

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В БУДІВНИЦТВІ

УДК 528.42

DOI: 10.31649/2311-1429-2025-1-143-150

Г. С. Ратушняк

ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ВЕЖОВИХ СПОРУД В УМОВАХ ВОЄННОГО ЕКОЦИДУ

Вінницький національний технічний університет

За результатами аналізу вітчизняних та зарубіжних досліджень впливу воєнного екоциду на технічний стан будівель та інженерні споруди охарактеризовано силові впливи на них вибухових хвиль та інших антропогенних факторів. Врахування безпекової ситуації при експлуатації вежових споруд, які використовують на об'єктах енергетичної інфраструктури, в спорудах зв'язку та транспорту, на промислових, хімічних та гірничодобувних підприємствах особливо є критичним для забезпечення функціонування економіки держав. Відзначено відсутність систематизованого науково-методичного обґрунтування під час визначення деформацій та пошкоджень, які отримують вежові споруди в умовах воєнного екоциду.

Проаналізовано методи геодезичного моніторингу технічного стану вежових споруд в умовах воєнного екоциду. Підкреслено доцільність адаптації геодезичних методів для їх застосування в умовах підвищення небезпеки під час військових дій. Запропоновано алгоритм геодезичного моніторингу за технічним станом вежових споруд, що передбачає вдосконалені підходи спрямовані на підвищення точності, оперативності та надійності контролю за деформаціями вежових споруд. Реалізація запропонованих підходів стосовно вдосконалення геодезичного моніторингу технічного стану вежових споруд в умовах воєнного екоциду буде сприяти забезпеченню мінімізації ризиків аварій та стабільності їхнього функціонування.

Ключові слова: воєнний екоцид, вежові споруди, геодезичний моніторинг, діагностування технічного стану, управлінські рішення.

Вступ

Воєнний екоцид призводить до негативних економічних, екологічних та техногенних наслідків. Воєнний екоцид порушує екосистемне середовище проживання людей та роботу підприємств, особливо критичної інфраструктури.

Навантаження та впливу, які сприймають конструкції будівель та споруд, в тому числі вежові, від дії засобів враження під час воєнного екоциду мають свої особисті наслідки внаслідок того що, як правило, це не передбачають при їх проектуванні та будівництві. Особливостями дії вибухової хвилі на будівельні конструкції є поєднання постійного та тимчасового навантаження, які є причиною їх деформацій або руйнування. Геодезичні методи моніторингу відіграють суттєве значення у оцінюванні надійності та довговічності вежових споруд, особливо в умовах підвищеної небезпеки. Геодезичний моніторинг дозволяє здійснити аналіз технічного стану вежової споруди та є підґрунтям для прийняття відповідних організаційно-технологічних рішень із забезпечення їхнього функціонування в умовах воєнного екоциду.

Метою роботи є дослідження за результатами аналізу літературних джерел методології та інструментарію геодезичного моніторингу технічного стану будівель та споруд для використання запропонованого алгоритму підготовки прийняття управлінських рішень стосовно оцінювання технічного стану вежових споруд в умовах воєнного екоциду.

Основна частина

Забезпечення комплексного підходу з оцінювання технічного стану вежових споруд, які є, як правило, унікальними інженерними об'єктами, що будуються, експлуатуються та реконструюються в складних умовах. Їх конструктивні особливості обумовлені функціональним призначенням та характером силових впливів, які виникають в процесі їхньої експлуатації, особливо в умовах воєнного екоциду [1,2,3,4]. Вежові споруди використовуються на об'єктах енергетичної інфраструктури, в спорудах зв'язку та транспорту, на промислових, хімічних, гірничодобувних та інших підприємствах (рис. 1, 2). До геодезичного моніторингу технічного стану вежових споруд є особливі вимоги, що ґрунтуються на дотриманні вимог стосовно визначення точності їх геометричних параметрів, які забезпечують міцність та стійкість конструкції, а також експлуатацію технологічного й інженерного обладнання [1,3]. Врахування безпекової ситуації при проектуванні, будівництві та експлуатації вежових споруд є важливою науково-практичною задачею, яка в поточний момент не може ефективно вирішуватися через відсутність відповідного науково-методологічного обґрунтування [1-6].



