Рішення разової спеціалізованої вченої ради ДФ 26.204.006
про присудження ступеня доктора філософії

Здобувач ступеня доктора філософії Пантін Максим Андрійович, 1991 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2017 році Чернігівський національний технологічний університет за спеціальністю «Програмне забезпечення систем» та здобув ступінь магістра. Аспірант Інституту проблем математичних машин і систем НАН України, м. Київ. Виконав акредитовану освітньо-наукову програму «Комп'ютерні науки».

Разова спеціалізована вчена рада ДФ 26.204.006, створена відповідно до наказу директора Інституту проблем математичних машин і систем НАН України від 15.09.2026 р. № 63-а (рішення Вченої ради Інституту проблем математичних машин і систем НАН України від 10.09.2026 р., протокол № 11), у складі:

Голова разової спеціалізованої вченої ради:

КЛИМЕНКО Віталій Петрович, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач відділу інтелектуальних систем математичного моделювання складних об'єктів та процесів Інституту проблем математичних машин і систем НАН України.

Рецензенти:

БЄГУН Василь Васильович, доктор технічних наук, доцент, завідувач відділу інтегрованих автоматизованих систем спеціального призначення Інституту проблем математичних машин і систем НАН України;

ОКСАНИЧ Ірина Миколаївна, кандидатка технічних наук, старша наукова співробітниця відділу інтелектуальних інформаційно-аналітичних систем Інституту проблем математичних машин і систем НАН України.

Офіційні опоненти:

ШОСТАК Ігор Володимирович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри інженерії програмного забезпечення Національного

аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»;

ТАЛЕРКО Микола Миколайович, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу радіаційної екології Інституту проблем безпеки атомних електростанцій НАН України.

На засіданні 27 жовтня 2026 року рада прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 12 – Інформаційні технології Пантіну Максиму Андрійовичу на підставі прилюдного захисту дисертації «Інформаційна технологія оцінювання радіаційного забруднення ЧАЕС на основі даних дистанційного зондування» за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

Дисертацію виконано в Інституті проблем математичних машин і систем НАН України, м. Київ.

Науковий керівник:

САВЕЛЬЄВ Максим Володимирович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник.

Дисертація Пантіна Максима Андрійовича на тему: «Інформаційна технологія оцінювання радіаційного забруднення ЧАЕС на основі даних дистанційного зондування», подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки, є завершеною самостійною роботою, що містить науково обґрунтовані результати, актуальність, наукову новизну, теоретичне та практичне значення і відповідає вимогам «Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах)», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 року № 261, «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 12.01.2022 № 44 (зі змінами),

наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації», затвердженого Міністерством юстиції України 03.02.2017 за № 155/30023. Дисертація Пантіна Максима Андрійовича та наукові публікації, у яких висвітлено наукові результати дисертації, виконані на належному науковому рівні з дотриманням академічної доброчесності. Пантін Максим Андрійович на високому рівні оволодів методологією наукової діяльності, набув теоретичних знань, відповідних умінь, навичок та компетенцій, вільно володіє матеріалом.

Здобувач має 9 наукових публікацій за темою дисертації, серед них 2 публікації у наукових фахових виданнях України (категорія «Б»), 4 публікації у наукових виданнях, що індексуються в наукометричній базі даних Scopus, 3 тези доповідей на наукових конференціях. Відповідно до вимог пункту 8 «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 12.01.2022 № 44 (зі змінами), наукові праці здобувача враховано у кількості 8 публікацій, у яких висвітлено результати дисертаційної роботи. В одному випуску (номері) журналу опубліковано не більше 1 статті. Статті у наукових фахових виданнях України мають активний ідентифікатор DOI. Наукові результати дисертації обґрунтовано відповідно до мети (поставленого завдання) кожної статті. Отже, наукові статті здобувача відповідають вимогам пунктів 8, 9 зазначеного Порядку.

