

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»**

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітньо-професійна програма: «Безпека комп'ютерних систем і мереж»

Група: 4КБ-01

Дипломний проект

**здобувача освіти денної форми навчання
КБ.01.10.000.ДП**

***КОТЛЯРОВА
МАКСИМА
ВОЛОДИМИРОВИЧА***

**м. Одеса
2024 р.**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітньо-професійна програма: «Безпека комп'ютерних систем і мереж»

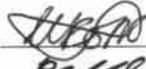
Група: 4КБ-01

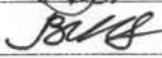
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту на тему:

Проектування системи управлінням доступом будинку на основі iButton

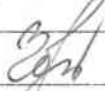
Проектний матеріал складається з пояснювальної записки на 69 сторінках та графічного (презентаційного) матеріалу на 15 аркушах (слайдах)

Дипломник  (Котляров М.В.)

Керівник  (Кільдішев В.Й.)

Консультанти:

з економічного розділу  (Іванченков В.С.)

з розділу охорони праці та техніки безпеки  (Чорновол Н.І.)

з нормоконтролю  (Петрашова В.І.)

старший консультант  (Кривченко Ю.В.)

До захисту допущений

Голова циклової комісії  (Кривченко Ю.В.)

Завідувач відділення  (Скорнякова О.В.)

Захист «14» 06 2024 р. Протокол ЕК № 1

Оцінка ЕК 5/відмінно 95.5

Секретар ЕК 

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Відділення комп'ютерних систем Комісія КТ та ПІ
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Освітньо-професійна програма «Безпека комп'ютерних систем і мереж»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Заст. дир. з НВР Беркань І.В.

“ 18 ” 01 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект

Здобувачеві освіти Котлярову Максиму Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Проектування системи управлінням доступом будинку на основі iButton

затверджена наказом по коледжу від “02” 11 2023 р. № 244-А2-ОД

2. Термін здачі закінченого проекту 10.06.2024 р.

3. Вихідні данні до проекту 1. Дослідити основну інформацію про пристрої iButton та сфери їх використання; 2. Дослідити параметри пристроїв-ключів та електронних замків; 3. Реалізувати електронний пристрій контролю доступу до будинку на основі апаратно-обчислювальної платформи Arduino

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити)
Аналіз систем контролю та управління доступом; Аналіз електронних пристроїв iButton; Аналіз апаратно-обчислювальної платформи Arduino; Застосування пристроїв iButton та Arduino у проекті; Розробка структури системи контролю та управління доступом; Розробка програмного коду Arduino для забезпечення взаємодії електронних пристроїв

5. Перелік графічного (презентаційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількості слайдів)
Структура даних електронного пристрою iButton; Інтерфейс програми-емулятора Arduino; Схематичне зображення плати та використовуваних модулів Arduino; Схема алгоритму роботи пристрою контролю доступу; Етапи побудови електронного пристрою в програмі-симуляторі Arduino

6. Консультанти по проекту, із зазначенням розділів проекту, що їх стосується

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Основний розділ	Кільдішев В.Й.		
Економічний розділ	Іванченков В.С.		
Розділ охорони праці	Чорновол Н.І.		
Нормоконтроль	Петрашова В.І.		
Старший консультант	Кривченко Ю.В.		

7. Дата видачі завдання 15.01.2024 р.

Керівник

Кільдішев В.Й.

(підпис)

Завдання прийняв до виконання

Котляров М.В.

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/р	Назва етапів дипломного проекту	Термін виконання етапів дипломного проекту (роботи)	Відмітка про виконання
1	Вступ. Постановка задачі проектування	29.04.24-2.05.24	
2	Вивчення технічної документації пристроїв	2.05.24-4.05.24	
3	Дослідження принципів реалізації СКУД	4.05.24-6.05.24	
4	Аналіз роботи електронних пристроїв iButton	6.05.24-8.05.24	
5	Аналіз принципів роботи Arduino	8.05.24-10.05.24	
6	Дослідження алгоритмів роботи СКУД	10.05.24-13.05.24	
7	Розробка алгоритму роботи власної СКУД	13.05.24-16.05.24	
8	Вибір компонентів та засобів для розробки системи	16.05.24-19.05.24	
9	Розробка програмного забезпечення на основі платформи Arduino	19.05.24-22.05.24	
10	Тестування функціоналу розроблених пристроїв для контролю доступу до об'єкту	22.05.24-25.05.24	
11	Виявлення та виправлення помилок у роботі пристрою	25.05.24-29.05.24	
12	Аналіз результатів роботи, підготовка презентації	29.05.24-2.06.24	
13	Розробка питань з охорони праці, економічні розрахунки	2.06.24-6.06.24	
14	Підготовка мультимедійної презентації проекту	6.06.24-9.06.24	

Дипломник

(підпис)

Керівник

(підпис)

[illegible]

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Основний розділ	7
1.1 Інформаційна безпека. Аналіз систем керування доступом до будинку на основі iButton.....	7
1.2 Дослідження апаратно-обчислювальної платформи Arduino. Розробка системи контролю та управління доступом до будинку	23
2 Економічний розділ.....	47
3 Розділ охорони праці та техніки безпеки.....	52
Висновки	57
Перелік використаних інформаційних джерел	58
ДОДАТОК А. Програмний код мовою Arduino для розробленого пристрою	59
ДОДАТОК Б. Слайди мультимедійної презентації	63

ВСТУП

Даний дипломний проект присвячений розробці системи контролю та управління доступом (СКУД) до житлового будинку на основі технології iButton із використанням платформи Arduino. Кінцевою метою виконання дипломної роботи має бути розроблений пристрій, функція якого пов'язана із темою проекту. Питання безпеки завжди стояло для людини на першому місці. Необхідність захисту від можливих загроз завжди спонукає людей уживати всі необхідні міри для забезпечення безпеки і покращення шансів на виживання. Системи контролю і управління доступом є одним з засобів, створених із цією метою, вони є невід'ємним елементом життя людини, що забезпечують недоторканість і безпеку життя, майна та інформації всередині певної ділянки простору або в віртуальному середовищі. Стрімкий розвиток технологій дозволяє створити складні та ефективні системи захисту, здатні забезпечити високий рівень безпеки для об'єктів. Одним з перспективних рішень в галузі управління доступом є використання електронних ключів, які мають низку переваг перед іншими методами ідентифікації. В ході дослідження будуть розглянуті основні принципи роботи пристроїв iButton та використовуваних засобів, необхідних для реалізації системи безпеки, що включає в себе апаратні та програмні компоненти, а також розроблено та випробувано власну модель системи контролю доступу. Практична значущість проекту полягає у можливості його застосування для створення надійних та економічно ефективних систем управління доступом, які можуть бути використані як у приватних будинках, так і в офісних будівлях, із можливістю зручного удосконалення та індивідуального налаштування. Розроблене рішення дозволить підвищити рівень безпеки, знизити ризик несанкціонованого проникнення та полегшити процес керування доступом до певних об'єктів для користувачів.

					КБ 01. 10 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1 ОСНОВНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Інформаційна безпека. Аналіз систем керування доступом до будинку на основі iButton

Інформаційна безпека являє собою комплексну систему захисту даних та інформації, яка включає як технічні, так і організаційні заходи. **Основними цілями інформаційної безпеки є:**

1. Конфіденційність – захист інформації від несанкціонованого доступу.
2. Цілісність – забезпечення незмінності та точності даних.
3. Доступність – забезпечення доступу до інформації для авторизованих користувачів.

Існує безліч методів та засобів забезпечення інформаційної безпеки, які можна розділити на такі категорії:

Технічні методи:

1. Шифрування – перетворення інформації на форму, недоступну для розуміння без спеціального ключа.
2. Автентифікація та авторизація – розпізнавання користувача та надання йому відповідних прав доступу.
3. Системи виявлення та запобігання вторгненням (IDS/IPS) – моніторинг мережного трафіку для виявлення та запобігання підозрілій активності.

Організаційні методи:

1. Політики безпеки – розробка та впровадження правил та процедур, що регулюють використання інформаційних ресурсів.
2. Навчання та підвищення обізнаності працівників – проведення тренінгів та інформаційних кампаній для підвищення рівня знань працівників щодо методів захисту інформації.

Фізичні методи:

1. Контроль доступу до приміщень – використання систем контролю доступу для обмеження фізичного доступу до обладнання та даних.

					КБ 01. 10 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

2. Відеоспостереження та охоронні системи – встановлення камер спостереження та охоронних сигналізацій для забезпечення безпеки приміщень.
3. Шумоізоляція – використання спеціальних конструкційних матеріалів та технологій при будівництві будівель для запобігання проникнення звуку через стіни, поли та стелі.

Пристрої та технології, що розглядаються в проекті, застосовуються для забезпечення фізичної безпеки і є однією з основ для проектування СКУД (система контролю та управління доступом) до будинку. **СКУД** – це комплекс пристроїв, основне завдання якого полягає в контролі доступу до об'єкту, що охороняється. Компоненти системи контролю доступу об'єднані в мережу та керуються за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Зазвичай компонентами в такій системі виступають відеорекамери, датчики руху і температури, зчитувачі, контролери та розглянуті вище електронні ключі і замки тощо. Також системи контролю доступу до будинку будуються за допомогою як стандартних так і індивідуальних автоматизованих засобів.

В будинку типовий комплект обладнання для системи контролю доступу включає:

1. Електронні замки та ключі;
2. Інтеграцію з відеорекамерами, сигналізацією, охоронними системами та системою пожежної безпеки;
3. Можливість відеозв'язку або голосового спілкування з гостями через домофон;
4. Обмеження доступу до певних приміщень та зон, наприклад, сховищ зі зброєю чи цінностями.

У приватному будинку основне завдання системи контролю та управління доступом (СКУД) полягає у забезпеченні безпеки житла, запобігаючи незаконному проникненню сторонніх осіб. У кожному будинку чи квартирі використовується простіший засіб контролю доступу - ключ. Багато будинків додатково оснащені домофонними системами, а в певних випадках встановлені

					КБ 01. 10 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

індивідуальні квартирні домофони. В сучасній реалізації системи контролю та управління доступом у приватному будинку будуються з інтеграцією у загальну систему управління, відому як "розумний будинок", що надає власнику можливість для моніторингу цілісності периметра у будь який час, інформацію про присутність людей у будинку, автоматизованого контролю доступу до приміщення, запуску автоматичних індивідуальних алгоритмів при реєстрації власника будинку в системі тощо.

Контролер СКУД розташовується у захисному корпусі, до нього приєднуються всі інші пристрої отже він є основою будь-якої системи керування доступом. Контролер приймає рішення про дозвіл чи заборону проходу через точку доступу і виконує моніторинг стану виконавчих пристроїв, реєструє та зберігає інформацію про користувачів, їх переміщення та спроби несанкціонованого доступу в енергонезалежній пам'яті. Зчитувачі призначені для обробки персональних ідентифікаторів. Вибір типу ідентифікаторів залежить від вимог безпеки та зручності використання. Перешкоджаючі керовані пристрої (ПКП) – це пристрої, що забезпечують фізичну перешкоду доступу, обладнані виконавчими пристроями для керування їх станом (турнікети, шлюзи, прохідні kabіни, двері та ворота, а також інші подібні пристрої). Залежно від типу перешкоди, перешкоджаючі пристрої можуть бути виконані у вигляді дверних отворів або воріт з повним закриттям проходу чи проїзду, у вигляді турнікетів (шлагбаумів, протivotаранних пристроїв, висувних стовпів або блокіраторів) з частковим закриттям проходу або проїзду, у вигляді турнікетів з повним закриттям проходу. Виконавчий механізм є одним з найважливіших елементів, який забезпечує фізичне блокування точки проходу. Звичайні двері оснащуються електрично керованими механічними або магнітними замками, які легко встановлюються на різні типи дверей та забезпечують мінімальний ризик злому.

Створення СКУД складається з декількох етапів, кожен з яких ретельно опрацьовується та узгоджується із замовником. Хоча складання технічного завдання також розглядається як етап, він є відправною точкою будь-якої роботи. У процесі підготовки технічного завдання обидві сторони активно взаємодіють із

					КБ 01. 10 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

постачальником послуг. Інженер-монтажник з організації консультує, з'ясовує потреби, та, ґрунтуючись на цій інформації, розробляє свій план роботи. Після отримання технічного завдання, фахівці розпочинають проектування.

Етапи проектування:

1. Проведення огляду об'єкту. Інженер-монтажник виїжджає на територію об'єкта, оглядає різноманітні зони, обирає оптимальні місця для розміщення обладнання, аналізує електромережу та перевіряє напругу. Збирається інформація про план будівлі та приміщень, використовуваних оздоблювальні матеріали тощо;
2. Обробка отриманої інформації;
3. Проектування системи контролю та керування доступом. Розробляється схематичний план, на якому відображено розподіл пристроїв, обладнання, елементи системи, прокладені кабелі тощо;
4. Формування кошторису. Використовуючи одну з нормативних основ, визначається загальний обсяг робіт, створюється розрахункова вартість проекту.

Класифікація СКУД за способом керування:

1. Автономна система, в якій встановлюється одна або кілька точок доступу. Ці точки функціонують незалежно одна від одної і не надають інформацію на центральний контрольний пульт охорони. Контроль за переміщенням персоналу територією підприємства відсутній. Автономні системи контролю та управління доступом широко застосовуються через високу надійність та доступність. Прикладами таких точок можуть бути шлагбауми, турнікети, двері із електромагнітними замками. У кожній точці доступу є такі елементи як зчитувач інформації, контролер і виконавчий механізм для відкриття дверей, підняття шлагбауму тощо;
2. Мережева система є єдиною структурою, яка об'єднує кілька точок доступу. Інформація, отримана з зчитуючих пристроїв, передається

					КБ 01. 10 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на центральний пульт охорони, завдяки якому оператор стежить за ситуацією і може дозволяти або забороняти доступ до певних точок.

3. Найбільш передовим і надійним варіантом є універсальна система, яка у звичайному режимі діє як мережева, а при виникненні збоїв переходить у режим автономної роботи.

Мережеві системи контролю та управління доступом передбачають використання сервера з попередньо встановленим програмним забезпеченням для адміністратора та базою даних, які надають можливість створення списків користувачів із визначеними дозволом або заборобою доступу до певних приміщень, формування індивідуальних та групових часових інтервалів, у межах яких дозволено доступ користувачам, управління виконавчими пристроями, наприклад, у разі пожежі, моніторингу стану всіх підключених компонентів із можливістю відстеження журналу переміщень та спроб несанкціонованого доступу, налаштування елементів системи контролю та управління доступом і програмування їх логіки та алгоритмів роботи.

У найпростішому випадку для керування однією або декількома пропускними конструкціями достатньо створення автономної системи без участі оператора та передачі даних на центральний пульт. Такі пристрої зручні у експлуатації, однак не надають можливості генерації звітів та передачі даних про події і не підтримують дистанційне керування. Автономні СКУД не вимагають укладання довгих кабельних ліній. Мережеві ж системи призначені для керування великою кількістю точок доступу і використовуються на великих об'єктах. Об'єднання контролерів у мережу зазвичай здійснюється через шину RS-485 або Ethernet, що вимагає укладання магістральних кабельних ліній і підвищує вартість монтажних робіт. Для забезпечення безперебійної роботи системи у разі збоїв в електропостачанні необхідно забезпечувати резервне живлення всіх вузлів системи з використанням додаткових джерел, наприклад таких як малогабаритні акумуляторні свинцево-кислотні батареї, літій-іонні акумулятори, сонячні батареї тощо.

					КБ 01. 10 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

iButton (Information button) – це невелика мікросхема, розроблена американською компанією Dallas Semiconductor (наразі - Maxim Integrated Products), в 1990 році. На самому початку для цих виробів було запатентовано товарний знак «Touch Memory», який цілком точно відображав основні характеристики продукції. З англійської мови слово «Touch» перекладається як «доторкнися», а «Memory» – «пам'ять». Всі такі ключі, що мають зовнішній вигляд металевих таблеток, обов'язково оснащені внутрішньою мікросхемою ПЗП, що містить унікальний для кожного пристрою 48-розрядний бінарний код. На перший погляд це не вражає, але при найближчому розгляді можна побачити, що це надає $2.81 \cdot 10^{14}$ комбінацій. Цей код зчитується при дотику металевого корпусу ключа до такого ж металевого зонда-зчитувача. Після того як розробка компанії набула поширення та почали розроблятися нові моделі, Dallas Semiconductor оголосила про перейменування всіх своїх ідентифікаційних ключів на iButton (Information Button - "кнопка з інформацією"), щоб створити більш універсальну назву для цієї продукції.

