

## **ВИСНОВОК**

### **про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації**

на тему:

**«Технології комбінування геодезичних та інклінометричних методів  
моніторингу деформацій будівель і споруд»,  
здобувача ступеня доктора філософії  
Яковенка Михайла Сергійовича  
з галузі знань 19 – Архітектура та будівництво  
за спеціальністю 193 – Геодезія та землеустрій**

**1. Актуальність теми дисертаційного дослідження Яковенка Михайла Сергійовича пов'язана з необхідністю вдосконалення систем моніторингу напружено-деформованого стану будівель і споруд в умовах інтенсивної урбанізації, складних інженерно-геологічних процесів та значних пошкоджень інфраструктури внаслідок військових дій в Україні. Зростання ризиків розвитку деформацій і аварійних ситуацій зумовлює потребу у створенні надійних інструментів раннього виявлення небезпечних процесів.**

Автором досліджено взаємозв'язок між деформаціями конструкцій і глибинними переміщеннями ґрунтового масиву, що формують єдине деформаційне середовище «будівля – основа – територія». У роботі обґрунтовано необхідність комплексного підходу, заснованого на комбінуванні геодезичних та інклінометричних вимірювань, інтеграції різномірних даних, встановленні кореляційних зв'язків та використанні результатів моніторингу для створення цифрових моделей і прогнозування поведінки споруд.

Розроблення такої технології має важливе наукове та практичне значення для забезпечення безпеки забудови та післявоєнного відновлення України.

### **2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Науково-дослідна робота виконувалась у державному підприємстві «Науково-дослідному інституті будівельних конструкцій» (далі – ДП НДІБК). Зв'язок роботи з науковими програмами та практичними завданнями підтверджується тим, що частина досліджень виконувалася в рамках науково-технічного супроводу об'єктів нового будівництва у складних інженерно-геологічних умовах, а також у процесі обстеження і моніторингу пошкоджених багатопверхових будівель. Отримані результати були

використані при розробленні нормативних документів та методичних рекомендацій у сфері геодезичного та геотехнічного моніторингу.

Дисертація відповідає паспорту спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій.

### **3. Наукова новизна одержаних результатів.**

У дисертації одержані наступні наукові результати.

Уперше:

- розроблено науково обґрунтовану технологію інтегрованого застосування геодезичних та інклінометричних методів для моніторингу деформацій будівель і споруд у складних інженерно-геологічних умовах, що забезпечує підвищення точності та інформативності контролю;
- отримано експериментальні докази ефективності запропонованої технології на спеціально створеному полігоні, що підтвердило її працездатність в реальних умовах деформування;
- адаптовано інтегровану технологію геодезичного й інклінометричного моніторингу для оцінювання та контролю технічного стану пошкоджених будівель і споруд, що дало можливість підвищити достовірність визначення їх просторово-деформаційного стану;
- використано дані, отримані за адаптованою інтегрованою технологією моніторингу, для формування геометричних цифрових двійників будівель і споруд, що розширює можливості аналітичного моделювання їх деформаційної поведінки.

Удосконалено:

- технологічні схеми комплексного моніторингу, які були покладені в основу розроблення нормативних документів, що регламентують моніторинг технічного стану будівель і споруд.

Практично підтверджено:

- ефективність адаптованої технології на прикладах об'єктів із пошкодженнями, що засвідчило її придатність для оперативного аналізу та прийняття інженерних рішень.

Отримали подальший розвиток:

- методика практичного застосування розробленої технології для різних типів будівель і споруд, що дозволило розширити сферу її використання в складних інженерно-геологічних умовах.

#### **4. Теоретичне та практичне значення результатів дисертації.**

Дисертація містить наукові положення, нові науково обґрунтовані теоретичні результати проведених досліджень, які мають істотне значення для галузі знань 19 – Архітектура та будівництво.

Теоретичне значення дисертаційного дослідження полягає у формуванні науково обґрунтованої концепції моніторингу деформацій, що базується на комбінуванні геодезичних та інклінометричних методів в єдиному інформаційному полі. У роботі розвинено підхід до розгляду системи «грунтова основа – огорожувальні конструкції – будівля – прилегла забудова» як цілісного деформаційного середовища.

Дисертантом запропоновано технологію поєднання різнорідних часових рядів спостережень, кореляційного аналізу параметрів деформацій та формування єдиного просторово-деформаційного середовища. Теоретично обґрунтовано можливість використання результатів комплексного моніторингу для створення геометричних цифрових двійників будівель і споруд з метою прогнозування їх поведінки в складних інженерно-геологічних умовах та за умов позапроектних впливів воєнного часу.