Рисунок 1 – Ладжинська ТЕС (фото Вікіпедія)



Рисунок 2 – Київська телевежа (фото Вікіпедія)



Рисунок 3 – Харківська ТЕЦ-5 (фото Вікіпедія)



Рисунок 4 – Хмельницька телевежа (фото Вікіпедія)

розглянуто питання геодезичного моніторингу вежових споруд без врахування безпекової ситуації.

В роботі [16] висвітлено організацію проведення геодезичного моніторингу, методологію визначення деформацій будівель і споруд. Окреслено специфіку геодезичного моніторингу з врахуванням екзогенних процесів територій та охарактеризовано сучасні лазерні скануючі технології й програмне забезпечення їхньої реалізації.

В роботі [17] означено, що геодезичний моніторинг необхідно розглядати як сукупність процесів, які спрямовані на контроль та постійне спостереження за станом будівельних конструкцій. Для геодезичного моніторингу рекомендується використовувати інноваційне обладнання, а саме високоточне нівелювання. Крім того доцільно застосовувати такі методи як автоматизовані геодезичні комплекси, лазерне сканування, GNSS-моніторинг, стереофотограмметрію, інклінометрію. Для обробки бази даних спостережень при геодезичному моніторингу доцільно використовувати спеціалізоване програмне забезпечення.

В роботі [18] наведено класифікацію злочинів воєнного екоциду. Оцінено шкоду та наслідки від застосування ракет та снарядів. Запропоновано шляхи усунення воєнного екоциду.

В статті [19] підкреслено негативний вплив на економіку України воєнної агресії, що є однією із ознак екологічної катастрофи внаслідок воєнного екоциду. Відбувається руйнування навколишнього середовища та підприємств критичної інфраструктури, що здійснює негативний вплив на економіку країни.

В дослідженнях [20] відзначено, що воєнний екоцид в Україні є причиною пошкодження значної кількості об'єктів нерухомості. Наслідки масштабного руйнування інфраструктурних об'єктів набули ознак екологічної катастрофи. Необхідно для зменшення наслідків воєнного екоциду розробляти проєкти управління демонтажу або реконструкції пошкоджених об'єктів.

В дослідженнях [21] відзначено, що внаслідок бойових дій конструкції будівель та споруд отримують навантаження та відповідний вплив від вибухової хвилі, що створює навантаження по фронту поширення, яке діє нормально до вертикальних поверхонь будівель та споруд. Внаслідок дії ударної хвилі відбувається коливання будівельних конструкцій та їх зміщення. Будівлі та споруди також отримують механічні пошкодження під час влучання снарядів, осколків, уламків конструкцій, температурного впливу внаслідок пожежі.

В роботі [22] наведено методи діагностики та оцінки пошкодження будівель та споруд внаслідок дії вибухової хвилі. Охарактеризовано наступні методи: візуальний огляд, вимірювання деформацій споруд, використання приладів контролю за геометрією споруд, аналіз структурних властивостей матеріалів та конструкцій, моделювання та комп'ютерна симуляція.

В статті [23] підкреслено, що проведення будівельно-технічної експертизи пошкоджених об'єктів, де ведуться активні бойові дії або розміщених на окупованих територіях, є небезпечним заходом. В таких випадках доцільно використовувати фото- та відеозйомку їхнього фактичного стану. Це дозволить отримати об'єктивну інформацію про наслідки воєнного екоциду.

В публікаціях [24,25] наведено результати досліджень з вдосконалення інструментарію та методології виконання геодезичних робіт при оцінюванні технічного стану будівельних об'єктів в умовах безпекової ситуації. Підкреслено, що геодезичний моніторинг дозволить здійснити аналіз технічного стану будівельних об'єктів.

Аналіз вітчизняних та зарубіжних літературних джерел свідчить про відсутність вичерпних системних досліджень з геодезичного моніторингу технічного стану будівель та споруд в умовах воєнного екоциду. Важливе завдання сьогодення зі зменшення наслідків воєнного екоциду є оцінка технічного стану об'єктів енергетичної інфраструктури та засобів зв'язку, в складі яких є вежові споруди.

Обґрунтування доцільності використання існуючих методів геодезичного моніторингу технічного стану вежових споруд в умовах воєнного екоциду рекомендується здійснювати відповідно до запропонованого алгоритму з реалізації управління заходами із забезпечення надійності функціонування пошкоджених споруд (рис. 3).