Перелік наукових публікацій здобувача:

1. Saveliev M., Pantin M., Skiter I., Scott T. B., Martin P. G. Implementation of Novel Evolutional Algorithm for 3-Dimensional Radiation Mapping and Gamma-Field Reconstruction within the Chornobyl Sarcophagus. *Algorithms*. 2023. Vol. 16, N 4. Article 204. DOI: https://doi.org/10.3390/a16040204. *Бази: Scopus, Web of Science.*

2. Saveliev M., Shtefan V., Scott T. B., Grechaninov V., Mykhailov O., Doroshenko A., Pantin M. UAV-Based Survey of the Equivalent Dose Rate

Distribution Above the Outer Cladding of the Chornobyl New Safe Confinement Following Damage. *Drones*. 2026. Vol. 10, N 8. Article 562. DOI: https://doi.org/10.3390/drones10080562. *Бази: Scopus, Web of Science.*

3. Saveliev M. V., Godun R. L., Pantin M. A., Skiter I. S., Sushchenko K. O. The Nuclear Safety Monitoring System for Fuel-Containing Materials Located in Destroyed Unit No. 4 of the Chornobyl NPP and Proposals for Its Modernization. *Nuclear Physics and Atomic Energy*. 2022. Vol. 23, N 3. P. 172–181. DOI: https://doi.org/10.15407/jnpae2022.03.172. *Бази: Scopus; наукове фахове видання України.*

4. Saveliev M., Shtefan V., Proskurin O., Pantin M., Martin P. G., Grechaninov V., Havrylko Y. Multi-Robot Radiation Reconnaissance in the Chornobyl NPP Exclusion Zone. *Nuclear and Radiation Safety*. 2024. N 4 (104). P. 41–49. DOI: https://doi.org/10.32918/nrs.2024.4(104).05. *Бази: Scopus; наукове фахове видання України.*

5. Saveliev M., Krasnov V., Levchenko A., Novikov A., Evstigneev A., Pantin M. Measuring the Equivalent Dose Rate over the Shelter Object after Completion of the New Safe Confinement. *Nuclear Power and the Environment*. 2020. N 4 (19). P. 50–56. DOI: https://doi.org/10.31717/2311-8253.20.4.6. *Наукове фахове видання України, категорія «Б». Бази: CrossRef, Google Scholar.*

6. Михайлов О. В., Савельєв М. В., Пантін М. А. Результати контролю потужності еквівалентної дози γ-випромінювання у приміщеннях об'єкта «Укриття» ЧАЕС. *Ядерна енергетика та довкілля*. 2024. № 2 (30). С. 51–60. DOI: https://doi.org/10.31717/2311-8253.24.2.6. *Наукове фахове видання України, категорія «Б». Бази: CrossRef, Google Scholar.*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

7. Истомин Н., Пантин М., Савельев М. Пример импортозамещения в автоматизированном радиационном контроле. *Проблеми зняття з експлуатації об'єктів ядерної енергетики та відновлення навколишнього середовища (INUDECO 19)*: матеріали IV Міжнар. конф., м. Славутич, 24 квіт. 2019 р. Славутич: Славутицька міська рада, 2019. С. 102–106.

8. Савельев М. В., Краснов В. А., Евстигнеев А. Ю., Пантин М. А. Измерение мощности экспозиционной дозы над объектом «Укрытие» после сдачи Нового Безопасного Конфаймента. *Проблеми зняття з експлуатації об'єктів ядерної енергетики та відновлення навколишнього середовища* (*INUDECO 20*): матеріали V Міжнар. конф., м. Славутич, 27 квіт. 2020 р. Славутич, 2020. С. 194–196. URL: https://inudeco.pro/.

9. Khomenko D., Pantin M., Saveliev M. et al. Autonomous Quadruped Robotic Systems for Radiation Mapping. *Mathematical Modeling and Simulation of Systems* (*MODS 2023*): XVIII Intern. Sci.-Pract. Conf., Chernihiv, 13–15 November 2023. Chernihiv, 2023. P. 10–12. URL: https://ir.stu.cn.ua/handle/123456789/29144.

