

## ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРУБОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ В УМОВАХ БЕЗПЕКОВОЇ СИТУАЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Розглянуто методи геодезичного моніторингу стану трубопровідних мереж із застосуванням сучасних технологій. Підкреслено доцільність адаптації геодезичних методів для використання в умовах підвищеної небезпеки, зокрема під час військових дій або в районах з високим ризиком надзвичайних ситуацій. Запропоновані підходи спрямовані на підвищення точності, оперативності та надійності контролю стану трубопроводів, що забезпечує їх стабільне функціонування та мінімізацію ризиків аварій.*

**Ключові слова:** безпекова ситуація, геодезичне забезпечення, деформації, моніторинг, сучасні технології, трубопровідні мережі.

### *Abstract*

*Methods of geodetic monitoring of the condition of pipeline networks using modern technologies are considered. The feasibility of adapting geodetic methods for use in conditions of increased danger, in particular during military operations or in areas with a high risk of emergencies, is emphasized. The proposed approaches are aimed at increasing the accuracy, efficiency and reliability of monitoring the condition of pipelines, which ensures their stable operation and minimizes the risks of accidents.*

**Keywords:** security situation, geodetic support, deformations, monitoring, modern technologies, pipeline networks.

### **Вступ**

Інфраструктура, що забезпечує транспорт енергоресурсів, водопостачання та інші стратегічні функції, є життєво важливою складовою економіки та безпеки. Тому питання збереження та забезпечення надійного функціонування трубопровідних мереж набуває особливої актуальності. В умовах підвищеної безпекової напруженості: під час природних катаклізмів або військових загроз, коли ризик пошкодження або диверсій значно зростає, моніторинг стану трубопровідних мереж є особливо актуальною задачею. Геодезичні методи моніторингу відіграють суттєве значення у оцінюванні надійності та довговічності трубопровідних систем, особливо в умовах підвищеної небезпеки. Використання методів із залученням геодезичного моніторингу дозволяє здійснювати аналіз технічного стану об'єктів, виявляти деформації та пошкодження, результати яких є підґрунтям для прийняття відповідних управлінських рішень із забезпечення безперебійної роботи трубопровідних мереж [1,2,3,4].

### **Результати досліджень**

Геодезичний моніторинг контролю стану трубопровідних мереж набуває особливої актуальності в сучасних умовах, зокрема під час війни в Україні. Трубопроводи, що транспортують енергоносії (природний газ, нафта, водень, вода тощо) є критичними елементами системи постачання ресурсів для підприємств та житлово-комунального сектору, які піддаються високим ризикам пошкоджень через воєнні дії, диверсії чи природні фактори.

Забезпечення надійності та безпеки функціонування трубопровідних мереж є ключовим завданням для збереження енергетичної стабільності країни. Особливого значення це питання набуває в контексті систем газо- та нафто постачання, які є стратегічними для забезпечення теплопостачання житлових будинків, транспортування палива та роботи промислових об'єктів. Пошкодження трубопровідних мереж становить серйозну загрозу для безпеки населення, стабільності енергозабезпечення та екологічного стану місцевості. У разі їх пошкодження можливі витoki горючих або токсичних речовин, які спричиняють вибухи, пожежі, отруєння тощо. Це може призвести до масових евакуацій населення, економічних втрат та екологічних катастроф, таких як забруднення водойм, ґрунтів і повітря. Геодезичне забезпечення моніторингу технічного стану трубопровідних мереж відіграє ключову роль у попередженні таких ситуацій та мінімізації їх

наслідків [4,5,6,7].

Геодезичний моніторинг здійснюється нівелюванням та тахеометричним зніманням під час визначення обсягів руйнації та величин деформації.

