

УДК 624.131.3:624.139:625.732:627.8

О. Г. Добровольська

к.т.н., доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1337-7216>

Кафедра міського будівництва і архітектури

Запорізький національний університет, просп. Соборний, 226, Запоріжжя, Україна, 69006

О. М. Фостащенко*

к.т.н., доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4287-2838>

Кафедра міського будівництва і архітектури

Запорізький національний університет, просп. Соборний, 226, Запоріжжя, Україна, 69006

А. В. Банах

к.т.н., доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0517-2157>

Кафедра міського будівництва і архітектури

Запорізький національний університет, просп. Соборний, 226, Запоріжжя, Україна, 69006

*автор-кореспондент, e-mail: zdia207@gmail.com

**Моніторинг технічного стану й функціональної придатності
транспортної інфраструктури, інженерних споруд та
обладнання в умовах міської забудови**

Цитувати як:

Добровольська, О. Г., Фостащенко, О. М., Банах А.В. (2025). Моніторинг технічного стану й функціональної придатності транспортної інфраструктури, інженерних споруд та обладнання в умовах міської забудови. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*, 24, 143-154. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-14\(24\)-11](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-14(24)-11)

© 2025, Добровольська О. Г., Фостащенко О. М., Банах А.В.

У статті наведено інформацію щодо результатів моніторингу, технічного обстеження та капітального ремонту транспортно-гідротехнічної споруди – дамби з водопропускною трубою, розташованої в межах міської забудови. Розглянуто комплекс заходів, спрямованих на забезпечення стабільності насипу, підвищення ефективності водовідведення та зменшення ризиків руйнування конструкцій під впливом гідродинамічних і транспортних навантажень. У світовій практиці подібні завдання вирішуються через поєднання методів дистанційного моніторингу та безтраншейних технологій відновлення підземних трубопроводів, які забезпечують мінімальне втручання в дорожнє полотно та довготривалу надійність споруд.

У ході проведених досліджень виконано комплексну оцінку технічного стану споруди із застосуванням візуального, геодезичного, ударно-імпульсного та ультразвукового методів контролю. Встановлено, що водопропускні труби перебували в обмежено-працездатному стані через розмив ґрунту, руйнування бутової кладки та зношення бетонного укріплення річища. Результати моніторингу показали, що головними причинами дефектів є тривала експлуатація без ремонтних втручань, вплив динамічних навантажень від транспортного руху та порушення системи відведення поверхневих вод.

За результатами моніторингу розроблено заходи з капітального ремонту, що включали: відновлення захисного шару бетону водопропускних труб полімерцементним розчином, ін'єктування тріщин, виконання нового ущільненого насипу з посиленими укосами, влаштування бетонного укріплення річища та модернізацію системи водовідведення. Після виконання робіт відновлено функціональність водопропускної споруди, забезпечено стабільність укосів та зменшено ризики розмивання ґрунту. Улаштування нових дощоприймальних і оглядових колодязів, а також формування поздовжніх і поперечних ухилів дороги сприяло ефективному відведенню поверхневих стоків і підвищенню рівня безпеки руху.

Отримані результати підтверджують доцільність застосування комбінованого системного підходу до обстеження та ремонту інженерних споруд. Поєднання сучасних методів моніторингу та відновлювальних технологій дозволяє забезпечити точну діагностику дефектів, скоротити строки ремонту й знизити витрати на експлуатацію. Запроваджені технічні рішення продемонстрували ефективність їх застосування для підвищення стійкості насипів, надійності водовідведення та загальної довговічності споруди в умовах цільної міської забудови. Проведене дослідження має практичне значення для подальшого удосконалення систем моніторингу та відновлення інженерних об'єктів у післявоєнний період з урахуванням принципів сталого розвитку та цивільної безпеки.

Ключові слова: моніторинг технічного стану; капітальний ремонт дамби; водопропускна труба; полімер-цементне відновлення; система водовідведення.

Вступ

Аналіз літературних джерел та постановка проблеми.

Забезпечення функціональної придатності транспортної інфраструктури та інженерних споруд для транспортування води у межах міської забудови є однією з ключових інженерно-економічних задач при плануванні та експлуатації міст, особливо в умовах воєнних дій. Своєчасний і комплексний моніторинг технічного стану доріг, дамб та водопропускних споруд дозволяє оцінити ризики втрати експлуатаційної придатності, попередити аварії та обґрунтувати адекватні заходи з реконструкції й ремонту.