Переваги технологій iButton, порівняно з пластиковими картками:

- Зчитувач, сформований із двох контактів із нержавіючої сталі, демонструє стійкість до кліматичних впливів і значно стійкіший до вандалізму. Поверхні зчитувачу розраховані на понад мільйон дотиків, у той час як зчитувач смарт-карток містить контакти, що вимагають обслуговування. Слабкий тиск на контактах може призвести до швидкого забруднення, а сильний – до пошкодження покриття контактів картки;
- Надійний контакт та зняття даних відбуваються навіть при нахилі ключу, на відміну від зчитувачів пластикових карток, в яких потрібно точне вирівнювання і існує чотири способи її вставки, з яких тільки один є функціональним;
- Зручність зберігання iButton покращується можливістю розміщення його на брелоку, що часто використовується з ключами. Крім того,

					КБ 01. 10 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

існують інші аксесуари для прикріплення електронної таблетки до годинника чи гаманця;

- Унікальний серійний номер iButton дозволяє розробникам програм уникнути маркування пристроїв. Також доступний широкий вибір пристроїв з різним об'ємом пам'яті та додатковими функціями захисту даних.

Сімейство iButton налічує багато різних мікросхем виду DS19xx, найчастіше використовується DS1990A, яка упакована всередині ключу. На даний момент технології iButton найчастіше використовуються як ідентифікаційні ключі персоналу для систем контролю доступу до будівель або окремих приміщень. Вони особливо затребувані в умовах підвищеного впливу зовнішнього середовища, де традиційні карти і пристрої зчитування можуть вийти з ладу. Залежно від рівня безпеки об'єкта застосовуються різні типи iButton. Наприклад, для управління доступом до під'їздів житлових будинків, де вимоги до систем обмеження доступу не настільки жорсткі, застосовуються доступніші iButton DS1990, вартістю близько 0,64 доларів.

Ці пристрої часто встановлюються в єдиній системі з домофонами і забезпечують надійне керування замками з високим ступенем захисту від зовнішніх факторів. iButton також широко застосовуються для обмеження доступу до офісів та промислових підприємств. У таких випадках диск iButton часто кріпиться до особистої пластикової картки персоналу, де можуть міститися фотографія та інші дані співробітника. Додаткові можливості щодо посилення рівня безпеки надають моделі iButton із захищеною паролем енергонезалежною пам'яттю або з мікропроцесором-шифратором, енергонезалежною пам'яттю та годинником-календарем. Такі продукти часто використовуються у банках та підприємствах із високими стандартами безпеки. iButton можуть застосовуватись як ідентифікаційні позначки для апаратури та в системах захисту інформації на комп'ютері. Також для захисту програмного забезпечення комп'ютерів існує апаратний ключ. Захищена програма включає вбудовану процедуру взаємодії через один із портів комп'ютера з ідентифікаційним номером або

					КБ 01. 10 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

енергонезалежною пам'яттю iButton. Сам ідентифікатор фіксується у спеціальному адаптері, підключеному до порту. Власник програми створює захисні мітки з номерами конкретних iButton або з даними, що зберігаються в їхній енергонезалежній пам'яті. У разі невідповідності номера або вмісту енергонезалежної пам'яті відповідним записам, програма припиняє свою роботу.

Мікросхема iButton розташована в круглому корпусі, виконаному з нержавіючої сталі. Діаметр сталевого диску становить 16,25 мм, при цьому товщина варіюється: вона може бути або 3,1 мм (для F3) або 5,89 мм (для F5), в залежності від версії пристрою. Дані диски можна наочно побачити на рис. 1.1.

F5 MICROCAN

F3 MICROCAN

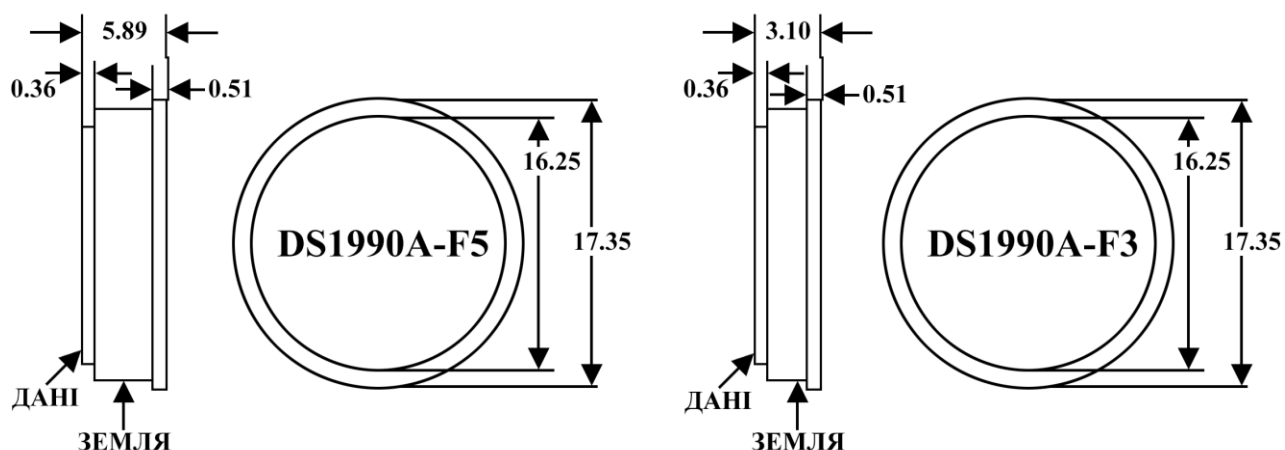


Рисунок 1.1. Схематичне зображення ключів iButton

Сам корпус iButton складається із двох електрично ізольованих частин, які виконують роль контактів, забезпечуючи зв'язок мікросхеми із зовнішнім світом. Таким чином створюється економічний інтерфейс з мінімальним використанням апаратних ресурсів для апаратури зчитування, який складається з одного дроту даних і одного загального дроту. Енергія, необхідна для обміну інформацією та роботи мікросхеми в корпусі, надходить через дріт даних. Сама внутрішня мікросхема iButton складається з мікроконтролеру, що виконує функцію обробки даних та управління операціями та енергонезалежної пам'яті EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), яка відноситься до NVRAM (Non Volatile Random Access Memory). NVRAM – це тип комп'ютерної

пам'яті, який зберігає дані після вимкнення живлення, тобто на відміну від звичайної пам'яті RAM, яка втрачає дані при відключенні електроживлення, NVRAM зберігає інформацію і залишається незмінною навіть при вимкненому стані пристрою. Принцип роботи NVRAM може відрізнятися залежно від конкретної реалізації, але зазвичай для збереження даних використовується комбінація електричної та магнітної технологій.

Приклади реалізації NVRAM:

- Флеш-пам'ять: У цьому випадку використовується технологія флеш-пам'яті, яка зберігає дані в електрично ізольованих комірках;
- Ферритові комірки: Деякі NVRAM пристрої використовують феритові матеріали для зберігання інформації;
- Батарейне живлення: У деяких системах NVRAM підтримується батареєю або іншим джерелом резервного живлення. Ця батарея забезпечує енергію для підтримки даних NVRAM у разі відключення основного електроживлення.

Внутрішня схема електронних ключів iButton наведена на рис. 1.2.

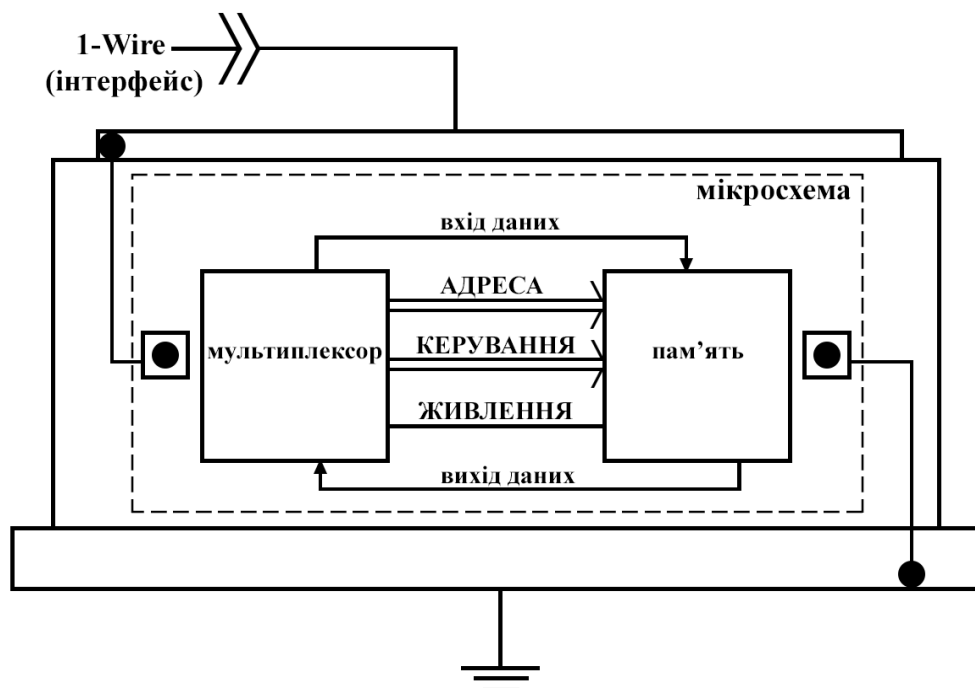


Рисунок 1.2. Внутрішня схема ключів iButton

Усередині електронного ключу розташована пам'ять EEPROM, всередині якої знаходяться два транзистори, один з яких виконує читання, а другий – керування процесами запису та стирання. Для запису інформації в EEPROM між деякими частинами пам'яті застосовується висока напруга, що створює електричне поле, яке дозволяє електронам проникнути у певні області пам'яті та змінити їх стан. У разі стирання інформації використовується зворотна напруга, яка змушує електрони повернутися назад і тим самим обнулити стан пам'яті. Для зчитування використовується інша частина пристрою, яка аналізує пам'ять, не змінюючи її.

Для реалізації простого апаратного пристрою iButton, описаного вище, використовується спеціальний оптимізований протокол, відомий як 1-Wire. Інтерфейс 1-Wire, створений наприкінці 90-х років компанією Dallas Semiconductor, **призначений для використання у трьох основних сферах:**

- Пристрої у спеціальних корпусах MicroCAN, призначені для вирішення задач ідентифікації, передачі або перетворення інформації;
- Програмування вбудованої пам'яті інтегральних компонентів;
- Системи автоматизації.

Переваги технології 1-Wire:

- Просте та унікальне рішення для адресовності абонентів;
- Простий протокол обміну даними;
- Проста структура лінії зв'язку;
- Низьке енергоспоживання компонентів;
- Легка можливість зміни конфігурації мережі;
- Значна довжина ліній зв'язку;
- Економічність.

Цей протокол забезпечує двонаправлений обмін даними в напівдуплексному режимі, де передача та прийом здійснюються в дискретно визначених часових інтервалах, які називаються тайм-слотами. Мікроконтролер (ведучий пристрій), підключений до зчитувальної чашки, ініціює передачу, посылаючи командне слово на iButton (ведений пристрій), що прикладається до чашки. У системі може бути кілька схожих ведених пристроїв. Процес передачі даних здійснюється

					КБ 01. 10 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

починаючи з найменш значущого біта побітно, далі ці біти збираються у байти. Синхронізація ведучого і веденого пристроїв відбувається по спадаючому зрізу сигналу, коли ведучий замикає сток вихідного транзистора порту лінію даних на провід заземлення. Через певний час після зрізу сигналу відбувається аналіз стану даних на лінії для отримання біту інформації, при цьому аналіз може виконувати як ведучий пристрій, так і ведений пристрій, залежно від напрямку передачі інформації на даний момент. Такий метод обміну інформацією називають передачею даних у тайм-слотах. Структура даних iButton DS1990A зображена на рис. 1.3.

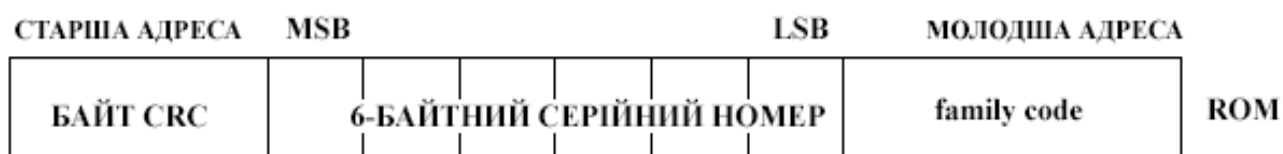


Рисунок 1.3. Структура даних iButton DS1990A

Перший байт, який передається з ПЗП, містить код типу пристрою, який називається family code. За ним слідує унікальний серійний номер з 6 байтів, де молодший байт передається першим. Останній байт містить циклічний надлишковий код (CRC), який розраховується за спеціальним алгоритмом на основі перших семи байт. Це дозволяє швидко перевірити коректність переданої інформації: якщо CRC, обчислений ведучим пристроєм на основі перших 7 байт, збігається з отриманим від iButton, дані були зчитані правильно. Завдяки цьому методу iButton не вимагає стабільного електричного контакту з пристроєм, що зчитує.

Варто додати, що не дивлячись на наявність джерела живлення в більш актуальних моделях iButton, при практичному застосуванні технології 1-Wire зазвичай використовується можливість паразитного живлення. Паразитне живлення це метод, при якому для живлення електронних пристроїв використовуються лінії інформаційних сигналів. У деяких системах це є стандартним механізмом забезпечення енергією підключених пристроїв. Паразитне живлення може бути випадковим, виникаючи внаслідок помилок у проектуванні чи при недостатній уважності. Це зазвичай відбувається, коли на

входи інтегральних схем подаються сигнали за відсутності живлення. У таких випадках схема може отримувати енергію через вбудовані захисні діоди, що може призвести до підвищеного енергоспоживання в режимі очікування і навіть пошкодження мікросхеми, якщо перевищується допустимий струм захисних діодів. Системи, що використовують паразитне живлення, вимагають застосування конденсатора для збереження енергії та діоду для запобігання небажаному розряду від лінії даних. Після того, як конденсатор досягне нормального робочого рівня, можуть спостерігатися невеликі провали та зростання напруги через імпульси перезаряду, викликаних зміною сигналу на лінії даних 1-Wire. Ємність енергозберігаючого конденсатора iButton становить приблизно 800 пФ і стає видимою протягом нетривалого часу при підключенні iButton до пристрою зчитування. Після зарядки конденсатора на шині даних залишається видимою лише невелика частина його ємності, що відповідає необхідній для повної підзарядки. Повна постійна часу для зарядки конденсатора визначається самим конденсатором, внутрішнім опором близько 1 кОм, опором кабелю та контактів, ємністю кабелю та зовнішнім резистором навантаження. Додаткове падіння напруги на діоді та мінімальна внутрішня робоча напруга кристала забезпечують мінімально можливу напругу на лінії даних 1-Wire.

Ключі iButton докладніше:

- **iButton з унікальним серійним номером.** Ця група включає в себе сімейство DS1990A. Доступні два різновиди по товщині корпусу: DS1990A-F5 з товщиною 5,89 мм та DS1990A-F3 з товщиною 3,1 мм. Схематично DS1990A є найпростішим iButton і має тільки ПЗП з унікальним 48-розрядним номером, кодом сімейства та кодом контролю. Доступ до ПЗП здійснюється через інтерфейсну схему, що підтримує протокол iButton Standard. Мікросхема DS1990A отримує живлення від паразитного джерела, яке складається з випрямлячу та конденсатору. Енергія в це джерело надходить через резистор 5 кОм відкритого колектора порту зчитувача тоді, коли контактна частина зчитувача і iButton стикаються один з одним.

