

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра радіотехніки

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до магістерської кваліфікаційної роботи

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «**Розробка автоматизованої бездротової ІОТ- системи
обмеження доступу**»

Виконав: студент 2-го курсу,
групи РТ-19м

Спеціальності 172 – Телекомунікації та
радіотехніка

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Левкін А. В.

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2020 р.

Керівник: к.т.н., доцент каф. РТ

Гаврілов Д. В.

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2020 р.

Рецензент: к.т.н., доцент

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2020 р.

РЕФЕРАТ

УДК 621.397

Левкін А. В. Тема – розробка автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 172. Телекомунікація та радіотехніка. – Вінниця: ВНТУ, 2020, – __ с. На українській мові. Рисуноків __. Таблиць __.

Задачею магістерської кваліфікаційної роботи є розробка автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу.

В першій частині проводиться аналіз та технічне обґрунтування теми кваліфікаційної роботи, порівняння з сучасними аналогами в технічному та і в економічному плані.

У другому розділі проведено розробку автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу. Виконано вибір схеми приладу, мікроконтролера та обґрунтовано їх використання.

У третьому розділі отримано результати комп'ютерного моделювання роботи радіоелектронного вимірювача яке проводилось у пакеті Proteus 7.7 Professional (07 Professional).

В четвертому розділі було виконано розрахунок конструкції та надійності друкованої плати, проводились розрахунки по максимальним та мінімальним розмірам отворів в друкованій платі.

В п'ятому розділі були проведені розрахунки витрат на науково-дослідну та дослідно-конструкторську роботу, також був визначений строк окупності витрат для виробника, який складає 1,44 року і є меншим за нормативний. Отже, можна зробити висновок, що розробка нового виробу є економічно вигідною.

Виконано шостий розділ, де було опрацьовано питання охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях, як технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, визначення допустимої довжини провідника (антени), при якій напруженості ЕМВ на робочому місці знаходяться в межах норми, технічні рішення з промислової та пожежної безпеки під час проведення розробки.

Ключові слова: автоматизованої, мікроконтролер, ІОТ-системи, моделювання, ЕМВ.

ABSTRACT

Levkin AV Topic – development of an automated wireless IOT-system for restricting access. Master's thesis in the specialty 172. Telecommunications and radio engineering. – Vinnitsa: VNTU, 2020, – __ p. In Ukrainian language. Drawings __. Tables __.

The task of the master's thesis is to develop an automated wireless IOT-system for restricting access.

In the first part the analysis and technical substantiation of a theme of the diploma work, comparison with modern analogues in the technical and in the economic plan is carried out.

The second section develops an automated wireless IOT access restriction system. The choice of the scheme of the device, microcontroller is made and their use is substantiated.

In the third section, the results of computer simulation of the work of an electronic meter that was carried out in the package Proteus 7.7 Professional (07 Professional).

In the fourth section, the calculation of the design and reliability of the printed circuit board was performed, calculations were made on the maximum and minimum sizes of holes in the printed circuit board.

The fifth section calculates the cost of research and development work, and also determined the payback period for the manufacturer, which is 1.44 years and is less than the norm. Therefore, we can conclude that the development of a new product is cost-effective.

The sixth section was performed, where the issues of labor protection and safety in emergency situations were worked out, such as technical solutions for occupational health and industrial sanitation, determination of the allowable length of the conductor (antenna), at which EMF voltages in the workplace are within normal limits. and fire safety during development.

Key words: automated, microcontroller, IOT systems, simulation, EMB.

Вінницький національний технічний університет
Факультет, відділення інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем
Кафедра радіотехніки
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Спеціальність 172 – Телекомунікації та радіотехніки

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри РТ
д.т.н., проф. Осадчук О.В.

«28» «09» 2020 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Левкіну Артему В'ячеславовичу

1. Тема роботи розробка автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу, керівник роботи Гаврілов Д. В., к.т.н., доцент, затверджені наказом вищого навчального закладу від 25.09.2020 року № 214
2. Строк подання студентом роботи 10.12.2020
3. Вихідні дані до роботи: напруга живлення 9-15В; Flash пам'ять програми(слів) 2048; Максимальна тактова частота 20МГц; EEPROM пам'ять даних 128 байт.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): аналіз та технічне обґрунтування теми магістерської кваліфікаційної роботи; розробка структурної та електричної схеми пристрою; моделювання роботи автоматизованої бездротової ІОТ-системи; розрахунок конструкції та надійності друкованої плати; економічна частина, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях; висновки; перелік посилань; додатки.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Схема електрична принципова. Кресленик друкованої плати. Складальне креслення та специфікація. Структурна схема.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	к.т.н., доц., доцент кафедри РТ Гаврілов Д. В.		
Охорона праці	к.т.н., доцент кафедри БЖДПБ Березюк О. В.		
Економічна частина	к.е.н., доцент Кавецький В. В.		