У сучасній практиці ці задачі вирішуються через поєднання дистанційних методів: наприклад, застосування фотограмметрії БПЛА для виявлення пошкоджень греблі та моніторингу аварійних ситуацій [1], локальних сенсорних мереж, волоконно-оптичних датчиків [2], геофізичних неруйнівних досліджень і новітніх методів відновлення трубопроводів і підпірних споруд із застосуванням безтраншейних технологій [3], таких як Ultraviolet Cured-In-Place Pipe [4] із застосуванням гнучких просочених смолою рукавів, які цементуються під дією ультрафіолетового випромінювання.

Огляд останніх досліджень [5] свідчить про інтенсивний розвиток методів дистанційного та локального моніторингу. Використання UAV-

фотограмметрії та 3D-реконструкції дозволяє предметно контролювати поверхневі ушкодження дамб і дорожнього полотна та швидко здійснювати аварійні інспекції в віддалених або обмежених зонах доступу. Ці методи мають практичну придатність для виявлення тріщин, зсувів поверхні й ерозійних процесів на дамбах та гідротехнічних спорудах.

Застосування інтерферометричних радарів із синтезованою апертурою (InSAR) дозволяє визначити осідання, підйоми чи зсуви землі з **точністю до кількох міліметрів [6]**: аналогічні системи вже успішно застосовуються для виявлення повільних просідань підпірних споруд, дамб і прикордонних зон дорожніх насипів. Українські фахівці [7] продемонстрували застосування методу постійних розсіювачів Sentinel-1 для оцінки вертикальної стабільності дамб на прикладі промислових та гідроенергетичних об'єктів: У роботі [8] застосовано метод вертикального електричного зондування (ВЕЗ) із використанням постійного струму, що дає змогу визначати електричні властивості гірських порід шляхом послідовних вимірів потенціалів електричного поля. Комбінований моніторинг із застосуванням InSAR та наземних методів контролю підвищує достовірність висновків про стан деформацій. Дослідженнями [9] обґрунтовано застосування волоконно-оптичних систем розподіленого зондування для реєстрації акустичних сигналів, температурних градієнтів та динамічних коливань у тілі споруд і трубопроводах [9]. Такі системи мають високу чутливість до протікання, ударних подій та механічних пошкоджень, що робить їх корисними для цілодобового моніторингу аварійних ділянок.

Під час відновлення та ремонту аварійних трубопроводів застосовуються безтраншейні методи такі як CIPP, SAPL [3] для відновлення підземних труб без руйнування дорожнього полотна, що особливо важливо для щільної міської забудови. Автори [10] акцентують увагу на зниженні впливу на транспортну інфраструктуру при використанні методів безтраншейної реабілітації залізобетонних трубопроводів. Як зазначено в роботі [11], результати експериментальних досліджень, доводять ефективність застосування полімерних матеріалів, зокрема електронно-променевого вуглепластика для ремонту та посилення залізобетонних конструкцій. Паралельно, для ремонтів елементів дорожнього покриття, збірних водопропускних лотків та залізобетонних водопропускних труб широко використовують армування композитними матеріалами, місцеве ін'єктування, усунення підмивів і застосування геосинтетичних підсилень. Ефективність цих технологій залежить від правильної діагностики дефектів і вибору методу з урахуванням гідродинамічних навантажень.

Попри наявність сучасних технологій обстеження та ремонту інженерних споруд, у практиці залишаються кілька важливих проблем. По-перше, недостатньо розвинена взаємодія між дистанційними методами

моніторингу та локальними способами контролю, які могли б застосовуватись як єдина система попередження аварій. По-друге, бракує реальних прикладів комплексного застосування безтраншейних технологій відновлення підземних комунікацій у щільній міській забудові з перевіреними показниками довговічності. По-третє, актуальною є потреба адаптації цих методів до умов бойових дій та надзвичайних ситуацій, зокрема змін гідрологічного режиму, що спостерігаються в окремих регіонах України. Такі виклики особливо помітні під час розроблення проєктів відновлення об'єктів місцевого значення: наприклад, дамби та водопропускної труби по вул. Котляревського в м. Запоріжжі, де поєднуються ризики конструктивних пошкоджень, зміни руслових процесів і потреба мінімізувати втручання в дорожнє полотно.