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

БЄГУН Василь Васильович, доктор технічних наук, доцент, завідувач відділу інтегрованих автоматизованих систем спеціального призначення Інституту проблем математичних машин і систем НАН України, зауваження та побажання:

1. У дисертації переконливо кількісно підтверджено підвищення точності реконструкції радіаційного поля. Разом з тим з огляду на практичну спрямованість роботи в подальших дослідженнях доцільно було б кількісно оцінити також організаційно-технологічний ефект застосування запропонованого підходу, зокрема можливе скорочення необхідного обсягу додаткових дозиметричних вимірювань, тривалості обстеження та потреби у перебуванні персоналу в зоні радіаційної небезпеки.

2. У роботі окреслено перспективу переходу до інкрементного режиму, за якого результат попередньої реконструкції використовується як початкове наближення при надходженні нових даних. Для довготривалого контролю об'єкта «Укриття» цей підхід є особливо перспективним. Тому логічним продовженням роботи була б його експериментальна перевірка на послідовних

циклах обстеження, коли кожна наступна серія вимірювань не формує карту заново, а уточнює вже накопичену інформацію.

3. У дисертації зазначено можливість поширення запропонованої технології на інші складні ядерні об'єкти, що виводяться з експлуатації, проте межі її перенесення окреслено недостатньо чітко: не виділено інваріантне алгоритмічне та програмне ядро технології та компоненти, які потребують адаптації до конкретного об'єкта — його геометрії, складу вихідних даних, характеристик вимірювальних засобів та умов проведення обстеження.

4. Однією з основних переваг запропонованого підходу є можливість роботи в умовах неповних даних, однак у роботі не досліджено залежність якості реконструкції від кількості та просторової конфігурації доступних вимірювань. Наявність таких залежностей дала б змогу обґрунтовано планувати дозиметричні кампанії — визначати доцільність додаткових вимірювань і вибирати ділянки, обстеження яких найсуттєвіше уточнить отриману картину.

5. При подальшій інтеграції розробленої технології до систем підтримки прийняття рішень доцільно передбачити розвинені засоби збереження історії виконаних розрахунків, що забезпечуватимуть однозначний зв'язок кожної сформованої цифрової карти з вихідним набором вимірювань, використаною версією моделі та параметрами розрахунку. Це є важливим для подальшого аналізу результатів та накопичення інформації про стан об'єкта протягом тривалого часу.

Наведені зауваження мають характер побажань щодо продовження та розвитку проведеного дослідження. Вони не ставлять під сумнів отримані результати та не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

ОКСАНИЧ Ірина Миколаївна, кандидатка технічних наук, старша наукова співробітниця відділу інтелектуальних інформаційно-аналітичних систем Інституту проблем математичних машин і систем НАН України, зауваження та побажання:

1. В актуальності роботи однією з проблем визначено використання різнорідних засобів вимірювання та форматів даних, а розроблена інформаційна технологія передбачає можливість отримання інформації з різних джерел. Водночас у роботі недостатньо детально розкрито механізми приведення таких даних до єдиного внутрішнього представлення, структуру необхідних метаданих та правила контролю їх сумісності. Більш детальний опис цього етапу посилив би саме інформаційно-технологічну складову роботи.

2. У дисертації зазначено можливість використання розробленої технології як складової існуючих систем підтримки прийняття рішень. Однак питання практичної інтеграції з такими системами розглянуто переважно на архітектурному рівні. Доцільно було б більш детально визначити вимоги до міжсистемного інформаційного обміну, форматів повідомлень та програмних інтерфейсів, необхідних для такої інтеграції.

3. Запропонована інформаційна технологія орієнтована на формування цифрової карти як інформаційного продукту для подальшого прийняття рішень. Разом із тим у роботі можна було б більш детально описати сценарії використання результатів різними категоріями користувачів, зокрема фахівцями з радіаційної безпеки, планування робіт та операторами дистанційних робототехнічних систем.