					КБ 01. 10 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

- iButton з енергонезалежною статичною пам'яттю.** Група включає в себе чотири сімейства: DS1992L, DS1993L, DS1995L і DS1996L. Літера «L» у їх найменуванні позначає наявність тривольтової літієвої батареї, яка здатна забезпечувати енергією статичну пам'ять (SRAM) терміном в більш ніж 10 років служби. Для забезпечення комунікаційних процесів, як і в інших iButton, використовується паразитне джерело живлення. У разі розряду батареї користувач зберігає доступ тільки до ПЗП. Як і у всіх iButton, ПЗП у цих сімействах містить унікальний ідентифікаційний номер, код сімейства та код контролю, різниця між сімействами полягає лише у розмірі статичної енергонезалежної пам'яті. Структурно ця пам'ять організована сторінками по 32 байти із системою адресації. Наприклад, DS1992 має 4 такі сторінки, DS1993 – 16 сторінок, DS1995 – 64 сторінки, а DS1996 – 256 сторінок. Вміст сторінок може бути зчитаний будь-яким пристроєм зчитування, що підтримує протокол iButton Standard. Швидкості запису даних та зчитування однакові і становлять 16,3 кБіт на секунду у звичайному режимі. Моделі DS1995 та DS1996 підтримують режим «overdrive» для прискореного обміну даними, що скорочує тривалість циклу ініціалізації та часових вікон для даних приблизно в 10 разів.
- iButton з енергонезалежною одноразово програмованою EPROM-пам'яттю.** Група включає в себе сімейства DS1981U, DS1982U, DS1982, DS1985 та DS1986. Усі сімейства мають стандартний ПЗП, але обсяг пам'яті різний. Пам'ять даних адресується та розділена на сторінки по 32 байти, у DS1981 є 2 сторінки, DS1982 містить 4 сторінки, DS1985 – 64 сторінки, а DS1986 має 256 сторінок. Моделі з маркуванням «U» відрізняються тим, що 12 біт із загального простору унікального номера використовують прошивку 5E7H, тоді як інші 36 біт мають унікальну прошивку. На відміну від сімейств із енергонезалежною статичною пам'яттю, ці пристрої не

					КБ 01. 10 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

використовують літієві батареї. У цьому випадку для зберігання даних використовується одноразово програмована EPROM. Живлення всієї схеми забезпечується виключно від паразитного джерела. Відсутність літієвої батареї дозволяє компанії Dallas Semiconductor випускати ці моделі в корпусах F5 та F3. Для підвищення надійності занесення даних в одноразово програмовану пам'ять електричну схему введені додаткові елементи: генератор контрольної суми, детектор напруги, регістр статусу і 8-бітна блокнотна пам'ять. Очищена EPROM містить попередньо встановлені логічні одиниці. Після того, як біт пам'яті встановлений в логічний нуль, його неможливо змінити в майбутньому, але якщо біт залишився в стані логічної одиниці, він може бути змінений на логічний нуль при повторному програмуванні. Кожна сторінка пам'яті може бути захищена від повторного запису даних шляхом встановлення відповідного біта в регістрі статусу у стан логічного нулю. Регістр статусу може бути програмований лише одноразово, тому повторно відкрити сторінку для запису буде неможливо. Окрім байту захисту пам'яті даних, регістр статусу містить в собі байти переадресації сторінок. Запис у ці байти дозволяє переписати вміст однієї сторінки на іншу, якщо вона відкрита для запису, та доповнити її вміст модифікованими даними.

- **iButton з EEPROM пам'яттю.** Група складається з одного сімейства DS1971, це нове сімейство було представлено у 1997 році і доступне у двох варіантах корпусу: F3 та F5. Окрім стандартного ПЗП, модель DS1971 містить EEPROM-пам'ять, представлену однією сторінкою обсягом в 256 біт. Запис здійснюється через блокнотну пам'ять, також обсягом 256 біт. Після верифікації даних вміст блокнотної пам'яті переноситься в пам'ять даних одним блоком. В наявності є регістр, призначений для внесення службової інформації, званий регістром однократного запису. Дані заносяться до нього через блокнотну

					КБ 01. 10 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пам'ять і, як можна здогадатися з назви, можуть бути записані лише один раз. Після цього регістр стає доступним лише для читання. Виробник обладнання може використовувати регістр однократного запису для внесення важливої інформації як дата випуску, номер партії і т.д. Подія запису в регістр відображається в його стані статус-пам'ять.

- **iButton з енергонезалежними таймером та статичною пам'яттю.**

Група включає в себе єдине сімейство — DS1994L. У мікросхемі пристрою міститься звичайний ПЗП з унікальним ідентифікаційним номером, кодом сімейства і кодом контролю, статична пам'ять в 16 сторінок по 32 байти, кварцовий генератор з частотою 32768 Гц, таймер-календар в двійковому формат, інтервальний таймер і програмовані лічильники циклів ввімкнення-вимкнення. Літієва батарея забезпечує енергонезалежність статичної пам'яті та всіх елементів таймера. Режим роботи таймерної частини DS1994 визначаються двома регістрами: регістром статусу та регістром управління. Календар таймера вимагає попереднього встановлення дати та часу початку відліку, місткість часу календаря становить 136 років. Доступність ресурсів таймеру та сторінок енергонезалежної пам'яті визначаються станом регістру управління.

- **Автономний цифровий термоперетворювач у корпусі iButton.**

Представлений однією моделлю DS1920. У середині стандартного корпусу iButton знаходиться мікросхема, яка виконує повний цикл перетворення температури навколишнього середовища у 9-розрядний цифровий код. У ролі датчика температури виступає термістор, також розміщений у корпусі DS1920. Процес перетворення ініціюється при контакті DS1920 із зондом, при цьому живлення надходить від порту зонда. Так як мікросхема пристрою характеризується підвищеним струмом споживання в момент перетворення, замість вихідного колектора з навантажувальним резистором 5 кОм рекомендується

					КБ 01. 10 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

використовувати "сильно відкритий колектор". У цьому разі резистор замінюється польовим транзистором, який забезпечує краще протікання струму за рахунок меншого опору. DS1920 вимірює температуру в діапазоні від -55°C до +100°C, час перетворення 0,2 секунди. У разі перевищення встановлених порогів температури, спеціальними тригерами, значення яких записуються в пам'ять EEPROM, повідомляють про перевищення порогів.

Як зазначено вище, з iButton можна використовувати електронний замок призначений для встановлення в квартирах та під'їздах житлових будинків, він також підходить для входних дверей офісів із обмеженим колом осіб, які мають до нього доступ.

Переваги електронних замків:

- Майже миттєве та зручне відчинення дверей простим прикладенням металевої таблетки – ключу;
- Підвищений рівень безпеки завдяки відсутності замкової свердловини або клавіатури в деяких моделях, що усуває ризик пошкодження та унеможлиблює підбір ключів;
- Проста процедура заміни або додавання ключу, оскільки вони записуються в пам'ять електронного замка і легко видаляються;
- При втраті одного ключа немає необхідності в придбанні нового замка, достатньо стерти пам'ять замку та повторно додати нові ключі;
- Можливість реєстрації великої кількості користувачів (декілька сотень).

Недоліком, властивим електронним замкам, є необхідність резервного живлення для забезпечення його роботи. Це потрібно для надання постійної можливості відчинити двері у разі збою основного енергоживлення від мережі. Для роботи із базовим замком використовуються чашка зчитувального пристрою і кнопка відчинення дверей, встановлена всередині приміщення, натискання цієї кнопки забезпечує відкриття дверей так само, як і при використанні ключа. Програмування замку виконується з використанням перемички, звукового

					КБ 01. 10 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

сигналізатора, двох діодів та спеціального майстер-ключа. Майстер-ключ необхідний для доступу до функції програмування замка, і також може бути звичайним ключем, якщо додати його до пам'яті електронного замка. Принцип роботи замку простий: коли користувач прикладає ключ до чашки зчитуючого пристрою, мікропроцесор зчитує код ключу і перевіряє його наявність у своїй пам'яті. Якщо такий код занесений до пам'яті, мікропроцесор встановлює логічний рівень 0 на виході порту, що включає соленоїд замку та здійснює відмикання дверей. Застосування Data Logger розширює можливості автономного електронного замку. Окрім внесення списку доступу, він дозволяє значно підвищити гнучкість керування доступом шляхом введення часових зон, при умові що в замку передбачений електронний годинник, а також встановити різні повноваження доступу для кожного ключу протягом визначеної частини доби. Наприклад, можна розбити добу на п'ять зон, де для кожного ключа діятимуть унікальні правила доступу: повна заборона проходу, вільний прохід для всіх, доступ за ключем, доступ за ключем і введенні коду з клавіатури, прохід при послідовному пред'явленні двох ключів. Також передбачена можливість ведення журналу проходів у замку, де відображаються список пред'явлених ключів і час їх використання.

1.2 Дослідження апаратно-обчислювальної платформи Arduino. Розробка системи контролю та управління доступом до будинку

Arduino – це торгова марка, яка включає в себе офіційні плати і програмне забезпечення. Arduino являє собою платформу для розробки електронних пристроїв, в основному прототипів і макетів, яка складається як з апаратної частини (плати), так і з програмного забезпечення (середовище розробки). Сімейство Arduino є набором моделей налагоджувальних плат. Налагоджувальні плати є друкованими платами, на яких встановлений мікроконтролер – пристрій, який необхідно програмувати. У початкових моделях Arduino використовуються мікроконтролери AVR (наприклад, UNO, Nano, Mega, Leonardo), тоді як у сучасних версіях використовуються потужніші ARM Cortex для більш складних проектів. Arduino є платформою з відкритим вихідним кодом, що призводить до

					КБ 01. 10 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

постійного розширення модельного ряду за рахунок неофіційних плат від інших виробників, які сумісні з Arduino. Такі плати сумісні з офіційною програмою Arduino IDE, використовують ту саму мову програмування, той самий набір команд і можуть використовувати ті самі бібліотеки. Прикладами таких плат є Teensy, плати на базі мікроконтролерів esp32 та esp8266 (такі як Wemos та NodeMCU), а також різні китайські клоновані плати тощо. Вигляд плати Arduino Uno представлений на рис. 1.4.

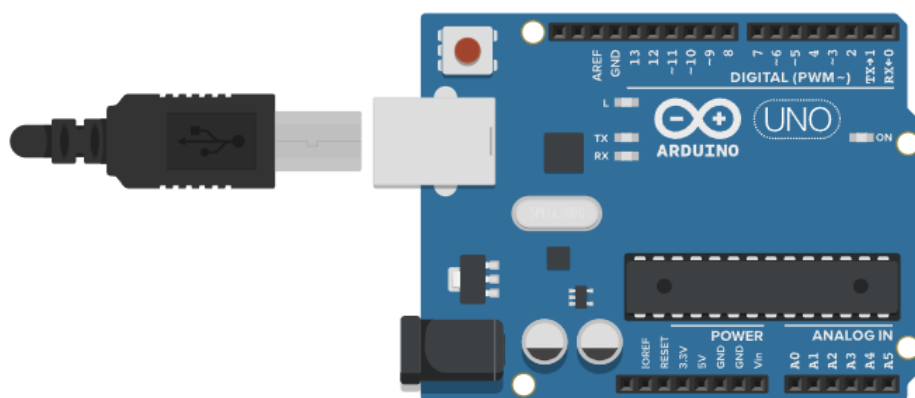


Рисунок 1.4. Вигляд плати Arduino Uno

Етапи зборки електронних пристроїв на базі мікроконтролерів:

1. Підготовка друкованої плати;
2. Забезпечення тактування мікроконтролеру шляхом підключення генератору тактової частоти;
3. Підключення фільтрів живлення, кнопки перезавантаження, резисторів та інших компонентів;
4. Забезпечення стабільного живлення схеми;
5. Налаштування мікроконтролеру за допомогою програматора;
6. Завантаження прошивки за допомогою програматора.

Складність виконання етапів зборки електронних пристроїв на базі мікроконтролерів змусила команду Arduino зробити ці кроки простіше, об'єднавши їх на одній платі: вони надають попередньо налаштований

мікроконтролер і всі необхідні компоненти для його роботи, включаючи стабілізатор напруги і програматор, розташований на платі, що дозволяє швидко завантажувати прошивку шляхом підключення USB кабелю. «Ніжки» мікроконтролеру виведені на рейку з пінами із стандартним кроком 2.54 мм, що забезпечує можливість роботи з платою на макетній платі та швидке підключення до неї необхідних компонентів.

Основні компоненти Arduino:

1. Штирьові роз'єми. Ці роз'єми забезпечують можливість підключення мікроконтролера до інших плат і компонентів пристрою. Вони також забезпечують можливість приєднання до пристрою додаткової дочірньої плати, яка називається «щитом», або «шилдом».
2. Цифрові роз'єми. Однопозиційні роз'єми вводу-виводу, які можна налаштувати на увімкнення або вимкнення. Більшість плат мають 14 цифрових контактів.
3. Аналогові роз'єми. Багатопозиційні роз'єми, які здатні зчитувати певний діапазон значень. Зазвичай їх 6.
4. Заземлення. Три заземлюючі штирі із позначенням «GND».
5. Живлення. Чотири 5-вольтові та п'ять 3-вольтових штирів подають сигнали живлення на пристрої.
6. Широтно-імпульсна модуляція (ШИМ). Деякі з цифрових контактів використовуються як роз'єми ШИМ. Вони здатні виконувати функцію імітації аналогових вихідних сигналів.
7. Analog Reference (AREF). Контакти, які можуть використовуватись для регулювання зовнішніх напруг.
8. Роз'єм живлення. Цей роз'єм забезпечує живлення пристрою та забезпечує низьковольтне живлення світлодіодів, датчиків та інших компонентів. Роз'єм можна використовувати як з адаптером змінного струму, так і з невеликою батареєю.
9. Головний процесор. Центральний процесор мікроконтролеру є основним компонентом платформи Arduino. Він відповідає за

					КБ 01. 10 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

виконання команд та прийняття рішень, базуючись на різних вхідних даних та програмах, що запуснені на пристрої. Модель мікросхеми може відрізнятися в залежності від версії Arduino.

10.Роз'єм для послідовного з'єднання. Більшість плат Arduino мають стандартний USB-порт, який можна використовувати для підключення мікроконтролера до комп'ютера та завантаження нових програм. Деякі з плат також можуть використовуватися для живлення через порт USB.

11.Кнопка скидання. На платах Arduino присутня кнопка перезавантаження. При натисканні цієї кнопки активується контакт скидання, що дозволяє перезапустити поточний код. Це особливо корисно у разі потреби проведення тестування якщо код програми не містить функції перезапуску.

12.Світлодіодний індикатор живлення. Деякі мікроконтролери Arduino оснащені індикатором живлення, який використовує світлодіоди, що сигналізує про увімкнення пристрою. Зазвичай, цей світлодіод запалюється при підключенні пристрою до джерела живлення. Відсутність свічення індикатору може свідчити про виникнення проблем у роботі пристрою.

13.Світлодіодні індикатори передачі та прийому сигналу. Ці світлодіоди відображають активність послідовного зв'язку, надаючи візуальні сигнали про передачу та прийом даних пристроєм.

14.Регулятор напруги. Цей компонент керує рівнем напруги, яка проходить через плату.

Зазначені запчастини постачаються зі всіма мікроконтролерами Arduino, однак це лише частина електронних компонентів, доступних для використання з цією платформою. Плати Arduino відповідають стандартам IEEE та ISO, що дозволяє впроваджувати широкий спектр компонентів у проект. У зв'язку з цим більшість постачальників Arduino також пропонують різноманітні датчики та додаткові плати, необхідні для повноцінної реалізації проектів. Використовуючи

					КБ 01. 10 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

невелику кількість коду створюється можливість взаємодії з рядом датчиків: датчиками вимірювання світла, температури, ступені вигину, тиску, близькості, прискорення, окису вуглецю, радіоактивності, вологості, барометричного тиску тощо. Також доступні безпайкові макетні плати, які дозволяють створювати прототипи пристроїв та експериментувати з різними схемами та макетами, не виконуючи постійної пайки компонентів на плату. Безпайкова макетна плата не має власного джерела живлення, відповідно, для її живлення через основну плату потрібні дроти-перемички. Також для роботи можна придбати щити Arduino. Ці додаткові плати монтуються зверху основної плати Arduino і розширюють її функціональність, наприклад, вони надають можливість керування двигунами, підключення до інтернету, мобільних та стільникових мереж тощо.

Для програмування мікроконтролера виконується розробка прошивки, її компіляція та завантаження у мікроконтролер. Для цього Arduino надає власне інтегроване середовище розробки, відоме як **Arduino IDE (Integrated Development Environment)**. Воно являє собою інструментальний засіб, який складається з текстового редактору із вбудованим функціоналом для компіляції та завантаження коду. Крім того, в середовищі розробки наявний менеджер бібліотек із підтримкою неофіційних плат. В Arduino IDE представлені близько 5000 таких бібліотек, що охоплюють широкий спектр Arduino-модулів і мікросхем. Більш того, в цьому наборі передбачені різноманітні алгоритми обробки даних та інші корисні функції. Однією з бібліотек є «мова» Arduino, яка базується на мові програмування C++, всі Arduino-сумісні плати мають однаковий набір функцій, тому проект можна практично без змін перенести з однієї плати на іншу. Таким чином, весь процес прошивки полегшується до одного натискання кнопки «Завантажити», не вимагаючи складних налаштувань та маніпуляцій. Arduino IDE автоматично підключає до коду бібліотеку Arduino.h, яка містить базовий набір функцій для роботи з мікроконтролером, а також деякі константи та математичні функції. Додатково в Arduino IDE доступні вбудовані бібліотеки для роботи з інтерфейсами зв'язку та пам'яттю, набір стандартних бібліотек для LCD дисплею, крокового мотору, сервоприводу та

					КБ 01. 10 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

інших приладів. Разом з компілятором представлений набір низькорівневих бібліотек для AVR. Робота з мікроконтролером безпосередньо за допомогою регістрів. Передбачена можливість написання коду на мові асемблера, контролюючи кожен такт мікроконтролеру. Комбінація простоти та зручності в процесі розробки, а також широкий вибір плат, працюючих з різними мікроконтролерами із багатим набором бібліотек для виконання різноманітних задач призвели до того що Arduino стала найбільш доступною та зручною платформою для навчання робототехніки і створення прототипів електронних пристроїв. Зазначені вище особливості пристроїв, що розглядаються, грають ключову роль при виборі використовуваних в проекті технологій.

