

УДК 004.7

Степаненко О.О.¹, Тіменко А.В.^{2,3}, Карнаух Д.М.⁴

¹ доц. НУ «Запорізька політехніка»

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

³ старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

⁴ студ. гр. КНТ-113м НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ КОМБІНОВАНОГО КЕРУВАННЯ СИСТЕМАМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

Постійне зростання складності та функціональності систем розумного будинку вимагає розробки ефективних методів керування, які б забезпечували надійність роботи при збереженні гнучкості налаштування. Особливої актуальності набуває задача оптимального поєднання централізованих та децентралізованих підходів до управління компонентами системи [1].

Аналіз існуючих рішень показує, що традиційні методи централізованого керування, хоч і забезпечують простоту координації, але мають суттєві недоліки в плані надійності та масштабованості [2]. Повністю децентралізовані системи, навпаки, демонструють високу відмовостійкість, але ускладнюють реалізацію комплексних сценаріїв автоматизації [1].

Невирішеною залишається проблема розробки оптимальної архітектури комбінованого керування, яка б дозволила ефективно розподіляти функції управління між центральним контролером та локальними вузлами з урахуванням специфіки різних підсистем розумного будинку. Потребують дослідження методи забезпечення узгодженої роботи розподілених компонентів та механізми відновлення після збоїв [1].

У результаті проведеного дослідження запропоновано метод комбінованого керування системами розумного будинку, що базується на розподілі функцій управління між центральним контролером та автономними модулями підсистем. Архітектура такого рішення представлена на рис. 1, де

показано взаємодію основних програмних компонентів системи через стандартизовані інтерфейси.

Центральний контролер забезпечує координацію роботи підсистем та реалізацію складних сценаріїв автоматизації, тоді як локальні модулі здійснюють безпосереднє керування пристроями та можуть функціонувати автономно при втраті зв'язку з центральним вузлом. Для обміну даними між компонентами використовується протокол MQTT, структура якого представлена на рис. 2.