Практичне значення дисертаційного дослідження полягає у розробленні та впровадженні прикладної технології комбінування геодезичних та інклінометричних методів моніторингу деформацій, яка дозволяє підвищити точність, достовірність та оперативність оцінки технічного стану будівель і споруд. Результати роботи можуть бути використані: при здійсненні науково-технічного супроводу нового будівництва у складних інженерно-геологічних умовах; при інструментальному обстеженні та моніторингу пошкоджених будівель і споруд; під час оцінки стійкості схилів та фундаментних систем; при розробленні нормативних і методичних документів у сфері моніторингу технічного стану об'єктів будівництва; у навчальному процесі закладів вищої освіти за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій» та спорідненими будівельними спеціальностями, зокрема при викладанні дисциплін з інженерної геодезії, геотехнічного моніторингу, цифрового моделювання та створення цифрових двійників будівель.

Результати дослідження реалізовані в декількох науково-дослідних та інженерно-геодезичних розробках, виконаних у ДП НДІБК, зокрема: «Інженерно-геодезичний моніторинг стійкості схилу озера Глинка в районі провулку Академіка Філатова у Печерському районі м. Києва» (2016–2018 рр.); «Науково-технічний супровід будівництва об'єкта багатофункціонального призначення та реконструкції транспортної розв'язки на Поштовій площі у Подільському районі м. Києва» (2016–2018 рр.); «Обстеження та оцінка технічного стану житлового будинку по проспекту

Лобановського, 6-А у м. Києві, пошкодженого внаслідок військових дій» (2022 р.); «Інженерно-геодезичне дослідження деформаційних процесів конструкцій житлових будинків по вул. В'ячеслава Чорновола, 15-А та по вул. Генерала Белова, 37 (корп. 3) у м. Чернігів, пошкоджених внаслідок військових дій» (2022–2023 рр.); «Обстеження житлового будинку по вул. Митрополита Василя Липківського, 37-В у м. Києві, пошкодженого внаслідок військових дій» (2023 р.).

У зазначених роботах впроваджено розроблену технологію комбінування геодезичних та інклінометричних методів моніторингу, результати якої використано для оцінювання просторово-деформаційного стану об'єктів, обґрунтування протиаварійних заходів та формування інженерних рішень щодо їх стабілізації та відновлення.

### **5. Використання результатів роботи.**

Результати дослідження реалізовані у низці науково-дослідних та інженерних розробок, виконаних у ДП НДІБК, зокрема при здійсненні моніторингу стійкості схилу озера Глинка в м. Києві; під час науково-технічного супроводу реконструкції транспортної розв'язки на Поштовій площі; при обстеженні та оцінці технічного стану пошкоджених багатоповерхових житлових будівель у м. Києві та м. Чернігові, що зазнали руйнувань унаслідок воєнних дій.

Окремі положення дисертації впроваджені у нормативні документи, зокрема у СОУ ДП НДІБК В.1.3-02495431-020:2025 «Особливості геодезичних досліджень при обстеженні пошкоджених будівель і споруд» та використані при актуалізації положень ДСТУ-Н Б В.1.2-17:2016 щодо науково-технічного моніторингу будівель і споруд.

**6. Особиста участь автора в одержанні наукових та практичних результатів,** що викладені в дисертаційній роботі є самостійною науковою працею, у якій висвітлено власні ідеї та розробки авторки, що дали змогу вирішити поставлені завдання. Робота містить теоретичні та практичні положення та висновки, сукупність яких кваліфікується як вагомий внесок у сфері містобудівної діяльності. Основні положення та результати дисертаційної роботи одержані автором особисто, що засвідчується 11 одноосібними публікаціями. У співавторських публікаціях [4–7, 9–12, 14–18, 20] здобувачем виконано постановку задач дослідження, здійснено проведення натурних інженерно-геодезичних та інклінометричних робіт, оброблення і аналіз отриманих результатів, а також сформульовано наукові висновки щодо оцінки просторово-деформаційного стану будівель і споруд. У

роботах, присвячених впливу динамічних навантажень та воєнних дій [4, 16–18], автором проведено аналіз закономірностей розвитку деформацій ґрунтових масивів і забудови в умовах щільної міської території. При цитуванні інших авторів здійснено посилання на відповідні джерела.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі геоінформатики і фотограмметрії Київського національного університету будівництва і архітектури, наукові керівники – кандидат технічних наук, доцент, декан факультету Геоінформаційних систем і управління територіями КНУБА, Нестеренко О.В. та доктор технічних наук, професор Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України Калюх Ю.І.

