

Рішення
разової спеціалізованої вченої ради
про присудження ступеня доктора філософії

Здобувач ступеня доктора філософії Романенко Владислав Володимирович,
(власне ім'я, прізвище здобувача)

1997 року народження, громадянство Україна,
(назва держави, громадянином якої є здобувач)

освіта вища: закінчив у 2020 році Київський національний університет технологій та дизайну
(найменування закладу вищої освіти)

за спеціальністю (спеціальностями) Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(за дипломом)

працює молодшим науковим співробітником в Інституті загальної енергетики Національної академії наук України, м. Київ,
(посада) (місце основної роботи, підпорядкування, місто)

виконав акредитовану освітньо-наукову програму
«Інформаційно-вимірювальні технології в енергетиці».

Разова спеціалізована вчена рада ДФ 26.223.04, утворена наказом Інституту загальної енергетики НАН України, м. Київ, від «18» червня 2025 року № 19-осн.,
(наукової установи, підпорядкування (у родовому відмінку), місто)

у складі:

Голови разової спеціалізованої вченої ради: Олександр НОВОСЕЛЬЦЕВ – доктор технічних наук, старший науковий співробітник, член-кореспондент НАН України, завідувач відділу трансформації структури паливно-енергетичного комплексу Інституту загальної енергетики НАН України.

Рецензентів: Юрій КУЦ – доктор технічних наук, професор, провідний науковий співробітник відділу моніторингу і діагностики об'єктів енергетики Інституту загальної енергетики НАН України;

Олег ДЕКУША – доктор технічних наук, старший дослідник, старший науковий співробітник відділу моніторингу і діагностики об'єктів енергетики Інституту загальної енергетики НАН України.

Офіційних опонентів: Володимир КВАСНИКОВ – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій Державного некомерційного підприємства «Державний університет «Київський авіаційний інститут»;

Андрій МОМОТ – доктор філософії зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», старший викладач кафедри автоматизації та систем неруйнівного контролю Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

на засіданні «27» серпня 2025 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»
(галузь знань)

Романенку Владиславу Володимировичу
(власне ім'я, прізвище здобувача у давальному відмінку)

на підставі публічного захисту дисертації «Інформаційно-вимірвальна технологія контролю якості виробів адитивного виробництва»

(назва дисертації)

за спеціальністю 175 «Інформаційно-вимірвальні технології».

(код і найменування спеціальності (спеціальностей) відповідно до Переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти)

Дисертацію виконано в Інституті загальної енергетики НАН України, м. Київ.

(найменування закладу вищої освіти (наукової установи), підпорядкування, місто)

Науковий керівник: Світлана КОВТУН, доктор технічних наук, старший дослідник, Інститут загальної енергетики НАН України, заст. директора з наукової роботи

(власне ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання, місце роботи, посада)

Дисертаційна робота Романенка В.В. є самостійно виконаним науковим дослідженням. Висновки та положення, викладені в тексті роботи, отримані автором особисто. Основні наукові результати, отримані автором дисертації, наведено у наукових працях, поданих у списку публікацій.

У дисертаційній роботі Романенка Владислава Володимировича отримано нові науково обґрунтовані результати, які в сукупності вирішують важливе науково-технічне завдання підвищення точності та надійності процесів адитивного виробництва шляхом удосконалення й впровадження інформаційно-вимірвальної технології контролю якості виробів в процесі 3D-друку на основі методів комп'ютерного зору та елементів штучного інтелекту. Наукова новизна роботи полягає в такому:

- уперше розроблено математичну модель вирівнювання інтенсивності пікселів у зображеннях виробів адитивного виробництва, яка дозволяє компенсувати ефекти змінного або нерівномірного освітлення під час візуального моніторингу процесу 3D-друку в реальному часі. Це забезпечує підвищення достовірності аналізу зображень та зменшення похибок розпізнавання дефектів;
- реалізовано функціональну інтеграцію апаратної та програмної частин у вигляді єдиної інформаційно-вимірвальної системи контролю якості виробів, яка здатна виявляти дефекти у режимі реального часу та ініціювати зупинку процесу друку в разі їх фіксації;
- удосконалено інформаційно-вимірвальну технологію контролю якості виробів адитивного виробництва шляхом інтеграції методів нормалізації та стандартизації зображень, а також шляхом використання згорткових нейронних мереж для автоматизованого виявлення типових дефектів (розшарування, зсуви шарів, пропуски матеріалу тощо) у процесі 3D-друку;
- отримав подальший розвиток метод попереднього опрацювання (препроцесінгу) графічних об'єктів, який базується на чисельному розв'язанні задач математичної фізики еліптичного типу (зокрема рівняння Пуассона), що дозволяє адаптувати кадри до потреб систем машинного навчання, зберігаючи їхню морфологічну цінність.

У результаті обговорення презентації дисертаційної роботи Романенка Владислава Володимировича «Інформаційно-вимірвальна технологія контролю якості виробів адитивного виробництва» вважається, що:

- 1) дисертаційна робота Романенка В.В. є кваліфікаційною науковою працею, виконаною ним особисто, в якій розв'язано важливе науково-технічне завдання підвищення точності та надійності процесів адитивного виробництва шляхом удосконалення та впровадження інформаційно-вимірвальної технології контролю якості процесів 3D-друку. У роботі створено математичні моделі та програмні засоби, що забезпечують розпізнавання типових дефектів друку в реальному часі на основі методів комп'ютерного зору та штучного інтелекту. Основні положення та результати дослідження, викладені в тексті дисертації, отримано автором самостійно;
- 2) дисертація Романенка В.В. має наукову новизну, теоретичну й практичну значущість, відповідає вимогам пунктів 5–7 «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. Фактів академічного плагіату, фабрикації або фальсифікації у тексті дисертації та в опублікованих наукових працях не виявлено;
- 3) Романенком В.В. за темою дисертації опубліковано 9 наукових праць, з яких 4

висвітлюють основні наукові результати (у т.ч. 1 стаття у виданні, що індексується у міжнародній наукометричній базі Scopus), і 5 наукових праць, що засвідчують апробацію результатів на міжнародних наукових конференціях. Усі публікації відповідають вимогам пункту 8 вищезазначеного Порядку.

Здобувач має 9 наукових публікацій за темою дисертації, з них 4 публікації, що 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. **Романенко В.В.**, Голубев Л.П. (2020) Дослідження програмного забезпечення для виявлення та виправлення дефектів 3D-друку. *Вісник Херсонського національного технічного університету*, 3 (74), 2020 р. <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2020.3.8> (**фахове видання, категорія Б**, ISSN 2078-4481).
