

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ БУДИНКУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано архітектуру та функціональні можливості інформаційної системи моніторингу енергоспоживання будинку на базі платформи з відкритим кодом Home Assistant. Проведено аналіз технічних засобів збору даних та параметрів мережі, що підлягають контролю. Обґрунтовано переваги локального опрацювання інформації для забезпечення конфіденційності та автономності системи.

Ключові слова: Home Assistant, моніторинг енергоспоживання, енергоефективність, інтернет речей (IoT).

Abstract

The architecture and functionality of an information system for monitoring home energy consumption based on the open source Home Assistant platform are proposed. The analysis of technical means of data collection and network parameters to be monitored is carried out. The advantages of local information processing to ensure confidentiality and autonomy of the system are substantiated.

Keywords: Home Assistant, energy consumption monitoring, energy efficiency, Internet of Things (IoT).

Вступ

В умовах постійного зростання вартості енергоресурсів та дефіциту потужності у енергосистемі, автоматизований моніторинг споживання енергоресурсів стає важливою задачею. Створення гнучких інформаційних систем які дозволяють не просто фіксувати витрати, а й виявляти аномалії та потенціал для енергозбереження є актуальним напрямком досліджень [1, 2].

Метою роботи є синтезувати технічну архітектуру системи моніторингу, яка дозволяє в реальному часі відстежувати електричні параметри мережі, інтерпретувати поведінку споживачів та створювати фундамент для автоматизованого керування навантаженням.

Результати дослідження

На сьогодні в галузі автоматизації житлових об'єктів (Smart Home) виділяються три домінуючі підходи до моніторингу енергоспоживання: хмарні комерційні рішення, промислові системи автоматизації, гібридні open-source платформи. Кожен із них має свої технологічні обмеження та переваги. Більшість комерційних хмарних рішень (наприклад, Tuya Smart, Google Home, Samsung SmartThings) базуються на передачі даних на сервери виробника. До недоліків такого підходу можна віднести високу затримку передачі даних та критична залежність від наявності інтернету [3]. Промислові системи на базі PLC та SCADA передбачають використання програмованих логічних контролерів (PLC) та промислових протоколів Modbus або KNX. Реалізація таких систем потребує дорогого обладнання, такі промислові системи важко інтегрувати з сучасними IoT-пристроями без дороговартісних шлюзів. Гібридні Open-Source платформи (Home Assistant, OpenHAB) базується на локальному сервері, який агрегує дані з різних фізичних рівнів (Wi-Fi, Zigbee, Bluetooth). При цьому підході забезпечується повна автономність, підтримка NILM-алгоритмів (неінвазивного моніторингу навантаження) та можливість глибокої кастомізації. Згідно з дослідженнями [4], саме відкриті платформи дозволяють реалізувати складні алгоритми обробки сигналів для ідентифікації приладів за їхніми сигнатурами споживання без встановлення окремих лічильників на кожен пристрій.

На рис. 1 зображено структурну схему апаратної частини системи моніторингу енергоспоживання будинку. Основними елементами є: локальний сервер на якому працює Home Assistant [5], ввідний лічильник електроенергії Л1, що підключений до мережі М, лічильники споживачів ЛС1-4, які моні-

торять групи споживачі С1-4 та Wi-fi мережа будинку до якої підключаються усі смарт-лічильники електроенергії.

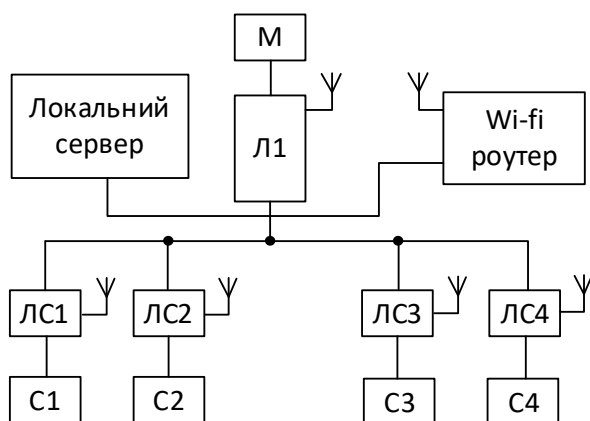


Рис. 1. Структурна схема апаратної частини системи моніторингу енергоспоживання будинку

Запропонована система моніторингу на базі Home Assistant дозволяє виконувати такі функції:

- моніторинг параметрів електромережі в реальному часі: безперервне зняття показників напруги, струму, активної та реактивної потужності, із виведенням інформації на дашборди для зручного представлення інформації;
- диференційований облік: роздільне вимірювання споживання загального вводу та окремих критичних груп (освітлення, опалення, кухонна техніка).
- логування даних: накопичення історичних даних у локальній базі даних (SQLite або InfluxDB) для подальшого аналізу без використання сторонніх хмарних сервісів.
- контроль якості електроенергії: фіксація стрибків напруги або критичних просідань, що дозволяє оцінити стабільність зовнішньої мережі;
- розрахунок вартості в реальному часі: автоматичне обчислення витрат на електроенергію з урахуванням багатотарифних планів (наприклад, "день/ніч");
- виявлення "фантомних" навантажень: ідентифікація приладів, які споживають значну енергію в режимі очікування (Standby mode);
- порівняльний аналіз: зіставлення споживання за різні періоди (день до дня, місяць до місяця) для оцінки ефективності впроваджених заходів з економії.

Висновки

Запропоновано технічну архітектуру системи моніторингу енергоспоживання, яка дозволяє в реальному часі відстежувати електричні параметри мережі, та відслідковувати поведінку споживачів, що може бути використано для автоматизованого керування навантаженням. Дані моніторингу можуть бути використані, наприклад для: миттєвого інформування користувача у разі виявлення нетипового споживання (наприклад, забута увімкнена праска або несправність насоса); автоматичного тимчасового відключення енергоємних приладів при наближенні до ліміту виділеної потужності будинку; автоматичного ввімкнення теплої підлоги, бойлера або пральної машини у години дії мінімального тарифу; узгодження роботи побутових приладів із графіком генерації сонячної електростанції (за її наявності).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. B. Zhang, P. L. P. Rau, and G. Salvendy, Design and evaluation of smart home user interface: Effects of age, tasks and intelligence level, *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 25, no. 5, pp. 415–428, 2009. URL: <https://doi.org/10.1080/10447310902894132>.
2. F. Panico, V. De Maio, M. D'Ascoli, and R. Tedesco, Study on Smart Home Interface Design Characteristics Considering Age Differences, *Frontiers in Psychology*, vol. 13, Article 825238, 2022. URL: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.825238>.

3. Головатий В. В., Майданюк С. І. Інформаційні системи моніторингу енергоефективності в концепції «Smart City». Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2024. № 2. С. 45–52.
4. Sinha, A., & Gupta, P. Non-Intrusive Load Monitoring (NILM) Algorithms in IoT-based Home Automation Systems. IEEE Internet of Things Journal. 2024. Vol. 11, Issue 8. P. 14500–14512.
5. Schaper, D. EMHASS: An Energy Management Optimization Add-on for Home Assistant. Open Source Software for Sustainable Energy. 2025. URL: <https://emhass.readthedocs.io/>.

Проценко Дмитро Петрович — канд. техн. наук, доцент кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: procenko.d.p@vntu.edu.ua

Лісовик Владислав Михайлович — студент групи 2ICT-22б, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця.

Protsenko Dmytro P. - candidate of technical sciences, associate professor of the department of the department of system analysis and information technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: procenko.d.p@vntu.edu.ua

Lisovyk Vladyslav M. - student of group 2IST-22b, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia