світлани Антошук, доктора технічних наук, професора, директорки інституту комп'ютерних систем Національного університету «Одеська політехніка» МОН України; Володимира Гнатушенка, доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри електронних засобів телекомунікацій факультету інформаційних технологій НТУ "Дніпровська політехніка" МОН України.

на засіданні «27» серпня 2026 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» Дмитру Лендьелу на підставі публічного захисту дисертації на тему: «Моделі та методи фрагментного online аналізу відеопослідовності».

Дисертацію виконано в Державному вищому навчальному закладі «Ужгородський національний університет» Міністерства освіти і науки України, м. Ужгород.

Науковий керівник Сергій Машталір, доктор технічних наук, професор, професор кафедри інформаційних управляючих систем та технологій факультету інформаційних технологій ДВНЗ «Ужгородський національний університет» МОН України.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису українською мовою, який повністю відповідає вимогам до оформлення дисертації, затвердженим Наказом МОН України від 12.01.2017 р., № 40.

Наукова новизна дисертаційного дослідження визначається запропонованими моделями та методами фрагментного online-аналізу відеопослідовностей. Зокрема, вперше розроблено модель фрагментно-матричного представлення відеоданих, відповідно до якої прямокутний кадр довільного формату перетворюється на квадратну матрицю фрагментів. Такий підхід забезпечує уніфіковане представлення вхідних даних і створює можливість застосування до них стандартних алгоритмів матричного аналізу. У межах запропонованої моделі обґрунтовано доцільність використання локальної норми Кі Фана як компактної характеристики фрагмента, що дає змогу поєднати інформативні властивості субпросторових методів PCA/SVD з прийнятною обчислювальною складністю. Встановлено також масштабну стійкість часових профілів норми Кі Фана при зміні просторової роздільної здатності відеокадрів. Уперше розроблено модель структурного агрегування активних фрагментів і метод їх об'єднання, що ґрунтується на відстеженні динаміки найбільшої зв'язної компоненти (LCC) на σ -карті. Використання LCC-динаміки дає можливість формувати високорівневі структурні характеристики об'єктів, які можуть бути використані для аналізу траєкторій їх руху та класифікації синтетичних відеопослідовностей. Уперше запропоновано застосування методу ступеневої ітерації (Power SVD) для online-обробки великих фрагментів, зокрема за умови поділу кадру на матрицю 10×10 фрагментів, у задачах виявлення руху. Обґрунтовано, що цей метод забезпечує необхідну точність визначення локальних сингулярних характеристик за обчислювальних витрат, сумісних із режимом обробки відеопотоку зі швидкістю 30 кадрів за секунду. Подальшого розвитку набули методи детекції руху та структурного аналізу об'єктів, зокрема визначення їх контурів, на основі адаптивної Z-оцінки змін локальних сингулярних мір, представлених у

вигляді σ -карт. Запропонований підхід підвищує стійкість аналізу до поступових фотометричних змін і дає змогу поєднати процедури виявлення, відстеження та виділення контурів об'єктів у межах єдиного методологічного підходу.

Практичне значення одержаних результатів полягає у створенні обчислювально ефективних моделей і методів аналізу відеопослідовностей, орієнтованих на використання в системах обробки відеоданих у режимі реального часу. Запропоновані підходи можуть бути застосовані в інтелектуальних системах відеоспостереження та роботизованих комплексах для оперативного виявлення руху, аномальних подій і відстеження об'єктів. Отримані результати дають змогу обґрунтовано розподіляти обчислювальне навантаження між різними апаратними засобами. Зокрема, використання ступеневої ітерації на грубій сітці доцільне для швидкого попереднього виявлення руху засобами CPU, тоді як деталізований контурний аналіз може виконуватися із залученням GPU-прискорення. Це створює передумови для побудови гібридних систем аналізу відеоданих із раціональним використанням обчислювальних ресурсів. Розроблений інструментарій також може використовуватися як модуль попередньої обробки в системах на основі глибинного навчання. Попередній відбір інформативних кадрів або фрагментів дає можливість зменшити обсяг даних, що передаються на повний нейромережевий аналіз, і тим самим скоротити обчислювальні витрати та підвищити швидкість реакції системи.

Практична цінність отриманих результатів підтверджена їх апробацією та впровадженням у діяльність ТОВ «КЕНФЛАЙ» (акт впровадження від 10.10.2025), ТОВ «ТМД-ТЕХ» (акт впровадження від 23.09.2025), а також в освітній процес Ужгородського національного університету (акт впровадження від 03.10.2025).

Отримані результати є науково обґрунтованими, мають практичну цінність і широкий міждисциплінарний потенціал. Сферами їх потенційного застосування є системи безпеки та моніторингу, робототехніка, транспортні системи, промислова автоматизація, медичні інформаційні технології, а також інші прикладні галузі, пов'язані з інтелектуальним аналізом відеоданих у режимі реального часу.