 2. **Romanenko V.**, Nazarenko O. (2024) Comparative Analysis of Modern Technologies of Additive Production. *System Research in Energy*, 2(77), 84–96. <https://doi.org/10.15407/srenergy2024.02.084>. (**фахове видання, категорія Б**, ISSN 2786-7102).
 3. **Romanenko V.**, Khaidurov V., Bekesheva A., Yarovoy R. (2024) Using the variational principle of leveling illumination in images. *ITTAP 2024: 4th International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems*, October 23–25, 2024, Ternopil, Ukraine, Opole, Poland. CEUR-WS.org. (**Scopus**, ISSN 1613-0073). Pp. 355–366. Режим доступу: <https://ceur-ws.org/Vol-3896/paper20.pdf>.
 4. **Romanenko V.**, Kovtun S. (2024) Technology of Quality Control of Additive Manufacturing Products During Printing of Elements of Energy Complexes. *System Research in Energy*, 4(80), 84–96. <https://doi.org/10.15407/srenergy2024.04.110>. (**фахове видання, категорія Б**, ISSN 2786-7102);
- 5 тез доповідей, опублікованих у збірниках матеріалів міжнародних науково-практичних конференцій, які відбувалися в Україні, Іспанії, Німеччині та Польщі:
5. **Романенко В.**, Хайдуров В. (2024) Аналіз сучасних технологій адитивного виробництва. *The 3rd International scientific and practical conference “European congress of scientific achievements”*, March 25–27, 2024, Barca Academy Publishing, Barcelona, Spain. 2024. 240 p. ISBN 978-84-15927-35-8. С. 82–88.
 6. **Романенко В.** (2024) Порівняльний аналіз забезпечення контролю процесів адитивного виробництва. *The 9th International scientific and practical conference “Current challenges of science and education”*, May 6–8, 2024, MDPC Publishing, Berlin, Germany. 2024. 485 p. ISBN 978-3-954753-05-5. С. 254–259.
 7. **Romanenko V.** (2024) State-of-the-art Detection of Defects in the Process of Manufacturing Objects of Serial Additive Manufacturing Based on Artificial Intelligence. *Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси (ІРТК-2024). Сімнадцята міжнародна науково-практична конференція*, 21–22 травня 2024 р., Київ, Україна. – К.: НАУ, 2024. – 516 с.
 8. **Романенко В.** (2024) Технологія контролю якості виробів адитивного виробництва в ході друку елементів енергетичних комплексів. *II Міжнародна науково-практична конференція «Цифрові технології в енергетиці і автоматичності»*, 7 червня 2024 року, м. Київ. ISSN 2786-7102 (Online), ISSN 2786-7633 (Print). С. 43–45.
 9. **Романенко В.**, Заячковський В., Подніжний С. (2025) Технології і моделі змішування полімерів в екструдері принтерів. *XXX Міжнародна науково-практична конференція «Перспективи розвитку сучасної науки багатопрофільного університету в контексті інтеграції в міжнародний освітній простір»*, 27–28 березня 2025 року, м. Київ. С. 331–336;
- 1* свідоцтво про реєстрацію авторського права на службовий твір, що підтверджує оригінальність програмного забезпечення, розробленого у рамках дисертаційного дослідження:
10. **Романенко В.В.**, Хайдуров В.В., Ковтун С.І. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 134762 : комп’ютерна програма «Програмний модуль вирівнювання освітленості кадрів зображень для підвищення ефективності розпізнавання дефектів