4. Якість результату реконструкції безпосередньо залежить від якості первинних даних. У роботі розглянуто окремі процедури попереднього опрацювання фактичних вимірювань, однак у моделі інформаційної технології доцільно було б чіткіше виділити процедури автоматизованого контролю повноти, коректності, просторової прив'язки та допустимості вхідних даних до початку обчислювальної реконструкції.

5. У роботі достатньо повно розглянуто програмну архітектуру технології, однак питання її функціонування при регулярному надходженні нових вимірювань розкрито переважно як напрям подальшого розвитку. Доцільно було б конкретизувати механізм актуалізації вже побудованої

цифрової карти при надходженні нового набору даних і визначити, в яких випадках необхідний повний повторний розрахунок.

6. У тексті дисертації зустрічаються окремі редакційні та оформлювальні недоліки: друкарські помилки, окремі граматичні неточності та неузгодженості в нумерації елементів тексту. Зазначені недоліки не впливають на зміст і загальну оцінку дисертаційного дослідження.

Наведені зауваження мають переважно рекомендаційний характер, не стосуються принципових положень дисертації та не знижують наукової новизни і практичного значення отриманих результатів.

ШОСТАК Ігор Володимирович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри інженерії програмного забезпечення Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», зауваження та побажання:

1. У роботі достатньо детально обґрунтовано вибір еволюційного підходу до розв'язання сформульованої оберненої задачі, однак експериментальне порівняння виконано переважно з класичним методом просторової інтерполяції. Розширення порівняльного аналізу іншими методами розв'язання сформульованої задачі дало б змогу точніше окреслити область ефективного застосування запропонованого підходу.

2. Ефективність еволюційних методів залежить від параметрів пошуку. У дисертації параметри алгоритму визначено з урахуванням специфіки задачі, однак окремого аналізу чутливості результату до параметрів мутації, критеріїв завершення та параметрів формування початкової популяції не наведено. Такий аналіз дав би змогу повніше оцінити стійкість запропонованого методу.

3. У роботі наведено перевірку відтворюваності програмної реалізації на різних обчислювальних платформах. Водночас для стохастичного алгоритму доцільним було б окремо дослідити статистичну варіабельність показників якості при серії незалежних запусків із різними початковими реалізаціями випадкових параметрів. Наведення середніх значень, розкиду або довірчих

інтервалів дало б змогу додатково охарактеризувати стійкість результату саме як результату стохастичного пошуку.

4. Запропонований підхід до статистичної актуалізації історичних даних є перспективним складником інформаційної технології, однак його вплив на кінцеву точність реконструкції та обчислювальну ефективність досліджено менш детально, ніж основний еволюційний алгоритм. Доцільним було б навести відповідну кількісну оцінку.

5. Для програмної реалізації наведено результати вимірювання часу обчислень на декількох апаратних платформах. Водночас не досліджено залежність обчислювальних витрат від розмірності задачі — кількості вимірювань, кількості невідомих та просторового кроку дискретизації. Такий аналіз був би корисним для оцінювання масштабованості розробленої інформаційної технології.

6. У тексті дисертації трапляються окремі редакційні та оформлювальні неточності, зокрема друкарські помилки та неузгодженості в нумерації окремих елементів тексту, які доцільно було б усунути під час остаточного оформлення роботи.

Наведені зауваження не ставлять під сумнів достовірність основних наукових результатів і не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

ТАЛЕРКО Микола Миколайович, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу радіаційної екології Інституту проблем безпеки атомних електростанцій НАН України, зауваження та побажання:

1. *Щодо фізичного змісту модельних змінних.* У математичній моделі невідомі величини x_i у кількох фрагментах дисертації визначено як «активності точкових джерел». Разом із тим ці величини не визначаються безпосередньо в одиницях активності радіонуклідів і фактично характеризують ефективний внесок модельного джерела у формування потужності дози. Для уникнення

неоднозначності доцільно було б окремо визначити фізичний зміст та розмірність відповідної модельної величини або використовувати термін, наприклад «ефективна інтенсивність модельного джерела».