Мета і завдання дослідження. Мета дослідження – обґрунтувати технічні рішення капітального ремонту дамби та водопропускної труби з урахуванням сучасних методів обстеження, безтраншейних технологій та вимог цивільної безпеки.

Завдання дослідження: проаналізувати технічний стан споруди за результатами візуального й інструментального обстеження; визначити основні причини пошкоджень та можливі ризики подальшої експлуатації; підібрати оптимальні технології ремонту; розробити пропозиції щодо поетапної реалізації робіт із мінімальним впливом на дорожню інфраструктуру; оцінити ефективності запроваджених технологій зміцнення й водовідведення у міських умовах.

Матеріали та методи

Методикою досліджень передбачено комплексний аналіз технічного стану та проєктних рішень капітального ремонту водопропускної споруди по вул. Котляревського в м. Запоріжжі. Основою дослідження стали результати візуального, геодезичного та геофізичного обстеження, виконаного перед початком ремонтних робіт, а також порівняння параметрів конструкцій до і після виконання відновлювальних заходів.

Для аналізу технічного стану споруди застосовано поєднання методів:

- **візуальне обстеження** елементів залізобетону та бутової кладки;
- **геодезичні вимірювання** осідань і деформацій конструкцій;
- метод ударного імпульсу для визначення міцності бетону;
- ультразвуковий метод для визначення товщини стінок водопропускних труб;
- **фотофіксацію** стану споруди до початку ремонту.

На рис. 1 показані дефекти споруди, виявлені під час візуального обстеження: Д1 – обвал бутової кладки вихідного оголовку водопропускних труб; Д2 – вимивання розчину зі швів бутової кладки; Д3 – руйнування

захисного шару бетону з оголенням та корозією арматури до 15 % втрати перерізу; Д4 – тріщини в тілі водопропускних труб з шириною розкриття 1-5 мм; Д5 – сколювання бетону водопропускних труб; Д8 – розмив та руйнування укосів дамби; Д9 – руйнування асфальтобетонного покриття проїзної частини; Д10 - руйнування захисного шару бетону плит пішохідної частини з оголенням та корозією арматури до 15 % втрати перерізу.



Рис. 1. Дефекти та пошкодження конструктивних елементів

В ході геодезичних робіт виконана геодезична зйомка поздовжнього профілю проїзної частини, в результаті якої встановлено ухил полотна у бік водопропускного лотка. Визначення ширини розкриття тріщин в тілі водопропускних споруд виконано за допомогою використання лінійки та штангенциркуля. Під час інструментального обстеження встановлено, що тріщини мають ширину розкриття від 1 до 5 мм. Величина зміщення залізобетонних ланок водопропускних труб становить 50 мм.

Визначення міцності бетону водопропускних труб виконано методом ударного імпульсу з використанням приладу ОНІКС – 2.5. Середня міцність бетону склала від 35,0 до 38,0 МПа, що відповідає класу міцності бетону С20/25 – С25/30.

Товщина стінок водопропускних труб визначена ультразвуковим методом з використанням приладу УТ-31. Мінімальна товщина стінки сталеві труби діаметром 102 мм склала від 3,6 до 4 мм, корозійний знос стінок труб відносно фактичної максимальної товщини становить 10 %.

Результати та обговорення

Водопропускні труби – залізобетонні зі збірних розтрубних ланок діаметром 1500 мм та довжиною 2,0 м розташовані в тілі насипу дамби з ухилом $i=0,037$ у напрямку течії річки, як показано на рис. 2.

