

**Автор:**

Зуенко Андрій Володимирович,  
студент 21КНм групи

**Науковий керівник:**

Малежик Петро Михайлович  
кандидат фізико-математичних наук,  
доктор педагогічних наук, професор

**ВЕБ-СИСТЕМА ДЛЯ ВІДСТЕЖЕННЯ ПАРКУВАЛЬНОГО МАЙДАНЧИКА**

**Анотація.** Метою дослідження є створення веб-системи, яка дозволяє відстежувати стан паркувального майданчика в режимі реального часу та відобразити користувачам інформацію про зайнятість окремих паркомісць. Завданням дослідження є розробка програмно-апаратного комплексу, що поєднує серверну частину з REST-API, клієнтський веб-інтерфейс і сенсорний вузол на базі ESP32-S3. Об'єктом дослідження є система моніторингу паркувального майданчика з використанням мережевих технологій та датчиків присутності. Предметом дослідження є архітектурні рішення, засоби інтеграції IoT-вузлів із веб-сервісами та способи візуалізації даних про стан паркомісць. Використані методи включають аналіз існуючих рішень смарт-паркування, проектування архітектури, розробку й тестування програмного забезпечення та прошивки сенсорного вузла. Результатом дослідження є прототип веб-системи, що забезпечує відображення стану паркомісць у вигляді схематичного плану майданчика та поточної завантаженості, а також надає базову статистичну інформацію для адміністратора.

**Ключові слова:** веб-система, паркувальний майданчик, смарт-паркування, IoT, ESP32-S3, REST-API.

**Вступ.** Зростання кількості автомобілів у містах створює додаткове навантаження на транспортну інфраструктуру та паркувальні майданчики. Водії витрачають час на пошук вільного місця, що збільшує тривалість поїздок і погіршує екологічну ситуацію. Сучасні підходи до організації «розумного» паркування передбачають використання інформаційних систем, які у режимі реального часу збирають дані про зайнятість місць і надають їх користувачам у зручному вигляді [1,2]. Такі системи потребують узгодженої роботи апаратних сенсорів, мережевого обладнання та веб-інтерфейсів [3,4].

**Постановка задачі.** Існуючі рішення для смарт-паркування часто є закритими або прив'язаними до конкретної інфраструктури, що ускладнює їх адаптацію до невеликих локальних майданчиків. Тому постає задача розробити веб-систему, яку можна розгорнути на власному сервері, інтегрувати з доступними датчиками та налаштувати під конфігурацію конкретного паркувального простору. У межах роботи необхідно: спроектувати архітектуру програмно-апаратного комплексу, розробити серверну частину з REST-інтерфейсом, реалізувати веб-інтерфейс для відображення стану паркомісць та створити прошивку сенсорного вузла на основі ESP32-S3 для збору й передавання даних [5].

**Мета роботи.** Метою роботи є розробка прототипу веб-системи моніторингу паркувального майданчика, який забезпечує відображення стану паркомісць у режимі реального часу, підтримує розмежування доступу для користувача та адміністратора та може бути основою для подальшого масштабування й інтеграції з іншими сервісами.

**Основна частина.** Запропонована система має трирівневу будову. На серверному рівні реалізовано веб-сервіс на основі FastAPI з REST-ендпоінтами для авторизації, отримання станів паркомісць, оновлення їхнього статусу та роботи з лічильниками. Дані зберігаються у документно-орієнтованій базі, що спрощує зміну структури записів і розширення функціоналу. Клієнтський рівень представлено веб-інтерфейсом, який відображає карту паркувального майданчика з позначенням стану кожного місця та панель

статистики із зведеною інформацією. Передбачено окремі режими перегляду для звичайного користувача й адміністратора. Апаратний рівень реалізовано у вигляді сенсорного вузла на базі ESP32-S3, який опитує датчик присутності транспортного засобу, обробляє вимірювання та передає на сервер оновлення стану відповідного паркомісця. Тестування прототипу показало коректну взаємодію між компонентами та стабільну роботу системи у типових сценаріях заїзду й виїзду автомобіля.

**Висновки.** У результаті роботи створено прототип веб-системи для відстеження паркувального майданчика, який демонструє можливість інтеграції веб-технологій та IoT-компонентів для моніторингу інфраструктурних об'єктів. Система забезпечує візуалізацію зайнятості місць і базову статистику, а також може бути розширена додатковими аналітичними модулями, мобільним доступом та підтримкою інших типів сенсорів.

#### Список використаних джерел

1. Yuriy Zaychenko, Serhii Melnykov, Galib Hamidov, Malezhyk P., Aydin Gasanov Methodological aspects of operative control system intellectualization for dynamic objects. System research and information technologies, 2022, 2022 (4), pp. 44-57.
2. Zaychenko, Y., Melnykov, S., Hamidov, G., Gasanov, A., Malezhyk P. Automation of Vehicle Control Systems and Emerging Networking. In: Klymash, M., Luntovskyy, A., Beshley, M., Melnyk, I., Schill, A.(eds) Emerging Networking in the Digital Transformation Age. TCSET 2023.Lecture Notes in Electrical Engineering, vol 965. Springer. P. 523-545
3. San Francisco Municipal Transportation Agency (SFMTA). SFpark Pilot Project Evaluation Summary. San Francisco : SFMTA, 2014. 11 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://www.sfmta.com/sites/default/files/reports-and-documents/2018/04/sfpark\\_eval\\_summary\\_2014.pdf](https://www.sfmta.com/sites/default/files/reports-and-documents/2018/04/sfpark_eval_summary_2014.pdf) (дата звернення: 27.06.2025).
4. Ravindra S. The Transformation That Barcelona Had Undergone To Become A Smart City // Barcinno, 5 липня 2018. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.barcinno.com/barcelona-smart-city-technologies/> (дата звернення: 27.06.2025).
5. Espressif Systems. ESP32-S3 Series Datasheet, ver. 2.0. 2024. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-s3\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-s3_datasheet_en.pdf) (26.06.2025).