

*Тирчик В.В., бакалавр,
Ципоренко В.В., к.т.н., доцент
Державний університет «Житомирська політехніка»*

СИСТЕМА СИГНАЛІЗАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ДАТЧИКА HC-SR04 ІЗ СПОВІЩЕННЯМ ПРО ЧАС ПРОНИКНЕННЯ ДО МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ TELEGRAM

У сучасному світі питання безпеки житлових, офісних та промислових приміщень набувають особливої актуальності. Традиційні системи сигналізації зазвичай вимагають значних фінансових витрат і професійного монтажу. Натомість розвиток мікроконтролерних технологій, зокрема платформи ESP32, дає змогу створювати прості, надійні та доступні системи безпеки із можливістю дистанційного керування та моніторингу через інтернет.

Метою даної роботи є розробка системи сигналізації, що базується на ультразвуковому датчику HC-SR04, мікроконтролері ESP32, та забезпечує автоматичне сповіщення користувача у мобільний додаток Telegram про факт проникнення у контрольовану зону. Додатково передбачена функція активації звукової сигналізації за командою користувача через Telegram-бот.

Об'єктом дослідження є процес вимірювання відстані до об'єкта та передача сигналів тривоги за допомогою бездротових технологій. Предметом дослідження є методи побудови автоматизованих охоронних систем на базі мікроконтролерів із Wi-Fi підключенням.

Основними компонентами системи є: – ультразвуковий датчик HC-SR04, який визначає відстань до об'єкта; – мікроконтролер ESP32, що виконує обробку отриманих даних і забезпечує зв'язок із Telegram; – п'єзоелектричний бузер, який виконує роль звукової сигналізації; – Telegram-бот, створений через API, для віддаленого сповіщення та керування системою.

Принцип роботи системи полягає в безперервному контролі відстані в межах контрольованої зони. Якщо об'єкт наближається ближче до заданого порогу (наприклад, 50 см), система фіксує це як спробу проникнення. ESP32 обчислює час події, формує повідомлення та надсилає його користувачу в Telegram. Для цього застосовується бібліотека WiFiClientSecure і протокол HTTPS, що гарантує безпечну передачу даних через мережу.

```
Distance: 170.20 cm
Distance: 170.60 cm
Distance: 170.20 cm
Distance: 170.22 cm
Distance: 12.21 cm
Distance: 170.60 cm
Stable distance restored.
```

Рисунок 1 – Встановлення сталої відстані

Реалізація проєкту здійснена у середовищі Arduino IDE. Програмна частина включає модулі ініціалізації датчика HC-SR04, Wi-Fi підключення, функції відправлення повідомлень та активації бузера. Для підключення до Wi-Fi використовується стандартна бібліотека WiFi.h, а для зв'язку з Telegram — HTTPClient.h.

В процесі тестування встановлено, що система стабільно реагує на об'єкти, що з'являються на відстані менше 50 см. Затримка між моментом спрацювання датчика і надсиланням повідомлення у Telegram становить 1,5–2 с, що є прийнятним для систем реального часу. Дальність дії датчика — до 4 м, з точністю вимірювання $\pm 3\%$.

```
Intrusion detected! New distance: 12.21 cm
Time: 2024-12-17 15:15:58
Reply with /sound_on or /sound_off. 15:15
```

Рисунок 2 – Повідомлення про проникнення

Результати тестування підтвердили працездатність і надійність створеної системи. Виявлено, що Telegram-бот стабільно приймає команди /sound_on та /sound_off, що дозволяє користувачу дистанційно вмикати або вимикати звукову сигналізацію. Система демонструє високу точність спрацювання, а її реакція на подію є швидкою.

Розроблений проєкт є прикладом поєднання технологій інтернету речей (IoT) та цифрової обробки сигналів у побутових системах безпеки. Отримані результати засвідчують, що запропонована система може ефективно застосовуватися для охорони невеликих приміщень, квартир, гаражів або офісів. Її перевагами є низька собівартість, простота реалізації, зручність керування через Telegram та можливість автономної роботи.

Список використаних джерел:

1. Espressif Systems. *ESP32 Technical Reference Manual* [Електронний ресурс]. 2023. Режим доступу: <https://www.espressif.com>.
2. ElecFreaks. *HC-SR04 Ultrasonic Sensor Datasheet* [Електронний ресурс]. 2022. Режим доступу: <https://www.electfreaks.com>.