

УДК 004.4

Куликовська Н.А.¹, Тіменко А.В.², Марциновський Є.А.³

¹ старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

² викл. Запорізький авіаційний фаховий коледж ім. О.Г. Івченка

³ студ. гр. КН-22 Запорізький авіаційний фаховий коледж ім. О.Г. Івченка

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІОТ-СИСТЕМА ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ У РОЗУМНИХ БУДІВЛЯХ

Інтенсивний розвиток технологій Інтернету речей (IoT) і зростаюча увага до питань енергозбереження вимагають дослідження нових моделей оптимізації енергоспоживання у розумних будівлях, що визначає актуальність розробки інтелектуальних IoT-систем управління. Серед існуючих рішень варто відзначити такі платформи, як Siemens Desigo CC, Schneider Electric EcoStruxure Building та Honeywell Forge [1], які пропонують комплексні рішення для автоматизованого контролю клімату, освітлення і енергетичних систем. Однак аналіз останніх досліджень [2] вказує на обмеження подібних платформ у швидкій адаптації до змін середовища та недостатнє використання локальної обробки даних, що відкриває перспективу створення децентралізованих інтелектуальних рішень на базі машинного навчання і крайових обчислень. Із сучасних практичних напрямів дослідження особливої уваги заслуговує впровадження систем типу AWS IoT Greengrass [3], що дозволяють розгорнути локальну обробку даних на крайових пристроях та інтегрувати аналітичні моделі безпосередньо у місцях збору інформації.

Метою роботи є створення концептуальної моделі IoT-системи для інтелектуального управління енергоспоживанням у будівлях із використанням розподіленої обробки даних та алгоритмів самонавчання для підвищення енергоефективності. Завдання дослідження полягає у аналізі існуючих платформ IoT-менеджменту енергії, проектуванні розподіленої архітектури взаємодії сенсорів, контролерів та крайових пристроїв, розробці прототипу локальної аналітики і експериментальній перевірці ефективності системи.

У роботі використовувалися методи аналізу літературних джерел [1–4], практичного тестування можливостей платформ AWS IoT Greengrass та TensorFlow Lite, моделювання архітектури системи в середовищі реального часу із використанням мікрокомп'ютерів Raspberry Pi 4 як крайових вузлів для прогнозовної обробки енергетичних даних.

Для практичного дослідження була розроблена експериментальна IoT-система управління енергоспоживанням, що включає сенсори температури, вологості, освітленості, присутності людей та електроспоживання, підключені до локальної мережі через шлюзи на базі Raspberry Pi 4. Кожен шлюз має встановлене середовище AWS IoT Greengrass для розгортання контейнеризованих аналітичних модулів, які реалізують моделі машинного навчання TensorFlow Lite для прогнозування енергоспоживання на основі локальних даних. Виявлені аномалії або відхилення у споживанні енергії передаються через MQTT-протокол до центрального хмарного сервера для довготривалого зберігання та стратегічного аналізу. Для контролю систем освітлення, кондиціонування та обігріву використовуються пристрої релейного керування на основі стандарту Z-Wave, інтегровані у локальну мережу через контролери з відкритою архітектурою. Логіка прийняття рішень розміщена безпосередньо на крайових пристроях, що дозволяє оперативно змінювати параметри роботи систем відповідно до поточних умов без необхідності постійного звернення до хмарних ресурсів.

Результати практичного тестування довели, що впровадження локальної обробки даних та прогнозних моделей дозволяє суттєво знизити середнє енергоспоживання будівлі. Зокрема, порівняння роботи традиційної централізованої системи та експериментальної інтелектуальної IoT-системи наведено у таблиці 1, де видно значне скорочення часу реакції на змінні умови та зменшення споживання енергії без погіршення умов комфорту.

Таблиця 1 - Порівняння енергоспоживання у традиційній та інтелектуальній IoT-системі

Показник	Традиційна система	Інтелектуальна IoT-система
Середнє енергоспоживання	100%	82%
Час реакції на зміни умов	5 хвилин	30 секунд
Автоматизація процесів	Базова	Розширена з самонавчанням
Надійність роботи	Середня	Висока

Побудова інтелектуальної IoT-системи управління енергоспоживанням із використанням крайових обчислень і локальних моделей машинного навчання забезпечує істотне підвищення енергоефективності та автономності

систем розумних будівель, що відкриває нові можливості для сталого розвитку міської інфраструктури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Siemens Desigo CC [Electronic resource]. – Mode of access: <https://new.siemens.com/global/en/products/buildings/desigo-cc.html>
2. Gubbi J., Buyya R., Marusic S., Palaniswami M. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions [Electronic resource] // Future Generation Computer Systems. – 2013. – Vol. 29, Issue 7. – P. 1645–1660. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>
3. AWS IoT Greengrass [Electronic resource]. – Mode of access: <https://aws.amazon.com/greengrass/>
4. TensorFlow Lite [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.tensorflow.org/lite>