Використання інноваційних методів, таких як лазерне сканування, тепловізійний контроль та електронні тахеометри, дозволяє точно визначати критичні ділянки пошкоджень навіть в умовах обмеженого доступу. Наприклад, тепловізійний контроль дозволяє виявляти приховані місця витoku тепла чи газу, навіть у підземних трубопроводах, до яких доступ обмежений. Не менш ефективною і однією з найсучасніших технологій є лазерне сканування. Результати лазерного сканування дозволяють створювати тривимірні моделі трубопроводів та прилеглої території. За допомогою тривимірних моделей можна точно визначити геометричні деформації, просідання чи зміщення труб, що є надзвичайно важливим для їхньої безпечної експлуатації. Крім того, сучасні методи ультразвукової діагностики використовують для оцінювання товщини стінок труб та виявлення корозійних процесів та інших дефектів, які спричиняють зменшення надійності трубопровідних мереж.

Перспективним напрямком геодезичного моніторингу за технічним станом трубопровідних мереж в умовах безпекової ситуації є застосування крупномасштабних аерокосмічних знімків високої просторової розподільної здатності, що в значній мірі визначаються точністю та інформативністю. Використання геоінформаційних технологій з актуалізації крупномасштабної картографічної основи дозволяє зменшувати часові, трудові і матеріальні затрати. Геоінформація крупномасштабних аерокосмічних знімків є підґрунтям для побудови цифрових моделей місцевості з відображенням фактичного стану трубопровідних мереж з врахуванням безпекової ситуації. За результатами аналізу інформації цифрових моделей місцевості з відображенням фактичного технічного стану трубопровідних мереж визначаються величини пошкоджень та їх просторові координати. Це слугує вихідною інформацією для розроблення та реалізації проектних пропозицій з усунення виявлених відхилень в технічному стані елементів систем трубопровідних мереж від їх нормативних величин.

### Висновок

Геодезичний моніторинг за станом трубопровідних мереж є одним із чинників для забезпечення енергетичної безпеки України, особливо в умовах воєнного часу. Своєчасний моніторинг і діагностика дають змогу виявляти пошкодження, прогнозувати ризики та ефективно реалізовувати ремонтні роботи трубопровідних мереж, що мінімізує загрозу для населення, довкілля та соціальної сфери. Застосування сучасних методів геодезичного контролю дозволяє створити надійну систему управління, здатну підтримувати стабільну роботу важливих об'єктів, якими є трубопровідні мережі навіть у найскладніших умовах їх експлуатації.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.1.3-2. Геодезичні роботи в будівництві. К.: Мінрегіонбуд України. 2020. 70 с.
2. Геодезичне забезпечення в умовах війни: <https://meja.com.ua/geodeziya-pid-chas-vijny/> (дата звернення: 08.12.2024)
3. Моніторинг трубопроводів з використанням GNSS: [https://gpsgeometer.com/blog/how-a-handheld-gnss-rtk-device-can-help-your-pipe-laying-job?srsId=AfmBOoqn9Q7w2cbkJVLDfaNjQSGdj0KMWI9LoFoOQSiG0yLbGM\\_MxkRsA](https://gpsgeometer.com/blog/how-a-handheld-gnss-rtk-device-can-help-your-pipe-laying-job?srsId=AfmBOoqn9Q7w2cbkJVLDfaNjQSGdj0KMWI9LoFoOQSiG0yLbGM_MxkRsA) (дата звернення: 09.12.2024)
4. Ратушняк Г.С., Панкевич О.Д., Бікс Ю.С., Вовк Т.Ю. Геодезичне забезпечення будівництва: навчальний посібник. Ч. 2, Вінниця, ВНТУ, 2024. 90 с.
5. Лівінський О.М. та інші. Контроль якості будівельно-монтажних робіт: курс лекцій. К.: «МП Леся». 2018. 776 с.
6. 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. 173-176.
7. Тепловізійний контроль інфраструктури: <https://akvilonpro.ua/ua/energoberezhnie/teplovizionnoye-obsledovaniye-kiev/teploaudit-elektrostanovok.html> (дата звернення: 09.12.2024)

**Волошина Юлія Володимирівна** – студентка групи СМ-246, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [yulkapechalka85@gmail.com](mailto:yulkapechalka85@gmail.com)

**Ратушняк Георгій Сергійович** – професор, завідувач кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [ratusnagk@gmail.com](mailto:ratusnagk@gmail.com) ORCID 0000-0001-9656-5150