Для виконання проектування необхідно провести ретельний аналіз наявних засобів розробки. Програма-емулятор – це програмне забезпечення, яке надає можливість відтворювати функціональність реального апаратного обладнання на комп'ютері чи іншому пристрої, що дозволяє проводити тестування апаратного і програмного забезпечення в умовах, що схожі на реальні, без фізичної наявності цього обладнання. Існує цілий перелік готових програм-емуляторів Arduino, деякі з яких встановлюються безпосередньо на комп'ютер, проте це не обов'язковий крок оскільки доступ до інших аналогічних програм можна отримати у мережі «Інтернет». Наприклад, онлайн-платформа «Wokwi» надає повний доступ до функціоналу Arduino, відповідно, передбачена можливість розробки власного коду і завантаження прошивки, виконання з'єднань необхідних компонентів тощо. Аналогічну функцію виконує безкоштовна програма Tinkercad. Для більш досвідчених фахівців рекомендується використовувати середовище Proteus, яке надає збільшений функціонал, порівнюючи з онлайн-аналогами, із можливістю встановлення бібліотек для імітації більш широкого обсягу різноманітних пристроїв. Наявність таких засобів розробки значно спрощує задачу проектування пристрою, дозволяючи швидко і зручно вносити всі необхідні корективи, однак в онлайн-емуляторах набір електронних компонентів обмежений, наприклад, в даному випадку емулятори не підтримують можливість працювати з технологією iButton, оскільки в них відсутні деякі необхідні компоненти, в

					КБ 01. 10 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

результаті чого для реалізації проекту необхідно придбати реальні апаратні частини.

Після визначення середовища розробки наступним кроком у проектуванні стає створення алгоритму пристрою та визначення необхідних компонентів, що будуть задіяні для його реалізації. Блок-схема алгоритму роботи програми для цього пристрою представлена на рис. 1.5.

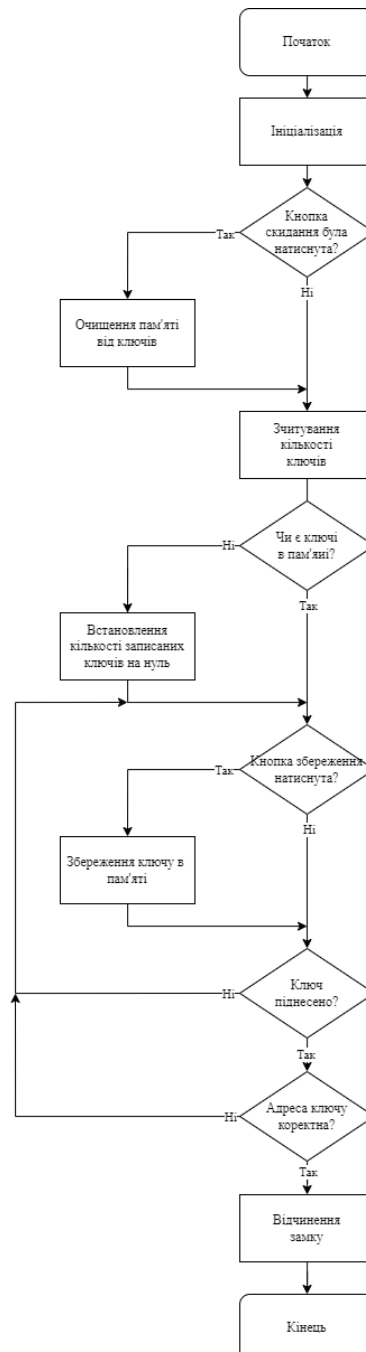


Рисунок 1.5. Блок-схема алгоритму роботи програми

Алгоритм роботи СКУД має наступний вигляд: для початку роботи необхідно увімкнути режим запису ключів та записати в енергонезалежну пам'ять коди

ключів, за допомогою яких буде відкриватися замок. Коди ключів записуватимуться в пам'ять шляхом піднесення електронного ключу до спеціального зчитувача, після чого вони перевірятимуться та замок відчинятиметься. Для запису додаткових ключів необхідно повторно увімкнути режим запису та піднести новий ключ. У разі спроби записати вже існуючий ключ, станеться помилка. У разі необхідності перезапису всіх ключів має бути передбачений режим стирання інформації про їх коди з енергонезалежної пам'яті із ввімкненням режиму запису.

Основою апаратної частини системи є плата. Як було зазначено, сімейство Arduino налічує широкий вибір плат, кожна з яких має власні характеристики, які визначають зручність і доцільність їх використання при розробці електронних пристроїв на їх основі. В модельному ряді виділяють 4 класичні плати: Uno, Nano, Mega, Due. Розглянемо їх детальніше. **Arduino Uno** – це безсумнівно, найпопулярніша з плат у сімействі Arduino. Вона побудована на основі мікроконтролера ATmega328P. Її виняткова популярність пояснюється невисокою ціною, легкістю освоєння та широким набором різноманітних додаткових модулів, які розширюють її функціонал. Дана плата містить 14 цифрових контактів вводу/виводу, 6 з яких здатні проводити формування ШІМ-сигналів, 6 аналогових контактів та основні комунікаційні інтерфейси, такі як SPI, I2C та UART. **Arduino Nano** – це зменшена версія плати Arduino Uno, яка має дещо меншу функціональність, у порівнянні з Arduino Uno. Основними відмінностями плати Arduino Nano від Arduino Uno є відсутність роз'єму постійного струму, використання порту Mini USB замість USB-B і використання іншого чіпа для перетворювача USB-TTL. **Arduino Mega** – це найбільша з перелічених плат Arduino. Вона була спроектована для використання в проектах, що потребують великої кількості контактів вводу/виводу, та оснащена потужнішим мікроконтролером ATmega2560. Дана плата містить 54 контакти вводу/виводу, 15 з яких можуть бути використані для формування ШІМ-сигналів, 16 аналогових контактів та 4 послідовних портів (UART). **Arduino Due** – це

					КБ 01. 10 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

покращена версія Arduino Mega у тому самому форм-факторі, що містить потужніший 32-бітовий ARM мікроконтролер.

Використання плат Arduino Mega та Arduino Due не розглядається, оскільки дані плати мають набагато більше вбудованих портів вводу-виводу, більший обсяг пам'яті, потужніші процесори тощо. Для типового електронного замка представлені додаткові можливості занадто великі, що безсумнівно призводить до підвищення вартості проекту при відсутності будь-якої реальної користі. Крім того, Arduino Mega та Arduino Due мають збільшені фізичні розміри та споживають більшу кількість енергії. Для багатьох проектів, особливо для тих, що потребують компактності або працюють на батарейному живленні, це може бути вагомим недоліком. В ході дослідження виявлено що Arduino Nano має дещо менші розміри, вартість та функціонал, порівнюючи з Arduino Uno, в даному випадку відомо що проблема надмірної обмеженості використовуваного простору відсутня. Загалом, застосування Arduino Nano може бути кращим рішенням у випадках масового виробництва електронних замків без подальшого втручання користувачів у схему пристрою, з метою економії ресурсів та необхідного для розташування СКУД місця. Однак, у разі власного використання, плата Arduino Uno, на відміну від Arduino Nano, надає збільшений функціонал та можливість удосконалення структури проекту з виконанням більш гнучких налаштувань, за необхідності, шляхом додавання нових функцій із використанням датчиків та інших пристроїв. Крім того, деяким користувачам зручніше працювати із платами більш великих розмірів, особливо в тому разі якщо людина має поганий зір, деякі інші хвороби або невеликий досвід у роботі з подібними пристроями. Таким чином, у своєму проекті для наочності та зручності самим оптимальним рішенням стає використання плати Arduino Uno. З метою якісного планування подальшої роботи з реалізації пристрою, важливо розглянути детальніші характеристики плати, на основі якої буде побудовано проект. В даному випадку, найбільш важливими характеристиками є напруга живлення, так як це визначає кількість витраченої на підтримання роботи пристрою електроенергії, та кількість пам'яті, в якій буде зберігатися інформація

					КБ 01. 10 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

про електронні ключі, оскільки це визначає максимальну кількість користувачів, які матимуть доступ до об'єкту. Детальні характеристики даної плати представлені на табл. 1.1.

Таблиця 1.1. Характеристики плати Arduino Uno

Мікроконтролер	ATmega328
Робоча напруга	5В
Рекомендована напруга живлення	7-12В
Гранична напруга живлення	6-20В
Цифрові входи/виходи	14 (6 з яких можуть використовуватися як ШІМ-виходи)
Аналогові входи	6
Максимальний струм одного виводу	40 мА
Максимальний вихідний струм виводу 3.3V	50 мА
Flash-пам'ять	32 КБ
SRAM	2 КБ
EEPROM	1 КБ
Тактова частота	16 МГц

В платі Arduino Uno передбачені способи отримання живлення через USB кабель або від зовнішнього джерела. У якості зовнішнього джерела живлення може використовуватися мережний AC/DC-адаптер або акумулятор чи батарея. Штекер адаптера необхідно вставити у відповідний роз'єм живлення на платі. При створенні проекту живлення виконується за допомогою USB кабелю, оскільки це дозволяє швидко прошити пристрій. У разі живлення від акумулятора чи батареї, її дроти необхідно підключити до виводів «GND» та «VIN» роз'єму «POWER».

Виводи живлення, розташовані на платі:

1. VIN. Напруга, що надходить безпосередньо від зовнішнього джерела живлення. Через цей вивід можна подавати як зовнішнє живлення, так і споживати струм, у разі якщо пристрій живиться від зовнішнього адаптера.

2. 5V. На вивід надходить напруга 5В від стабілізатора напруги на платі, незалежно від того, як живиться пристрій. Подавати живлення на пристрій через виводи 5V або 3V3 не рекомендується, оскільки в цьому випадку не використовується стабілізатор напруги, що може призвести до виходу плати з ладу.
3. 3V3. 3.3В, що надходять від стабілізатора напруги на платі. Максимальний струм, який споживається від цього виводу, становить 50 мА.
4. GND. Заземлення.
5. IOREF. Цей вивід надає платам розширення інформацію про робочу напругу мікроконтролера Arduino. Залежно від напруги, зчитаної з IOREF, плата розширення може переключитися на відповідне джерело живлення або задіяти перетворювачі рівнів, що дозволить їй працювати як з 5В, так і з 3.3В-пристроями.

Для захисту USB-порту комп'ютера від коротких замикань і перевантажень передбачені спеціальні запобіжники, які забезпечують додатковий рівень захисту, не дивлячись на те що більшість комп'ютерів вже мають власний захист. Якщо від USB-порту споживається струм більший за 500 мА, запобіжник автоматично розірве з'єднання до усунення причин короткого замикання або перезавантаження.

Програмування плати здійснюється за допомогою програмного забезпечення Arduino. Мікроконтролер Arduino Uno випускається з прошитим завантажувачем, що дозволяє завантажувати в нього нові програми без необхідності використання зовнішнього програматора. Взаємодія з ним здійснюється за оригінальним протоколом STK500. Також мікроконтролер можна прошити через роз'єм для внутрішньосхемного програмування ICSP (In-Circuit Serial Programming).

Для імітації механізму замку буде використовуватись сервопривод. **Сервопривод** – це пристрій з електромотором, який здатний обертати механічний привід на певний кут з певною швидкістю або певним зусиллям.

Найбільш поширені сервоприводи які здатні утримувати заданий кут, а також ті, що підтримують задану швидкість обертання. Вигляд сервоприводу та його схематичне зображення представлені на рис. 1.6.

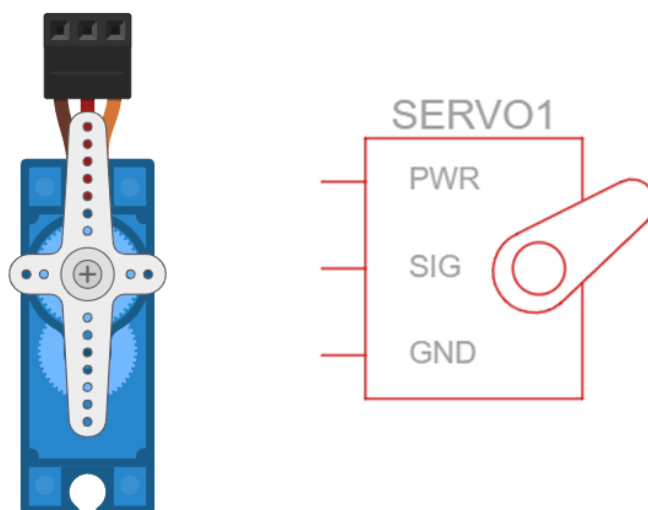


Рисунок 1.6. Вигляд та схематичне зображення сервоприводу

Сервоприводи зазвичай мають обмежений кут обертання в 180 градусів, але існують і сервоприводи з необмеженим кутом повороту осі, які називаються сервоприводами постійного обертання. Сервоприводи складаються з кількох частин – електромотору з редуктором. Найчастіше швидкість обертання мотору виявляється занадто високою для практичного застосування. Для зниження швидкості використовується редуктор – механізм з шестерень, що передає і перетворює крутний момент. Шляхом увімкнення та вимкнення електромотору можна здійснювати обертання вихідного валу – це кінцева шестерня сервоприводу, до якої можна приєднати різні механізми, такі як важелі у формі кола, хрестовини або перекладинки, для передачі обертального руху на робочий орган. Для контролю над положенням використовується датчик зворотного зв'язку – енкодер, який трансформує кут повороту в електричний сигнал. Часто для цієї мети застосовується потенціометр. При обертанні бігунку потенціометра його опір змінюється пропорційно до кута повороту, що дозволяє визначити поточне положення механізму.

Крім електромотора, редуктора і потенціометра, всередині сервоприводу є електроніка, яка здійснює прийом зовнішнього параметра, зчитування значень з

потенціометра, їх порівняння, а також керування увімкнення та вимкнення мотора. Ця електроніка відповідає за підтримку негативного зворотного зв'язку. До сервоприводу підключаються три дроти. Два з них призначені для живлення мотора і заземлення, а третій передає керуючий сигнал, який використовується для встановлення положення пристрою. Існують два типи сервоприводів: аналогові та цифрові. Вони відрізняються лише внутрішньою керуючою електронікою. В аналоговому сервоприводі зазвичай використовується спеціальна мікросхема, тоді як у цифровому сервоприводі на його платі встановлюється мікропроцесор, який приймає імпульси, аналізує їх та керує мотором на основі отриманих даних. Таким чином, відмінності між ними полягають у способі обробки імпульсів та керуванні мотором.

Шестерні для сервоприводів виготовляються з різних матеріалів: пластику, карбону та металу. Пластикові шестерні, найчастіше виготовлені з нейлону, відрізняються легкістю, стійкістю до зношування і набули широке поширення у сервоприводах. Вони не витримують високі навантаження, однак їх використання є найкращим вибором якщо передбачається виникнення невеликих навантажень. Карбонові шестерні мають високу довговічність, практично не зношуються і значно міцніші за нейлонові. Однак їхній основний недолік – висока вартість. Металеві шестерні є найважчими та здатні витримувати максимальні навантаження. Однак, вони швидко зношуються, вимагаючи постійної заміни. Шестерні з титану виділяються серед металевих варіантів як за технічними характеристиками, так і вартістю.

Існують три типи моторів для сервоприводів: мотор із сердечником, мотор без сердечника та безколекторний мотор. Мотор із сердечником має щільний залізний ротор із дріткою обмоткою та магнітами навколо нього. Ротор складається з декількох секцій і при обертанні мотору ротор викликає невеликі коливання при проходженні секцій повз магнітів, що призводить до вібрацій і зниження точності роботи сервоприводу в порівнянні з мотором без сердечника. Мотор з порожнім ротором легший і не має секцій, що забезпечує швидший відгук і плавну роботу без вібрацій. Хоча такі мотори дорожчі, вони

					КБ 01. 10 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

забезпечують більш високий рівень контролю, обертаючого моменту і швидкості в порівнянні з стандартними. Сервоприводи з безколекторним двигуном з'явилися нещодавно. Безколекторні мотори характеризуються більш високою швидкістю і обертаючим моментом при тому ж рівні споживаного струму. Хоча сервоприводи з безколекторним мотором є найдорожчими, вони мають кращі характеристики порівняно з іншими сервоприводами.

