

Комплексна система децентралізованого керування опаленням

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі проведено дослідження та розробку комплексної системи опалення з використанням децентралізованого управління. Розглянуті різні підходи та пристрої для керування системою опалення, визначено їх принцип роботи та переваги. На основі проведеного порівняльного аналізу вибрано та реалізовано ефективний комплекс, включаючи апаратну частину на платі ESP32, програмний модуль та мобільний додаток для iOS.

Ключові слова: комплексна система опалення, ESP32, мобільний додаток, електронне управління, порівняльний аналіз, комплексна система опалення.

Abstract

This paper explores and develops a comprehensive heating system using decentralized control. Various approaches and devices for heating system management are examined, outlining their working principles and advantages. Through a comparative analysis, an efficient system is selected and implemented, comprising hardware on the ESP32 platform, a software module, and an iOS mobile application.

Key words: complex heating system, ESP32, mobile application, electronic control, comparative analysis, comprehensive heating system.

ВСТУП

В умовах сучасної ситуації, коли Україна переживає війну з Росією, особливо важливо звернути увагу на питання енергоощадності. Необхідність заощадження паливно-енергетичних ресурсів стає надзвичайно актуальною, особливо в умовах постійних обстрілів, які призводять до проблем з електропостачанням, особливо взимку.

Метою дослідження було підвищення надійності, зручності використання, зменшення навантаження на мережу та підвищення ефективності на основі опалювальних приладів – мобільних нагрівачів.

Однією з ключових проблем для українського промислово-житлового комплексу є питання енергоощадності. У сучасних умовах обмеженості паливно-енергетичних ресурсів, зокрема через воєнний конфлікт, нагальною стає необхідність раціонального їх використання. Значну кількість енергії споживають системи опалення великих промислових приміщень та багатоквартирних житлових будинків, які, через їхні великі об'єми та значну висоту, є складними у плані теплозабезпечення. [1]

Зазвичай такі приміщення опалюються традиційними методами, використовуючи повітряні або водяні опалювальні системи. Проте ці методи не є ефективними, оскільки вони призводять до надмірних витрат енергоносіїв через інерційність, високий градієнт температури по висоті приміщення та нагромадження теплого повітря вище робочої зони. [5]

У зв'язку з цим, для теплозабезпечення великих об'ємів приміщень стає доречним пошук альтернативних рішень. Найбільш ефективним і економним способом опалення високих приміщень є використання систем з електричними обігрівачами. Вони мають перевагу у тому, що нагрівають лише ті зони, де потрібне обігрівання, та дозволяють цілеспрямовано опалювати окремі зони приміщення або робочі місця. При цьому такий вид обігрівачів швидко досягає необхідного рівня потужності і мають меншу інерційність у порівнянні з традиційними системами опалення.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Результати проведеного дослідження вказують на ефективність децентралізованої системи опалення з використанням електронних приладів управління. Порівняльний аналіз різних підходів та пристроїв підтверджує переваги використання комплексних систем з контролерами, зокрема ESP32.

Результатами виконання даної роботи було:

- проведено аналіз предметної області;
- розроблено та протестовано апаратну частину яку зображено на рисунку 1;
- проведено аналіз технологій, опис, розробку та тестування програмного забезпечення для мікроконтролеру;
- розроблено мобільний застосунок для управління контролером.

Мобільний застосунок для iOS пристроїв виявився зручним інструментом для користувачів, що дозволяє з легкістю керувати комплексною системою опалення через інтуїтивний інтерфейс.

Система має ряд переваг порівняно з традиційними системами, зокрема:

- простота встановлення та налаштування;
- децентралізована архітектура;
- можливість адаптації до змін зовнішніх умов;
- можлива енергоощадність.

Апаратна частина складається з двох основних компонентів: мікроконтролера ESP32 та датчика температури. Мікроконтролер відповідає за взаємодію з датчиком температури, створення та підтримку мережі MESH, обмін даними між вузлами мережі, а також підтримку заданої температури. Датчик температури використовується для зчитування поточної температури в приміщенні.

Апаратна частина, заснована на мікроконтролері ESP32, продемонструвала високу надійність та стабільність у реальних умовах експлуатації. Програмний компонент забезпечує оптимальний обмін даними між апаратною частиною та іншими елементами системи. Система успішно впоралася із можливими перешкодами, такими як зміни в температурі навколишнього середовища, електропостачання, та інші непередбачені ситуації.



Рисунок 1 – Розроблені модулі апаратної частини

Мобільний застосунок розроблено з використанням сучасних технологій, таких як Bluetooth Low Energy та SwiftUI. Інтерфейс користувача розроблено з урахуванням принципів простоти, надійності та естетичності. Додаток протестовано на пристроях з iOS 15 та вище.

Розроблений додаток має потенціал стати корисним інструментом для користувачів систем опалення. Він може допомогти користувачам:

- зручніше та ефективніше керувати системою опалення;
- оптимізувати витрати енергії;
- створити комфортний мікроклімат у будинку.

ВИСНОВКИ

У результаті проведених робіт було розроблено комплексну систему децентралізованого опалення яка включає у себе: апаратну частину на базі мікроконтролерів ESP32 та технології BLE MESH для інтеграції у нагрівачі, програмне забезпечення та мобільний додаток для управління комплексною системою опалення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В. М. Дубовой, М. С. Юхимчук. Децентралізоване координаційне керування розподіленими кібер-фізичними системами з неперервними об'єктами: монографія. Вінниця : ВНТУ, 2022. 230 с.
2. Yukhymchuk M., Dubovoi V., Kovtun V. «Decentralized Coordination of Temperature Control in Multiarea Premises». Complexity. 2022. ID 2588364, 18 pages, <https://doi.org/10.1155/2022/2588364>.
3. F. Bauman, H. Zhang, E. Arens et al., Advanced Integrated Systems Technology Development: Personal Comfort Systems and Radiant Slab Systems, UC Berkeley: Center for the Built Environment, Berkeley, CA, USA, 2015.
4. E. O. Heierman and D. J. Cook, "Improving home automation by discovering regularly occurring device usage patterns," in Data Mining, 2003. ICDM 2003. Third IEEE International Conference on, 2003, pp. 537–540.
5. Желих В. М. Особливості опалення виробничих приміщень / В. М. Желих, О. Т. Возняк, Ю. С. Юркевич // Теорія і практика будівництва. Національний університет «Львівська політехніка». – 2007. – No 602. – С. 57–61.

Пиливець Артур Ігорович – студент групи ЗАКІТ-22м, факультет комп'ютерних систем і автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, електронна пошта: arturpiliavets@gmail.com

Науковий керівник: **Дубовой Володимир Михайлович** – доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерних систем управління, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, електронна пошта: v.m.dubovoy@vntu.edu.ua

Pyliavets Artur Ihorovich – student of group ЗАКІТ-22m, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: arturpiliavets@gmail.com

Supervisor: **Dubovoy Volodymyr Mikhailovich** – Dr. Sci., Professor of Computer Control Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, e-mail: v.m.dubovoy@vntu.edu.ua