Здобувач має 9 наукових публікацій за темою дисертації, у тому числі:

- 4 статті у наукових фахових виданнях України (з них 2 включено до наукометричної бази Scopus),
- 5 публікацій у матеріалах науково-практичних конференцій (з них 2 матеріали конференції включено до наукометричної бази Scopus).

1. S. V. Mashtalir and D. P. Lendel, "Video fragment processing by Ky Fan norm," *Applied Aspects of Information Technology*, vol. 7, no. 1, pp. 59–68, 2024. DOI: 10.15276/aa.07.2024.5.

2. S. V. Mashtalir and D. P. Lendel, "Moving object shape detection by fragment processing," *Herald of Advanced Information Technology*, vol. 7, no. 4, pp. 414–423, 2024. DOI: 10.15276/hait.07.2024.30.

3. S. V. Mashtalir and D. P. Lendel, "Drone Video Processing by Fragment Analysis," *System Technologies*, no. 2 (157), pp. 3–11, 2025. DOI: 10.34185/1562-9945-2-157-2025-01.

4. S. V. Mashtalir and D. P. Lendel, "AI-Generated video evaluation by fragment processing," *Herald of Advanced Information Technology*, vol. 8, no. 3, pp. 316–325, 2025. DOI: 10.15276/hait.08.2025.20.

5. S. V. Mashtalir and D. P. Lendel, "Video pre-motion detection by fragment processing," in *Proc. Int. Conf. Inf. Control Syst. & Technol. (ICST-2024)*, Odesa, Ukraine, Sep. 23–25, 2024, pp. 1–10. [Online]. Available: <https://ceur-ws.org/Vol3790/paper30.pdf> [Scopus]

6. S. V. Mashtalir and D. P. Lendel, "Singular value decomposition calculation comparison in video fragment processing," in *Proc. Int. Workshop Comput. Intell., colocated with IV Int. Sci. Symp. "Intelligent Solutions" (IntSol-2025)*, Kyiv-Uzhhorod, Ukraine, May 1–5, 2025. [Online]. Available: <https://ceur-ws.org/Vol-4035/Paper1.pdf> [Scopus] (Здобувач самостійно провів всі етапи дослідження та підготував публікацію до друку. Вклад здобувача складає 75%)

7. Машталір С.В., Лендель Д.П., "Детектор руху на базі фрагментного аналізу" Інформаційні управляючі системи і технології: матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції: (23-25 вересня 2024 р. Одеса: Видавничий дім "Гельветика", 2024. – 334 с.

8. D. P. Lendel, "Artificial intelligence in computer vision student learning," in *Proc. Int. Workshop Chatbot, Gaming & AI Techniques Applied in Student Digital Education*, Uzhhorod, Ukraine, May 12–13, 2025.

9. Лендель Д. П., Машталір С.В., "Моделі та методи фрагментного online аналізу відеопослідовності" 79-а підсумкова наукова конференція професорсько-викладацького складу. ДВНЗ «Ужгородський національний університет». Ужгород, 2025.

У дискусії взяли участь голова і члени разової спеціалізованої вченої ради та присутні на захисті фахівці:

Оксана Мулеса – доктор технічних наук, професор, професор кафедри програмного забезпечення систем факультету інформаційних технологій ДВНЗ «Ужгородський національний університет» МОН України (рецензент).

Зауваження Оксани Мулеси:

1. На деяких графіках (наприклад, рис. 2.4 на стор. 58 та рис. 3.2 на стор.

81) координатні осі мають англomовні позначення (Accuracy, Time, ms). Слід було уніфікувати підписи до ілюстрацій українською мовою відповідно до вимог МОН України.

2. Запропонований метод формування просторово-часової матриці відхилень (S-карти або σ -карти) базується на розрахунку адаптивного ковзного вікна історії. Проте в дисертації недостатньо висвітлено питання оптимізації довжини цього часового вікна для сцен із суттєво різною динамікою: коли у відеопослідовності одночасно присутні як високошвидкісні об'єкти, так і об'єкти, що здійснюють тривалі зупинки (ефект "замерзання" або поглинання об'єкта фоном).

3. Під час проведення експериментальних досліджень у третьому розділі для оцінювання якості побудови бінарної маски змін та виявлення наближеного контуру рухомого об'єкта автор використовує стандартний набір класифікаційних метрик (Accuracy, F1-score тощо). Доцільно було б додатково застосувати специфічні просторово-геометричні метрики подібності бінарних матриць, наприклад, коефіцієнт Жаккара (IoU - Intersection over Union), що є більш показовим саме для задач локалізації та сегментації об'єктів у комп'ютерному зорі.