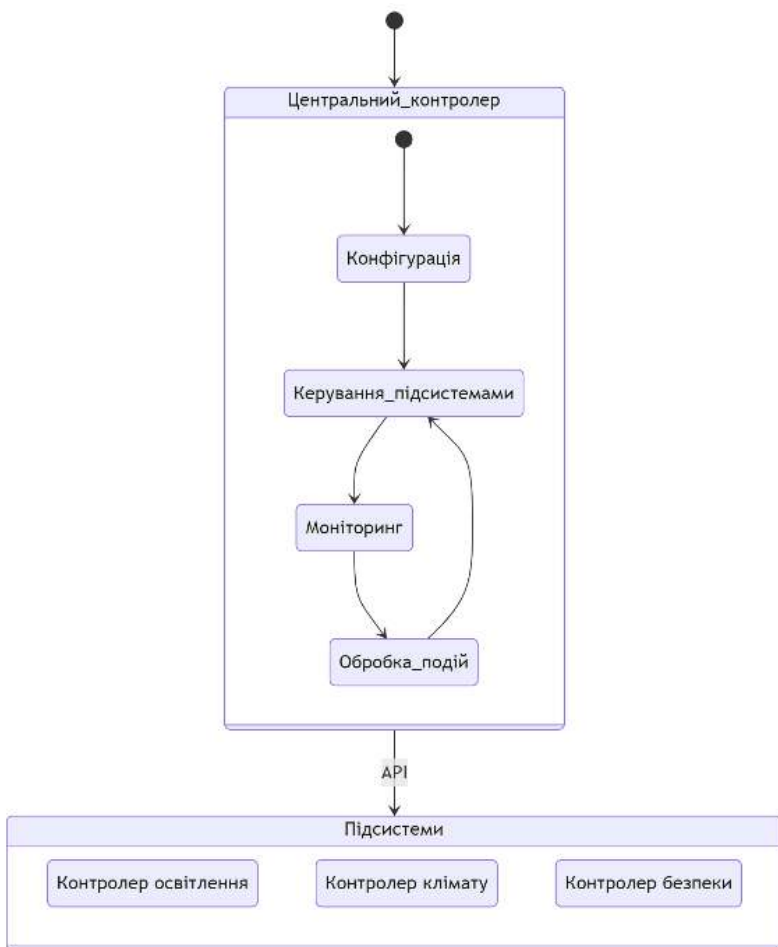


Рисунок 1 - Архітектура програмного забезпечення

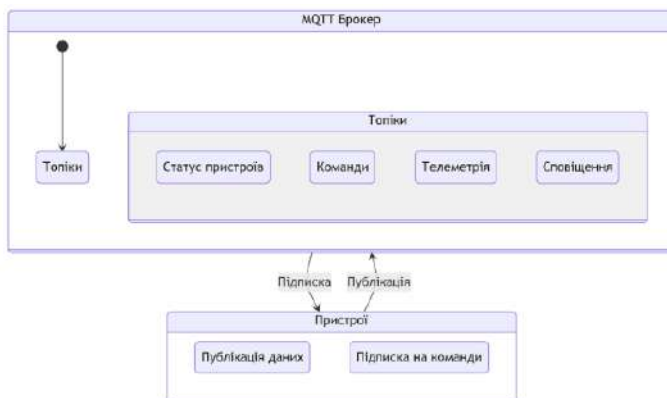


Рисунок 2 - Структура обміну даними через MQTT брокер

Важливим аспектом запропонованого методу є механізм обробки нештатних ситуацій, що включає буферизацію даних при втраті зв'язку, ізоляцію несправних підсистем та автоматичне відновлення після збоїв. Основні типи помилок та відповідні методи їх обробки систематизовано в табл. 1.

Таблиця 1 - Методи обробки помилок та відновлення

Тип помилки	Метод обробки	Механізм відновлення
Втрата зв'язку	Буферизація даних	Повторне підключення
Збій датчика	Ізоляція підсистеми	Перезапуск модуля
Конфлікт команд	Пріоритезація	Відкат до безпечного стану
Помилка конфігурації	Валідація	Завантаження резервної копії

Для забезпечення ефективної взаємодії компонентів розроблено архітектуру користувацького інтерфейсу. Вона реалізована як вебдодаток з використанням REST API та забезпечує єдину точку доступу до всіх функцій системи.

Експериментальні дослідження показали, що запропонований метод дозволяє досягти оптимального балансу між надійністю та гнучкістю системи. При втраті зв'язку з центральним контролером локальні модулі зберігають працездатність, а після відновлення з'єднання відбувається автоматична синхронізація стану системи.

В результаті проведеного дослідження запропоновано та обґрунтовано метод комбінованого керування системами розумного будинку, що поєднує переваги централізованого та децентралізованого підходів. Ключовою особливістю розробленого методу є оптимальний розподіл функцій

управління між центральним контролером та автономними модулями підсистем, що забезпечує високу надійність при збереженні можливості реалізації складних сценаріїв автоматизації. Розроблена архітектура програмного забезпечення, що базується на використанні протоколу MQTT для обміну даними та REST API для користувацького інтерфейсу, дозволяє створювати масштабовані рішення з гнучкими можливостями конфігурації. Експериментальна перевірка підтвердила ефективність запропонованого методу в умовах нестабільного зв'язку та можливих збоїв окремих компонентів системи.

Подальші дослідження доцільно зосередити на розробці алгоритмів машинного навчання для оптимізації сценаріїв автоматизації та прогнозування можливих збоїв системи. Перспективним напрямком також є інтеграція розробленого методу з сучасними хмарними платформами для розширення функціональних можливостей системи та забезпечення віддаленого моніторингу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Коваленко В. В., Іванов І. І. Методи та засоби створення інтелектуальних систем керування "розумним будинком". Технічні науки та технології. 2023. № 2(28). С. 144-152.
2. Kumar S., Singh M. Smart Home Systems: Design and Implementation. IEEE Internet of Things Journal. 2023. Vol. 10, No. 2. P. 1132-1145.