

Голові разової спеціалізованої вченої ради ДФ 005
Державної установи «Науковий центр аерокосмічних
досліджень Землі Інституту геологічних наук
Національної академії наук України»

РЕЦЕНЗІЯ

кандидата геологічних наук, старшого наукового співробітника

Філіповича Володимира Євгеновича

на дисертаційну роботу Орленко Тетяни Анатоліївни на тему: «Методика
дистанційного геоecологічного моніторингу зсувних процесів на прикладі
правобережжя Канівського водосховища», яку представлено на здобуття

ступеня доктора філософії

з галузі знань 10 – Природничі науки

за спеціальністю 103 – Науки про Землю

Актуальність теми дисертації. Серед екзогенних геологічних процесів зсуви займають домінуюче положення внаслідок значного поширення і стійкої тенденції до зростання та активізації на території України загалом, і на теренах правобережжя Канівського водосховища зокрема. Зсуви виникають на порівняно невеликій площі, проте їх активізація має значні негативні наслідки через швидкоплинність їх розвитку та значні деформації й руйнування інженерно-господарських об'єктів. Попередження розвитку зсувів і дієвий контроль за їхньою активізацією – важливі і завжди актуальні завдання у зсувонебезпечних регіонах. Актуальність дисертаційної роботи, що присвячена розробці методики геоecологічного супутникового моніторингу зсувонебезпечних районів і алгоритму прогнозування їхньої активізації, не визиває сумніву. З іншого боку, робота має прикладний характер, а її висновки можуть використовуватись для обґрунтування управлінських рішень щодо раннього запобігання зсувоутворенню і мінімізацією витрат.

Таким чином, дисертаційна робота Орленко Т. А. на тему: «Методика дистанційного геоecологічного моніторингу зсувних процесів на прикладі правобережжя Канівського водосховища» є важливою і актуальною.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Наукові положення, висновки та практичні рекомендації, представлені в дисертації, є достатніми, теоретично і методично належним чином обґрунтованими, що забезпечено:

- чіткою постановкою мети та завдань досліджень;
- предметним аналізом сучасного рівня (переважно закордонного: США, ЄС, Китай) використання даних космічного знімання у оптичному і радіодіапазонах електромагнітного спектру стосовно тематики дисертаційної роботи;

- коректним узагальненням вітчизняного і закордонного теоретичного і практичного досвіду досліджень зсувів, зокрема, багаторічних здобутків цілого ряду дослідників ІГН НАН України, ЦАКДЗ ІГН НАН України, КНУ ім. Шевченка, виробничих підприємств: ДП «Українська геологічна компанія», СУППР (загалом перелік проаналізованих наукових періодичних та електронних фахових видань, фондів джерел налічує 156 найменувань);

- високим науково-методичним рівнем дослідження з використанням сучасних геоінформаційних технологій, цифрової обробки супутникових даних з побудовою і аналізом похідних карт (спектральних індексів, цифрових моделей місцевості, карт базисних поверхонь тощо) та польових наземних спостережень;

- розробкою алгоритму створення карто-схеми вертикальних зміщень земної поверхні за методом радарної інтерферометрії;

- розробкою алгоритму створення карти сприйнятливості території до розвитку зсувів із застосуванням методу аналізу ієрархій і верифікацією отриманих даних у польових умовах.

Достовірність одержаних результатів. Достовірність одержаних результатів забезпечується використанням сучасних кондиційних даних ДЗЗ у оптичному діапазоні (багатоспектральні данні з супутників Landsat 8 (США),

Sentinel 2 (ЕС) з розрізненням на місцевості 30 м і 10 м відповідно) та радіолокаційних даних, що отримані з супутника Sentinel 1 (ЕС) з розрізненням 10 м. Обробка супутникових даних велась за стандартними методиками цифрової обробки знімків у програмних комплексах з відкритим кодом (SNAP, QGIS тощо) з розробкою оригінальних прийомів аналізу і інтерпретації результатів. Серед методів аналізу і інтерпретації супутникових даних використовувалися аерокосмогеологічні методи: – радарної інтеферометрії для побудови карто-схеми вертикальних зміщень, карто-схеми щільності лінеаментів, структурно-геоморфологічні методи – для побудови карто-схеми базисних поверхонь, геоінформаційні технології – для організації та аналізу отримуваних даних, методи математичної статистики, зокрема, метод аналізу ієрархій.