Варто відзначити, що зроблені зауваження стосуються виключно тексту та оформлення роботи і жодним чином не знижують цінність наукових результатів, одержаних при її виконанні.

Юрій Андрашко – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри системного аналізу та теорії оптимізації факультету математики та цифрових технологій ДВНЗ «Ужгородський національний університет» МОН України (рецензент).

Зауваження *Юрія Андрашка*:

1. У дисертації норма Кі Фана використовується як базовий локальний дескриптор для побудови σ -карти та подальшого розв'язання задач детекції руху, траєкторного аналізу, контуризації, аналізу відео з БПЛА й оцінювання AI-згенерованих відео. Водночас у роботі недостатньо глибоко обґрунтовано, чому саме ця спектральна характеристика є найдоцільнішою для всіх зазначених задач. Було б доцільно порівняти її інформативність із спектральними характеристиками матриць, такими як спектральна норма, ядерна норма, норма Фробеніуса, тощо.

2. Особливу увагу привертає те, що у першому розділі дисертації детально проаналізовано сучасні методи аналізу відеопослідовностей: MOG, FgSegNet, тощо, та архітектуру Vision Transformer. Разом з тим, в експериментальній частині роботи практично відсутнє безпосереднє порівняння із зазначеними моделями за показниками точності, стійкості до завад та продуктивності. Унаслідок цього наведені результати підтверджують працездатність запропонованої фрагментно-матричної концепції, однак не

дають можливості повною мірою оцінити, чи забезпечує вона однаково високий рівень ефективності для всіх розглянутих прикладних задач порівняно із сучасними спеціалізованими рішеннями комп'ютерного зору та чітко визначити межі її практичної доцільності.

3. У дисертації експериментально обґрунтовано вибір кількості фрагментів при побудові σ -карти та досліджено вплив роздільної здатності відео на флуктуацію норми Кі Фана, що стало основою адаптивного вибору розміру фрагментів. Водночас ефективність запропонованих моделей і методів залежить також від низки інших параметрів, зокрема довжини часового вікна для обчислення локальних статистик $\mu_i^{(t)}$ та $\sigma_i^{(t)}$, порогів Z оцінки $B_i^{(t)}$, кількості сингулярних значень k при обчисленні норми Кі Фана, параметрів найбільшої зв'язної компоненти (LCC), порога T_{motion} , а також емпіричних порогів 0,8 і 0,2, що використовуються при аналізі відео з БПЛА. Однак у роботі відсутній системний аналіз впливу зазначених параметрів на точність детекції, стійкість до шумів та обчислювальну продуктивність. Проведення такого дослідження дозволило б не лише повніше обґрунтувати вибір цих параметрів, а й сформулювати практичні рекомендації щодо їх налаштування для різних типів відеоданих та умов застосування.

4. У дисертації експериментальні дослідження виконано на кількох наборах даних, зокрема відео з камер відеоспостереження, природно відзнятих відеоматеріалах та відео, створених за допомогою Sora. Водночас значна частина експериментальних даних сформована автором самостійно і не є загальнодоступною. З огляду на те, що запропонована фрагментно-матрична концепція позиціонується як універсальний підхід до аналізу відеопослідовностей, доцільно було б оформити авторські набори даних у вигляді відкритого benchmark-набору із відповідним описом та анотацією. Це забезпечило б можливість незалежного відтворення експериментів, коректного порівняння із запропонованими методами та сприяло б подальшому розвитку досліджень у цьому напрямі.

Вважаю, що висловлені зауваження та питання носять уточнюючий характер і не знижують високої науково-теоретичної та прикладної цінності дисертаційної праці.

Світлана Антошук – доктор технічних наук, професор, директорка інституту комп'ютерних систем Національного університету «Одеська політехніка» МОН України (офіційний опонент).

Зауваження *Світлани Антошук*:

1. У першому розділі дисертації наведено достатньо детальний історикометодологічний аналіз розвитку засобів обробки відеопослідовностей. Разом з тим, описуючи сучасний стан предметної області, автору доцільно було б ширше представити порівняльну характеристику моделей Vision Transformer

та Video Foundation Models. Це дозволило б ще повніше окреслити місце і конкурентні переваги запропонованої фрагментно-матричної концепції серед новітніх важковагових нейромережових напрямів розвитку комп'ютерного зору.

2. Під час дослідження ефективності запропонованого методу оцінювання відеопослідовностей, створених засобами генеративного штучного інтелекту (підрозділ 2.4), використано репрезентативні набори даних. Водночас результати дослідження виглядали б більш переконливими за наявності прямого порівняльного експерименту із сучасними спеціалізованими DeepFake-детекторами, що дозволило б наочно продемонструвати баланс між обчислювальною швидкістю та точністю розпізнавання синтетичного контенту.