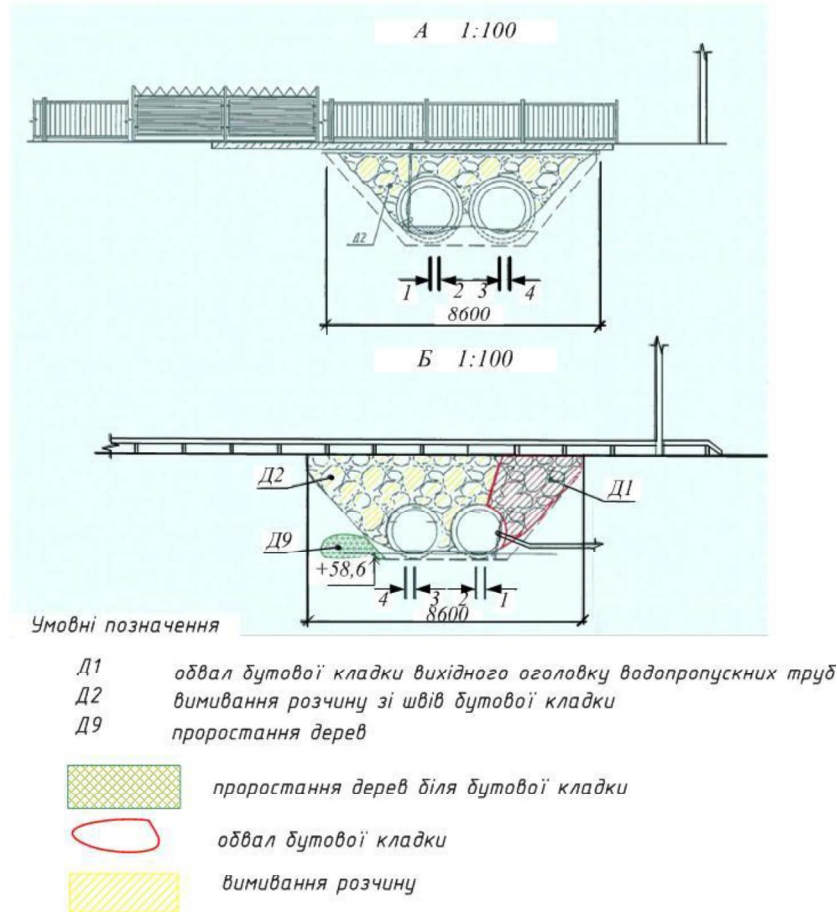


Рис. 2. Елементи дамби та водопропускної споруди

Загальна довжина труб становить 10,0 м, товщина стінки труби становить 150 мм. По краях водопропускної труби влаштовані вхідний та вихідний оголовки, які слугують підпірними стінами для земляного насипу дамби та її укосних частин, виконані з бутавої кладки товщиною 550-600 мм. Дорожнє покриття проїзної частини дороги – асфальтобетон. Огородження проїзної частини споруди виконано бар'єрного типу.

Аналіз виявлених пошкоджень конструкцій вказує на наступні причини їх виникнення: розмив ґрунту навколо та безпосередньо під бутавою кладкою вихідного оголовку труб; розмивання ґрунту є результатом незадовільного стану бетонного укріплення річища; незадовільний стан системи водовідведення та укріплення укосів насипу

дамби; вплив статичних та динамічних навантажень (від ваги ґрунту та від руху транспорту); тривала експлуатація елементів без проведення ремонтних робіт.

Експлуатаційний стан елементів та споруди в цілому визначено відповідно до [12].

Таблиця 1. Оцінка експлуатаційних станів елементів та споруди в цілому

№	Конструктивний елемент	Експлуатаційний стан
1	Залізобетонні водопропускні труби	Стан 4 (обмежено-працездатний)
2	Вхідний оголовок	Стан 3 (працездатний)
3	Вихідний оголовок	Стан 4 (обмежено-працездатний)
4	Укоси насипу дамби	Стан 4 (обмежено-працездатний)
5	Бетонне укріплення річища на вихідному оголовку	Стан 4 (обмежено-працездатний)
6	Дорожнє полотно	Стан
7	Пішохідна частина	Стан 3 (працездатний)
8	Підходи	Стан 3 (працездатний)
9	Елементи водовідведення	Стан 3 (працездатний)
Експлуатаційний стан споруди в цілому		Стан 4 (обмежено-працездатний)

Враховуючи численні пошкодження окремих елементів, було прийнято рішення про застосування наступних ремонтних технологій та етапів виконання відновлювальних робіт під час капітального ремонту: відновлення захисного шару бетону водопропускних труб полімерцементним розчином, з попереднім видаленням залишків крихкого бетону; виконання ін'єктування тріщин, відновлення зруйнованих ділянок бетону та швів між залізобетонними ланками труб шляхом нанесення полімерцементного розчину, виконання нового насипу дамби з ущільненням та посиленням зовнішньої поверхні, виконання залізобетонного укріплення укосів дамби.