Багато сервоприводів можуть бути підключені до Arduino безпосередньо. Для цього від них йде шлейф із трьох дрітків: червоний – живлення, підключається до контакту 3.3/5V або безпосередньо до джерела живлення. Коричневий або чорний – заземлення, жовтий або білий – сигнал, підключається до цифрового виходу Arduino. Звичайний сервопривод під час роботи споживає понад 100 мА, при цьому Arduino здатне видавати до 500 мА. Тому, якщо у проекті необхідно використовувати потужний сервопривод, варто замислитися про виділення його в контур із додатковим живленням.

Програмне керування сервоприводами здійснюється за допомогою безкоштовної бібліотеки Servo, доступною для завантаження безпосередньо в Arduino IDE. **Керування сервомотором здійснюється такими функціями:**

- `attach()` – приєднує об'єкт до конкретного виводу плати. Можливі два варіанти синтаксису для цієї функції: `servo.attach(pin)` та `servo.attach(pin, min, max)`. При цьому `pin` – номер піна, до якого приєднують сервопривод, `min` і `max` – довжини імпульсів в мікросекундах, що відповідають за кути повороту 0° і 180° . За замовчуванням виставляються рівними 544 мкс та 2400 мкс відповідно;
- `write()` – подає команду сервоприводу прийняти певне значення параметра. Синтаксис: `servo.write(angle)`, де `angle` – кут, на який має повернутися сервопривід;
- `writeMicroseconds()` — дає команду надіслати на сервопривід імпульс певної довжини. Синтаксис: `servo.writeMicroseconds(uS)`, де `uS` – довжина імпульсу в мікросекундах;

					КБ 01. 10 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- `read()` – зчитує поточне значення кута, в якому знаходиться сервопривід. Синтаксис: `servo.read()`, повертається ціле значення від 0 до 180;
- `attached()` — перевірка, чи був об'єкт приєднаний до конкретного піна. Синтаксис: `servo.attached()`, повертається логічна істина, якщо об'єкт був приєднаний до якогось піну, або хіба у протилежному випадку;
- `detach()` — виконує дію, зворотну дії `attach()`, тобто від'єднує об'єкт від піна, до якого був приписаний. Синтаксис: `servo.detach()`.

Для реалізації функції запису та стирання ключів в проєкті можна використовувати кнопку, яка буде вмикати відповідні режими. **Кнопка** – це елементарний електронний пристрій, який виконує роль з'єднання та роз'єднання контактів. Кнопка за своєю конструкцією складається як мінімум із двох контактів, які при натисканні замикаються (кнопка починає пропускати електричний струм) або розмикаються (кнопка перестає пропускати електричний струм). Коли зовнішня дія припиняється, кнопка, як правило, повертається у вихідний стан завдяки вбудованій пружині. Сфера застосування кнопок дуже широка, в контексті даного проєкту кнопки дозволяють керувати виконанням програми на мікроконтролері.

Розрізняють наступні види кнопок:

- Тактові кнопки (тактильні перемикачі). У стандартних тактових кнопках «ніжки» з'єднані вздовж корпусу. Вони зазвичай мають три контакти: загальний (COM), нормально відкритий (NO) та нормально закритий (NC). При відпущеній кнопці ланцюг замкнутий між COM і NC, а при натисканні – між COM і NO.
- Кнопки з фіксацією. Кнопки даного типу залишаються натиснутими після того, як їх відпустити.
- Кнопки без фіксації. Кнопки даного типу повертаються у вихідне положення після того, як їх відпустити.

- Нормально розімкнені та нормально замкнуті. Розімкнені кнопки замикають контакти при натисканні. Нормально замкнуті кнопки розмикають контакти при натисканні.
- Механічно плаваючі. Замикання контакту відбувається поступово, зростає зі збільшенням тиску. Після натискання кнопка плавно повертається у вихідне положення;

Зовнішній вигляд звичайної кнопки та її схематичне зображення представлені на рис. 1.7.

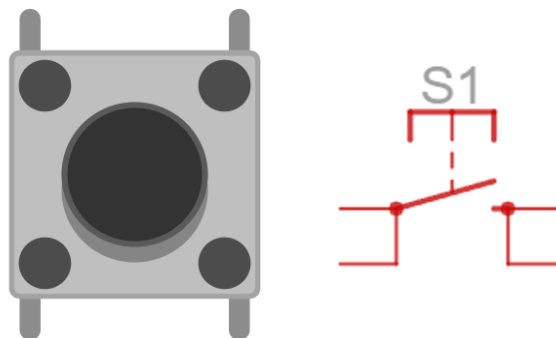


Рисунок 1.7. Зовнішній вигляд та схематичне зображення кнопки

Після підключення кнопки на виводі мікроконтролера можуть утворюватись небажані сигнали, виникнення яких обумовлено впливом оточуючих електромагнітних полів, що може призвести до непередбачуваної поведінки виводу мікроконтролера, в результаті чого може фіксуватися спрацювання кнопки при відсутності факту натискання. Наприклад, ми плануємо відстежувати натискання кнопки, для чого підключили лінію +5В через резистор та кнопку до цифрового виводу Arduino. Передбачається, що при натисканні кнопки струм проходить через неї, і Arduino фіксуватиме сигнал високого рівня на цифровому вході, і, відповідно, коли контакт буде розімкнений, ми очікуємо отримати сигнал низького рівня. Після виконання перелічених дій можна побачити, що при натисканні кнопки дійсно фіксується значення одиниці, що відповідає сигналу високого рівня, але якщо розімкнути ланцюг, виявляється що одиниці не зникають і виводяться разом з нулем, що є не допустимим. Для вирішення цієї проблеми використовується підтяжка (PULL) піна, яка полягає у

підключенні резистора до землі (PULL DOWN) або живлення (PULL UP) мікроконтролера. **Резистор** – це пасивний електронний компонент, що чинить опір електричному струму. Він використовується для регулювання струму в електричних ланцюгах, зниження напруги, розподілу потужності та захисту інших компонентів. Резистори є основними компонентами в більшості електронних пристроїв та систем, забезпечуючи їх стабільну і безпечну роботу. Резистори бувають постійні, тобто такі, які мають фіксоване значення опору, та змінні (потенціометри), тобто такі, які дозволяють регулювати опір в певному діапазоні. Зовнішній вигляд резисторів та їх схематичне зображення представлені на рис. 1.8.

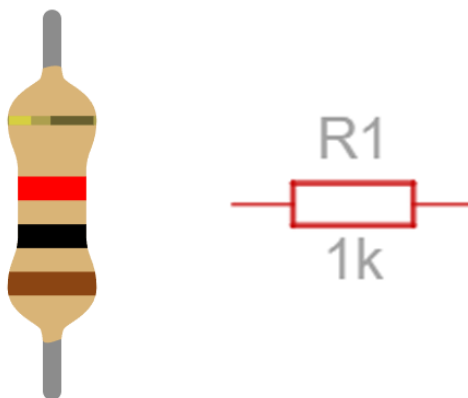


Рисунок 1.8. Зовнішній вигляд та схематичне зображення резисторів

На резистори наноситься колірне маркування у вигляді декількох кольорових смуг, де кожному кольору відповідає певне цифрове значення. Для резисторів з точністю 20% використовується система маркування із трьома смужками. Резистори з точністю 5% та 10% позначаються чотирма смужками. Для більш точних резисторів опір та допуск вказуються п'ятьма чи шістьма кольоровими смужками. Перші дві смужки на резисторі є першими двома знаками номіналу. Якщо на резисторі три або чотири смужки, третя смужка позначає десятковий множник, тобто ступінь десятки, на яку множиться число, що складається з двох цифр, зазначених першими двома смужками. Якщо на резисторі чотири смужки, остання четверта смужка означає точність резистора, тобто процент допустимого відхилення опору від зазначеної величини. Якщо смужок п'ять, третя означає

третьої знак номіналу опору, четверта – десятковий множник, а п'ята – точність. Шоста смужка, за наявності, вказує температурний коефіцієнт опору. Якщо ця смужка в 1,5 рази ширша за інші, вона позначає надійність резистора, тобто відсоток відмов на 1000 годин роботи. В окремих випадках зустрічаються резистори з 5 кольоровими смугами, але стандартною (5 або 10%) точністю. У цьому разі перші дві смуги задають перші знаки номіналу, третя – множник, четверта – точність, а п'ята – температурний коефіцієнт.

Підтяжка здійснюється у напрямку, протилежному очікуваному сигналу, відповідно якщо потрібно запобігти появі високих сигналів, підтяжка здійснюється до землі, а якщо необхідно нейтралізувати сигнал землі – підтяжка здійснюється до живлення. Функцію підтяжки може виконувати резистор, який називають «підтягуючим». При використанні цього методу, для коректної роботи пристрою важливо визначити який має бути опір використововуваного резистору. В більшості випадків опір резистору обирається в діапазоні 5-50 кОм. Підтягуючий резистор може бути сильним або слабким. Сильний підтягуючий резистор характеризується нижчим опором, що призводить до протікання вищого струму через нього і більш сильного підтягування сигналу. Слабкий підтягуючий резистор, відповідно, характеризується більш високим опором, що призводить до слабкішого підтягування сигналу. Варто зазначити що багато мікроконтролерів, серед яких є і мікроконтролери Arduino, вже мають вбудовані підтягуючі резистори. Для того щоб виконати підтяжку порту до живлення, використовується функція «pinMode», за допомогою якої до вказаного порту встановлюється режим «INPUT_PULLUP». Використання цієї функції є дуже корисним у разі наявності високої кількості кнопок, однак це може збільшити навантаження на мікроконтролер. Так як в Arduino відсутні резистори, що підтягують до землі, в цьому разі використовується зовнішній резистор. Ще однією проблемою з використанням кнопок є брязкіт контактів, який виникає при натисненні кнопки, коли контакт не замикається одразу. Позбутися цієї проблеми можна як апаратним шляхом, так і програмно: апаратно завдання вирішується за допомогою RC-ланцюга, тобто з використанням резистора і конденсатора.

					КБ 01. 10 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Програмно проблему можна вирішити шляхом використання найпростішого таймеру натискання.

Деякі з цих компонентів будуть розташовані на спеціальній макетній платі. Макетні плати являють собою плати з вертикальними та горизонтальними контактними доріжками, до яких під'єднуються пристрої. Провідник, підключений до одного з рядів, одночасно з'єднується з іншими контактами цього ряду. На одній доріжці можна підключити до 5 елементів, які будуть пов'язані між собою. Дві вертикальні доріжки одного ряду ізолювані одна від одної. Горизонтальні доріжки зазвичай використовують для подачі живлення на компоненти схеми. Зовнішній вигляд макетної плати із схемою з'єднання між отворами представлений на рис. 1.9.

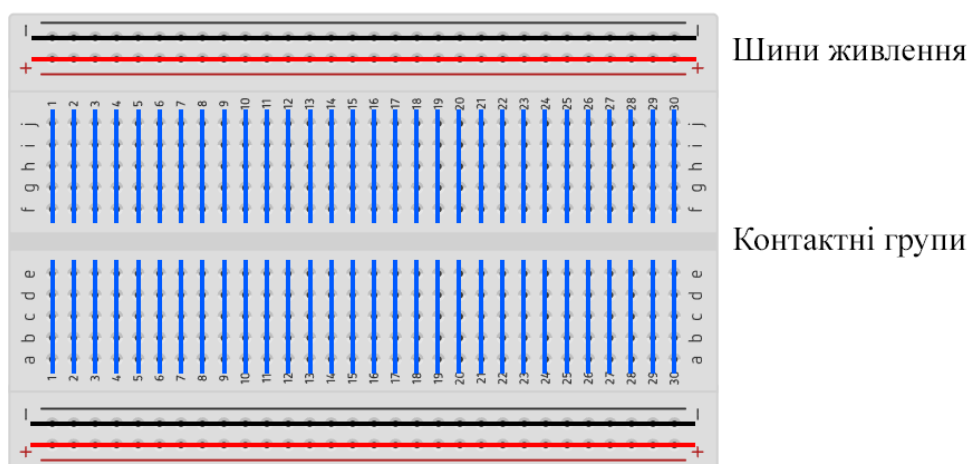


Рисунок 1.9. Зовнішній вигляд макетної плати із схемою з'єднання

Існує 2 основних різновиди макетних плат – пайкові та безпайкові. Підключення компонентів до пайкової плати, виходячи з назви, здійснюється шляхом безпосереднього припаювання компонентів до неї. У разі ж використання безпайкової плати, як вже було зазначено, достатньо виконати просте з'єднання елементів схеми через отвори в пластиковому корпусі. Недоліком такого з'єднання є його низька надійність оскільки контакти погано фіксуються, порівняно з пайковим з'єднанням, та можуть ослаблятися або випадати з отвору. Для більш легкої праці з макетною платою, на неї наносяться позначення доріжок латинськими літерами та цифрами, що дає змогу простіше описувати процес збирання або писати інструкції для підключень. В даному проекті для зручності

з'єднань компонентів використовуватиметься безпайкова макетна плата, однак, за необхідності використання проекту на практиці із реальним замком, доцільніше використовувати пайкове з'єднання.

Після визначення всіх необхідних компонентів схеми, наступним етапом створення пристрою є його безпосередня розробка. Для цього необхідно підготувати програмне середовище розробки Arduino IDE. Arduino IDE розповсюджується безкоштовно і може бути завантажено на офіційному сайті виробника, де представлена як і стабільна остання версія програми, так і експериментальна, яка знаходиться в розробці. Існує можливість завантажити дану програму зі сторонніх сайтів, проте це не рекомендується робити оскільки файл, завантажений із сторонніх сайтів, може нести в собі загрозу і призвести до збоїв в роботі обладнання та інших небажаних наслідків, особливо якщо враховувати що Arduino IDE – безкоштовна програма, доступна на офіційному інтернет-ресурсі. Завантажений з офіційного сайту виробника .exe файл запускається, після чого на екрані комп'ютера з'являється вікно установника, в якому користувачу буде запропоновано обрати шлях встановлення програми та представлена опція вибору завантаження драйверів.

Після успішного встановлення Arduino IDE на комп'ютер необхідно завантажити драйвер CH341 для плати Arduino. Процедура встановлення цього драйверу аналогічна процедурі встановлення середовища розробки Arduino IDE. По завершенню зазначених вище етапів можна запустити Arduino IDE та виконати підключення плати Arduino до USB роз'єму, попередньо оглянувши її на наявність можливих дефектів. Після підключення на платі загоряться 2 діоди: «ON» та «L». Перший з перелічених діодів служить для того щоб сигналізувати про наявність живлення на платі. Другий діод підключений до 13 піну Arduino та за замовчуванням може блимати, так як в платі може бути завантажена стандартна прошивка Blink. Коли плата підключена, у меню програми необхідно натиснути на пункт «Інструменти» і, за необхідності, обрати потрібну модель плати, в даному випадку це Arduino Uno. Після вибору плати потрібно повторно натиснути на пункт «Інструменти» та обрати відповідний COM-порт, до якого

					КБ 01. 10 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

підключена плата. Програмне середовище розробки повністю готове для взаємодії із платою Arduino.

Перед написанням коду, виходячи з кроків, наведених в алгоритмі роботи програми, виконаємо підключення компонентів схеми. Для зручності роботи з розташування необхідних компонентів підключаємо до пінів землі та живлення Arduino безпайкову макетну плату. Схематичне зображення підключення плати представлено на рис. 1.10.

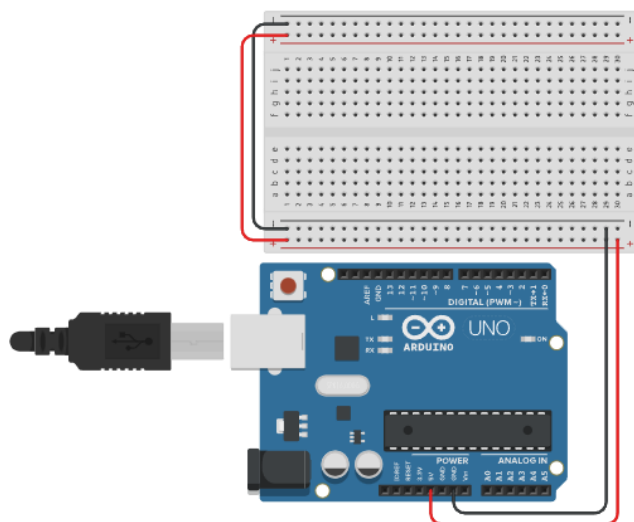


Рисунок 1.10. Схематичне зображення підключення макетної плати

Таким чином ми створили шини живлення та заземлення, які зручно буде використовувати в подальшій роботі. Далі виконується підключення інших компонентів ланцюгу. Підключаємо підтягуючий резистор для шини 1-Wire для забезпечення високого логічного рівня на лінії і стабільного сигналу. Резистор підключається до пину Arduino, на який в коді буде визначений об'єкт 1-Wire, в даному випадку це пін 8. Наступним кроком підключається кнопка для ввімкнення режимів зчитування та стирання ключів. Кнопка під'єднується до шини землі на макетній платі та пину 2 Arduino. Зовнішній підтягуючий резистор не обов'язково підключати до кнопки, оскільки в даному випадку можна застосувати вбудований в Arduino резистор, за допомогою команди «INPUT_PULLUP», заданої в функції «pinMode» в програмному коді. Після підключення кнопки, підключаємо сервомотор до відповідних пінів живлення, землі та до пину 3, який буде використовуватись для керування ним. Вигляд

зібраного пристрою, підготованого до підключення та прошивки, зображений на рис. 1.11.

