

*Єгоян В.Б., здобувач,
Бурмістров С.В., к.т.н., викладач,
Бондаренко В.В., викладач
Державний університет «Черкаський національний
університет імені Богдана Хмельницького»*

АПАРАТНО-ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ІОТ- СИГНАЛІЗАЦІЇ: ІНТЕГРАЦІЯ СУЧАСНИХ РАДІОТЕХНІЧНИХ ТА КОМУНІКАЦІЙНИХ РІШЕНЬ

Метою проєкту є розробка розширеної системи охоронної сигналізації на базі мікроконтролерів із багаторівневою архітектурою, призначеної для контролю доступу до ряду кімнат, об'єднаних єдиним контуром приміщення.

Апаратна частина системи розроблена за дворівневою ієрархічною топологією, яка чітко розподіляє завдання між керуючим та периферійним рівнями.

Керуючий рівень призначений для централізованої обробки інформації, прийняття рішень та взаємодії із зовнішніми мережами. Він виступає в ролі центрального аналізатора та комунікаційного ядра, який представлений потужним двоядерним мікроконтролером ESP32. Для забезпечення комунікацію із зовнішнім світом та передачу даних до хмарних сервісів реалізовано через дротовий мережевий інтерфейс Ethernet за допомогою модуля W5500.

Периферійний рівень призначений для безпосереднього збору даних з об'єкта та контролю фізичного середовища. Він представлений розподіленою мережею сенсорних вузлів на базі енергоефективних плат ESP32-C3 SuperMini [1]. Інтеграція інфрачервоних датчиків SR602 та герконових датчиків МС-38 на цьому рівні забезпечує точну детекцію руху в приміщеннях та надійну фіксацію порушення периметра.

Для зв'язку між датчиками та центральним шлюзом використано спеціалізований радіопротокол ESP-NOW замість підключення до Wi-Fi [0]. Передача кадрів відбувається на рівні MAC-адрес, що виключає затримки на встановлення з'єднання з маршрутизатором та забезпечує швидку доставку повідомлення. Застосування цього протоколу з вбудованим шифруванням ускладнює перехоплення даних, що робить систему стійкішою до спроб несанкціонованого доступу (див. рис. 1).



Рис. 1 – Принцип передачі даних за протоколом ESP-NOW

Взаємодія системи з кінцевим користувачем має комплексний характер і розділена на оперативну та аналітичну частини. Оперативний моніторинг, керування режимами охорони та доставка миттєвих Push-сповіщень реалізовані на базі хмарної екосистеми Blynk [0]. Водночас для надійного збереження та структурування історії подій систему інтегровано з хмарною NoSQL базою даних Amazon DynamoDB. Усі тривожні сповіщення, зміни статусів системи та системні логи автоматично архівуються до цієї БД. Для зручного доступу до зібраних даних розроблено Telegram-бот, за допомогою якого користувач може зчитувати історію записів, переглядати хронологію спрацювань датчиків та здійснювати аудит системних логів без необхідності використання основного інтерфейсу керування.

Створений прототип IoT-сигналізації доводить технічну та економічну ефективність запропонованих рішень. Система використовує акумулятори 18650 та режими сну, що забезпечує високу автономність і надійність роботи системи. Проект демонструє поєднання відкритих IoT-технологій, надійних комунікацій та хмарних сервісів, що дозволяє розробити гнучку систему безпеки, яка не поступається комерційним аналогам у швидкодії, але є значно доступнішою.

Список використаних джерел:

1. ESP32-C3 SuperMini Datasheet / Espressif Systems. 2026. URL: <https://dl.artronshop.co.th/ESP32-C3%20SuperMini%20datasheet.pdf> (дата звернення: 20.03.2026).
2. ESP-NOW User Guide / Espressif Systems. 2026. URL: https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32/api-reference/network/esp_now.html (дата звернення: 20.03.2026).
3. Blynk Documentation / Blynk IoT Platform. 2026. URL: <https://docs.blynk.io/> (дата звернення: 20.03.2026).