В результаті проведення капітального ремонту влаштовані дощові приймальні колодязі та оглядовий колодязь, водоскид здійснено в наявний водовідвідний лоток, відновлена ширина земляного полотна до 10 м та влаштовані укоси з ухилом 1:1,5. Водовідведення поверхневої води здійснюється шляхом влаштування поздовжнього та поперечного ухилів, дощові та талі води збираються під бортовим каменем та скидаються в дощові приймачі. Виконано фрезерування наявного асфальтобетонного покриття глибиною 6 см, його транспортуванням у відвал для часткового подальшого використання для укріплення узбіч та влаштування нового

дорожнього одягу. Ширина пішохідних шляхів прийнята 1,8 м, на шляхах переміщення вздовж пішохідних доріжок в якості тактильних інформаційних показників використовується бортовий камінь, який має контрастний колір щодо до покриття доріжок та має гладку фактуру, яка відрізняється від поверхні покриття.

Запроваджені технології зміцнення укосів та улаштування системи водовідведення підвищили стійкість насипу дамби до розмивання, забезпечили стабільність підпірних елементів і зменшили вплив поверхневих стоків на конструкції споруди, що є особливо ефективним рішенням для експлуатації в умовах щільної міської забудови та змінних навантажень від транспортного руху.

Висновки

1. У результаті проведеного моніторингу технічного стану дамби та водопропускної труби встановлено, що споруда знаходиться в обмежено-працездатному стані та підлягає подальшій експлуатації за умови проведення капітального ремонту.

2. Основними причинами пошкоджень є розмивання ґрунту під бутовою кладкою, руйнування бетонного укріплення русла та незадовільний стан системи водовідведення.

3. Застосування комплексу сучасних методів обстеження: візуального, геодезичного, ультразвукового та ударного імпульсу дозволило достовірно оцінити експлуатаційний стан конструкцій і визначити ділянки, що потребували ремонту.

4. Під час капітального ремонту впроваджено ефективні технологічні рішення: відновлення захисного шару бетону полімерцементними складами, ін'єктування тріщин, улаштування нового ущільненого насипу з посиленими укосами та модернізація системи водовідведення. Здійснені заходи забезпечили підвищення надійності споруди, стійкість укосів до розмивання, покращення відведення поверхневих вод та безпечну експлуатацію дороги в умовах міської забудови.

5. Отримані результати підтверджують доцільність застосування комбінованого підходу до моніторингу й ремонту транспортно-гідротехнічних споруд із використанням сучасних матеріалів і безтраншейних технологій, що сприяє продовженню їх ресурсу та підвищенню рівня цивільної безпеки.

Конфлікти інтересів

Автори заявляють, що у них немає конфлікту інтересів щодо поточного дослідження, включаючи фінансовий, особистий, авторський чи будь-який інший, який міг би вплинути на дослідження, а також на результати, наведені в цьому документі.

Фінансування

Дослідження проводилося без фінансової підтримки.

Доступність даних

Усі дані доступні в цифровій або графічній формі в основному тексті статті.

Використання штучного інтелекту

Автори підтверджують, що при створенні поточної роботи вони не використовували технології штучного інтелекту.