Діагностування технічного стану вежових споруд в умовах воєнного екоциду з метою зменшення витрат на їх ремонт або реконструкцію потребує вдосконалення методологічного інструментарію з оцінювання їхньої надійності, тобто імовірності їх безвідмовної роботи. Перспективним напрямком геодезичного моніторингу за технічним станом вежових споруд в умовах воєнного екоциду є застосування аерокосмічних знімків високої розпізнавальної здатності, які в значній мірі визначаються необхідною інформативністю та точністю. Також геоінформація аерокосмічних знімків є підґрунтям для створення цифрових моделей пошкоджених об'єктів. Доцільним є лазерне сканування для визначення геометричних параметрів ділянок пошкоджених вежових споруд навіть в умовах обмеженого доступу. Достовірні результати про технічний стан

вежових споруд, в тому числі з фотофіксацією, дозволяють отримати високоточне геометричне або гідростатичне нівелювання та тахеометричне знімання. В результаті використання цих методів геодезичного моніторингу визначають фактичні просторові геометричні параметри вежових споруд, які є підґрунтям для визначення обсягів руйнування та величини деформацій.

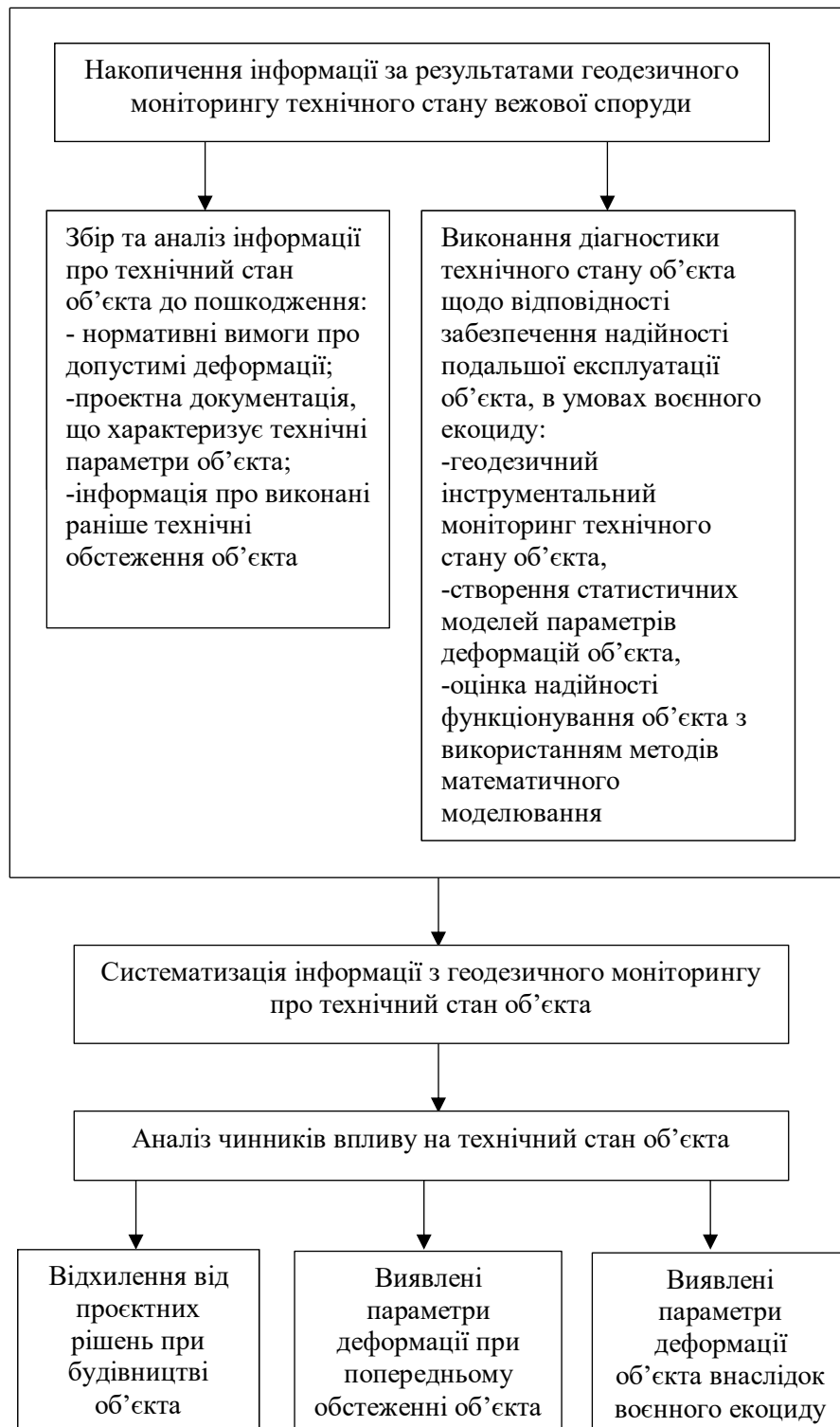


Рисунок 5 – Алгоритм підготовки прийняття управлінських рішень стосовно оцінювання технічного стану вежових споруд за результатами геодезичного моніторингу

Відповідно до запропонованого алгоритму (рис. 1) за результатами геодезичного моніторингу технічного стану вежових споруд визначають наявність та геометричні параметри горизонтальних приміщень, усадку, крен, наявність тріщин та інших деформацій. Для виконання інструментальних обстежень з виявлення величин деформацій потребує створення або поновлення спеціалізованої опорної планово-висотної мережі, виконання вимірювання та аналіз виявлених

деформацій. З врахуванням геологічних та гідрологічних умов майданчика, на якому розміщена вежова споруда, виявляють причини деформацій за умов воєнного екоциду. Результати геодезичного моніторингу технічного стану є підґрунтям для розроблення заходів спрямованих на усунення деформацій або запобігання їх розвитку при подальшій експлуатації вежової споруди.

Висновки

В умовах воєнного екоциду геодезичний моніторинг за технічним станом вежових споруд є одним із визначальних чинників забезпечення надійності функціонування підприємств, які є в їхніх інфраструктурі. Своєчасний та репрезентативний моніторинг дозволяє діагностувати параметри пошкодження споруд, прогнозувати ризики від деформацій та розробляти ефективні заходи із підвищення надійності їхнього функціонування.

