

МІЖНАРОДНІ ПРАКТИКИ КОНТРОЛЮ ТА МОНІТОРИНГУ МІСЬКИХ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. Проведено аналіз міжнародних практик контролю та моніторингу міських інженерних мереж. Розглянуто сучасні підходи до моніторингу, зокрема використання датчиків (IoT), геоінформаційних систем (ГІС), лазерного сканування та цифрового моделювання (BIM). Представлено досвід таких країн як Німеччина, США, Данія та Україна, із зазначенням переваг і недоліків їхніх систем моніторингу інженерних мереж.

Ключові слова: інженерні мережі, міська територія, моніторинг.

Abstract An analysis of international practices of control and monitoring of urban engineering networks was conducted. Modern approaches to monitoring are considered, including the use of the Internet of Things (IoT), geographic information systems (GIS), laser scanning, and digital modeling (BIM). The experience of countries such as Germany, the USA, Denmark and Ukraine is presented, indicating the advantages and disadvantages of their engineering network monitoring systems.

Keywords: engineering networks, urban area, monitoring

Вступ

Міські інженерні мережі є основою життєдіяльності сучасних міст. Їх ефективне функціонування залежить від якісного контролю та моніторингу, які дозволяють запобігати аваріям, зменшувати витрати на обслуговування та продовжувати термін експлуатації. У багатьох українських містах мережі мають високий ступінь зношення, що підвищує ризики відмов і аварій. Війна в Україні значно ускладнила стан інженерної інфраструктури та руйнування мереж, нестача ресурсів і обмеження доступу до сучасних технологій створили нові виклики в галузі моніторингу та управління інженерною інфраструктурою. Вивчення міжнародного досвіду є ключовим для впровадження сучасних технологій і підходів, які можуть значно покращити стан міської інфраструктури в Україні.

Мета дослідження проаналізувати міжнародний досвід контролю та моніторингу міських інженерних мереж, оцінити його переваги та недоліки, а також запропонувати рекомендації щодо впровадження кращих практик в Україні для покращення ефективності управління міською інфраструктурою [3,5].

Результати досліджень

Моніторинг міських інженерних мереж є невід'ємною частиною управління інфраструктурою міста. Він забезпечує контроль стану критичних об'єктів, зокрема водопроводів, тепломереж, електромереж і каналізації, зменшує ризик аварій, оптимізує витрати на ремонт і підвищує безпеку. В Україні ця тема є актуальною [1,2] через такі чинники: високий ступінь зношеності мереж (більшість інженерних мереж в українських містах експлуатуються понад 30-50 років); низький рівень автоматизації; обмежене фінансування та відсутність єдиної цифрової платформи.

Світовий досвід у цій сфері демонструє ефективність впровадження інноваційних технологій, таких як геоінформаційні системи (ГІС), датчики IoT та BIM-моделювання. Аналіз міжнародних практик контролю та моніторингу інженерних мереж наведено у таблиці 1.

Сучасні підходи до моніторингу інженерних мереж базуються на використанні інноваційних технологій, серед яких:

- IoT-датчики - це пристрої, які використовують технології *Internet of Things* (IoT) для автоматичного збору, передачі та аналізу даних про стан теплових мереж. Вони забезпечують

- постійний моніторинг ключових параметрів, таких як температура, тиск, вологість, витоки теплоносія, що дозволяє оперативно реагувати на зміни та запобігати аваріям [3];
- ГІС-системи: забезпечують візуалізацію даних для оперативного управління. Геоінформаційна система (ГІС) інженерних мереж – модуль геоінформаційної системи територіальної громади (комунального підприємства), призначений для збереження, накопичення та відображення інформації про міську інженерну інфраструктуру. Програмний комплекс надає користувачеві широкий набір інструментів по створенню, наповненню і редагуванню електронних карт, здійсненню гідравлічних розрахунків відповідних інженерних мереж, розробці планів організації робіт при виконанні планових та аварійних відключень, формуванню маршрутних карт технічного обслуговування методом обходу, модулів для обліку і планування експлуатації підземних інженерних мереж [4];
 - BIM-технології: створюють цифрові копії об'єктів для прогнозування їх зносу та моделювання ремонтів [5].

