

## **СИСТЕМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕПЛОВТРАТ НА ОСНОВІ ДАНИХ ІОТ**

*д-р техн. наук, проф. О.Ю. Заковоротний, аспірант Т.О. Орлова, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків*

Еволюція інформаційних технологій, зокрема бурхливий розвиток Інтернету речей (ІоТ) та методів аналізу великих даних, надає потужні інструменти для вирішення давньої проблеми неефективності в системах теплопостачання – значних тепловтрат при транспортуванні. Застосування інтелектуальних систем моніторингу, що використовують мережу датчиків та сучасні алгоритми обробки інформації, дозволяє перейти від реактивного виявлення проблем до проактивного управління тепловими мережами, значно підвищуючи їхню енергоефективність [1]. Впровадження інтелектуальної системи моніторингу та прогнозування тепловтрат на основі даних ІоТ має призвести до низки значних результатів та переваг для систем теплопостачання:

- Безперервний моніторинг температурних режимів вздовж усього трубопроводу, який система забезпечує на відміну від періодичних обстежень.

- Аналіз даних у реальному часі, який дозволяє оперативно виявляти аномалії, які можуть свідчити про пошкодження ізоляції, витоки або інші проблеми, що призводять до підвищених тепловтрат.

- Діагностування проблеми на ранніх стадіях, до того як вони стануть критичними завдяки алгоритмам машинного навчання які можуть виявляти скриті закономірності та неявні зв'язки між різними параметрами,

- Прогностичні моделі, навчені на історичних даних, здатні передбачати майбутні зміни температурних режимів або тиску, що може вказувати на наближення аварійної ситуації (наприклад, прорив труби) або поступове зниження ефективності теплоізоляції.

- Точна локалізація ділянок з підвищеними тепловтратами, яка дозволяє спрямовувати ремонтні бригади безпосередньо до проблемних місць, скорочуючи час на діагностику та обсяг розкопувальних робіт.

Ці очікувані результати та переваги демонструють значний потенціал впровадження інтелектуальних систем моніторингу на основі ІоТ для підвищення ефективності, надійності та екологічності систем теплопостачання [2].

Впровадження інтелектуальної системи моніторингу та прогнозування тепловтрат на основі даних Інтернету речей (ІоТ) представляє собою перспективний підхід до значного підвищення ефективності та надійності систем теплопостачання. Забезпечуючи безперервний збір даних у реальному часі, просунуті методи аналізу, включаючи машинне навчання,

дозволяють точно ідентифікувати проблемні ділянки, прогнозувати потенційні ризики та оптимізувати процеси обслуговування.

Очікувані результати, такі як підвищення точності виявлення втрат, раннє попередження про аварії, оптимізація ремонтних робіт та загальне зростання енергоефективності, підкреслюють значний економічний та екологічний потенціал цього підходу. Впровадження таких систем може призвести до зменшення витрат на енергоресурси, зниження викидів парникових газів та покращення якості теплопостачання для споживачів.

Проте, для успішної реалізації подібних систем необхідно враховувати ряд факторів, включаючи вартість розгортання сенсорної мережі, забезпечення надійності передачі даних, розробку ефективних алгоритмів аналізу та інтеграцію з існуючими системами управління.

Подальші напрямки досліджень та розвитку можуть включати:

- Розширення функціоналу системи в рамках інтеграції з системами обліку енергоресурсів, моделями прогнозування споживання тепла, а також інструментами підтримки прийняття рішень для оперативного персоналу.

- Удосконалення алгоритмів машинного навчання, а саме розробка більш точних та адаптивних моделей для прогнозування тепловтрат та виявлення аномалій з використанням нових методів обробки часових рядів та аналізу складних залежностей.

- Дослідження та впровадження енергоефективних технологій для живлення датчиків та передачі даних, особливо для великих за протяжністю мереж.

- Створення стандартів для обміну даними між різними компонентами системи та забезпечення їхньої сумісності.

- Проведення пілотних впроваджень у реальних умовах для оцінки ефективності системи та відпрацювання технологій масштабування на великі теплові мережі [3].

Загалом, інтелектуальний моніторинг на основі IoT є важливим кроком на шляху до створення більш стійких, ефективних та екологічно відповідальних систем теплопостачання майбутнього. Подальші дослідження та практичне впровадження цих технологій матимуть значний позитивний вплив на енергетичний сектор.

**Список літератури:** 1. Machine learning-based leakage fault detection for district heating networks /June 2020 Energy and Buildings 223:110161//Puning Xue, Yi Jiang, Zhigang Zhou. 2. Digital twin modeling for district heating network based on hydraulic resistance identification and heat load prediction / Energy Volume 288, 1 February 2024, 129726 // Xuejing Zheng, Zhiyuan Shi, Yaran Wang, Huan Zhang, Zhiyun Tang. 3. IoT-Based Internal Fault Detection and Classification in a Solar Photovoltaic System / 2024 5th International Conference on Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks (ICICV) // M. Karthik; S. Usha; M.A. Thejaswar; K. Divya Subha; P. Gokul Raja; S. Robin Raphe.