Голові разової спеціалізованої вченої ради
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
доктору геологічних наук, професору,
професору кафедри геології нафти і газу,
Карпенку Олексію Миколайовичу

ВІДГУК

офіційного опонента Седлерової Ольги Володимирівни,
кандидата геологічних наук, старшого наукового співробітника,
заступника директора з наукової роботи
Державної установи «Науковий центр аерокосмічних досліджень
Землі Інституту геологічних наук НАН України»
на дисертаційну роботу Гудака Василя Михайловича
«Моніторинг екзогенних геологічних процесів на території Києво-Печерської лаври засобами геоінформаційних систем»
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 10 – Природничі науки за спеціальністю 103 – Науки про Землю

Актуальність теми дисертації.

Забезпечення контролю стану геологічного середовища на урбанізованих територіях із високою історико-культурною цінністю належить до найбільш актуальних завдань сучасної інженерної геології в Україні. Характерним прикладом таких територій є Національний заповідник «Києво-Печерська лавра». У його межах на обмеженій площі поєднуються давні підземні порожнини, круті схили правобережжя Дніпра, щільна монастирська забудова та інженерні мережі різного призначення й масштабу. Результати багаторічних спостережень засвідчують розвиток на досліджуваній території провалів, просідань, локального підтоплення та деформацій нерухомих пам'яток. Це зумовлює потребу в інструментах, здатних своєчасно виявляти ділянки з ознаками погіршення стану ґрунтового масиву.

Водночас рівень методичного забезпечення такого моніторингу не відповідає обсягу накопиченої інформації. Матеріали режимних гідрогеологічних, геодезичних і геофізичних спостережень, а також дані супутникових знімань відрізняються форматом зберігання, просторовою деталізацією та часовою дискретністю й здебільшого аналізуються відокремлено.

Сучасні методи дистанційного зондування Землі та машинного навчання створюють методологічні передумови для інтегрування цих даних у межах єдиної просторово-часової моделі. Водночас їх застосування для оцінювання стану геологічного середовища локальних урбанізованих територій зі складною інженерно-геологічною будовою у вітчизняній практиці залишається

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Вх. № 1024 «06» 11 2025 р.

недостатньо розробленим. Дисертаційна робота Гудака В. М. спрямована на комплексне розв'язання зазначеного наукового завдання, що зумовлює своєчасність і доцільність обраної теми.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Робота є складовою наукової тематики ННІ «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Вона виконувалася в межах держбюджетної теми №25БП049-01(М) (ДР 0125U001125), присвяченої моделюванню та прогнозуванню геонебезпек і оцінці їхнього впливу на об'єкти критичної інфраструктури. Частину результатів здобувач отримав під час участі в міжнародному проєкті LOC3G програми Horizon Europe (MSCA Staff Exchanges, № 101129729). Це свідчить про залученість дослідження в європейський науковий контекст.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів, їх достовірності та новизни.

Як опонент із досвідом роботи в галузі дистанційного зондування та геоінформаційного аналізу, насамперед оцінювала якість підготовки вихідних даних, адже від неї залежить довіра до будь-якої просторової моделі. У цьому аспекті робота справляє добре враження.

Режимні спостереження за рівнями ґрунтових вод мали пропуски через нерегулярність вимірювань і різний термін роботи свердловин. Автор відмовився від спрощеного заповнення сталими значеннями і застосував ітеративну імпутацію на основі «випадкового лісу». Якість відновлення перевірено контрольним вилученням фактичних вимірювань: відносна середньоквадратична похибка становила близько 5 %, а коефіцієнт детермінації перевищив 0,90. Динаміку рівнів автор описав трьома фізично зрозумілими показниками: середньою відміткою, коефіцієнтом лінійного тренду та амплітудою. Розраховував їх у п'ятирічному рухомому вікні, що виключає використання «майбутніх» даних для ретроспективних зрізів.