2. *Щодо використаної термінології.* У тексті дисертації в окремих випадках як близькі за змістом використовуються поняття «радіаційне забруднення», «радіаційне поле», «розподіл джерел» та «просторовий розподіл потужності еквівалентної дози». З позиції термінології радіаційної безпеки ці поняття не є тотожними. Доцільно було б чіткіше розмежувати фізичний параметр, який безпосередньо вимірюється та оцінюється, і модельну характеристику джерел, яка використовується під час розв'язання оберненої задачі.

3. *Щодо прийнятої моделі формування гамма-поля.* У роботі свідомо використано спрощену модель на основі ізотропних точкових джерел, закону обернених квадратів і спрощеного врахування екранування. Таке рішення є зрозумілим з огляду на значну невизначеність внутрішньої геометрії об'єкта «Укриття» та поставлену обчислювальну задачу. Разом із тим доцільно було б чіткіше визначити межі застосовності такого спрощення та зазначити фізичні фактори, які в подальшому можуть потребувати врахування при застосуванні методу до інших геометрій та умов вимірювання.

4. *Щодо актуалізації історичних даних.* При обґрунтуванні необхідності коригування архівних результатів значну увагу приділено радіоактивному розпаду як причині часової зміни радіаційного поля. Для такого складного об'єкта, як об'єкт «Укриття», часова динаміка може визначатися також зміною конфігурації та екранування, переміщенням радіоактивних матеріалів, виконанням технологічних робіт та іншими факторами. Тому коректніше пов'язувати запропоновану статистичну актуалізацію з часовою динамікою радіаційного поля в цілому, розглядаючи радіоактивний розпад як один із її чинників.

5. *Щодо інтерпретації похибки вимірювального каналу.* У дисертації похибка дозиметричного вимірювання близько 17 % в окремих випадках

характеризується як нижня межа точності, якої може досягти метод реконструкції. Така інтерпретація потребує уточнення, оскільки метрологічна характеристика окремого вимірювання і статистичні показники похибки реконструкції мають різний зміст. Похибку вимірювального каналу доцільніше розглядати як характеристику невизначеності вихідних даних та орієнтир при оцінюванні результатів реконструкції.

Наведені зауваження стосуються переважно точності спеціальної термінології, інтерпретації модельних величин та визначення фізичних передумов запропонованої інформаційної технології. Вони не ставлять під сумнів отримані алгоритмічні результати, достовірність експериментальної перевірки та загальну наукову цінність дисертаційної роботи.

КЛИМЕНКО Віталій Петрович, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач відділу інтелектуальних систем математичного моделювання складних об'єктів та процесів Інституту проблем математичних машин і систем НАН України, побажання:

1. Доцільним є підготовка монографії, у якій буде систематизовано та ґрунтовно висвітлено основні результати дисертаційного дослідження й представлені здобутки автора у відповідній науковій галузі. Водночас варто розширити представлення результатів дослідження в інтернет-просторі, зокрема шляхом розміщення на спеціалізованих наукових платформах та в електронних репозиторіях розгорнутих методологічних описів, додаткових ілюстративних матеріалів і супровідних даних. Це сприятиме кращому розумінню отриманих результатів, активізації наукової дискусії та розширенню можливостей для співпраці з українськими й іноземними дослідниками.

Результати відкритого голосування:

«За» – 5 членів ради,

«Проти» – немає.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада ДФ 26.204.006 присуджує ПАНТІНУ Максиму Андрійовичу 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 ДФ 26.204.006 Віталій КЛИМЕНКО

Підпис В. Клименка
ЗАСВІДЧУЮ

Учений секретар ІПММС НАН України
к.т.н., с.н.с. Микола ІЄВЛЄВ