Запропонований алгоритм підготовки прийняття управлінських рішень стосовно доцільності оцінювання технічного стану вежових споруд є методологічним інструментарієм для отримання та накопичення відповідної інформації про виявлені або можливі деформації об'єктів в умовах воєнного екоциду. Усунення виявлених під час геодезичного моніторингу технічного стану об'єкта чинників впливу на параметри пошкодження та деформацій дозволить забезпечити стабільну роботу підприємств, в структурі яких є вежові споруди.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- ДБН В.1.3-2 Геодезичні роботи в будівництві. К.: Мінрегіонбуд України. 2010. 70 с.
- С. П. Войтенко. Геодезичні роботи в будівництві. Навч. посібник. К.: ІСДО, 1993. 144 с.
- О. М. Лівінський та ін. Контроль якості будівельно-монтажних робіт. К.: «МП Леся». 2018. 776 с.
- Г. С. Ратушняк, О. Д. Панкевич, Ю. С. Бікс, Т. Ю. Вовк. Геодезичне забезпечення будівництва. Частина 2. Навч. посібник. Вінниця: ВНТУ, 2014. 99 с.
- Ратушняк Г.С. Методика та результати визначення крену інженерних споруд вежового типу. II Вісник ВПІ. №1. 1993. С. 32-35.
- Ратушняк Г.С. Визначення крену вежових споруд. II Вісник геодезії та картографії. №1. 1995. С. 48-52.
- Ратушняк Г.С., Лялюк А.О. Геодезичний контроль гідростатичним нівелюванням якості будівельно-монтажних робіт. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. №1(36). 2024. с. 173-178.
- Олесків Р.С., Гера О.В. Сучасні геодезичні методи моніторингу технічного стану наземних об'єктів нафтогазової промисловості. https://tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2019/6_2019/part_2/40.pdf
- Наливайко Тар., Наливайко Тет., Козаченко Д. Обґрунтування систем геодезичного моніторингу із використанням рейки змінної довжини // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. Випуск 1(41). 2021. С. 68-71.
- Смолій К. Аналіз сучасних геодезичних та геотехнічних методів моніторингу за деформаціями інженерних споруд // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. 2015. С. 87-89.
- Яковенко М., Нестеренко О. Аналіз методів геодезичного моніторингу деформації інженерних споруд та зсувних процесів ґрунтових масивів // Сучасні проблеми архітектури та містобудування. Випуск 56. 2020. С. 345-363.
- Сватовський Д.О. Геодезичний контроль геометричного положення споруд баштового типу. <https://repo.btu.kharkiv.ua/server/api/core/bitstreams/a47887e5-17e0-4144-a925-331ecaebfc40/content>
- Геодезичний моніторинг зрушень і деформацій будівель. https://geotop.com.ua/monitor_ua.php
- Davendra Kumar Yadav, A Critical Review on Slope Monitoring Systems with a Vision of Unifying WSN and JOT // Re Wiew by River Valley Technologies. 2019. P. 2-19.
- Shjshanov M.O., Malinha V.G., Koval V.V., Mirnenko V.I., Fil V.M., Hannenko B.O., Duzhyi R.V. Infience of air shok wawe on buldings and structures // Strength of Materiale and Theory of Structures, 2020, number 105. Київський національний університет будівництва і архітектури. 2020. С. 170-191. http://opir.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-105/16-105_shishanov_.pdf
- Бульба І.О. Геодезичний і дистанційний моніторинг. Методичні рекомендації. Миколаїв. 2023. 39 с.
- Нестеренко С.Г., Афанасьєв О.В. Технологія геодезичного моніторингу територій, будівель і споруд: конспект лекцій для здобувачів третього освітньо-наукового рівня вищої освіти зі спеціальності 193-геодезія та землеустрій. Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова. 2022. 81 с.
- Кузьменко В.О., Третяк Н.М., Чорний В.І. Воєнний екоцид в Україні як згубний наслідок застосування російських ракет і снарядів // Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки. Том №19(1). 2024. <https://dndivsovt.com/index.php/journal/article/view/377/348>
- Третяк Н.М., Маренич А.І., Харченко А.С., Харченко Ю.С. Воєнний екоцид в Україні та його вплив на економічну безпеку країни. Фінансовий простір. 2022. №4(48). С. 19-27.
- Фісуненко П.А., Герасимова О.Л. Напрямки зменшення ризиків воєнного екоциду за допомогою рециклінгу будівельних відходів в девелопменті нерухомості // Економіка та суспільство. №45. 2022. <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/1945/1872>
- Яровий Ю.М., Виноградов В.В., Альошечкіна Т.М. Аналіз пошкодження конструкцій будівель та споруд, що виникли внаслідок дії ударної хвилі вибуху. <http://www.konferenciaonline.org.ua/ru/article/id-1751/>
- Васильченко О.В. Будівельні конструкції та їх поведінка в умовах надзвичайних ситуацій: навчальний посібник / О.В. Васильченко, Ю.В. Квітковський, О.В. Миргород, О.А. Стельмах. Харків, ХНАДУ. 2015. 488 с. <http://repositc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/17197/1/%D0%91%D1%83%D0%B4%D1%96%D0%B2%D0%B5%D0%BB%>

- [D1%8C%D0%BD%D1%96%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%97%20%D0%B2%20%D1%83%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%85%20%D0%9D%D0%A1.pdf](https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2025/Zbirnyk_confer_11_2024_408.pdf)
23. Бут І.В. Фото та відеозйомка при проведенні будівельно-технічної експертизи. Технологія та суспільство: взаємодія, вплив, трансформація. С. 324-325.
 24. Ратушняк Г.С., Лялюк А.О. Визначення кренів вежових споруд енергетичної інфраструктури з врахуванням безпекової ситуації. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Інноваційні технології в будівництві». Вінниця, ВНТУ. 2024. Збірник доповідей. С. 282-283.
https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2025/Zbirnyk_confer_11_2024_408.pdf
 25. Волошина Ю.В., Ратушняк Г.С. Геодезичний моніторинг технічного стану трубопроводних мереж в умовах безпекової ситуації. Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи», Вінниця, ВНТУ. 2025. 3 с.
<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2025/paper/viewFile/22915/18908>