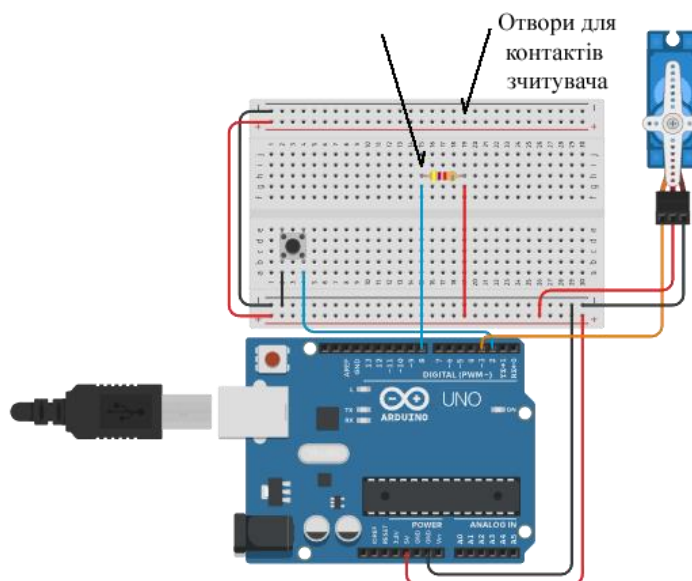


Рисунок 1.11. Вигляд зібраного пристрою

Для зчитування ключів має бути під'єднаний спеціальний зчитувач, однак, в даному випадку, для демонстрації роботи проекту це не є обов'язковим кроком так як в якості зчитувача можна задіяти 2 контакти, що будуть під'єднуватись до електронного ключа. Один з цих контактів під'єднується до землі, а інший – до шини 1-Wire.

Після виконання підключення компонентів необхідно написати програмний код, який буде регулювати роботу пристрою. Для цього необхідно запустити середовище розробки Arduino IDE та створити новий файл проекту, в якому буде написано код. Для роботи з сервомотором та протоколом 1-Wire необхідно завантажити відповідні бібліотеки за допомогою вбудованого в програму установника. Для цього в полі пошуку менеджера бібліотек вводиться назва потрібної бібліотеки. В даному випадку, це бібліотеки «Servo» та «OneWire». Після завантаження бібліотек, необхідно використати їх в проекті за допомогою команди «#include», розташованої в початку коду. Нижче наведено пояснення для коду програми, розташованого в додатках проекту. Після цього оголошуються константи для пінів, об'єкт для роботи з OneWire, об'єкт для керування сервоприводом, масив для адреси ключа та змінна для зберігання кількості

ключів. Коли ввімкнені бібліотеки, для зручності, шляхом написання ключового слову «void», створюються функції, що не повертають значення іншим функціям, в яких вони були викликані. **Дані функції в подальшому будуть використані в коді:**

1. Функція «compareAddresses» порівнює два 8-байтові масиви, повертає true, якщо вони рівні;
2. Функція «showError» виводить повідомлення про помилку та нескінченно блимає світлодіодом;
3. Функція «isKeyStored» перевіряє, чи збережений ключ у EEPROM, повертає true, якщо ключ знайдено;
4. Функція «storeKey» зберігає новий ключ в EEPROM та оновлює лічильник ключів. Якщо ключ вже існує або пам'ять заповнена, викликає попередньо створену функцію showError;
5. Функція «activateServo» керує сервоприводом, відкриваючи двері на 5 секунд;
6. Функція «printKeyAddress» виводить адресу ключа у шістнадцятковому вигляді (HEX).

Наступною функція, що створюється, є функція «void setup», яка використовується для початкового налаштування та ініціалізації: встановлення режимів роботи пінів, налаштування серійного порту тощо. В розробленому для проекту коді ця функція налаштовує піни, ініціалізує сервопривод, перевіряє кнопку скидання для очищення ключів та завантажує кількість збережених ключів із EEPROM. Дана функція виконується один раз при запуску коду. Після функції setup використовується функція "void loop", яка працює циклічно та служить для виконання пошуку, збереження і зчитування електронних ключів. Для більш наочної демонстрації роботи коду, в ньому передбачено вивід повідомлень про виконання дій в монітор порту.

Кінцевим етапом розробки проекту є завантаження прошивки та перевірка працездатності пристрою. В даному випадку завантаження прошивки виконується за допомогою Arduino IDE, після підключення плати Arduino до

роз'єму, вибору її моделі та СОМ-порту, до якого вона підключена, шляхом натискання відповідної кнопки в програмі. Після натискання кнопки, код компілюється та завантажується у пристрій. Тепер, після ввімкнення Arduino, треба натиснути кнопку збереження електронного ключу та піднести його до зчитувача, після чого ключ зчитується, проходить перевірку контрольної суми та, за наявності місця, записується в пам'ять. Далі піднесений ключ порівнюється із наявним в пам'яті та, при збігу, виконується частина коду, що приводить сервомотор у дію. В результаті піднесення для збереження ключу, який вже є в пам'яті, виникає помилка та блимає світлодіод, отже пристрій потребує перезавантаження. Якщо підносити до зчитувача ключ, якого немає в енергонезалежній пам'яті, цикл, що порівнює адреси ключів, повертає хибу та сервомотор не буде наводитися до руху. Якщо виникає необхідність стерти ключі з пам'яті, на платі Arduino, із затиснутою кнопкою скидання-збереження, натискається кнопка перезавантаження. Після повного перезавантаження плати, кнопка скидання-збереження відтискається. Такий алгоритм дій обумовлений тим, що очищення ключів трапляється у функції «void setup», яка, як зазначено вище, виконується один раз при запуску коду. Дана СКУД може зберігати 127 ключів в пам'яті, оскільки EEPROM мікроконтролеру ATmega328P містить 1 кілобайт пам'яті, при цьому кожен ключ займає 8 байтів пам'яті, а останній байт використовується для збереження кількості збережених ключів. Таким чином, розроблений пристрій виконує всі відповідні до теми проекту функції контролю доступу та реалізований із дотриманням вимог технічного завдання. Процес роботи з розробленим в ході дослідження пристроєм зафіксований на відео для демонстрації на захисті проекту.

					КБ 01. 10 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

2 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Темою даного проекту є розробка пристрою, що виконує функцію контролю та управління доступом до будинку на основі платформи Arduino із використанням технології iButton. Даний пристрій надасть користувачам змогу зручно обмежити доступ до об'єкту неуповноваженим особам. В пам'яті пристрою можуть зберігатися до 127 ключів включно, це означає що 127 користувачів, за наявності вірного ключу, можуть отримати доступ до приміщення.

У даному розділі визначається вартісна оцінка розробленого пристрою. Спочатку визначається калькуляція розробленого виробу укрупненим методом через вартість покупних комплектуючих елементів і виробів, для визначення якої складаємо перерахування елементів і виробів на основі відомості специфікацій (принципової схеми) по формі, приведеної в табл. 2.1.

Таблиця 2.1. Розрахунок відомості покупних комплектуючих елементів

Найменування, тип, модель	Од.вим.	Норма витрат на виріб	Ціна, грн.	Вартість комплектуючих
Плата Arduino Uno	шт..	1	250	250
Сервомотор GH-S37D	шт..	1	125	125
Кнопка SMD TS-E004	шт..	1	2,23	2,23
Резистор 4.7 КОм	шт..	1	0,40	0,40
Макетна плата	шт..	1	12	12
З'єднуючий дріт	шт..	6	2	12
Загальна вартість покупних комплектуючих елементів			401,63	
Транспортні витрати (10%)			41,63	
Всього (В_{пк})			448,93	

Калькуляцію планової собівартості розробленого виробу розраховуємо з використанням методу питомих ваг і структури собівартості аналогічної продукції.

Так як проєктований виріб відноситься до радіоелектронної апаратури, то:

Питома вага матеріалу $\rightarrow \alpha_m = 20\%$;

Питома вага покупних виробів $\rightarrow \alpha_{пк} = 62\%$

Питома вага основної заробітної плати $\rightarrow \alpha_{озп} = 18\%$

Обчислення планової собівартості, що виходять з цих даних, наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2. Калькуляція планової собівартості

Найменування статті витрат	Значення статті, грн.	Розрахунок
1. Сировина і матеріал	144,81	$V_M = \alpha_M * B_{ПК} / \alpha_{ПК}$ $V_M = 0,20 * 448,93 / 0,62 = 144,81$
2. Комплектуючі вироби і покупні напівфабрикати	448,93	$V_{ПК} = \text{див. табл. 2.1}$
3. Основна заробітна плата	130,33	$V_{ОЗП} = \alpha_{ОЗП} * B_{ПК} / \alpha_{ПК}$ $V_{ОЗП} = 0,18 * 448,93 / 0,62 = 130,33$
4. Додаткова заробітна плата	52,13	$V_{ДЗ} = 0,4 * V_{ОЗ}$ $V_{ДЗ} = 0,4 * 130,33 = 52,13$
5. Відрахування до єдиного соцфонду	40,14	$V_{ЕС} = (V_{ОЗ} + V_{ДЗ}) * 0,22$ $V_{ЕС} = (130,33 + 52,13) * 0,22 = 40,14$
6. Загально-виробничі витрати	169,43	$V_{Заг.вир} = (1,2 \dots 1,5) * V_{ОЗ}$ $V_{Заг.вир} = 1,3 * 130,33 = 169,43$
7. Виробнича собівартість	985,77	$S_{вир} = V_M + V_{ПК} + V_{ОЗ} + V_{ДЗ} + V_{ЕС} + V_{Заг.вир} = 144,81 + 448,93 + 130,33 + 52,13 + 40,14 + 169,43 = 985,77$
8. Адміністративні витрати	39	$V_A = V_{ОЗ} * 0,3$ $V_A = 130,33 * 0,3 = 39$
9. Витрати на збут	19,71	$V_{Зб} = S_{вир} * 0,02$ $V_{Зб} = 985,77 * 0,02 = 19,71$
10. Інші операційні витрати	9,85	$V_{Оп} = S_{вир} * 0,01$ $V_{Оп} = 985,77 * 0,01 = 9,85$
Повна собівартість	1054,33	$S_{пов.} = S_{вир} + V_A + V_{Зб} + V_{Оп}$ $S_{пов.} = 985,77 + 39 + 19,71 + 9,85 = 1054,33$

Розмір планового прибутку, що включається в ціну, визначаємо по формулі:

$$П = (C_{пов} * p) / 100\% = (1054,33 * 20\%) / 100\% = 218,66$$

де p - планова рентабельність продукції (10%...30%)

Оптову ціну виробу визначаємо по формулі:

$$C_o = C_{пов} + П = 1054,33 + 218,66 = 1273$$

Ціну реалізації виробу встановлюємо з урахуванням ПДВ:

$$C_p = C_o + Пз,$$

де $з$ - податкове зобов'язання з ПДВ:

$$Пз = C_o * 0,2 = 1273 * 0,2 = 254,6$$

					КБ 01. 10 002. 00 ДП ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Звідси:

$$Цр = 1527,6$$

Прогноз обсягів продаж даного виробу

Отримана в табл. 2.2 повна собівартість являє собою витрати виготовлення (Спк) одиниці виробу для даного року виробництва. Запропонуємо прогноз обсягів продажів даного виробу на другій стадії життєвого циклу виробу «Виробництво» з розподілом по роках. Характерні зони промислового випуску виробу представлені на рис. 2.1.

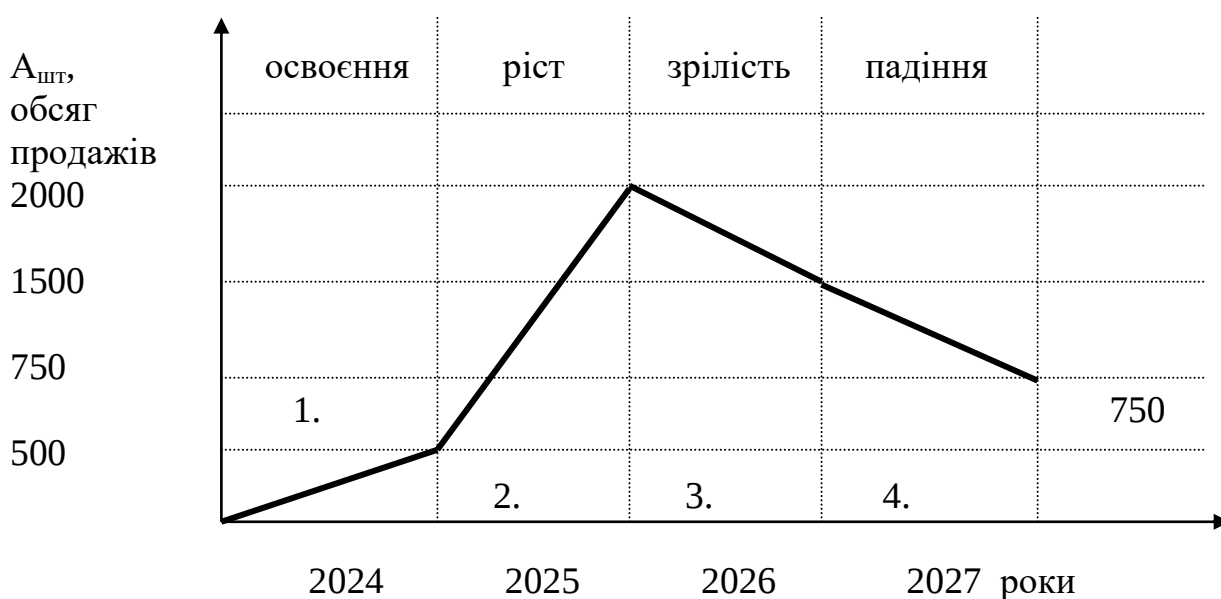


Рисунок 2.1. Прогноз обсягів продажів виробу

В 2024 році обсяг продажів передбачається в розмірі 500 шт. під замовлення.

В наступному році прогнозується збільшення обсягу продажів, тому витрати виробництва визначаємо по формулі:

$$C_{нов\ i+1} = C_{нов\ i} \left(\frac{A_i}{A_{i+1}} \right)^{0,23},$$

де A_i – обсяг продажів (виробництва) у 1 рік розрахункового періоду, шт.;

A_{i+1} – обсяг продажів (I+1)-ом року, шт.;

0,23 – показник ступеня, що характеризує вплив росту обсягів виробництва на собівартість продукції.

Звідси випливає, що

$$C_{нов}_{2025} = 1054,33 \left(\frac{500}{2000} \right)^{0.23} = 766,48$$

При відсутності росту обсягів виробництва, тобто якщо обсяг продажів або не змінюється або зменшується в наступному році, витрати виробництва приймаються на рівні попереднього року.

$$C_{нов}_{2026} = 766,48$$

Плановий прибуток, що включається в оптову ціну підприємства, для наступного року при збільшенні обсягу продажів, визначаємо по формулі:

$$П_{i+1} = C_{нов_{i+1}} * \frac{\rho}{100}$$

Звідси:

$$П_{2025} = C_{нов_{2025}} * \frac{\rho}{100} = 766,48 * 0,2 = 155,96$$

Оптову ціну підприємства в наступні роки розрахункового періоду визначаємо по формулі:

$$Ц_{О_{i+1}} = C_{нов_{i+1}} + П_{i+1}$$

Звідси:

$$Ц_{2025-2027} = 766,48 + 155,96 = 922,44$$

Податкове зобов'язання визначається по формулі:

$$ПЗ_{i+1} = Ц_{О_{i+1}} * 0,2$$

Звідси:

$$ПЗ_{2025-2027} = 922,44 * 0,2 = 188,88$$

Ціну реалізації одиниці продукції в наступні роки визначаємо по формулі:

$$Ц_{Р_{i+1}} = Ц_{О_{i+1}} + ПЗ_{i+1}$$

Звідси:

$$Ц_{р_{2025-2027}} = 922,44 + 188,88 = 1111,32$$

Вартісну оцінку результатів за розрахунковий період (P_T) визначаємо по формулі:

$$P_T = \sum_{i=t_p}^{t_k} A_i * Ц_{Р_i} * \alpha_i$$

					КБ 01. 10 002. 00 ДП ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де t_p , t_k – відповідно розрахунковий і кінцевий рік розрахункового періоду;

Π_{pi} – ціна реалізації в i -тім році, грн.;

A_i – обсяг продажів у i -тім році, грн.;

α_i – коефіцієнт, що включає фактор часу, тобто коефіцієнт приведення різночасних витрат і результатів до розрахункового року.