Заслуговує уваги дотримання хронологічної логіки під час перевірки результатів. Кожен контрольний прояв зіставлено з картою, сформованою за даними, які передували його документуванню. Такий підхід наближає перевірку до реальних умов прогнозування. Точність моделі оцінено на просторово відокремлених блоках. Навіть для найменш чисельного небезпечного класу (1 036 із 8 600 валідних комірок) збалансована міра точності та повноти сягає близько 0,83, що є добрим результатом для незбалансованої вибірки.

Позитивно оцінюю також передбачений автором контроль зміщення розподілів нових даних перед повторним застосуванням моделі (п. 5.5). У геологічних застосуваннях машинного навчання цей аспект часто залишається поза увагою, хоча саме він визначає надійність моніторингу в довгостроковій перспективі.

Основні нові наукові результати.

Положення, винесені на захист, містять елементи новизни на трьох рівнях: понятійному, інструментальному та регіонально-прикладному:

1. На понятійному рівні автор сформулював чітке визначення поняття «геологічна нестійкість», адаптоване до завдань геоінформаційного моніторингу. Він виокремив три складові порушення рівноваги середовища (морфологічну, механічну та гідрогеологічну) та визначив логічний статус цього поняття відносно схильності, небезпеки та ризику. У межах роботи це поняття не залишається декларативним: воно операціоналізоване через систему показників і доведене до картографічного втілення.

2. На інструментальному рівні створено власний модуль для QGIS. Він у єдиному циклі виконує статистичну ідентифікацію відхилень, фільтрацію дрібних фрагментів, полігонізацію та формування атрибутивної таблиці. Завдяки нормованій основі алгоритму один і той самий інструмент працює з радарними, тепловими та спектральними похідними продуктами. Окрім того, для задачі картографування нестійкості адаптовано архітектуру, що поєднує згортковий кодувальник-декодувальник із механізмом уваги для врахування дальнього просторового контексту.

3. На регіонально-прикладному рівні уперше отримано серію різночасових карт геологічної нестійкості території Києво-Печерської лаври станом на 2009–2023 рр. У них локалізовано осередки нестійкості в межах печерних комплексів, схилів Ближньопечерного та Дальньопечерного пагорбів і Лаврського яру. Також розроблено формалізований порядок подальшого оновлення створених карт.

Наведені вище положення отримані здобувачем особисто, що підтверджується його авторством і співавторством у ключових публікаціях за темою дисертації.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.

Теоретична цінність роботи полягає в продемонстрованій можливості поєднати експертну балову оцінку та методи глибокого навчання так, щоб перша задавала геологічно осмислену основу, а другі виявляли нелінійні просторові зв'язки. Досвід автора показує, що такий гібридний підхід результативний навіть тоді, коли територія дослідження невелика, а дані неоднорідні за якістю та періодичністю. Це відкриває перспективу перенесення відпрацьованого підходу на території з подібними умовами.

Прикладна спрямованість дисертації не викликає сумнівів. Результати використовуються двома організаціями різного профілю. Національний заповідник «Києво-Печерська лавра» застосовує підхід і програмний інструментарій у власній системі моніторингу. Департамент державного

геологічного контролю Державної служби геології та надр України – для автоматизованого аналізу даних дистанційного зондування в рамках контрольних заходів. Обидва факти підтверджено актами впровадження. Інтерес до розробки виявив також фахівець Геологічної служби Канади, що засвідчує потенціал використання підходу у більш широких геологічних і ландшафтних умовах (зокрема за кордоном України).

Окремо слід відзначити відкритість програмної розробки. Вихідний код плагіна розміщено у відкритому репозиторії GitHub, а інсталяційний пакет оприлюднено в офіційному каталозі розширень QGIS. Це забезпечує відтворюваність результатів і робить інструмент доступним для широкого кола фахівців без додаткових витрат.

Важливо, що автор не обмежився одноразовим результатом. Він запропонував технологію, за якою спеціалісти Заповідника зможуть самостійно оновлювати карту в міру надходження нових спостережень. Матеріали дисертації, зокрема методику підготовки багатоканальних геопросторових наборів і роботу з плагіном, можна використовувати під час викладання дисциплін із геоінформатики та дистанційного зондування.

Відповідність темі дисертації та спеціальності.

