

**Мац Юрій Євгенович**, здобувач вищої освіти факультету інфокомунікацій  
*Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна*

**Науковий керівник: Томак Віра Вікторівна**, асистент кафедри інформаційно-мережної інженерії  
*Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна*

## РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ЦИФРОВОГО ЗАМКА НА БАЗІ ARDUINO

Мета роботи – розробити та реалізувати прототип електронного цифрового замка на базі платформи Arduino, який забезпечує безпечний доступ до об'єкта шляхом введення коду на клавіатурі. Замок повинен бути енергоефективним, надійним у роботі та легким у використанні.

Зі зростанням потреб у безпечному доступі до приміщень та об'єктів, використання електронних систем замикання набуває все більшого поширення. На відміну від механічних замків, цифрові замки забезпечують вищу гнучкість, можливість зміни коду доступу та підвищену стійкість до несанкціонованого відкриття. Arduino як відкрита апаратно-програмна платформа дозволяє швидко та ефективно створювати надійні прототипи таких систем з мінімальними витратами. Розробка власного цифрового замка – це не лише актуальне практичне завдання, але й чудова можливість поглибити знання з мікроконтролерної техніки, програмування та систем безпеки.

Попри широке використання електронних замків, існують низка технічних та експлуатаційних проблем:

- недостатній рівень захисту від зловмисного доступу (наприклад, перебору коду);
- нестабільна робота елементів при неправильному електроживленні або помилках у програмі;
- складність інтеграції із зовнішніми пристроями (сигналізація, Bluetooth, Wi-Fi);
- обмежений ресурс живлення в автономному режимі.

Побудова замка на базі Arduino дозволяє не лише вивчити ці проблеми, а й реалізувати шляхи їх вирішення через програмні й апаратні засоби.

Ключові переваги розробки електронного цифрового замка на базі Arduino у порівнянні з іншими варіантами (наприклад, комерційними рішеннями, аналоговими схемами або системами на інших мікроконтролерах):

### 1. Доступність та низька вартість.

Arduino — відкрита платформа з дешевими компонентами. Вартість плати та периферійних модулів (клавіатура, дисплей, реле, сервопривід) значно нижча, ніж готові комерційні цифрові замки.

### 2. Простота розробки та програмування.

Arduino має просте середовище розробки (Arduino IDE) та велику кількість бібліотек. Це дозволяє швидко створити прототип навіть без глибоких знань в електроніці та програмуванні.

### 3. Гнучкість у функціоналі.

Замок можна адаптувати під конкретні вимоги:

- змінювати довжину коду,
- додавати дисплей для виводу інформації,
- реалізовувати блокування після кількох неправильних спроб,
- підключати датчики (наприклад, відкриття дверей),
- реалізовувати віддалене керування (через Bluetooth, Wi-Fi, GSM).

4. Легка інтеграція з іншими системами.

Arduino легко з'єднати з сигналізацією, мобільним додатком або системою «розумного дому».

5. Навчальна цінність.

Проект дозволяє вивчити основи мікроконтролерної техніки, схемотехніки, логіки програмування, принципи безпеки доступу. Ідеально підходить для студентських або DIY-проектів.

6. Можливість вдосконалення та масштабування.

Після створення базової версії можна поступово ускладнювати систему:

- додати авторизацію за відбитком пальця,
- використовувати RFID-картки,
- логування подій у пам'яті,
- керування через інтернет.

7. Велика спільнота та документація.

Існує величезна кількість форумів, відеоуроків та прикладів проектів, що значно полегшує розробку і пошук рішень для типових проблем.

Якщо порівнювати з професійними рішеннями (наприклад, замки із GSM-модулями чи біометричним доступом), Arduino-проект виграє в гнучкості, адаптивності та вартості, хоча поступається у промисловій надійності та захисті – але для навчальних цілей або домашнього використання це дуже ефективний варіант.

У результаті виконаної роботи було спроектовано, зібрано та протестовано прототип електронного цифрового замка на основі платформи Arduino. Реалізовано базовий функціонал введення коду з клавіатури, перевірку правильності введення та керування виконавчим пристроєм (наприклад, сервоприводом). Проект продемонстрував ефективність використання Arduino для створення простих, доступних та надійних систем електронного замикання. Виявлені технічні особливості та потенційні недоліки дозволяють визначити напрямки для подальшого вдосконалення, зокрема – додавання захисту від перебору, підключення дисплея чи підвищення автономності системи.

Для вдосконалення можна використати автономне живлення та захист від збоїв (забезпечити роботу навіть при відключенні електроенергії – підключення резервного джерела живлення (акумулятора), індикація низького заряду батареї, використання енергоефективних компонентів), також можна застосувати штучний інтелект або машинне навчання (для складніших проектів) для аналізу поведінкових шаблонів користувачів, аномалій або розпізнавання зловмисної активності; реалізація – підключення Arduino до Raspberry Pi або ESP32 з ML-модулями.