REFERENCES

1. DBN V.1.3-2 Heodezychni roboty v budivnytstvi. K.: Minrehionbud Ukrainy. 2010. 70 s.
2. S. P. Voitenko. Heodezychni roboty v budivnytstvi. Navch. posibnyk. K.: ISDO, 1993. 144 s.
3. O. M. Livinskyi ta in. Kontrol yakosti budivselno-montazhnykh robot. K.: «MP Lesia». 2018. 776 s.
4. H. S. Ratushniak, O. D. Pankevych, Yu. S. Biks, T. Yu. Vovk. Heodezychni zabezpechennia budivnytstva. Chastyna 2. Navch. posibnyk. Vinnytsia: VNTU, 2014. 99 s.
5. Ratushniak H.S. Metodyka ta rezultaty vyznachennia krenu inzhenernykh sporud vezhovoho typu. II Visnyk VPI. №1. 1993. S. 32-35.
6. Ratushniak H.S. Vyznachennia krenu vezhovyykh sporud. II Visnyk heodezii ta kartohrafi. №1. 1995. S. 48-52.
7. Ratushniak H.S., Lialuk A.O. Heodezychni kontrol hidrostatychnym niveliuvanniam yakosti budivselno-montazhnykh robot. Suchasni tekhnologii, materialy i konstruktiv v budivnytstvi. №1(36). 2024. s. 173-178.
8. Oleskiv R.Ie., Hera O.V. Suchasni heodezychni metody monitorynhu tekhnichnoho stanu nazemnykh ob'ektiv naftohazovoi promyslovosti. https://tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2019/6_2019/part_2/40.pdf
9. Nalyvaiko Tar., Nalyvaiko Tet., Kozachenko D. Obgruntuvannia system heodezychnoho monitorynhu iz vykorystanniam reiky zminnoi dovzhyny // Suchasni dosiagnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva. Vypusk 1(41). 2021. S. 68-71.
10. Smolii K. Analiz suchasnykh heodezychnykh ta heotekhnichnykh metodiv monitorynhu za deformatsiiamy inzhenernykh sporud // Suchasni dosiagnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva. 2015. S. 87-89.
11. Iakovenko M., Nesterenko O. Analiz metodiv heodezychnoho monitorynhu deformatsii inzhenernykh sporud ta zsvnykh protsesiv gruntovykh masyviv // Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia. Vypusk 56. 2020. S. 345-363.
12. Svatovskiy D.O. Heodezychni kontrol heometrychnoho polozhennia sporud bashtovoho typu. <https://repo.btu.kharkiv.ua/server/api/core/bitstreams/a47887e5-17e0-4144-a925-331ecaebfc40/content>
13. Heodezychni monitorynh zruhen i deformatsii budivel. https://geotop.com.ua/monitor_ua.php
14. Davendra Kumar Yadav, A Critical Review on Slope Monitoring Systems with a Vision of Unifying WSN and JOT // Re Wiew by River Valley Technologies. 2019. P. 2-19.
15. Shjshanov M.O., Malinha V.G., Koval V.V., Mirnenko V.I., Fil V.M., Hannenko B.O., Duzhyi R.V. Infience of air shok wawe on buldings and structures // Strength of Materiale and Theory of Structures, 2020, number 105. Kyivskiy natsionalnyi universytet budivnytstva i arkhitektury. 2020. S. 170-191. http://opir.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-105/16-105_shishanov.pdf