Розглянувши звіт подібності щодо перевірки на плагіат, зроблено висновок, що дисертаційна робота Яковенка М.С. є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Дисертація характеризується єдністю змісту та відповідає вимогам щодо її оформлення.

#### **7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.**

За результатами дисертаційного дослідження опубліковано 30 наукових праць, у тому числі: 1 стаття у періодичному науковому виданні, що проіндексована у наукометричній базі SCOPUS (Q3); 2 статті у періодичному науковому виданні, що проіндексована у наукометричній базі SCOPUS (Q4); 5 доповідей на міжнародних конференціях, матеріали яких проіндексовані у наукометричній базі SCOPUS (Q4); 12 статей у наукових фахових виданнях України, затверджених МОН України; 10 публікацій у матеріалах міжнародних та всеукраїнських наукових конференцій.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Yakovenko M., Nesterenko O., Tytarenko V., Bakulin Y., Banakh A., Varnichna V., Berchun Y., Kaliukh I. Application of geodetic methods to refine boundary conditions in digital twins of war-damaged multi-story buildings. *EUREKA: Physics and Engineering*. 2025. № 5. P. 47–63. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2025.003951> (періодичне наукове видання, що індексується у SCOPUS, Q3).

*Особистий внесок здобувача: сформульовано концепцію використання геодезичних даних для уточнення граничних умов цифрового двійника; виконано інженерно-геодезичні вимірювання; здійснено оброблення та аналіз*

результатів; підготовлено аналітичні матеріали та сформульовано висновки.

2. Yakovenko M., Nesterenko O., Stelmakh D., Babik K., Zorin Y., Ben I., Gorkovchuk Y. Assessing the Technical Condition of a War-Damaged Residential Building in Ukraine Based on Integrated Geodetic and Photogrammetric Surveys. *AVN – Allgemeine Vermessungs-Nachrichten*. 2026. № 1. P. 3–14. <https://doi.org/10.14627/avn.2026.1.1> (періодичне наукове видання держави ЄС, що індексується у SCOPUS, Q4).

3. L. Lobanov, D. Stelmakh, I. Shkurat, O. Shutkevych, V. Savitsky, R. Toldo, A. Alessi., M. Yakovenko, & I. Horkovchuk (2026). High-precision Verticality Assessment of the Kyiv TV Tower Using UAV-RTK Photogrammetry. *Fachbeiträge begutachtet AVN*, (1), 34-41. <https://doi.org/10.14627/avn.2026.1.4> (періодичне наукове видання держави ЄС, що індексується у SCOPUS, Q4).

*Особистий внесок здобувача: самостійно виконано польові та камеральні геодезичні роботи; розроблено методичний підхід до сумісної обробки геодезичних і фотограмметричних даних; проведено аналіз геометричних параметрів і деформацій; обґрунтовано висновки щодо технічного стану об'єкта.*

4. Yakovenko M., Nesterenko E. Огляд видів геодезичного моніторингу деформацій будівель і споруд в складних інженерно-геологічних умовах. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2019. Вип. 55. С. 341–350. <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2019.55.341-350> (фахове видання України).

5. Yakovenko M., Nesterenko E. Аналіз методів геодезичного моніторингу деформацій інженерних споруд та зсувних процесів ґрунтових масивів. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2020. Вип. 56. С. 345–363. <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2020.56.345-363> (фахове видання України).

6. Ishchenko Y., Slyusarenko Y., Melashenko Y., Yakovenko M., Ben I. Геотехнічний моніторинг в умовах ущільненої міської забудови. *Наука та будівництво*. 2020. № 25(3). С. 13–25. <https://doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v25i3.2> (фахове видання України).

7. Яковенко М., Нестеренко О., Зорін Є., Бень І. Моніторинг сезонного розкриття тріщин на прикладі Національного заповідника «Софія Київська». *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2021. Вип. 61. С. 276–291. <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2021.61.276-291> (фахове видання України).

8. Яковенко М. Щодо питань геодезичного обстеження будівель, що постраждали внаслідок воєнної агресії російської федерації. *Наука та будівництво*. 2023. № 33(3–4). <https://doi.org/10.33644/10.33644/2313-6679-34-2022-4> (фахове видання України).