3D-друку в режимі реального часу» («PoillumEqualiz 1.0») / Інститут загальної енергетики НАН України. Зареєстр. 31 берез. 2025 р. Київ : УкрНОІВІ, 2025.

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

- 1) у дисертаційній роботі зустрічається термін «освітленість». Даний термін має фізичний зміст, його доцільно використовувати для оцінки реальних умов освітлення в приміщеннях, на вулиці, дослідженні кліматичних умов тощо. У контексті даного дисертаційного дослідження, враховуючи міждисциплінарний характер роботи, краще використовувати «яскравість» (в контексті пікселів і комп'ютерного зору загалом);
- 2) у розділі 2 здійснений опис граничних умов у математичній моделі препроцесингу «яскравості» пікселів з метою штучної зміни зображення, яке може містити дефект 3D-друку. У граничних умовах вказані границі «Left», «Right», «Up» і «Down», які не є коректними з математичної точки зору. Граничні умови потрібно вказувати математично, зокрема, вказавши конкретно область, на якій дана гранична умова задана;
- 3) з опису математичної моделі не зовсім зрозумілим є те, до чого саме застосовуються границі «Left», «Right», «Up» і «Down», які були вказані у попередньому зауваженні. Це границі всього зображення чи границі об'єкта, який досліджується камерою?
- 4) в розділі 2 у формулі (2.1) наведено параметр λ , який не описаний. Доцільно вказати, яка його суть, а також в яких одиницях він вимірюється (якщо є очевидним, що це не є безрозмірною величиною);
- 5) структура викладу матеріалу в деяких розділах потребує уточнення: зокрема, в другому розділі місцями поєднуються елементи постановки задачі, формалізації та прикладного аналізу, що ускладнює логічне сприйняття матеріалу. Доцільно було б чіткіше розмежувати теоретичну модель і застосування до конкретного випадку;
- 6) опис алгоритмів глибокого навчання подано без достатнього порівняльного аналізу альтернатив, зокрема, не розглянуто можливості застосування трансформерних архітектур або легших моделей типу MobileNet для вбудованих систем. Такий аналіз міг би зміцнити аргументацію обраного підходу;
- 7) в описі нейромережових моделей трапляються незначні неточності у термінології (наприклад, терміни «глибина шару» і «кількість нейронів» іноді використовуються без чіткої різниці між ними). Це не знижує наукової цінності, однак потребує уважнішого редакторського опрацювання;
- 8) при викладенні матеріалу, що стосується експериментального аналізу, бракує детального опису метрологічної оцінки точності вимірювання геометричних елементів на зображенні, зокрема – впливу параметрів камери, роздільної здатності й частоти кадрів на якість ідентифікації дефектів. Додатковий метрологічний супровід підвищив би обґрунтованість висновків;
- 9) у ряді місць автор допускає певне дублювання змісту, наприклад, повторюється опис етапів підготовки навчальних вибірок у другому й третьому розділах;
- 10) у роботі недостатньо детально проаналізовано та зіставлено ефективність запропонованих моделей контролю з сучасними методами детектування дефектів, що базуються на інших архітектурах глибокого навчання таких як YOLO, U-Net, ResNet тощо. Цей порівняльний аналіз дав би змогу обґрунтованіше оцінити переваги й недоліки обраної архітектури;
- 11) було б корисно доповнити дослідження економічною оцінкою, наприклад, зменшенням витрат, підвищенням продуктивності, скороченням браку тощо в результаті впровадження запропонованої технології. Це дало б змогу побачити з практичної точки зору розроблену автором інформаційно-вимірювальну технологію;
- 12) частину рисунків 3.14–3.34 можна було б винести до додатків, оскільки вони є реальними фізичними експериментами, які доповнюють дану роботу до завершеності, а не демонструють роботу розробленої інформаційно-вимірювальної технології загалом;
- 13) у дисертації наявні незначні орфографічні помилки, які не впливають на загальне сприйняття поданої автором роботи;
- 14) у деяких розділах доцільним було б представити розширене порівняння з альтернативними підходами до контролю якості в адитивному виробництві, зокрема такими, як інфрачервона термографія, акустична емісія, ультразвуковий контроль та інші методи неруйнівного контролю. Включення експериментальних або аналітичних даних

щодо порівняльної ефективності різних методів дозволило б глибше обґрунтувати вибір саме візуального підходу, а також окреслити можливості інтеграції різних систем моніторингу;

- 15) опис апаратного забезпечення системи контролю якості, запропонованої у дисертації, потребує більш детального розкриття. Зокрема, бракує конкретизації характеристик сенсорів, камер, обчислювальних модулів, особливостей синхронізації із 3D-принтером тощо. Це важливо для практичного відтворення та незалежної оцінки працездатності створеної інформаційно-виміральної технології;
- 16) у розділі 4 автор вказує, що для оцінки результатів навчання нейромережевої моделі було використано валідаційну множину, що складає 25% від набору навчальних даних. При цьому не використовується тестова множина, хоча обсяг набору даних є достатнім для її формування. Це викликає запитання щодо ефективності роботи нейромережі на абсолютно нових даних, які не використовувались під час процесу навчання та валідації;
- 17) у підрозділі 4.1. використано поняття «точність класифікації», що є не зовсім коректним в контексті поставленої задачі. Правильніше було б оперувати поняттям «доля правильних відповідей» або «частка вірних класифікацій»;
- 18) окремі формулювання у висновках до розділів могли б бути більш орієнтованими на формулювання конкретних технічних результатів і потенційних областей застосування та подальших шляхів розвитку розроблених рішень.

Вказані вище зауваження мають рекомендаційний характер і не знижують наукової та практичної цінності роботи.

Результати відкритого голосування:

«За» 5 членів ради,

«Проти» 0 членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує

Романенку Владиславу Володимировичу

(власне ім'я, прізвище, здобувача у давальному відмінку)

ступінь доктора філософії з галузі знань

«Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»

(галузь знань)

за спеціальністю

175 – Інформаційно-вимірвальні технології

(код і найменування спеціальності (спеціальностей) відповідно до Переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти)

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається

Голова разової спеціалізованої вченої ради



Олександр НОВОСЕЛЬЦЕВ
(власне ім'я та прізвище)