Для підтвердження теоретичних положень автором проведені польові завіркові дослідження з порівняльним аналізом матеріалів попередніх традиційних робіт (2006 р.) із даними отриманими за результатами дисертаційних досліджень (2023 р.). В результаті порівняння різночасових даних виявлена висока кореляція розташування зсувонебезпечних зон, але на сучасному рівні спостерігається більш диференційний характер ступеню небезпечності активізації і розвитку зсувів, що і підтверджується польовими спостереженнями.

Наукова новизна та важливість результатів. Наукова новизна одержаних особисто здобувачем результатів полягає у наступному:

Вперше розроблено методику дистанційного геоекологічного моніторингу зсувних процесів на основі даних радарної інтерферометрії та аналізу геологічних, геоморфологічних та біофізичних факторів, яка відрізняється від відомих новим кількісним ранжуванням чинників зсувонебезпеки та забезпечує більш достовірне та оперативне виявлення і картування зсувних процесів.

Вперше створено карту сприйнятливості до зсувів території правобережжя Канівського водосховища в межах Ржищівської ОТГ на ділянці Витачів-Стайки, яка базується на визначенні локалізації активних зсувних

ділянок за результатами комплексного аналізу даних радарної інтерферометрії, оптичного дистанційного зондування, геологічних, геоморфологічних і біофізичних особливостей ландшафту, що дозволило виявити та підтвердити польовими дослідженнями додаткові, не закартовані раніше зсувонебезпечні ділянки.

Подальшого розвитку набула методологія локального прогнозування зсувної небезпеки, що дозволило враховувати додаткові ознаки цих процесів та визначити потенційно активні ділянки зсувів в межах території дослідження на основі сучасних методів дистанційного зондування Землі, а також запропонувати комплекс превентивних заходів щодо їх усунення.

Аргументування та критичність оцінки запропонованих автором рішень порівняно з відомими.

Метою дисертаційної роботи є підвищення оперативності та достовірності прогнозування виникнення нових або активізації стабілізованих зсувів шляхом розробки методики дистанційного геоєкологічного моніторингу зсувонебезпечних схилів та створення алгоритму прогнозування на основі комплексного аналізу даних радарної інтерферометрії, супутникового оптичного знімання, наземних кліматологічних, літологічних, ландшафтних даних.

Поставлена мета дисертантом досягалась шляхом вирішення наступних завдань:

- аналіз досвіду вивчення процесів зсувоутворення на правобережжі Канівського водосховища за історичними та дистанційними даними, встановлення статистичної активізації або затухання цих процесів;
- аналіз тектонічної будови, неотектонічної активності, пов'язаною з ландшафтоутворюючим впливом Канівського водосховища на правому березі та визначення локальних геологічних, геоморфологічних, біофізичних, та структурних факторів, що обумовлюють активізацію зсувного процесу;
- з використанням радарних даних побудова карти вертикальних зміщень досліджуваної території;

- з використанням даних дистанційного зондування Землі створення карти сприйнятливості території до зсувів;
- валідація методики дистанційного геоекологічного моніторингу зсувів на дослідному полігоні, одержання точних координат зсувів;
- надання рекомендації щодо застосування методики дистанційного геоекологічного моніторингу зсувних процесів.

Об'єкт дослідження: фактори та чинники зсувних процесів правобережжя Канівського водосховища. *Предмет дослідження:* методи дистанційного геоекологічного моніторингу зсувних процесів.

Визначення мети, об'єкту, предмету та формулювання завдань дисертаційного дослідження стало наслідком результатів опрацювання і узагальнення сучасних теоретичних та методологічних досліджень науковців, які займались вивченням проблем зсувоутворення з використанням дистанційних методів.

Дисертантом вперше запропоновано і детально описано методичний комплекс дистанційного геоекологічного моніторингу зсувних процесів на основі даних радарної інтерферометрії та аналізу геолого-геоморфологічних та біофізичних факторів зсувоутворення. Розроблені алгоритми прогнозування розвитку активних зсувних ділянок, що дозволило виявити та підтвердити польовими дослідженнями додаткові, не закартовані раніше зсувонебезпечні ділянки.

Отже, запропоноване дисертантом дослідження підвищує достовірність і оперативність прогнозування і попередження активізації зсувонебезпечних ділянок порівняно з традиційними методичними підходами.