*Особистий внесок здобувача: самостійно розроблено методичні підходи до геодезичного обстеження пошкоджених будівель; обґрунтовано застосування комплексного моніторингу деформацій у специфічних умовах воєнного часу.*

9. Лісеній О., Глуховський В., Мар'єнков М., Дубовик С., Любченко І., Яковенко М. Обстеження, оцінка технічного стану та умови відновлення житлового будинку на проспекті В. Лобановського, 6-А в м. Києві. *Наука та будівництво*. 2023. <https://doi.org/10.33644/10.33644/2313-6679-34-2022-6> (фахове видання України).

10. Зорін Є., Яковенко М., Бень І. Геодезичний моніторинг часових змін деформованого стану під час відновлення будівлі. *Наука та будівництво*. 2023. № 36(2). <https://doi.org/10.33644/2313-6679-2-2023-6> (фахове видання України).

11. Яковенко М., Мелашенко Ю., Зорін Є., Бень І. Багаторічний моніторинг деформацій будівель і споруд геодезичними методами. *Наука та будівництво*. 2023. № 37(3). <https://doi.org/10.33644/2313-6679-3-2023-8> (фахове видання України).

12. Сергійчук В., Яковенко М., Нестеренко О., Зорін Є., Бень І. Геодезичне забезпечення обстеження будівель, що постраждали внаслідок військових дій. *Наука та будівництво*. 2024. № 40(2). <https://doi.org/10.33644/2313-6679-2-2024-1> (фахове видання України).

13. Зеленко Є., Яковенко М., Зорін Є., Нестеренко О., Бень І. Граничні деформації геометричних параметрів зерносовищ. *Наука та будівництво*. 2025. № 42(4). <https://doi.org/10.33644/2313-6679-4-2024-3> (фахове видання України).

14. Яковенко М. Інклінометричні технології моніторингу зсувних процесів ґрунтових масивів. *Наука та будівництво*. 2025. № 43(1). <https://doi.org/10.33644/2313-6679-1-2025-6> (фахове видання України).

*Особистий внесок здобувача: повністю самостійна розробка теоретичних та практичних положень щодо застосування інклінометрії в системі комплексного моніторингу деформацій.*

15. Яковенко М., Бень І., Зорін Є. Геодезичні дослідження конструкцій фасадних систем дитячої лікарні «Охматдит». *Наука та будівництво*. 2026. № 45(3). <https://doi.org/10.33644/2313-6679-3-2025-6> (фахове видання України).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

16. Tytarenko V., Shuminskiy V., Dombrovskiy Y., Sirenko A., Yakovenko M., Kaliukh I. An impact of dynamic loading on the slopes in the Carpathian region of Ukraine. In: *International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2020»*. Vol. 2020, No. 1. European Association of Geoscientists & Engineers, 2020. P. 1–5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20205761> (періодичне наукове видання держави ЄС, що індексується у SCOPUS, Q4)

17. Shokarev V., Syvko I., Shokarev E., Shokarev A., Yakovenko M. Railway retaining walls under dynamic loading in the Carpathians foothill. In: *Geoinformatics-2021*. European Association of Geoscientists & Engineers, 2021. P. 1–6. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521004> (періодичне наукове видання держави ЄС, що індексується у SCOPUS, Q4)

18. Yakovenko M., Zorin Y., Ben I., Nesterenko O. Dynamic impact of military actions on slopes in densely built urban areas with low stability. In: *International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2025»*. Vol. 2025, No. 1. European Association of Geoscientists & Engineers, 2025. P. 1–5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.202552030> (періодичне наукове видання держави ЄС, що індексується у SCOPUS, Q4)

19. Yakovenko M., Nesterenko O., Berchun Y., Kaliukh I. Monitoring of cracks formation in the existing dense development due to the new construction influence. In: *International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2025»*. Vol. 2025, No. 1. European Association of Geoscientists & Engineers, 2025. P. 1–5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.202552012> (періодичне наукове видання держави ЄС, що індексується у SCOPUS, Q4)

20. Yakovenko M., Nesterenko O., Tytarenko V., Kurash S., Kaliukh I. The slope deformations monitoring in the conditions of dense urban development. In: *International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2025»*. Vol. 2025, No. 1. European Association of Geoscientists & Engineers, 2025. P. 1–5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.202552011> (періодичне наукове видання держави ЄС, що індексується у SCOPUS, Q4)

