

РАДІОТЕХНІЧНА СИСТЕМА ДОСТУПУ ТА КЛІМАТКОНТРОЛЮ БОМБОСХОВИЩА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі представлено розробку системи контролю доступу та керування мікрокліматом бомбосховища на базі мікроконтролера ESP32. Комплекс включає сенсори температури, вологості, рівня води та газоаналізатор для відстеження концентрації спиртових парів у повітрі. Для контролю доступу зовні застосовано RFID-модуль. Три електроприводи забезпечують автоматизоване керування системами: відведенням надлишкової води, вентиляцією при підвищенні температури, вологості або концентрації парів, а також механізмом відкривання дверей.

Для локального управління використано сенсорний TFT-дисплей, на якому відображаються всі дані з сенсорів і доступні функції управління дверима. Крім того, завдяки вбудованому Wi-Fi, усі параметри та команди можуть передаватися дистанційно зі смартфона, що забезпечує додатковий рівень зручності та безпеки.

Система була протестована на коректність роботи сенсорів і виконавчих механізмів, а також на здатність автоматично реагувати на зміну умов у приміщенні. Отримані результати підтвердили ефективність підходу для підтримання безпеки та сприятливих умов у бомбосховищі, а також можливість подальшого розширення функціоналу.

Ключові слова: ESP32, система доступу, кліматконтроль, сенсори, RFID, TFT-екран, Wi-Fi, бомбосховище.

Повномасштабна війна в Україні показала, наскільки важливо мати облаштовані та безпечні бомбосховища, де люди можуть перебувати тривалий час. Окрім надійності конструкції, сучасне укриття має забезпечувати комфортні умови для життя: нормальний мікроклімат, вентиляцію, відведення води, а також контроль доступу, щоб уникнути стороннього проникнення. Саме тому з'являється потреба у простих, надійних і недорогих системах автоматизації, які здатні слідувати за умовами всередині приміщення та допомагати підтримувати їх у безпечному стані.

У цій роботі представлено проєкт мікроелектронної системи для бомбосховища, створеної на базі ESP32 [1]. Цей мікроконтролер вибрано через його доступність, широкі можливості та підтримку Wi-Fi, що дозволяє керувати системою як на місці, так і дистанційно через смартфон. Система оснащена сенсорами, моторизованими механізмами та сенсорним дисплеєм для зручної взаємодії.

Основна мета — зробити перебування людей у сховищі більш безпечним і комфортним, максимально автоматизувавши контроль умов та доступ.

У процесі роботи була зібрана та протестована система, яка поєднує в собі сенсори навколишнього середовища [2,3], RFID-модуль, сенсорний дисплей та три сервоприводи, що відповідають за механічні процеси в бомбосховищі. Після налаштування та калібрування сенсорів система стабільно розпізнавала зміни параметрів у приміщенні: температуру, вологість, рівень води та наявність спиртових парів у повітрі.



Рисунок 1. – Структурна схема радіотехнічної системи

Тестування показало, що серводвигуни працюють чітко відповідно до заданих умов. Один сервопривід коректно активував механізм зливу води при перевищенні встановленого рівня. Другий запускав вентиляційний отвір, коли параметри мікроклімату виходили за норму. Третій привід відповідав за відкривання і закривання дверей — як за командою з сенсорного екрана всередині укриття, так і через смартфон при дистанційному доступі.

Окремо перевірялися режими ручного керування через TFT-екран та віддалене керування через Wi-Fi. В обох випадках команди виконувалися без затримок і з високою стабільністю. Сенсори регулярно оновлювали показники, а всі зміни відображалися на дисплеї в реальному часі.

Загалом, система показала себе надійною, швидко реагувала на зміни умов і правильно активувала відповідні виконавчі елементи. Це підтвердило, що запропоноване рішення підходить для автоматизації та підвищення безпеки у приміщеннях типу бомбосховищ.

У результаті виконання роботи була створена та перевірена мікроелектронна система для автоматизації доступу та контролю умов у бомбосховищі на базі ESP32 [1]. Реалізована конструкція довела, що навіть з відносно простих і доступних компонентів можна побудувати надійну та функціональну систему, здатну підвищити безпеку й комфорт перебування людей у захисному приміщенні.

Сенсори коректно відстежують основні показники середовища — температуру, вологість, рівень води та наявність парів спирту. Серводвигуни стабільно виконують свої завдання: відкривають двері, керують зливом води та вентиляцією за потреби. Система однаково добре реагує як на ручні команди через сенсорний TFT-екран, так і на дистанційне керування зі смартфона через Wi-Fi.

Отримані результати підтверджують, що розроблене рішення ефективно виконує функції моніторингу та автоматичного реагування на зміну умов у приміщенні. Проєкт має потенціал для подальшого вдосконалення: можна додати резервне живлення, систему оповіщень, додаткові сенсори безпеки та інтегрувати систему з “розумним укриттям”.

Створена система демонструє практичну цінність і може бути використана як основа для реального впровадження або подальших досліджень у сфері автоматизації захисних споруд.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ESP32 — Technical Reference Manual. URL: https://documentation.espressif.com/esp32_technical_reference_manual_en.pdf (дата звернення: 03.11.2025).
2. DHT22 / DHT11 — Datasheet температурно-вологісних сенсорів. URL: <https://www.mouser.com/datasheet/2/737/dht-932870.pdf?srltid=AfmBOopHFyVuk4skRcXev5sH6dbLhZC2jYc2rGRRgiT2vddPU1UHv&utm> (дата звернення: 03.11.2025).
3. MQ-3 — Алкогольний газовий сенсор. URL: <https://cdn.sparkfun.com/assets/6/a/1/7/b/MQ-3.pdf?utm> (дата звернення: 03.11.2025).

Притула Максим Олександрович — кандидат технічних наук, старший викладач каф. ІРТС Вінницького національного технічного університету м. Вінниця, Україна, e-mail: pritulamo@ukr.net

Карелов Нікіта Анатолійович — студент групи МНТ-22Б, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: nikitakarelov809@gmail.com

RADIO TECHNICAL SYSTEM FOR ACCESS AND CLIMATE CONTROL OF BOMB SHELTER

Abstract

The paper presents the development of an access control and microclimate management system for a bomb shelter based on the ESP32 microcontroller. The complex includes temperature, humidity, and water level sensors, as well as a gas analyzer to monitor the concentration of alcohol vapors in the air. An RFID module is used to control access from the outside. Three electric drives provide automated

control of the systems: drainage of excess water, ventilation when the temperature, humidity, or vapor concentration rises, and a door opening mechanism.

A touchscreen TFT display is used for local control, showing all sensor data and available door control functions. In addition, thanks to built-in Wi-Fi, all settings and commands can be transmitted remotely from a smartphone, providing an extra level of convenience and security.

The system was tested for the correct operation of sensors and actuators, as well as for its ability to automatically respond to changes in room conditions. The results confirmed the effectiveness of the approach to maintaining safety and favorable conditions in the bomb shelter, as well as the possibility of further expanding its functionality.

Keywords: *ESP32, access system, climate control, sensors, RFID, TFT screen, Wi-Fi, bomb shelter.*

Prytula Maksym Oleksandrovych - Ph.D., Senior Lecturer of the Department of Information Radioelectronic Technologies and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: pritulamo@ukr.net

Karelov Nikita Anatolievich – student of group MNT-22B, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: nikitakarelov809@gmail.com