7. Дата видачі завдання 29.09.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва та зміст етапу	Термін виконання		Примітка
		початок	закінчення	
1.	Вибір, узгодження та затвердження теми МКР	03.09.2020	14.09.2020	
2.	Аналіз літературних джерел. Попередня розробка основних розділів	15.09.2020	21.09.2020	
3.	Розробка технічного завдання (ТЗ)	21.09.2020	25.09.2020	
4.	Аналіз вирішення поставленої задачі	26.09.2020	09.10.2020	
5.	Електричні розрахунки	10.10.2020	25.10.2020	
6.	Розділ моделювання	26.10.2020	04.11.2020	
7.	Розробка графічної частини МКР	05.12.2020	15.12.2020	
8.	Аналіз економічної ефективності	16.11.2020	19.11.2020	
9.	Охорона праці (ОП)	19.11.2020	22.11.2020	
10.	Оформлення пояснювальної записки та графічної частини	23.11.2020	29.11.2020	
11.	Нормоконтроль	30.11.2020	01.12.2020	
12.	Попередній захист МКР, доопрацювання, рецензування МКР	02.12.2020	04.12.2020	
13.	Захист МКР ЕК	11.12.2020	14.12.2020	

Студент _____

Левкін А. В

Керівник роботи _____ Гаврілов Д. В.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ ТА ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....	13
1.1 Автоматизована бездротова ІОТ-система обмеження доступу.....	14
1.2 Порівняння з сучасними аналогами в технічному та економічному плані	18
1.3 Висновки до розділу	22
2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ ПРИСТРОЮ.....	23
2.1 Вибір та обґрунтування схеми пристрою	24
2.2 Обґрунтування вибору елементної бази	33
2.3 Розрахунок надійності	44
2.4 Висновки до розділу	50
3 МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ БЕЗДРОТОВОЇ ІОТ- СИСТЕМИ.....	51
3.1 Експериментальне дослідження	51
3.2 Моделювання роботи приладу.....	52
3.3 Технологічний процес регулювання та настройки	57
3.4 Основні несправності та методи їх усунення	60
3.5 Висновки до розділу	63
4 РОЗРАХУНОК КОНСТРУКЦІЇ ТА НАДІЙНОСТІ ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ.	64
4.1 Конструктивний розрахунок друкованої плати	64
4.2 Розрахунок надійності друкованої плати по раптовим відмовам	68
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	73
5.1 Оцінка наукового, технічного та економічного рівня НДДКР	73
5.1.1 Оцінювання комерційного потенціалу розробки.....	74
5.1.2 Оцінювання рівня новизни розробки	79

5.1.3 Розрахунок узагальненого коефіцієнта якості для нового рішення	83
5.2 Розрахунок витрат на проведення НДДКР з дослідження пристрою.....	86
5.2.1 Розрахунок собівартості виготовлення розробленого пристрою.....	94
5.2.2 Розрахунок ціни реалізації автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу	100
5.2.3 Розрахунок чистого прибутку для виробника від реалізації нового технічного рішення	101
5.2.4 Розрахунок терміну окупності витрат для виробника	102
5.2.5 Висновки до розділу	103
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	104
6.1 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	105
6.1.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони	105
6.1.2 Виробниче освітлення	106
6.1.3 Виробничі віброакустичні коливання.....	108
6.1.4 Виробничі випромінювання.....	109
6.2 Технічні рішення з промислової та пожежної безпеки при проведенні розробки автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу.	112
6.2.1 Безпека щодо організації робочих місць	112
6.2.2 Електробезпека	112
6.2.3 Пожежна безпека.....	113
6.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження безпеки роботи автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій.....	114
6.3.1 Дослідження безпеки роботи автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу в умовах дії іонізуючих випромінювань.....	115
6.3.2 Дослідження безпеки роботи автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу в умовах дії електромагнітного імпульсу	117
6.3.3 Розробка заходів по підвищенню безпеки роботи автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу в умовах надзвичайних ситуацій	118
6.3.4 Висновки до розділу	120
ВИСНОВКИ.....	120

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	122
ДОДАТОК А.....	126
ДОДАТОК Б.....	133
ДОДАТОК В.....	136
ДОДАТОК Д.....	139
ДОДАТОК Е.....	142
ДОДАТОК Ж.....	145
ДОДАТОК К.....	148
ДОДАТОК Л.....	152
ДОДАТОК М.....	155
ДОДАТОК Н.....	158
ДОДАТОК П.....	161
ДОДАТОК Р.....	164

ВСТУП

Актуальність роботи.

