

# МІКРОКОНТРОЛЕРНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ФАСАДНИМИ СОНЦЕЗАХИСНИМИ КОНСТРУКЦІЯМИ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

У роботі представлено апаратну архітектуру та алгоритм роботи мікроконтролерної системи, призначеної для автоматичного керування фасадними сонцезахисними конструкціями. Розглянуто вибір елементної бази для моніторингу погодних умов, зокрема використання анемометра, датчиків освітленості та опадів. Описано логіку адаптивного керування виконавчим механізмом на основі кінцевого автомата, що включає предиктивне звукове сповіщення та багаторівневий захист конструкції від вітрових навантажень.

**Ключові слова:** мікроконтролерна система, апаратне забезпечення, вбудовані системи, кінцевий автомат, сонцезахисні конструкції, анемометр.

## Abstract

The paper presents the hardware architecture and operation algorithm of a microcontroller system designed for automatic control of facade sun protection structures. The selection of the component base for monitoring weather conditions is considered, in particular the use of an anemometer, light and precipitation sensors. The logic of adaptive control of the actuator based on a finite state machine is described, which includes predictive acoustic notification and multi-level protection of the structure from wind loads.

**Keywords:** microcontroller system, hardware, embedded systems, finite state machine, sun protection structures, anemometer.

## Вступ

Контроль параметрів мікроклімату та захист відкритих майданчиків від несприятливих погодних умов є важливою складовою забезпечення комфорту в концепції розумного міста [1]. Традиційні сонцезахисні системи (маркізи, перголи) з ручним керуванням не здатні оперативно реагувати на раптові зміни погоди, що часто призводить до їх механічного пошкодження під дією шквального вітру [2]. Використання мікроконтролерних систем дозволяє створити гнучкі рішення для безперервного моніторингу середовища та автоматизації захисних механізмів.

## Структура апаратної системи

Структура апаратної системи включає мікроконтролерну плату, яка виконує роль центрального обчислювального вузла [3], та комплекс первинних перетворювачів для моніторингу навколишнього середовища: магніточутливий датчик Холла для вимірювання швидкості вітрового потоку (анемометр), модуль апаратного компаратора з фоторезистором для фіксації рівня інсоляції та резистивний датчик опадів. Виконавчим механізмом системи є сервопривід безперервного обертання MG996R з високим крутним моментом[4]. Його інтеграція безпосередньо до ШІМ-виводу мікроконтролера дозволила повністю відмовитися від використання зовнішніх силових драйверів двигунів, зменшити загальні габарити пристрою та забезпечити точне часове позиціонування фасадного полотна за допомогою односпрямованої логіки руху.

## Алгоритм роботи та керування

Програмна реалізація керування пристроєм базується на концепції кінцевого автомата (Finite State Machine) [5], що забезпечує чітку координацію процесів без надмірного навантаження обчислювального ядра мікроконтролера. При фіксації критичних погодних умов (швидкість вітру понад 15 м/с), апаратна периферія ініціює перехід системи у стан тривоги, активуючи звукову сирену на 3 секунди для предиктивного попередження відвідувачів у зоні дії приводу, після чого здійснюється екстрене згортання конструкції. Для запобігання хибним спрацюванням виконавчого механізму та захисту двигуна від частих повторних пусків під час короткочасних флуктуацій

метеоумов (ефект брязкоту датчиків) впроваджено таймер стабілізації тривалістю 10 секунд. Лише після нормалізації погодних показників та завершення відліку цього часового інтервалу система автоматично повертається до штатного розгорнутого стану.

### **Висновки**

Розроблена апаратна частина системи та адаптивний алгоритм забезпечують надійний збір даних про стан погодних умов та своєчасне керування фасадними сонцезахисними конструкціями. Поєднання бюджетної елементної бази та складного алгоритму пріоритетів із функцією предиктивного звукового сповіщення робить дану реалізацію оптимальною для розгортання в межах систем комерційних відкритих майданчиків та приватних домогосподарств.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Hanes D. IoT Fundamentals: Networking Technologies, Protocols, and Use Cases for the Internet of Things / D. Hanes, G. Salgueiro, P. Grossetete. – Indianapolis: Cisco Press, 2017. – 576 p
2. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. – Київ: Мінбуд України, 2006. – 60 с.
3. Arduino IDE Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.arduino.cc/> (дата звернення: 22.03.2026).
4. MG996R High Torque Servo Motor Datasheet [Електронний ресурс] // TowerPro. – Режим доступу: <https://www.towerpro.com.tw/product/mg996r/> (дата звернення: 22.03.2026).
5. Blum R. Arduino Sketches: Tools and Techniques for Programming Wizardry / R. Blum. – Indianapolis: John Wiley & Sons, 2015. – 432 p.

**Кадук Олександр Володимирович**, к.т.н., доцент, доцент кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [kaduk.oleksandr@vntu.edu.ua](mailto:kaduk.oleksandr@vntu.edu.ua)

**Зимний Олексій Олександрович**, студент групи ІСП-226 факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [olexsiyvntu.@gmail.com](mailto:olexsiyvntu.@gmail.com)

**Kaduk Oleksandr**, Ph.D., Associate Professor, Department of Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [kaduk.oleksandr@vntu.edu.ua](mailto:kaduk.oleksandr@vntu.edu.ua)

**Zymnyi Oleksii**, student of the Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [olexsiyvntu@gmail.com](mailto:olexsiyvntu@gmail.com)