Зміст розділів послідовно розкриває заявлену тему. Об'єктом дослідження є геологічне середовище забудованої території, а предметом – методи його геоінформаційного та дистанційного дослідження. Це повною мірою відповідає спеціальності 103 – Науки про Землю галузі знань 10 – Природничі науки. За глибиною опрацювання теми робота відповідає рівню, очікуваному від дисертації доктора філософії.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях та апробація.

За темою дисертації здобувач опублікував шість статей у фахових виданнях України. Чотири з них вміщено у журналі «Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія», що входить до міжнародних наукометричних баз, ще дві – у «Географічному часописі Волинського національного університету імені Лесі Українки». Публікації виходили у 2022–2026 рр. і послідовно відтворюють логіку дослідження: від бази даних режимних спостережень і радарного аналізу зміщень до плагіна та нейромережевої оцінки нестійкості. Таким чином, кожен ключовий розділ дисертації має відповідне підґрунтя в рецензованих виданнях.

Апробація роботи має широку географію та тривалий характер. З 2020 р. автор регулярно доповідав на міжнародних конференціях під егідою EAGE, а також на наукових конференціях у Києві, Львові, Дніпрі та Чернігові. За їх підсумками опубліковано 14 тез, з яких вісім індексовані в Scopus. Опублікованих праць достатньо для висвітлення результатів дисертації доктора філософії.

Оцінка структури та змісту дисертації.

Рукопис обсягом 231 сторінка (171 сторінка основного тексту) містить вступ, п'ять розділів, висновки та додатки. Ілюстративний матеріал включає 60 рисунків і 15 таблиць, списки використаних джерел наведено до кожного розділу (загалом 204 позиції). Мета й шість завдань сформульовані чітко, і кожному завданню відповідає окремий пункт загальних висновків.

Перший розділ закладає понятійний фундамент дослідження. Автор доходить висновку, що чинний термінологічний апарат не містить категорії для сукупного стану середовища, і пропонує таку категорію. При цьому він спирається на нормативну базу України та зарубіжні аналоги, зокрема продукти BGS GeoSure і PanGeo. У другому розділі наземні, дистанційні та модельні методи розглянуто крізь призму їхніх інформаційних можливостей і обмежень. Це дало змогу обґрунтувати загальну методичну схему роботи.

Третій розділ є, на мій погляд, одним із найбільш трудомістких. У ньому приведено до єдиної структури дані, що радикально відрізняються за походженням: балові фактори «LAVRA-GEO», часові ряди рівнів ґрунтових вод, відомості про деформації та багаторічні супутникові знімки. Особливо цінним є те, що автор відкрито зазначає обмеження вихідних матеріалів, зокрема те, що сітка 5 × 5 м не підвищує фактичної деталізації супутникових даних.

У четвертому розділі авторський інструмент пройшов два етапи перевірки. Спершу його апробовано на різнотипних супутникових матеріалах за визначеними критеріями, а потім застосовано до восьми спектральних індексів (NDVI, GNDVI, SAVI, NDMI, MNDWI, NDPI, NDTI, NDSI) для території Лаври. Для кожного індексу окремо визначено пороги та змістовий напрям відхилення.

У п'ятому розділі сформовано масив ознак, навчено гібридну модель і побудовано серію різночасових карт. У фінальному підрозділі детально регламентовано повторне застосування моделі та умови, за яких її слід перенавчати.

Академічна доброчесність.

Під час опрацювання рукопису та публікацій здобувача не виявлено фактів запозичення чужих текстів або результатів без посилань, а також ознак спотворення чи вигадування даних. Автор коректно розмежовує власні результати та матеріали попередніх досліджень, зокрема дані бази «LAVRA-GEO», і в публікаціях у співавторстві конкретно зазначає свій особистий внесок. Таким чином, дисертація відповідає вимогам академічної доброчесності.

Запитання та зауваження до дисертаційної роботи.