3. У третьому розділі, описуючи метод фрагментного онлайн-аналізу для виявлення контуру рухомого об'єкта (підрозділ 3.4), автор зазначає, що процедура базується на аналізі просторової конфігурації активних фрагментів матриці відхилень. Наявність детальніших аналітичних викладів та оцінки геометричних похибок апроксимації меж об'єкта за різних масштабів сітки (наприклад, 100×100) сприяла б чіткішому розумінню умов застосовності контурного аналізу.

4. У роботі доведено універсальність і масштабну стійкість часових профілів норми Кі-Фана на наявних експериментальних матеріалах. Разом із тим, для додаткового підтвердження стабільності запропонованих статистичних ознак та порогових правил прийняття рішень, доцільно було б розширити тестування моделі на ще більшій кількості відкритих міжнародних баз відеоданих із різними ступенями стиснення та бітрейту.

Висловлені зауваження та рекомендації мають здебільшого уточнюючий та дискусійний характер, вони не впливають на загальну високу оцінку дисертаційної роботи, не ставлять під сумнів її наукову новизну, обґрунтованість і практичну цінність.

Володимир Гнатушенко – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електронних засобів телекомунікацій факультету інформаційних технологій НТУ "Дніпровська політехніка" МОН України (офіційний опонент).

Зауваження Володимира Гнатушенка:

У цілому позитивно оцінюючи подану до захисту дисертацію, водночас, варто звернути увагу на окремі дискусійні положення дисертаційної роботи:

1. У другому розділі при формуванні математичної моделі адаптивного обрання розміру фрагмента $B \times B$ вводиться цільова функція з настроюваними параметрами λ_1 та λ_2 . Проте в роботі недостатньо повно висвітлено чутливість подальших результатів, зокрема якості класифікації ШІ-згенерованого відео, до варіацій цих параметрів. Було б доцільно подати окремий аналіз або хоча б узагальнену таблицю, яка б показувала, наскільки стабільними залишаються

значення ROC-AUC, F1 та інших метрик при зміні λ_1 та λ_2 і цільового розміру фрагмента.

2. У третьому розділі при побудові траєкторії руху об'єкта пропонується використання просторового квадратного фільтра 3×3 для визначення суміжних фрагментів. З тексту роботи не до кінця зрозуміло, як поводитиметься запропонований алгоритм за умов наявності в кадрі кількох одночасно рухомих об'єктів, особливо якщо вони перетинаються, зближуються або рухаються у протилежних напрямках. Було б доцільно додатково окреслити обмеження такого підходу та можливі способи його модифікації для багатооб'єктних сцен.

3. У роботі експериментально показано, що зі збільшенням кількості фрагментів зростає кількість відхилень у трендах окремих фрагментів, що потенційно може призводити до неточностей подальшого аналізу. Водночас не до кінця формалізовано практичний критерій вибору оптимальної густини фрагментного розбиття для різних прикладних задач – детекції руху, контуризації об'єкта, аналізу відео з БПЛА та виявлення ШІ-згенерованого відео. Доцільно було б надати рекомендації щодо вибору сітки залежно від розміру об'єкта, роздільної здатності відео та допустимого часу обробки.

4. У четвертому розділі проведено детальний порівняльний аналіз швидкодії повного, часткового, ітераційного та рандомізованого SVD на CPU. Разом із тим у висновках роботи обґрунтовано доцільність перенесення «важких» обчислень при щільних сітках на GPU, оскільки для розбиттів 50×50 та 100×100 затримка на CPU перевищує вимоги онлайн-режиму. У зв'язку з цим було б доцільно доповнити роботу хоча б попереднім експериментальним порівнянням часових витрат на GPU або оцінкою очікуваного прискорення для найбільш ресурсоємних сценаріїв. 5. Серед ключових слів та прикладних сценаріїв згадується обробка відео з БПЛА та рухомих камер, проте в роботі детально не проаналізовано граничні випадки високодинамічного власного руху камери або платформи, наприклад, різкі розвороти дрона за умов сильного вітру, які можуть створювати короткочасні хибні спрацьовування локальних дескрипторів, тому доцільним було б окремо вказати межі застосовності запропонованого підходу для таких умов.

Висловлені зауваження мають рекомендаційний характер, не ставлять під сумнів наукову новизну, обґрунтованість і практичну цінність отриманих результатів та не змінюють загальної позитивної оцінки дисертації.

Результати відкритого голосування:

«За» п'ять членів ради,

«Проти» - немає.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує Дмитру Лендельу ступінь доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої
вченої ради




Олександр МПЦА