УДК 621.392

РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ДЛЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ДОСТУПУ В УСТАНОВАХ З ОСОБЛИВИМ РЕЖИМОМ РОБОТИ

Штефан Д.А.[1]; Троянський О.В., к.т.н., доц.[2]
[1,2]Національний університет «Одеська політехніка»
[1,2]Україна, Одеса
[1]shtefan.8918221@stud.op.edu.ua; [2]o.v.troyanskiy@op.edu.ua

Анотація. *Описано процес розробки та реалізації пристрою ідентифікації для систем контролю доступу. Запропоновано структурну схему, алгоритм роботи та математичну модель оцінки ефективності. Розроблено програмну реалізацію з використанням мікроконтролера ESP32, використання якого забезпечує високу надійність і швидкість роботи.*
Ключові слова: *контроль доступу; ідентифікація; RFID; безпека.*

Вступ

Системи контролю доступу відіграють ключову роль у забезпеченні безпеки об’єктів із підвищеним рівнем секретності. У таких установах необхідна не лише перевірка ідентичності користувача, але й захист від несанкціонованого копіювання ідентифікаторів [1]. Метою даної роботи є створення апаратно-програмного пристрою, який дозволяє виконувати надійну ідентифікацію користувачів з використанням RFID-технології та криптографічного захисту даних [2].

Теоретичні основи

Ідентифікація користувачів у системах контролю доступу може здійснюватися за трьома основними принципами: знання (PIN-код), володіння (RFID-картка) та фізіологічні параметри (відбиток пальця, обличчя, райдужна оболонка ока). У системах з особливим режимом доцільно комбінувати кілька способів для зменшення ймовірності несанкціонованого доступу.

Основним критерієм ефективності пристрою є мінімізація ймовірності помилок першого (відмова авторизованому користувачу) та другого роду (допуск неавторизованого користувача).

Ймовірність хибної відмови (FRR): $FRR = \frac{N_{fr}}{N_{auth}} \times 100\%$.

Ймовірність хибного допуску (FAR): $FAR = \frac{N_{fa}}{N_{attempts}} \times 100\%$.

Оптимальний поріг вибирається так, щоб мінімізувати сумарну помилку: $P_1 + P_2 \to \min$.

Структурна схема пристрою ідентифікації

Пристрій складається з модулів зчитування даних, контролера обробки, блока пам’яті, інтерфейсу зв’язку та виконавчого елемента (електромеханічного замка). Структурна схема пристрою наведена на рис.1.

Практична реалізація пристрою:

Для реалізації пристрою ідентифікації було використано мікроконтролер ESP32 [3], RFID-зчитувач RC522, реле для управління замком та OLED-дисплей для виводу інформації. Програмна частина написана мовою C++ з використанням середовища Arduino IDE [4].

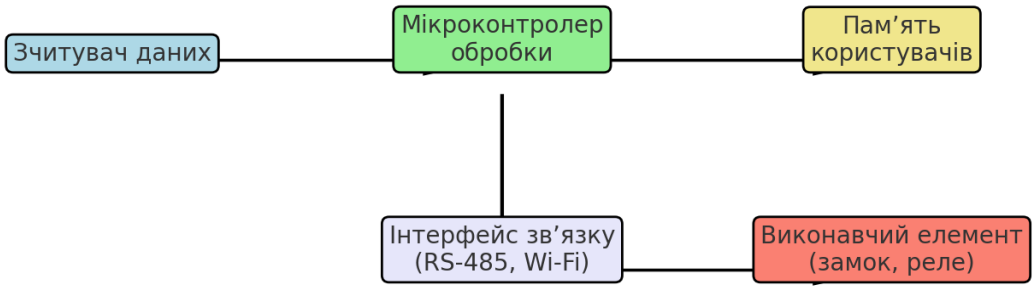

Рис.1 – Структурна схема пристрою

Алгоритм роботи пристрою:

1. Зчитування унікального коду RFID-картки користувача.
2. Порівняння з кодами, збереженими у пам’яті контролера.
3. У разі збігу — активація реле та дозвіл доступу.
4. У разі невідповідності — звукове попередження або повідомлення адміністратору.

Математичне обґрунтування ефективності

Для оцінки надійності пристрою використовується коефіцієнт достовірності ідентифікації [5]: $K_d = 1 - (P_1 + P_2)/2$, де P_1 і P_2 — відповідно ймовірності помилок першого та другого роду.