Коефіцієнт α_i визначаємо по формулі:

$$\alpha_i = |1 + E_H|^{t_p - t_i}$$

де E_H – норматив ефективності капітальних вкладень, $E_H = 0,1$;

t_p – розрахунковий рік розрахункового періоду;

t_i – i -й рік розрахункового періоду, витрати і результати якого приводяться до розрахункового року.

Вартісну оцінку за розрахунковий період визначаємо по формі, приведеної в табл. 2.3.

Таблиця 2.3. Розрахунок вартісної оцінки результатів

Найменування показника	Позначення	Розрахунок виробничого періоду				всього
		1-й	2-й	3-й	4-й	
Обсяг продажів, шт	A_i	500	2000	1500	750	4750
Ціна реалізації, грн.	Π_{pi}	1527,6	1111,32	1111,32	1111,32	4861,56
Вартісна оцінка результатів, грн.	$A_i * \Pi_{pi}$	763800	2222640	1666980	833490	5486910
Коефіцієнт, що враховує фактор часу	α_i	0,98	0,86	0,75	0,69	3,28
Вартісна оцінка результатів з урахуванням фактора часу, грн.	$A_i * \Pi_{pi} * \alpha_i$	748524	1911470	1250235	575108	4485337

Виробництво дає змогу одержати дохід за 4 роки 4,485,337 грн.

3 РОЗДІЛ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці. Вона є невід'ємною складовою будь-якого виробничого процесу, включаючи розробку програмного забезпечення та апаратних засобів. Забезпечення безпечних умов праці є ключовим аспектом діяльності кожного підприємства. Недотримання правил охорони праці може призвести до нещасних випадків, професійних захворювань та травм, що негативно впливає на здоров'я працівників та їх працездатність. Основні завдання охорони праці включають виявлення та усунення небезпечних факторів, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту та навчання працівників безпечним методам роботи.

Відповідно до статті 15 Закону «Про охорону праці», для підприємств з кількістю працівників меншою ніж 20 осіб, для виконання обов'язків служби охорони праці на договірних умовах можуть залучатися сторонні фахівці, які пройшли навчання з охорони праці і мають не менше трьох років виробничого стажу. Служба охорони праці підпорядковується роботодавцю, посада та заробітна плата керівників та фахівців служби охорони праці аналогічні керівникам та фахівцям основних виробничо-технічних служб. Тільки роботодавець має право скасувати припис спеціалісту з охорони праці. Ліквідація служби охорони праці може відбутися виключно у випадку припинення діяльності підприємства або зупинення використання найманої праці фізичною особою. Фінансування охорони праці здійснюється роботодавцем, для підприємств будь якої форми власності, або для фізичних осіб, що використовують найману працю, витрати на забезпечення охорони праці повинні складати не менше 0,5% від фонду оплати праці за попередній рік. На підприємствах, які фінансуються з бюджету, розмір витрат на охорону праці визначається у колективному договорі, враховуючи фінансові можливості підприємства. Суми витрат на охорону праці, які належать до валових витрат юридичної чи фізичної особи, що використовує найману працю, визначаються

					КБ 01. 10 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

відповідно до переліку заходів та засобів з охорони праці, який затверджується Кабінетом Міністрів України.

Згідно Закону України «Про охорону праці» працівники під час прийняття на роботу та протягом роботи мають проходити інструктаж з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим, правил поведінки під час небезпечних ситуацій. Особи, які не пройшли інструктаж з охорони праці, до роботи не допускаються. Посадові особи, які відповідають за організацію безпечного проведення робіт, зобов'язані проходити навчання та перевірку знань з ОП під час приймання на роботу та один раз на три роки. Порядок навчання і перевірки для посадових осіб визначається типовим положенням, затвердженим відповідним центральним органом виконавчої влади, що відповідає за нагляд за охороною праці. Відповідальність за процес навчання, перевірки знань та інструктажів з охорони праці покладається на керівника підприємства. У разі виявлення незадовільного рівню знань у працівників та посадових осіб, ними протягом місяця повинно бути пройдено повторне навчання та перевірка знань.

З метою забезпечення найефективніших та найбезпечніших умов роботи, робоче місце працівника повинно бути організовано відповідно до вимог охорони праці, враховуючи специфіку виконуваних завдань. В даному випадку, на підприємстві передбачається виконання паяльних робіт для монтажу необхідних електронних компонентів та роботи за комп'ютером для програмування пристроїв.

Організація робочого місця для виконання програмування пристроїв та інших робіт за комп'ютером:

1. Робочий стіл повинен бути стабільним і достатньо просторим для розміщення комп'ютера, клавіатури, миші та документів. Обладнання на робочому місці повинно мати покриття із матеріалів з матовою фактурою з коефіцієнтом відбиття 40-60% (робочого столу – 40-50%, корпусу дисплею та клавіатури – 30-50%, шаф та стелажів – 40-60%);
2. Монітор повинен розташовуватися на відстані 50-75 см від очей таким чином щоб верхній край екрану знаходився на рівні очей;

					КБ 01. 10 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

3. Робоче крісло має бути зручним, з регулюванням висоти, нахилу спинки та підтримкою попереку. Підлокітники крісла повинні забезпечувати підтримку передпліч, щоб зменшити навантаження на плечовий пояс.

Організація робочого місця для монтажних робіт:

1. Стіл для пайки повинен бути обладнаний антистатичним покриттям та мати достатньо простору для розміщення всіх необхідних інструментів і матеріалів. Поверхня столу повинна бути стійкою до хімічних речовин;
2. Робоче місце повинно мати хороше освітлення (не менше 500 лк), бажано з використанням ламп денного світла. Освітлення повинно бути рівномірним, без різких тіней;
3. Робочі місця для паяння мають бути обладнані витяжними пристроями для видалення шкідливих парів, що виникають при пайці. Витяжка повинна забезпечувати ефективне видалення парів від місця їх утворення;
4. Не дозволяється захащувати робочі місця готовою продукцією, матеріалами, деталями і предметами, які не використовуються у процесі виробництва.

Для забезпечення комфортних та безпечних умов праці необхідно дотримуватися наступних санітарних норм. Приміщення із обчислювальною технікою не дозволяється розміщувати у підвальних приміщеннях будинків. Стіни, стеля і підлога даних приміщень повинні мати покриття із матеріалів з матовою фактурою з коефіцієнтом відбиття: стін – 40-50%, стелі – 70-80%, підлоги – 20-30%. Об'єм приміщення на одного працівника має становити не менше 20 м³, що забезпечить достатню кількість свіжого повітря. Прохід між рядами робочих місць має бути не меншим ніж 1 метр. Висота стелі повинна бути не менше 2,5 метрів, щоб забезпечити достатній об'єм повітря в приміщенні.

Температурний режим у приміщеннях для виконання обох видів робіт в теплий період року має бути в межах 22-24°C, швидкість руху повітря має дорівнювати

					КБ 01. 10 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

0,2 метрам в секунду. В холодний період року допускається температура повітря в 21-23°C із швидкістю руху повітря в робочій зоні в 0,1 метри в секунду. Відносна вологість повітря повинна становити 40-60%. Занадто низька вологість може викликати сухість слизових оболонок, а висока – сприяти розвитку цвілі. У виробничих приміщеннях з надлишком тепла використовують природну вентиляцію. Аераційні ліхтарі та шахти розташовують безпосередньо над основними джерелами тепла на одній осі. У разі неможливості або неефективності аерації встановлюють механічну загальнообмінну вентиляцію. Приміщення повинні мати штучне та природне освітлення. Орієнтація вікон повинна бути на північ або північний схід, вікна повинні мати жалюзі, які можна регулювати, або штори. В якості джерел штучного освітлення мають використовуватись люмінесцентні лампи. Застосування світильників без розсіювачів та екрануючих ґратів заборонено.

Рекомендоване оформлення інтер'єру робочого місця:

1. Стіни: світло-сірі, бежеві, пастельні відтінки зеленого та синього кольорів. Ці кольори сприяють зменшенню зорової втоми та створюють спокійну атмосферу;
2. Стеля: біла або світло-бежева. Світлі стелі візуально збільшують висоту приміщення і роблять його більш світлим;
3. Підлога: матова, нейтральних кольорів (світло-коричневий, сірий), не ковзка. Поверхня підлоги повинна мати антистатичне покриття та бути зручною для вологого прибирання.

Рівень шуму на робочих місцях повинен відповідати нормам, встановленим ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку». Рівень вібрації на робочих місцях не повинен перевищувати норм, встановлених ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації». Рівні електромагнітних полів на робочих місцях повинні відповідати вимогам Державних санітарних норм і правил при роботі з джерелами електромагнітних полів, затверджених наказом МОЗ України від 18.12.2002 року № 476. У робочій зоні виробничих приміщень вміст шкідливих

					КБ 01. 10 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

речовин не повинен перевищувати граничнодопустимих концентрацій, затверджених наказом МОЗ України від 14.07.2020 року № 1596. Дотримання правил безпеки і проведення відповідних заходів є одним з ключових моментів для забезпечення безпечних умов праці. **Основні правила поводження з електричними пристроями:**

1. Всі електричні прилади повинні мати заземлення. Це знижує ризик ураження електричним струмом;
2. Розетки та вимикачі повинні бути розташовані на зручній висоті та в доступних місцях, щоб уникнути необхідності використовувати подовжувачі;
3. Необхідно уникати перевантаження електромережі, для чого використовувати стабілізатори напруги. Перевантаження може призвести до перегріву проводів і виникнення пожежі;
4. Роботу з електричними приладами необхідно виконувати тільки при відключеній напрузі. При виконанні монтажних робіт необхідно використовувати ізольовані інструменти;
5. Не користуватися електротехнічними приладами по закінченню терміну їх служби.

Заходи дотримання пожежної безпеки:

1. Приміщення має бути обладнане первинними засобами пожежогасіння (вогнегасники, пожежні щити). Об'єм вогнегасника повинен бути не менше 5 кг. Вогнегасники повинні бути розміщені в доступних місцях та регулярно перевірятися;
2. Необхідно регулярно проводити перевірки стану електричних мереж і приладів, щоб своєчасно виявляти та усувати несправності;
3. Забороняється використовувати пошкоджені електричні прилади та проводку, оскільки це може призвести до короткого замикання та пожежі;
4. Робоче місце повинно бути обладнане системою пожежної сигналізації, яка своєчасно виявить пожежу і сповістить про неї.

					КБ 01. 10 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У даній дипломній роботі було досліджено та розроблено систему управління доступом до будинку на основі технології iButton. В якості апаратної платформи для зчитування електронних ключів iButton та здійснення керування замком дверей було використано технології Arduino. Актуальність такого рішення полягає у зростаючій потребі в ефективних системах контролю доступу, особливо в умовах міського середовища, де безпека є пріоритетним питанням. Розроблений пристрій є зручним у використанні для кінцевого споживача, зчитування ключа відбувається швидко та без спотворень. Застосування актуальної платформи Arduino дає змогу системі легко інтегруватися з іншими модулями Arduino, що дозволяє розширити функціонал пристрою. Це робить його достатньо перспективним для подальшого розвитку та модернізації. Крім того, використання електронних ключів типу iButton, завдяки їх характеристикам, сприяє достатньо високому рівню надійності системи. Вартість впровадження та обслуговування систем на основі iButton та Arduino є помірною, що робить їх доступними для різних категорій користувачів, включаючи приватні домогосподарства та комерційні об'єкти. Розроблений пристрій забезпечує 127 користувачам можливість отримати доступ до захищеного об'єкту. За потреби, допустиму кількість користувачів можна зменшити, змінивши значення, що відповідає за максимальну кількість ключів в програмному коді, або збільшити, якщо використовувати мікроконтролери з більшим обсягом енергонезалежної пам'яті. Хоча для демонстрації роботи проекту не було використано зручний зчитувач та пристрій не був пристосований до реального замку, або розташований у захищеному корпусі, це не відмінює факту його функціональності та працездатності, які відповідають технічному завданню.

					КБ 01. 10 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Васильєв О. Програмування C++ в прикладах і задачах : Навч. посіб. Ліра-К, 2019. 382 с.
2. Матвієнко М. Основи електротехніки та електроніки : Підручник. Ліра-К, 2021. 506 с.
3. Banzi M., Shiloh M. Getting Started With Arduino. The Open Source Electronics Prototyping Platform. 4-те вид. Make Community, 2022. 286 с.
4. Lippman S., Lajoie J., Moo B. C++ Primer. 5-те вид. Addison-Wesley Professional, 2012. 976 с.
5. Monk S. Книга Programming Arduino: Getting Started with Sketches. 3-тє вид. McGraw-Hill, 2023. 176 с.
6. Book of iButton® Standards. Maxim Integrated, 2002. 158 с. URL: <https://pdfserv.maximintegrated.com/en/an/AN937.pdf>.
7. Hacoen Y. Arduino Code: a Comprehensive Guide for Beginners. Flux. URL: https://www.flux.ai/blog/arduino-code-a-comprehensive-guide-for-beginners?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwgpCzBhBhEiwAOSQWQR0gUNZoNOQdD2zcN7JFgvrJlOEO8VlxjgzxJACeImmb8sJYLLV6HxoCUJ8QAvD_BwE.
8. The Ultimate Guide to using Arduino. Elektor. URL: <https://www.elektormagazine.com/arduino>.

					КБ 01. 10 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Програмний код мовою Arduino для розробленого пристрою

```
#include <Servo.h>
#include <EEPROM.h>
#include <OneWire.h>

const byte resetButtonPin = 2; // Вхід кнопки скидання
const byte ledPin = 13;
const byte servoPin = 3;

OneWire oneWireBus(8);
Servo doorServo;

byte keyAddr[8];
byte storedKeysCount; // Кількість ключів

// Порівняння адрес ключів
boolean compareAddresses(byte address1[8], byte address2[8]) {
    for (int i = 0; i < 8; i++) {
        if (address1[i] != address2[i]) return false;
    }
    return true;
}

void showError() {
    Serial.println("Помилка: не вдалося зберегти ключ");
    while (1) {
        digitalWrite(ledPin, !digitalRead(ledPin));
        delay(300);
    }
}
```

```
}
```

```
boolean isKeyStored() { // Повертає true якщо ключ є в EEPROM
```

```
    byte tempAddr[8];
```

```
    for (int i = 0; i < storedKeysCount; i++) {
```

```
        for (int y = 0; y < 8; y++) tempAddr[y] = EEPROM.read((i << 3) + y);
```

```
        if (compareAddresses(tempAddr, keyAddr)) return true;
```

```
    }
```

```
    return false;
```

```
}
```

```
void storeKey() { // Зберігає ключ в EEPROM
```

```
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
```

```
    if (storedKeysCount >= 127) showError(); // Помилка якщо немає місця
```

```
    while (!oneWireBus.search(keyAddr)) oneWireBus.reset_search(); //
```

Очікування ключу

```
    if (OneWire::crc8(keyAddr, 7) != keyAddr[7]) showError();
```

```
    if (isKeyStored()) showError(); // Помилка якщо ключ, що зберігається, вже  
    є в EEPROM
```

```
    for (int i = 0; i < 8; i++) EEPROM.write((storedKeysCount << 3) + i,  
    keyAddr[i]);
```

```
    storedKeysCount++; // Збільшення кількості ключів при вдалому  
    збереженні
```

```
    EEPROM.write(1023, storedKeysCount);
```

```
    digitalWrite(ledPin, LOW);
```

```
    Serial.println("Ключ збережено!");
```

```
    Serial.print("Збережено ключів: ");
```

```
    Serial.println(storedKeysCount);
```

```

    delay(100); // Затримка після запису в EEPROM
}

void activateServo() { // Керування рухом сервомотору
    doorServo.write(180);
    delay(5000);
    doorServo.write(0);
}

void printKeyAddress(byte address[8]) {
    for (int i = 0; i < 8; i++) {
        if (address[i] < 16) Serial.print("0");
        Serial.print(address[i], HEX);
    }
    Serial.println();
}

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    pinMode(ledPin, OUTPUT);
    pinMode(resetButtonPin, INPUT_PULLUP);
    doorServo.attach(servoPin);
    doorServo.write(0);
    // Якщо при ввімкненні натиснута кнопка скидання, ключі стираються з
пам'яті
    if (!digitalRead(resetButtonPin)) {
        EEPROM.write(1023, 0);
        Serial.println("Ключі очищено");
    }
}

```

```

    storedKeysCount = EEPROM.read(1023); // Зчитування кількості ключів
    if (storedKeysCount == 255) { // Якщо EEPROM пуста, встановлюємо
значення storedKeysCount на 0
        storedKeysCount = 0;
        EEPROM.write(1023, storedKeysCount);
    }

    Serial.print("Кількість збережених ключів: ");
    Serial.println(storedKeysCount);
}

void loop() {
    oneWireBus.reset_search();
    if (!digitalRead(resetButtonPin)) {
        storeKey(); // Збереження ключу після натиснення кнопки збереження
    }

    // Сканування шини, вихід з циклу при відсутності пристроїв
    if (!oneWireBus.search(keyAddr)) return;
    Serial.print("Ключ зчитано: ");
    printKeyAddress(keyAddr);

    if (isKeyStored()) {
        Serial.println("Ключ знайдено в пам'яті. Відчиняємо двері...");
        activateServo(); // Якщо зчитаний ключ наявний в EEPROM, відчиняємо
замок
    } else {
        Serial.println("Ключ не знайдено в пам'яті.");
    }
}
}

```

Слайди мультимедійної презентації

**ПРЕЗЕНТАЦІЯ
ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ
ЗА ТЕМОЮ
«СТВОРЕННЯ СИСТЕМ
УПРАВЛІННЯМ
ДОСТУПОМ БУДИНКУ НА
ОСНОВІ ІВUТТОН»**

Виконав проект:
Котляров М.В.