Практична значимість та важливість отриманих результатів полягає у можливості застосування розробленої методики дистанційного геоекологічного моніторингу зсувів для підвищення інформованості планувальних установ та осіб, що приймають рішення, щодо вживання важливих кроків в управлінні та захисті ґрунтів і природних ресурсів, а також визначення земель, придатних для розширення міст і сіл у межах певної територіальної громади. Укладені карти сприйнятливості території до зсувів можуть бути використані для визначення

ймовірних ділянок зсувонебезпеки. Ця інформація є корисною для адміністрації територіальної громади або окремих підприємств, що здійснюють господарську діяльність на зазначеній території

Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності. Дисертаційна робота оформлена згідно з існуючими нормативними вимогами і стандартами з дотриманням системного викладення матеріалу і складається із *вступу, чотирьох розділів* (1 розділ містить 8 підрозділів; 2 розділ — 5 підрозділів, 3 розділ — 6 підрозділів, 4 розділ — 9 підрозділів, кожен розділ закінчується висновками та списком використаних джерел), *загальних висновків*, та *додатків*. Зауважимо що повний список посилань складає 156 джерел. Загальний обсяг роботи становить 185 сторінок, з них 108 сторінок основного тексту, 50 рисунків, 12 таблиць і 8 додатків на 22 сторінках.

У дисертаційній роботі Орленко Тетяни Анатоліївни відсутні порушення академічної доброчесності, про що свідчать результати перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння. Робота є результатом самостійних досліджень здобувачки і не містить елементів фальсифікації, фабрикації, плагіату та запозичень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

У *Вступі* обґрунтовано актуальність дослідження, сформульовані мета та завдання роботи, приведено інформацію щодо об'єкта, предмета та методів дослідження, висвітлена новизна і практична значущість роботи, особистий внесок здобувача, наведені дані щодо апробації та публікації матеріалів дисертації, її зв'язок з науковими програмами, темами.

Перший розділ присвячений теоретичним засадам дистанційного геоекологічного моніторингу зсувів. На основі детального аналізу робіт попередніх дослідників визначено, що зсуви є складними та динамічними природними явищами, які можуть мати серйозні руйнівні наслідки для життя та майна людей, інфраструктури та природного середовища. Проаналізовано розвиток зсувних процесів в межах України та активність зсувних процесів на території Київської області. Визначено, що правобережжя Канівського

водосховища уражене зсувами двох типів: циркоподібними структурними зсувами видавлювання, у верхній частині схилу та фронтальними зсувами з площиною ковзання в нижній частині схилу. Розглянуто чинники та фактори впливу на зсувні деформації схилів. Виявлено що передумовами для активних вертикальних зміщень є структура схилів та геологічні умови, водночас провокативним фактором виступають тривалі періоди екстремальних опадів, а також коливання рівня ґрунтових вод та рівня р. Дніпро.

Проаналізовано методи дослідження зсувів. Визначено, що для реалізації дистанційного геоекологічного моніторингу зсувів на правобережжі Канівського водосховища важливим є комплексний аналіз даних дистанційного зондування і наземних геологічних, геоморфологічних та ландшафтних досліджень. Розроблена загальна схема дослідження.

На основі розглянутих передумов механізму виникнення і розвитку зсувів поставлена наукова задача розроблення методики дистанційного геоекологічного моніторингу зсувонебезпечних схилів та створення алгоритму прогнозування виникнення нових або активізації стабілізованих зсувів.

У другому розділі, переважно на основі компілятивних даних, детально проаналізовано вплив геолого-географічних та кліматичних факторів на зсувні процеси правобережжя Канівського водосховища. Визначено, що геологічна будова території досліджень, завдяки шаруватості водотривких і водопроникних товщ різного віку, у комплексі з геоморфологічними та топографічними факторами (амплітуда висот, значна крутизна схилів тощо) створюють сприятливі передумови для розвитку зсувів, а спусковим фактором для розвитку зсувних процесів є вологість ґрунту, яка залежить від кількості та інтенсивності опадів. Наведено дослідження можливостей використання радарних даних супутника Sentinel-1 для визначення відносного вмісту води у верхніх сантиметрах ґрунту. Вимірювання цього параметру супутниковими радіолокаційними датчиками дає можливість зрозуміти локальні впливи опадів на стан ґрунтового покриву та надати обґрунтований прогноз активізації зсувів.

Також зроблено висновок про суттєвий вплив, на новітньому етапі активації, глибинних розломів на розвиток екзогенних процесів, в тому числі і зсувів.