Таблиця 1. Порівняння практик моніторингу інженерних мереж в різних країнах

Країна	Основні технології	Переваги	Недоліки
Данія	IoT-датчики	Ефективний контроль у реальному часі	Висока вартість впровадження
Німеччина	BIM	Оптимізація ремонтів і планування. Створення цифрових моделей інженерної інфраструктури. Прогнозування впливу навантажень і зношування	Потреба у кваліфікованих спеціалістах
США	Інтегровані ГІС	Єдина база даних для управління мережами (водопроводами, дорогами, каналізаціями). Оперативний доступ до інформації для всіх підрозділів	Складність інтеграції старих систем. Високі вимоги до обчислювальних потужностей
Україна	Переважно традиційні методи	Дешевизна методів	Застаріла інфраструктура, низька точність

До основних вимог та недоліків сучасних технологій моніторингу інженерних мереж можна віднести високу вартість впровадження; необхідність інтеграції в існуючі мережі; високу потребу у кваліфікованих спеціалістах; необхідність синхронізації з іншими системами управління.

За проведеним аналізом до чинників, які посилюють проблеми моніторингу міських інженерних мереж в Україні, можна віднести недостатню кваліфікацію працівників для роботи з новітніми технологіями; відсутність нормативної бази, яка б регулювала впровадження BIM, ГІС і IoT; неузгодженість між службами, які відповідають за експлуатацію мереж.

Попри наявні проблеми, в Україні є пілотні проекти в Києві та Харкові щодо впровадження сучасних підходів до моніторингу: IoT-датчики встановлюються для моніторингу тиску, температури та витоків у тепломережах; ГІС-системи використовуються для управління водопроводами та каналізацією у Львові, Івано-Франківську та Чернівцях; BIM-моделювання використовують у процесі інтеграції в нові інфраструктурні проекти в будівництві сучасних ЖК та великих інфраструктурних об'єктів.

Висновок

Міжнародний досвід демонструє, що впровадження сучасних технологій моніторингу дозволяє значно підвищити ефективність управління інженерними мережами, зменшує ризик аварій та економить ресурси. В Україні основні проблеми - це застарілі мережі, низький рівень автоматизації та відсутність інтегрованих систем управління, недостатній рівень фінансування. Для ефективного вирішення цих проблем необхідно впроваджувати сучасні технології, підвищувати кваліфікацію кадрів і створювати нормативну базу. Адаптація світового досвіду в Україні можлива за умови залучення фінансування та активної співпраці з міжнародними партнерами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ратушняк Г. С. Ободьянська О. І. Моніторинг технічного стану підземних сталевих газопроводів // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2016. № 2. С. 99-104.
2. INTERGEO-2022 a global platform of geospatial technologies and global innovations in geodesy and land management Режим доступу: <https://nubip.edu.ua/en/node/116647>

3. Первинні перетворювачі та вимоги до додатків / Режим доступу: https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/204001/mod_resource/content/pdf
4. Геоінформаційна система інженерних мереж. Режим доступу: <https://magneticonemt.com/mlgis-gis-inzhenernih-merezh>
5. BIM-технології підвищать якість будівництва в Україні. Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/news/bim-tehnologiyi-pidvishchat-yakist-budivnictva-v-ukrayini>

Гуменчук Анастасія Євгенівна – студентка групи См-23б факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії e-mail: flora.butterfly68954@gmail.com

Панкевич Ольга Дмитрівна- к.т.н., доцент кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет e-mail: pankevich@vntu.edu.ua

Anastasiya Humenchuk - student of the Sm-23b group of the Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering e-mail: flora.butterfly68954@gmail.com

Olga Pankevych – Cand. Sc. (Eng.), Ass. Prof. of the Department of Engineering Systems in Construction. Vinnytsia National Technical University e-mail: pankevich@vntu.edu.ua