16. Bulba I.O. Heodezychni i dystantsiyni monitorynh. Metodychni rekomendatsii. Mykolaiv. 2023. 39 s.
17. Nesterenko S.H., Afanasiev O.V. Tekhnologii heodezychnoho monitorynhu terytorii, budivel i sporud: konspekt leksii dlia zdobuvachiv tretogo osvitho-naukovoho rivnia vyshchoi osvity zi spetsialnosti 193-heodezii ta zemleustrii. Kharkiv: KhNUMH im. O.M. Beketova. 2022. 81 s.
18. Kuzmenko V.O., Tretiak N.M., Chornyi V.I. Voienniy ekotsyd v Ukraini yak zghubnyi naslidok zastosuvannia rosiiskyykh raket i snariadiv // Zbirnyk naukovykh prats Derzhavnoho naukovu-doslidnoho instytutu vyprobuvan i sertyfikatsii ozbroiennia ta viiskovoi tekhniki. Tom №19(1). 2024. <https://dndivsovt.com/index.php/journal/article/view/377/348>
19. Tretiak N.M., Marenich A.I., Kharchenko A.S., Kharchenko Yu.S. Voienniy ekotsyd v Ukraini ta yoho vplyv na ekonomichnu bezpeku krainy. Finansovy prostir. 2022. №4(48). S. 19-27.
20. Fisunen P.A., Herasymova O.L. Napriamky zmenshennia ryzykiv voiennoho ekotsydu za dopomohoiu retsyklinhu budivselnykh vydkhodiv v developmenti nerukhomosti // Ekonomika ta suspilstvo. №45. 2022. <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/1945/1872>
21. Iarovyi Yu.M., Vynohradov V.V., Aloshechkina T.M. Analiz poshkodzhennia konstruktiv budivel ta sporud, shcho vynykli vnaslidok dii udarnoi khvyli vybukhu. <http://www.konferenciaonline.org.ua/ru/article/id-1751/>
22. Vasylenko O.V. Budivselni konstruktiv ta yikh povedinka v umovakh nadzvychainykh sytuatsii: navchalnyi posibnyk / O.V. Vasylenko, Yu.V. Kvitkovskiy, O.V. Myrhorod, O.A. Stelmakh. Kharkiv, KhNADU. 2015. 488 s. <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/17197/1/%D0%91%D1%83%D0%B4%D1%96%D0%B2%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%97%20%D0%B2%20%D1%83%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%85%20%D0%9D%D0%A1.pdf>
23. But I.V. Foto ta videoziomka pry provedenni budivselno-tekhnichnoi ekspertyzy. Tekhnologii ta suspilstvo: vzaiemodiia, vplyv, transformatsiia. S. 324-325.
24. Ratushniak H.S., Lialuk A.O. Vyznachennia kreniv vezhovyykh sporud enerhetychnoi infrastruktury z vrakhuvanniam bezpekovoii sytuatsii. Materialy Mizhnarodnoi naukovu-tekhnichnoi konferentsii «Innovatsiini tekhnologii v budivnytstvi». Vinnytsia, VNTU. 2024. Zbirnyk dopovidei. S. 282-283.
https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2025/Zbirnyk_confer_11_2024_408.pdf
25. Voloshyna Yu.V., Ratushniak H.S. Heodezychni monitorynh tekhnichnoho stanu truboprovodnykh merezh v umovakh bezpekovoii sytuatsii. Materialy Mizhnarodnoi naukovu-praktychnoi internet-konferentsii «Molod v nautsi: doslidzhennia, problemy, perspektyvy», Vinnytsia, VNTU. 2025. 3 s. <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2025/paper/viewFile/22915/18908>