Високо оцінюючи проведене дослідження, вважаю корисним винести на обговорення такі питання:

1. Поверхні рівнів ґрунтових вод побудовано методом сплайн-інтерполяції (п. 3.3.2). У межах Лаври, де є підземні порожнини, локальні техногенні

водоносні горизонти та різкі перепади рельєфу, гідрогеологічне поле може бути неоднорідним, а сплайн схильний згладжувати локальні особливості. Чи розглядав автор геостатистичні методи (кригінг), які дають змогу одночасно оцінити похибку інтерполяції залежно від щільності мережі свердловин?

2. Ретроспективні зрізи відносяться до різних сезонів, зокрема до весни 2009 р. і осені 2015 р. Водночас сам автор відзначає виражене весняне підвищення рівнів ґрунтових вод на території. Хотілося б почути, якою мірою відмінності між картами різних років зумовлені багаторічними змінами, а якою — сезонним станом на дату зрізу. Для подальшого моніторингу доцільно закріпити єдиний сезон актуалізації карти.

3. Результати радарної інтерферометрії інтерпретовано як вертикальні зміщення земної поверхні. Варто уточнити, чи поєднувалися знімки висхідної та низхідної орбіт, чи вертикальну складову отримано за припущення відсутності горизонтальних рухів. Для схилів Ближньопечерного та Дальньопечерного пагорбів горизонтальна складова схилових зміщень може бути суттєвою.

4. Імпутацію застосовано приблизно до 19 % значень рівнів ґрунтових вод. Загальні показники якості відновлення є високими, проте частка відновлених значень може суттєво різнитися між свердловинами. Доцільно було б показати її розподіл за свердловинами та оцінити надійність коефіцієнта тренду для рядів із тривалими перервами спостережень.

5. Вагові коефіцієнти факторів F1–F17 запозичено з методики «LAVRA-GEO», де їх визначено методом аналізу ієрархій. Оскільки саме вони формують цільові класи моделі, бажано було б оцінити стійкість карти до помірної варіації ваг. Це показало б, наскільки виділені небезпечні ділянки залежать від експертних припущень вихідної методики.

Сформульовані питання стосуються переважно напрямів удосконалення запропонованої методики в майбутніх дослідженнях. Вони не ставлять під сумнів основні висновки дисертації та її високу загальну оцінку.

Загальний висновок.

У дисертації Гудака Василя Михайловича на тему «Моніторинг екзогенних геологічних процесів на території Києво-Печерської лаври засобами геоінформаційних систем» на сучасному методичному рівні поставлено та розв'язано важливе для наук про Землю завдання. Автор поєднав багаторічні наземні спостереження, супутникові дані та методи штучного інтелекту в єдину систему оцінювання стану геологічного середовища території історичної забудови. Робота написана грамотною науковою мовою, її висновки стислі й аргументовані, а оформлення відповідає чинним вимогам до дисертацій.

Враховуючи вищевикладене, вважаю, за актуальністю, ступенем наукової новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною цінністю здобутих результатів дисертаційна робота ГУДАКА Василя Михайловича на тему: «Моніторинг екзогенних геологічних процесів на території Києво-Печерської

лаври засобами геоінформаційних систем», незважаючи на зауваження, відповідає спеціальності 103 Науки про Землю та 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 р. № 261 (зі змінами), **пп. 6, 7, 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 січня 2022 р. № 44 (зі змінами), **а її автор – ГУДАК Василь Михайлович заслуговує присудження ступеня доктора філософії у галузі знань 10 – Природничі науки за спеціальністю 103 – Науки про Землю.**

Опонент
заступник директора з наукової роботи
Державної установи «Науковий
центр аерокосмічних досліджень
Землі Інституту геологічних наук
Національної академії наук України»,
кандидат геологічних наук,
старший науковий співробітник _____ Ольга СЕДЛЕРОВА

«06» листопада 2026 року

Підпис О. Седлерової засвідчую
учений секретар Державної установи «Науковий
центр аерокосмічних досліджень
Землі Інституту геологічних наук
Національної академії наук України»,
к.т.н., ст. дослідник _____ Анна ХИЖНЯК

КИЇВСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Вх. № 1029 «6» 11 2026 р.