21. Яковенко М. Огляд видів геодезичного моніторингу деформацій будівель і споруд в складних інженерно-геологічних умовах. In: *BMC-2019 – International Scientific-Practical Conference of Young Scientists «Build-Master-Class-2019»*. Київ, 2019. Режим доступу: <https://www.researchgate.net/publication/394326647>

22. Яковенко М. Аналіз залежності сезонного розкриття тріщин в залежності від умов навколишнього середовища на прикладі Київського собору святої Софії. In: *BMC-2020 – International Scientific-Practical Conference*

of Young Scientists «Build-Master-Class-2020». Київ, 2020. С. 152–153. Режим доступу: <https://www.researchgate.net/publication/394330315>

23. Яковенко М. Просторова модель та розвиток деформацій в часі за результатами геодезичного моніторингу підпірної стіни. *InterConf*. 2021. № 51. С. 962–972. Режим доступу:

<https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/interconf/article/view/11725>

24. Яковенко М. Геодезичний моніторинг деформацій конструкцій огороження котловану та перекриттів при розробці котловану методом «up down». In: *Будівлі та споруди спеціального призначення: сучасні матеріали та конструкції*. Київ, 2021. С. 55–56. Режим доступу: <https://www.researchgate.net/publication/394311243>

25. Зорін Є., Яковенко М. Геодезичний контроль стійкості фундаментів при будівництві та експлуатації висотної будівлі за індивідуальним проектом. In: *Будівлі та споруди спеціального призначення: сучасні матеріали та конструкції*. Київ, 2021. С. 93–94. Режим доступу: <https://www.researchgate.net/publication/394310770>

26. Яковенко М. Метод моніторингу змін ширини розкриття тріщин за допомогою деформометра лінійного розширення «SDM 50/500» на базі індикатора годинникового типу ИЧ-10. *InterConf*. 2021. № 75. С. 303–313. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.09.2021.034>

27. Яковенко М. Геодезичні методи контролю переміщень і деформацій при виконанні робіт з обстеження пошкоджених будівель. In: *Всеукраїнська науково-практична конференція «Технічне обстеження будівель і споруд із застосуванням прогресивних методів. Неруйнівний контроль у будівництві»*. Київ, 2023. Режим доступу: <https://www.researchgate.net/publication/394324597>

28. Яковенко М. Практичний досвід багаторічного моніторингу деформацій будівель і споруд інженерно-геодезичними методами. In: *Міжнародний науково-технічний форум «Архітектура, Будівництво, Дизайн: Технологія, Енергетика, Менеджмент»*. Київ, 2024. С. 411–413. Режим доступу: <https://www.researchgate.net/publication/394268215>

29. Yakovenko M. Implementation of Digital Twins as a Method for Assessing Explosion Damage Based on Geodetic Data. In: *International Conference «Synergy in Terra – 2025»*. 2025. Режим доступу: <https://www.researchgate.net/publication/394268342>

30. Yakovenko M. Engineering and Geodetic Works during the Detailed Inspection of the Façade System of a Building Damaged as a Result of the Armed Aggression of the Russian Federation. In: *BMC-2025 – International Scientific-Practical Conference of Young Scientists «Build-Master-Class-2025»*. Київ, 2025. Режим доступу: <https://www.researchgate.net/publication/398941424>

*Особистий внесок здобувача: постановка наукових задач дослідження, виконання польових інженерно-геодезичних та інклінометричних робіт, камеральна обробка результатів вимірювань, статистичний аналіз та формування наукових висновків. Автором здійснено формування просторових моделей деформацій, апробацію методики комбінування геодезичних та інклінометричних методів моніторингу, а також обґрунтування застосування цифрових двійників для оцінки технічного стану пошкоджених будівель і споруд. Отримані результати були представлені на міжнародних та всеукраїнських наукових форумах, що підтверджує їх наукову та практичну значущість.*

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Яковенка М.С. «Технології комбінування геодезичних та інклінометричних методів моніторингу деформацій будівель і споруд», яка подана на здобуття ступеня доктора філософії, за своїм науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам пп. 5, 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КНУБА зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій.

#### РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу «Технології комбінування геодезичних та інклінометричних методів моніторингу деформацій будівель і споруд», подану Яковенком Михайлом Сергійовичем на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій, до захисту.

2. Головою спеціалізованої вченої ради призначити:

– доктора технічних наук, професора КАРПІНСЬКОГО Юрія Олександровича, завідувача кафедри геоінформатики і фотограмметрії Київського національного університету будівництва і архітектури;