References

1. Kang, J., Kim, D., Lee, Ch., Kang, J., & Kim, D. (2023). Efficiency study of combined UAS photogrammetry and terrestrial LiDAR in 3D modeling for maintenance and management of fill dams. *Remote Sensing*, 15(8), 2026. <https://www.mdpi.com/2072-4292/15/8/2026>
2. Xin, X., Hui, J., Chen, L., Liang, M., & Yao, Z. (2025). Monitoring the internal conditions of road structures by smart sensing and *in situ* monitoring technology: A review. *Applied Sciences*, 15(7), 3945. <https://www.mdpi.com/2076-3417/15/7/3945>
3. Hicks, J., Kaushal, V., & Jamali, K. (2022). A comparative review of trenchless cured-in-place pipe (CIPP) with spray applied pipe lining (SAPL) renewal methods for pipelines. *Frontiers in Water*, 4, Article 904821, 1-7. <https://doi.org/10.3389/frwa.2022.904821>
4. Xing, W. (2025). Trenchless rehabilitation materials and technologies for water supply pipes: A comprehensive review. *Process Safety and Environmental Protection*, 203 (Part A), 107896. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957582025011632>
5. Zhao, S., Kang, F., Li, J., & Ma, C. (2021). Structural health monitoring and inspection of dams based on UAV photogrammetry with image 3D reconstruction. *Automation in Construction*, 130, 103875. <https://www.sciencedirect.com/getaccess/pii/S0926580521002831/purchase>
6. Tolomei, C., Beccaro, L., & Cianflone, G. (2023). InSAR-based detection of subsidence affecting infrastructures and urban areas: Case studies and time-series analysis. *Geosciences*, 13. <https://www.mdpi.com/2076-3263/13/5/138>
7. Tretyak, K., Kukhtar, D., & Lipecki, T. (2024). Assessing reservoir dam stability using C-band permanent scatterers InSAR. *Information Technologies, Systems Analysis and Control in Civil and Environmental Engineering (ISTCGCAP)*, 99, 5–14. <https://doi.org/10.23939/istcgcap2024.99.005>
8. Kuzmenko, E. D., Mandryk, O. M., & Mykhailyuk, R. Y. (2022). Study of the condition of the Dniester dam using electrical and electromagnetic methods (Poberezhzhia village area, Ivano-Frankivsk region). *Visnyk of Lviv State University of Life Safety*, 25, 34-46.
9. Guemes, A., Mujica, L. E., Río-Velilla, D., & Lopez, A. F. (2025). Structural health monitoring by fiber optic sensors. *Photonics*, 12(6), 604. <https://doi.org/10.3390/photonics12060604>
10. Zhu, H., Wang, T., Wang, Y., & Li, V. C. (2021). Trenchless rehabilitation for concrete pipelines of water infrastructure: A review from the structural perspective. *Cement and Concrete Composites*, 123, 104193. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2021.104193>

11. Karzad, A. S., Leblouba, M., Al-Toubat, S., & Maalej, M. (2019). Repair and strengthening of shear-deficient reinforced concrete beams using carbon fiber reinforced polymer. *Composite Structures*, 223, 110963. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2019.110963>
12. DSTU 9181:2022 (2022). *Guidelines for assessing and predicting the technical condition of road bridges*. (effective from 01.01.2023).

Література

1. Kang, J., Kim, D., Lee, Ch., Kang, J., & Kim, D. (2023). Efficiency study of combined UAS photogrammetry and terrestrial LiDAR in 3D modeling for maintenance and management of fill dams. *Remote Sensing*, 15(8), 2026. <https://www.mdpi.com/2072-4292/15/8/2026>
2. Xin, X., Hui, J., Chen, L., Liang, M., & Yao, Z. (2025). Monitoring the internal conditions of road structures by smart sensing and *in situ* monitoring technology: A review. *Applied Sciences*, 15(7), 3945. <https://www.mdpi.com/2076-3417/15/7/3945>
3. Hicks, J., Kaushal, V., & Jamali, K. (2022). A comparative review of trenchless cured-in-place pipe (CIPP) with spray applied pipe lining (SAPL) renewal methods for pipelines. *Frontiers in Water*, 4, Article 904821, 1-7. <https://doi.org/10.3389/frwa.2022.904821>
4. Xing, W. (2025). Trenchless rehabilitation materials and technologies for water supply pipes: A comprehensive review. *Process Safety and Environmental Protection*, 203 (Part A), 107896. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957582025011632>
5. Zhao, S., Kang, F., Li, J., & Ma, C. (2021). Structural health monitoring and inspection of dams based on UAV photogrammetry with image 3D reconstruction. *Automation in Construction*, 130, 103875. <https://www.sciencedirect.com/getaccess/pii/S0926580521002831/purchase>
6. Tolomei, C., Beccaro, L., & Cianflone, G. (2023). InSAR-based detection of subsidence affecting infrastructures and urban areas: Case studies and time-series analysis. *Geosciences*, 13. <https://www.mdpi.com/2076-3263/13/5/138>
7. Tretyak, K., Kukhtar, D., & Lipecki, T. (2024). Assessing reservoir dam stability using C-band permanent scatterers InSAR. *Information Technologies, Systems Analysis and Control in Civil and Environmental Engineering (ISTCGCAP)*, 99, 5-14. <https://doi.org/10.23939/istcgcap2024.99.005>
8. Кузьменко, Е. Д., Мандрик, О. М., & Михайлюк, Р. Й. (2022). Дослідження стану дамби Дністра електричними та електромагнітними методами (район с. Побережжя Івано-Франківської області). *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*, 25, 34-46.
9. Guemes, A., Mujica, L. E., Río-Velilla, D., & Lopez, A. F. (2025). Structural health monitoring by fiber optic sensors. *Photonics*, 12(6), 604. <https://doi.org/10.3390/photonics12060604>