Керівник:
Кільдішев В.Й.

Група 4КБ-01

АКТУАЛЬНІСТЬ

- Питання безпеки завжди стояло для людини на першому місці. СКУД є засобом, створеним із метою забезпечення безпеки життя, майна та інформації всередині певної ділянки простору або в віртуальному середовищі.

ЦІЛЬ

- Створити систему, яка виконує функцію контролю доступу до приміщення із застосуванням ключів iButton

ЗАДАЧІ

- Визначити засоби реалізації проекту
- Створити алгоритм роботи пристрою
- Реалізувати алгоритм із використанням програмних та апаратних засобів

СТРУКТУРА РОБОТИ

1. **Робота складається з вступу, трьох розділів, висновку, переліку використаних інформаційних джерел та додатків.**
2. **В першому розділі проведено дослідження технології iButton та сфери її використання. Запропоновано та досліджено засоби реалізації СКУД, розроблено пристрій.**
3. **В другому розділі наведені економічні розрахунки вартості виробництва пристрою та доходів, які можна отримати від його продажу.**
4. **В третьому розділі наведені правила з охорони праці та техніки безпеки при створенні пристрою.**

ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ

- 1. Конфіденційність** – захист інформації від несанкціонованого доступу.
- 2. Цілісність** – забезпечення незмінності та точності даних
- 3. Доступність** – забезпечення доступу до інформації для авторизованих користувачів.

ТЕХНІЧНІ МЕТОДИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ

1. Шифрування – перетворення інформації на форму, недоступну для розуміння без спеціального ключа.

2. Автентифікація та авторизація – розпізнавання користувача та надання йому відповідних прав доступу.

3. Системи виявлення та запобігання вторгненням – моніторинг мережного трафіку для виявлення та запобігання підозрілій активності.

ОРГАНІЗАЦІЙНІ МЕТОДИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ

1. Політики безпеки –
розробка та
впровадження правил та
процедур, що регулюють
використання
інформаційних ресурсів.

2. Навчання та
підвищення обізнаності
працівників –
проведення тренінгів та
інформаційних кампаній
для підвищення рівня
знань працівників щодо
методів захисту
інформації.

ФІЗИЧНІ МЕТОДИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ

1. Контроль доступу до
приміщень – використання
систем контролю доступу
для обмеження фізичного
доступу до обладнання та
даних.

2. Охоронні системи –
встановлення камер
спостереження та
охоронних сигналізацій для
забезпечення безпеки
приміщень.

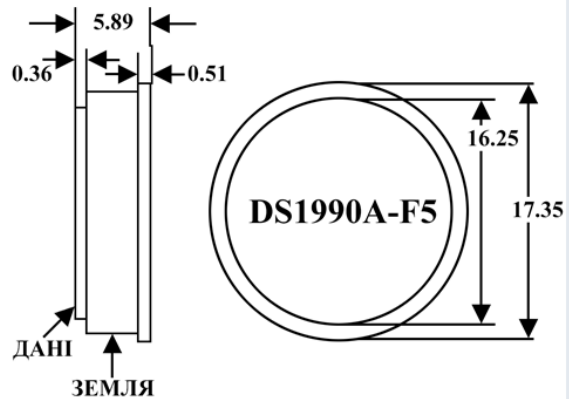
3. Шумоізоляція –
використання спеціальних
конструкційних матеріалів
та технологій при
будівництві будівель для
запобігання проникнення
звуку через стіни, поли та
стелі.

ТЕХНОЛОГІЯ IBUTTON

- iButton (Information button) – це невеликий пристрій, розроблений американською компанією Dallas Semiconductor (наразі - Maxim Integrated Products) , в 1990 році.



F5 MICROCAN



СТРУКТУРА ДАНИХ IBUTTON

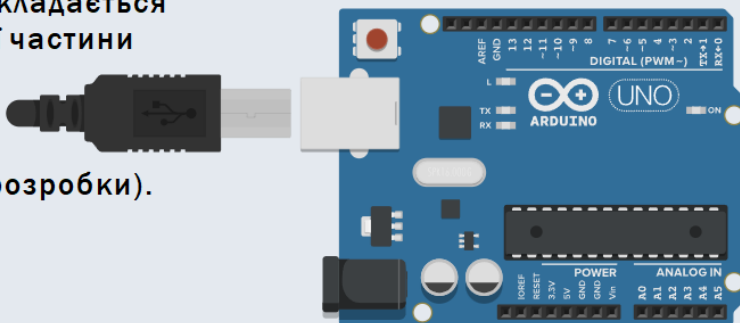
- Перший байт, який передається з ПЗП, містить код типу пристрою, який називається family code. За ним слідує унікальний серійний номер з 6 байтів, де молодший байт передається першим. Останній байт містить циклічний надлишковий код (CRC)



- Для обміну даними використовується протокол 1-Wire

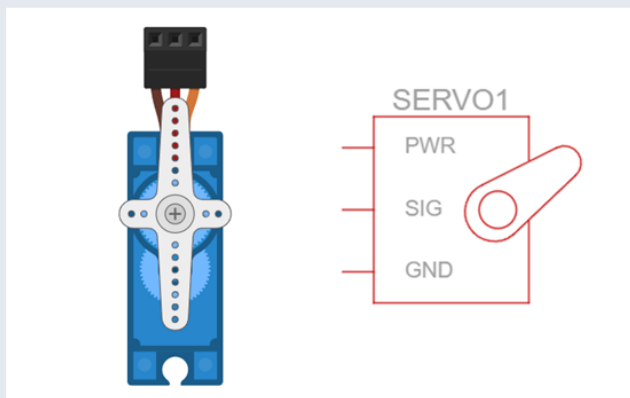
ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ СКУД

- Arduino являє собою платформу для розробки електронних пристроїв, в основному прототипів і макетів, яка складається як з апаратної частини (плати), так і з програмного забезпечення (середовище розробки).

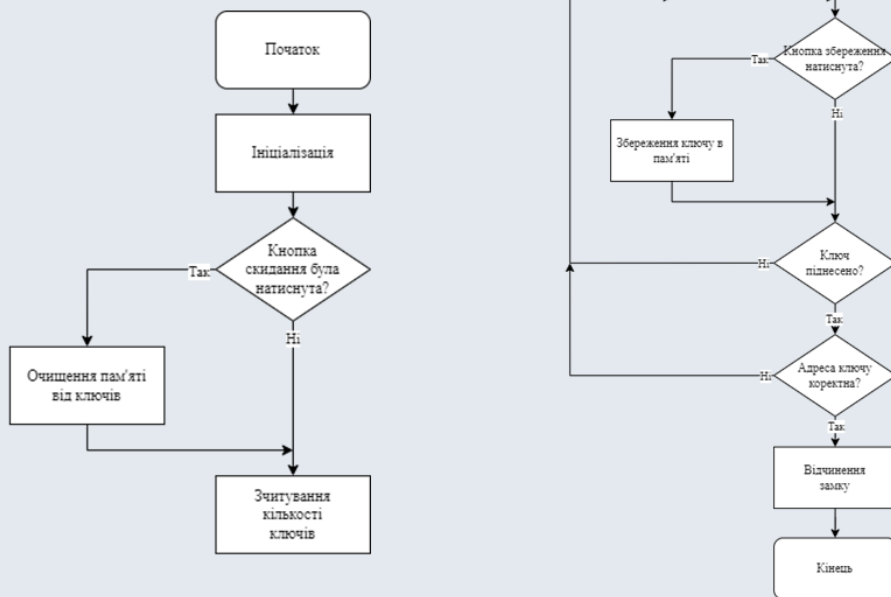


МОДУЛІ ARDUINO

- Модулі – це апаратні запчастини, сумісні із платою, які використовуються для розробки проектів на базі Arduino для розширення їх функціоналу.

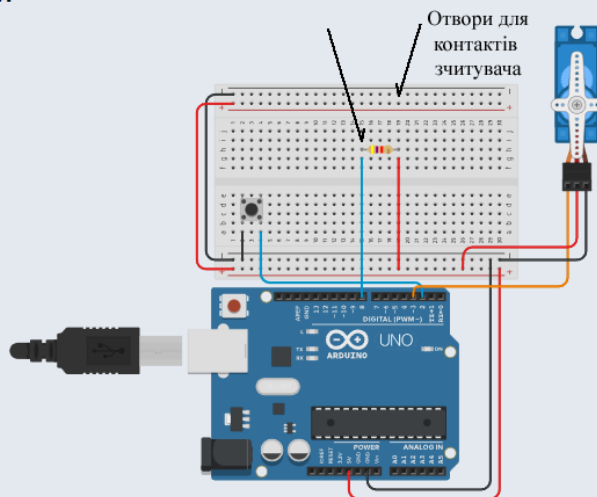


АЛГОРИТМ РОБОТИ ПРОГРАМИ СКУД



ПІДКЛЮЧЕННЯ КОМПОНЕНТІВ

- Демонстрація роботи зібраного пристрою записана у відеофайл



ВІДГУК

керівника про дипломний проект (роботу) студента

Котлярова Максима Володимировича

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача/здобувачки освіти)

Освітньо-професійна програма «Безпека комп'ютерних систем і мереж»

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Тема дипломної роботи

«Проектування системи управління доступу будинку на основі iButton»

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

а) обсяг і якість виконання роботи (графічного матеріалу і розрахунково-пояснювальної записки)

Пояснювальна записка виконана якісно, у достатньому обсязі, відповідно до теми дипломного проекту та індивідуального завдання, розділи пояснювальної записки відповідають етапам рішення завдання, поставленого у дипломному проекті.

Презентація виконана якісно, у достатньому обсязі та наочно демонструє результати роботи.

б) самостійність роботи над дипломним проектом (роботою)

Студент самостійно обрав напрям та тематику дипломного проекту. Провів аналіз можливості використання технічних засобів та методології раціонального вибору ТЗ для створення СКУД. В рамках застосування засобів захисту запропоновано використання програмних та апаратних засобів, що дозволяють забезпечити можливість контролю доступу до об'єкту.

в) теоретична підготовка дипломника

Відповідає вимогам, що надаються до фахового молодшого бакалавра зі спеціальності «Комп'ютерна інженерія»

г) вміння розв'язувати виробничі та конструкторські питання

У дипломному проекті досліджуються засоби для створення систем контролю і управлінням доступу до об'єкту, розглянуто класифікації СКУД та способи їх створення. результатом виконання роботи є розроблений пристрій, функції якого відповідають вимогам індивідуального завдання.

Оцінка розрахункової частини

Відмінно

Оцінка графічної (презентаційної) частини

Відмінно

Загальна оцінка

Відмінно

Прізвище, ім'я, по батькові керівника роботи Кільдішев Віталій Йосипович

Місце роботи і посада керівника роботи к.т.н., доцент кафедри кібербезпеки та технічного захисту інформації ДУІТЗ

«10» 06 2024 р.

В.К.

(підпис)

Кільдішев Ві.

(прізвище та ініціали керівника)

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект здобувача (здобувачки) освіти
відділення комп'ютерних систем

Котлярова Максима Володимировича

(прізвище, ім'я та по батькові)

Спеціальність *123 «Комп'ютерна інженерія»*

Освітня програма *«Безпека комп'ютерних систем та мереж»*

Керівник дипломного проекту (роботи) *Кільдішев Віталій Йосипович*

(прізвище, ім'я та по батькові)

Тема дипломного проекту (роботи) *Проектування системи управління доступом будинку на основі iButton*

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки *69* сторінок

Обсяг графічної (презентаційної) частини *15* аркушів (слайдів)

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

а) заключення про ступінь відповідності виконаного дипломного проекту завданню

Представлений на рецензію дипломний проект відповідає затвердженій темі та виконаний відповідно технічному завданню. Дипломний проект присвячений проблемі у та складається з пояснювальної записки, додатку з програмним кодом та мультимедійної презентації, що містить приклади роботи програми.

б) характеристика виконання кожного розділу дипломного проекту

Пояснювальна записка складається з основного розділу (аналізу предметної області, проектування системи, реалізації програмної системи, тестування ПЗ), економічного розділу, розділу охорони праці та додатків. Перелічені розділи поетапно охоплюють розробку, виконані докладно та обґрунтовано. Розділ охорони праці містить загальну інформацію та вимоги до техніки безпеки оператора КТ. Економічний розділ проекту містить розрахунок витрат на НДР та реалізацію проекту.

в) оцінка якості виконання пояснювальної записки та графічної частини дипломного проекту

Графічна частина складається з 15 слайдів мультимедійної презентації, виконаної у програмному продукті MS PowerPoint, які містять ілюстративні схеми, скриншоти роботи програмного застосунку, передбачені технічним завданням. Пояснювальна записка виконана акуратно та у відповідності до норм. Якість виконання графічної частини проекту та пояснювальної записки відмінна, розробку виконано у повному обсязі.

г) перелік позитивних якостей дипломного проекту Реалізовано систему управління доступом будинку на основі iButton.

Система представлена у вигляді фізичного пристрою на базі Arduino.

Працездатність системи можлива завдяки створеній прошивки.

д) основні недоліки дипломного проекту _____

Для впровадження системи для об'єктів підвищеної важливості потрібно буде передбачити обмеження системи.

Зміст пояснювальної записки недостатньо структурований.

Оцінка розрахункової частини Добре

Оцінка графічної частини Відмінно

Загальна оцінка Відмінно

Прізвище, ім'я, по батькові рецензента Васіліу Євген Вікторович

Місце роботи і посада рецензента Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, д.т.н., проф. кафедри КБ та ТЗІ



2024 р.

Ім'я користувача:
Катерина Григоріївна Краснокутська

ID перевірки:
1016329255

Дата перевірки:
06.06.2024 20:31:27 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
06.06.2024 20:54:07 EEST

ID користувача:
100011688

Назва документа: 4КБ-01_Максим_Котляров

Кількість сторінок: 42 Кількість слів: 9807 Кількість символів: 72778 Розмір файлу: 746.49 KB ID файлу: 1016128671

4.57% Схожість

Найбільша схожість: 1.23% з Інтернет-джерелом (https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/27992/1/OMPT_laboratorni.pdf)

4.57% Джерела з Інтернету

235

Сторінка 44

Не знайдено джерел з Бібліотеки

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

**ДОЗВІЛ
НА РОЗМІЩЕННЯ
ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
(ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ)
В ЕЛЕКТРОННОМУ РЕПОЗИТАРІЇ ВСП «ОТФК ОНТУ»**

Ми, що нижче підписалися,

Котляров Максим Володимирович,
здобувач освіти гр. 4КБ-01, та

Кільдішев Віталій Йосипович,
керівник дипломного проекту,

не заперечуємо щодо розміщення електронного варіанту пояснювальної записки до дипломного проекту фахового молодшого бакалавра на тему:

«Проектування системи управлінням доступом будинку на основі iButton» (автор роботи – Котляров М.В., керівник роботи – Кільдішев В.Й.)

виконаного у ВСП «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету» в 2024 році, у повному обсязі в електронному репозитарії ВСП «ОТФК ОНТУ» для вільного доступу через мережу Інтернет.

Несемо відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів випускної кваліфікаційної роботи і даємо згоду на обробку персональних даних.

Виконавець



/ Котляров М.В. /

Керівник



/ Кільдішев В.Й. /

«10» червня 2024 р.