Зі зменшенням обох значень коефіцієнт достовірності наближається до 1, що свідчить про високу надійність. В роботы досліджено залежність достовірності ідентифікації від значення порогу (рис.2).

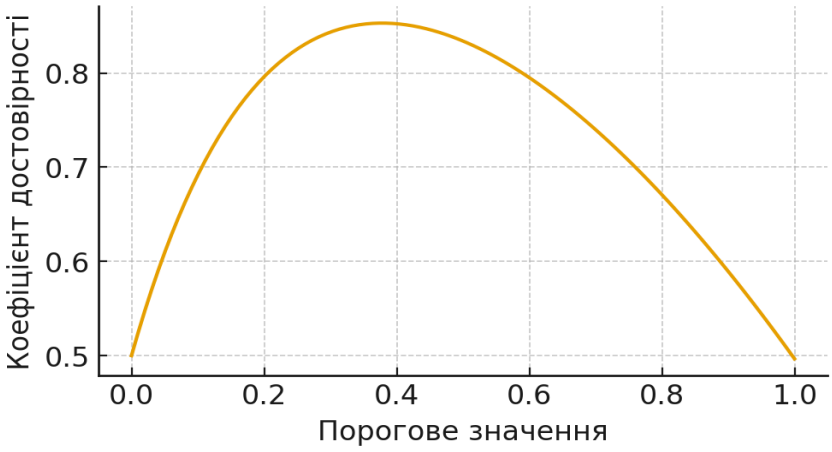

Рис.2 – Залежність достовірності ідентифікації від порогу

Досліджено вплив температури та струмового навантаження на час спрацьовування реле. Отримано нелінійну залежність: зі збільшенням температури час відгуку зростає, але залишається в межах допустимих значень (рис.3).

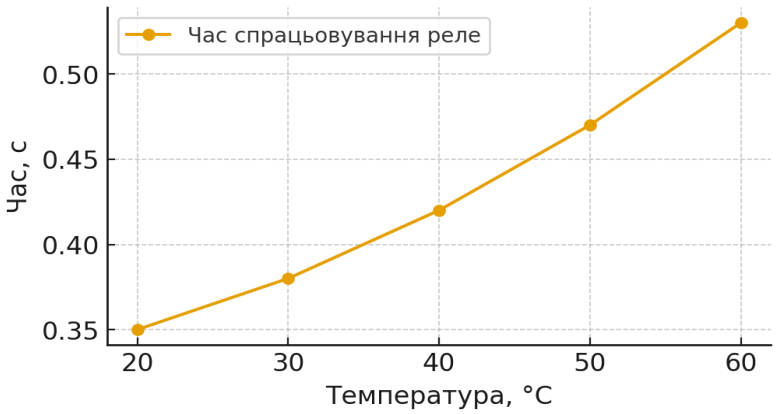

Рис.3 – Залежність часу спрацювання реле від температури

Висновки

Розроблено пристрій ідентифікації користувачів для систем контролю доступу на базі мікроконтролера ESP32 та RFID-зчитувача. Система забезпечує надійність, швидкодію та простоту реалізації. Апаратна частина побудована на базі ESP32, а програмна реалізація забезпечує криптографічний захист UID-кодів. Обґрунтовано залежність ефективності від ймовірностей помилок першого та другого роду. Оптимальний вибір порогу мінімізує сумарну помилку і підвищує достовірність ідентифікації. Пристрій може застосовуватись для об’єктів з підвищеними вимогами безпеки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Лукін, В.С. (2021). *Системи контролю доступу: принципи побудови.* ХНУРЕ.
[2] Stallings, W. (2019). *Cryptography and network security.* Pearson.
[3] Зуєв, О.Є. (2020). *Мікроконтролери в системах безпеки.* Наукова думка.
[4] Barrett, S. (2018). *Arduino microcontroller processing for everyone.* Morgan & Claypool.
[5] Haykin, S. (2019). *Communication systems.* Wiley.

Shtefan D.A., Troyanskiy O.V.

Development of an identification device for access systems in institutions with special operating modes

Annotation. *The development and implementation of an identification device for access control systems are described. A structural diagram, operating algorithm and mathematical model of reliability evaluation are proposed. The practical implementation using the ESP32 microcontroller and RFID technology is presented. Using the ESP32 microcontroller ensures high reliability and operation speed.*

Keywords: *access control; identification; RFID; security.*