10. Zhu, H., Wang, T., Wang, Y., & Li, V. C. (2021). Trenchless rehabilitation for concrete pipelines of water infrastructure: A review from the structural perspective. *Cement and Concrete Composites*, 123, 104193. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2021.104193>
11. Karzad, A. S., Leblouba, M., Al-Toubat, S., & Maalej, M. (2019). Repair and strengthening of shear-deficient reinforced concrete beams using carbon fiber reinforced polymer. *Composite Structures*, 223, 110963. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2019.110963>
12. ДСТУ 9181:2022 (2022). *Настанова з оцінювання та прогнозування технічного стану автодорожніх мостів*. (чинний від 01.01.2023).

Відомості про статтю:	Article information:
Отримано 14.11.2025	Received 14.11.2025
Отримано у доопрацьованому вигляді 18.11.2025	Received in revised form 18.11.2025
Прийнято 25.11.2025	Accepted 25.11.2025
Опубліковано 25.12.2025	Published 25.12.2025

O. G. Dobrovolska

Ph.D. in Engineering, Associate Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1337-7216>
Department of Urban Planning and Architecture
Zaporizhzhya National University, Zaporizhzhia, 226 Sobornyi Avenue, Ukraine, 69006

O. M. Fostashchenko*

Ph.D. in Engineering, Associate Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4287-2838>
Department of Urban Planning and Architecture
Zaporizhzhya National University, Zaporizhzhia, 226 Sobornyi Avenue, Ukraine, 69006

A. V. Banakh

Ph.D. in Engineering, Associate Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0517-2157>
Department of Urban Planning and Architecture
Zaporizhzhya National University, Zaporizhzhia, 226 Sobornyi Avenue, Ukraine, 69006

*corresponding author, e-mail: zdia207@gmail.com

Monitoring the technical condition and functional suitability of transport infrastructure, engineering structures and equipment in urban development

How to Cite:

Dobrovolska, O. G., Fostashchenko, O. M., Banakh, A. V. (2025). Monitoring the technical condition and functional suitability of transport infrastructure, engineering structures and equipment in urban development. *Modern technologies and methods of calculations in construction*, 24, 143-154. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-14\(24\)-11](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-14(24)-11)

Abstract. The article presents the results of monitoring, technical inspection, and major repair of a transport-hydraulic structure – a dam with a culvert located within urban development. A set of measures aimed at ensuring slope stability, improving drainage efficiency, and reducing the risks of structural failure under hydrodynamic and traffic loads is described. In global practice, such tasks are solved through the integration of remote monitoring methods (UAV photogrammetry, InSAR, fiber-optic sensing) and

trenchless rehabilitation technologies (CIPP, SAPL), which minimize roadway disruption and ensure long-term reliability of infrastructure.

A comprehensive assessment of the technical condition was carried out using visual, geodetic, ultrasonic, and impact-impulse methods. It was found that the culvert was in a limited operational condition due to soil erosion, masonry destruction, and deterioration of concrete channel lining. The main causes of defects were prolonged operation without repairs, dynamic loads from traffic, and the malfunction of surface water drainage.

The proposed repair measures included restoring the protective concrete layer of culverts with polymer-cement mortar, crack injection, construction of a new compacted embankment with reinforced slopes, concrete lining of the channel, and modernization of the drainage system. After completion, the structure's functionality was restored, slope stability improved, and soil erosion risks reduced. The installation of new stormwater inlets and inspection wells, along with proper longitudinal and transverse road gradients, ensured effective surface runoff drainage and improved traffic safety.

The results obtained confirm the feasibility of using a combined systems approach to the inspection and repair of engineering structures. The integration of modern monitoring methods and restoration technologies ensures accurate defect diagnostics, reduces repair duration, and lowers maintenance costs. The implemented technical solutions have demonstrated their effectiveness in enhancing embankment stability, drainage reliability, and overall structural durability under conditions of dense urban development. The conducted study has practical significance for further improvement of monitoring and rehabilitation systems for engineering facilities during the post-war reconstruction period, taking into account the principles of sustainable development and civil safety.

Keywords: technical condition monitoring; dam overhaul; culvert; polymer-cement rehabilitation; drainage system.