В третьому розділі, присвяченому методиці дистанційного геоекологічного моніторингу зсувних процесів Правобережжя Канівського водосховища, розкриваються результати власних досліджень здобувача. Приведено розроблений алгоритм покрокового створення карто-схеми вертикальних зміщень земної поверхні з використанням методики диференціальної радарної інтерферометрії; висвітлено особливості створення карто-схеми ураженості території зсувними процесами на основі історичних, геологічних даних. Проведено аналіз геолого-геоморфологічних факторів активізації зсувних процесів, визначена їх роль і ступінь впливу. Запропоновані алгоритми створення карто-схем літологічних різностей, щільності лінеаментів та базисних поверхонь. Проведено аналіз біофізичних факторів активізації зсувних процесів за даними дистанційного зондування Землі. Описано застосування методу аналізу ієрархій при створенні карти сприйнятливості території до зсувів. В результаті комплексної обробки радіолокаційних та оптичних даних за схемою запропонованої методики дистанційного геоекологічного моніторингу зсувів будується результуюча карта сприйнятливості правобережжя Канівського водосховища до зсувів. При розгляді двох сценаріїв (сприятливого і несприятливого) складається прогноз зсувоутворення.

Четвертий розділ є найбільшим за об'ємом (44 сторінки) і присвячено детальній перевірці всіх компонентів розробленої методики дистанційного геоекологічного моніторингу зсувів на одній із ділянок правобережжя Канівського водосховища, а саме ділянки Витачів-Стайки. Отримано карти сприйнятливості території до зсувів за даними дистанційного зондування Землі, згідно з якими територію розкласифіковано на класи за п'ятьма категоріями: незначний рівень небезпеки, помірний рівень небезпеки, підвищений рівень небезпеки, високий рівень небезпеки, дуже високий рівень небезпеки. За результатами польових досліджень підтверджено низку нових активізованих

зсувів раніше невідомих. Дано рекомендації щодо впровадження розробленої методики та визначено подальші шляхи її удосконалення.

Висновки, що випливають з проведених досліджень, змістовні, підкреслюють теоретичне та практичне значення створеної методики. У прикінцевих положеннях дано рекомендації щодо складання планів використання земель, як об'єднаним громадам так і конкретним підприємствам.

Оцінка мови та стилю дисертації. Дисертація виконана державною українською мовою, якою автор володіє досконало. Стиль викладення матеріалу – науковий, дозволяє зрозуміти в повній мірі суть розроблених наукових положень та одержаних результатів і відповідає вимогам, що висуваються до наукових праць такого рівня, а також відзначається логічністю, послідовністю, системністю та обґрунтованістю.

Підтвердження повноти викладу результатів дисертації в наукових фахових виданнях. За результатами досліджень опубліковано 13 наукових праць, у тому числі: 1 глава у монографії (проіндексована в базі даних Web of Science); статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до Переліку наукових фахових видань України – 5 (з них 2 проіндексовані в базах даних Web of Science та Scopus); 7 – у збірниках та матеріалах тез доповідей вітчизняних та міжнародних конференцій, з яких 7 – міжнародні, що проіндексовані в базі даних Scopus. Додатково представлено 5 публікацій матеріалів всеукраїнських та міжнародних конференцій (в Україні) як апробація результатів, отриманих в дисертаційній роботі. Таким чином, наукові результати, описані в дисертаційній роботі, в достатній мірі висвітлені в наукових публікаціях здобувача.

Дискусійні положення та зауваження щодо дисертаційного дослідження.

Оцінюючи в цілому дисертаційну роботу Орленко Т.А. слід зазначити, що принципових недоліків, які ставлять під сумнів отримані дисертантом результати дана робота не містить. Разом с тим, як і будь-яка творча піонерська робота, дисертація має деякі дискусійні моменти та зауваження.

1. Приведені у вступі завдання дисертаційного дослідження, які направлені на досягнення поставленої мети, повинні корелюватись з елементами наукової новизни та загальними висновками дисертації. Якщо результати кожного поставленого завдання наведені в окремих пунктах висновків по розділам і в заключній частині роботи, то, на погляд рецензента, у загальних висновках треба було підкреслити наукову новизну, успішне досягнення мети роботи та власний вклад здобувача у розробку методів і прийомів ДЗЗ.