Ратушняк Георгій Сергійович – к.т.н., професор, завідувач кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету, e-mail: ratusnakg@gmail.com, ORCID 0000-0001-9656-5150.

G. Ratushnyak

GEODESIC MONITORING OF THE TECHNICAL CONDITION OF TOWER STRUCTURES IN CONDITIONS OF MILITARY ECOCIDE

Vinnitsia National Technical University

Based on the results of the analysis of domestic and foreign studies of the impact of military ecocide on the technical condition of buildings and engineering structures, the force effects of explosion waves and factors on them are characterized. Taking into account the safety situation during the operation of tower structures used at energy infrastructure facilities, in communication and transport facilities, at industrial, chemical and mining enterprises is especially critical for ensuring the functioning of the economy of states. The lack of a systematic scientific and methodological justification for determining deformations and damage that tower structures receive in conditions of military ecocide is noted.

Methods of geodetic monitoring of the technical condition of tower structures in conditions of military ecocide are analyzed. The expediency of adapting geodetic methods for their application in conditions of increased danger during military operations is emphasized. An algorithm for geodetic monitoring of the technical condition of tower structures is proposed, which provides for improved approaches aimed at increasing the accuracy, efficiency and reliability of control over deformations of tower structures. The implementation of the proposed approaches to improving geodetic monitoring of the technical condition of tower structures in conditions of military ecocide will contribute to ensuring the minimization of accident risks and the stability of their functioning.

Keywords: military ecocide, tower structures, geodetic monitoring, diagnostics of technical condition, management decisions.

Ratushnyak Georgy - Ph.D., Professor, Head of the Department of Engineering Systems in Construction of Vinnitsia National Technical University, e-mail: ratusnakg@gmail.com, ORCID 0000-0001-9656-5150.