2. У першому розділі дещо забагато приділено уваги загальним питанням зсувоутворення і розвитку зсувів на теренах всієї України в той час як головні дослідження проведені у вузькій зоні Правобережжя Канівського водосховища. Розділ складено із 8 підпунктів і тільки в одному підпункті 6.2 практично на 2,5 сторінках (з 25 по розділу) розглянуто дослідження зсувів з використанням методів та засобів ДЗЗ. На думку рецензента, саме на цьому підпункті треба було сконцентрувати увагу і більш детально охарактеризувати можливості супутникових даних.

3. У другому розділі також занадто приділено уваги детальному опису геологічної будови у регіональному масштабі. На думку рецензента, можна було б обмежитися описом порід, що безпосередньо впливають і приймають участь у процесах зсувоутворення.

4. У третьому розділі, де детально розглянуто складові розробленої методики дистанційного геоекологічного моніторингу зсувних процесів в результаті обробки даних SRTM, декларується побудова цифрової моделі рельєфу (ЦМР). На наш погляд, отримується не ЦМР, а цифрова модель місцевості (ЦММ), де рельєф будується по поверхні, що включає дерева, будинки тощо. Похибка може складати до 16 м, про що вказано в дисертації на стор. 95, але не приводиться топографічна корекція. Вказується лише на розбіжності у гіпсометрії по топокартах і ЦММ, що досягає 26-30 м (стор. 132). Таким чином у побудовах, де використовується ЦММ/ЦМР змодельованих з SRTM даних, треба вводити певні поправки.

5. Дискусійним є запропонована дисертантом у підрозділі 3.2. стор. 95, побудова карто-схеми щільності лінеаментів на основі "...інтерактивного дешифрування цифрової моделі рельєфу у комплексі з даними топографічних карт для визначення зон розуцільнення, тектонічної нестабільності, геофлюїдопроникності...". Методика виявлення і картографування лінеаментів базується, у першу чергу, на структурному дешифруванні матеріалів багатоспектральних супутникових зйомок і детально розроблена у ЦАКДЗ.

6. Незважаючи на задеклароване дешифрування лінеаментів, карта їх розповсюдження не наведена, присутня лише похідна карто-схема щільності лінеаментів, яка малоінформативна з точки зору зсувоутворення. До того ж на Схемі алгоритму створення карто-схеми щільності лінеаментів (стор. 96) замість топографічних карт на першому місці стоять геологічні карти. Пропонується дешифрування карт четвертинних і дочетвертинних відкладів?

7. У четвертому розділі дискусійним є отримані дані про позитивні і негативні вертикальні переміщення порід (грунту) у межах зсувів. Логічно, що негативні значення вертикальних зміщень фіксують ущільнення і переміщення ґрунтових мас вниз по схилу. Позитивне зміщення у контексті дослідження зсувних процесів означає, що зсувне тіло виштовхується нагору, але це явище не може бути широко розповсюдженим. Можливо це справедливо для зсувів видавлювання, у верхній частині схилу. На наш погляд доцільно було б зіставити області розповсюдження позитивних і негативних вертикальних зміщень з типами зсувів, класифікованих дисертантом.

ВИСНОВОК

За результатами вивчення дисертаційної роботи Орленко Т.А. та опублікованих нею наукових праць за темою дисертації можна зробити висновок, що робота є завершеним кваліфікаційним науковим дослідженням. Наукові результати в достатньому обсязі розкривають шляхи вирішення наукового завдання —підвищення оперативності та достовірності прогнозування виникнення нових або активізації стабілізованих зсувів на основі розробленої методики дистанційного геоекологічного моніторингу зсувонебезпечних схилів та алгоритму прогнозування їхнього розвитку.

За своїм змістом та одержаними результатами робота “Методика дистанційного геоекологічного моніторингу зсувних процесів правобережжя Канівського водосховища”, незважаючи на зауваження, задовольняє вимогам пунктів 6-9 «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), а її оформлення відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (зі змінами від 31.05.2019 р.), а її авторка Орленко Тетяна Анатоліївна заслуговує присудження ступеня доктора філософії у галузі знань 10 – Природничі науки за спеціальністю 103 – Науки про Землю.

Рецензент

провідний науковий співробітник
відділу аерокосмічних
досліджень в геології та геоекології
Державної установи «Науковий
центр аерокосмічних досліджень
Землі Інституту геологічних наук
Національної академії наук України»,
кандидат геологічних наук,
старший науковий співробітник

25 березня 2024 року

Підпис В. Філіпович засвідчую
учений секретар ЦАКДЗ ІГН НАН України,
к.т.н., ст. дослідник



Володимир ФІЛІПОВИЧ

Анна ХИЖНЯК