Інтернет речей з кожним роком все вагомніше впливає на принципи ведення діяльності транснаціональних компаній по всьому світу. Технології IoT завдяки своїм можливостям трансформують виробниче середовище: в найближчі кілька років вона зміниться сильніше, ніж за минулі десятиліття. Компанія Cisco оцінює один тільки ринок, що пов'язаний з виробництвом для інтернету речей в 3,9 трильйона доларів, таким чином, це дає можливість віднести його до найбільших секторів, які отримують прибуток від даної технології.

Зближення операційних технологій (OT) та інформаційних технологій (IT) підводить до моменту розуміння нової організаційної структури – єдиного підприємства. В основі даної структури лежить модель, яка показує майбутнє виробництво, що засноване на стандартній, немодифікованій технології Ethernet та децентралізованих системах. Комбінація технологій OT та IT, дозволяє органічно і надійно пов'язати виробничі дані з інформацією бізнесу, що водночас надає вагомні переваги.

Аутентифікацією (встановленням автентичності) називається перевірка належності суб'єкту доступу наданого ним ідентифікатора, та підтвердження його автентичності. Іншими словами, аутентифікація полягає в перевірці: чи є те, що підключається суб'єктом, тим, за кого він себе видає.

Загальна процедура ідентифікації та аутентифікації користувача при його доступі в АС представлена на рис. 1. Якщо в процесі аутентифікації, автентичність суб'єкта встановлена, то система захисту інформації повинна визначити його повноваження (загальноприйняті права). Це необхідно для подальшого контролю і розмежування доступу до ресурсів [1].

Контрольовану компоненту системи способів аутентифікації, можна розділити на аутентифікацію партнерів, по спілкуванню, і аутентифікацію джерела даних. Аутентифікація партнерів по спілкуванню використовується при

встановленні (і періодичної перевірки) з'єднання під час сеансу. Вона служить для запобігання таких загроз, як маскаррад і повтор попереднього сеансу зв'язку. Аутентифікація джерела даних – це підтвердження автентичності джерела окремої форми даних.

По спрямованості аутентифікація може бути односторонньою (користувач доводить свою справжність системі, наприклад при вході в систему) та двосторонньою (взаємною).

Аналіз останніх досліджень.

Найбільш поширеними простими і звичними є методи аутентифікації, засновані на паролі – секретних ідентифікаторів суб'єктів. При введенні суб'єктом персонального пароля, підсистема аутентифікації порівнює його з паролем, що зберігаються в базі збережених даних в зашифрованому вигляді. У разі збігу паролів, підсистема аутентифікації дозволяє доступ до ресурсів АС.

Парольні методи слід класифікувати за ступенем змінності паролів:

- методи, які використовують постійні (багаторазово використовувані) паролі;
- методи, які використовують одноразові (динамічно змінювані) паролі.

У більшості АС використовуються багаторазові паролі. В цьому випадку пароль користувача не змінюється від сеансу до сеансу протягом встановленого адміністратором системи часу його дійсності. Це спрощує процедури адміністрування, але підвищує загрозу розсекречення пароля. Відомо безліч способів розкриття пароля: від випадкового розкриття через атаку «злої покоївки», до перехоплення сеансу зв'язку. Імовірність розкриття зловмисником пароля підвищується, якщо пароль несе смислове значення (рік народження, ім'я дівчини), невеликої довжини, набраний на одному регістрі, що не має обмежень на період існування і т.д. Важливо, чи дозволено вводити пароль тільки в діалоговому режимі або є можливість звертатися з програми.

В останньому випадку, можливо запуснути програму по підбору паролів – «дробарку».

Більш надійний спосіб – використання одноразових або динамічно мінливих паролів.

Відомі такі методи парольного захисту, засновані на одноразових паролях:

- методи модифікації схеми простих паролів;
- методи «запит-відповідь»;
- функціональні методи.

У першому випадку користувачеві видається список паролів. При аутентифікації система запитує у користувача пароль, номер у списку якого визначено за випадковим законом. Довжина і порядковий номер початкового символу пароля теж можуть задаватися випадковим чином.

При використанні методу «запит-відповідь» система задає користувачеві деякі питання загального характеру, правильні відповіді, які відомі тільки конкретному користувачеві.

Останнім часом набули поширення комбіновані методи ідентифікації, що вимагають, крім знання пароля, наявність картки (token) - спеціального пристрою, що підтверджує справжність суб'єкта.

Картки поділяють на два типи:

- пасивні (картки з пам'яттю);
- активні (інтелектуальні картки).

Найпоширенішими є пасивні картки з магнітною смугою, які зчитуються спеціальним пристроєм, що має клавіатуру і процесор. При використанні зазначеної картки користувач вводить свій ідентифікаційний номер. У разі його збігу з електронним варіантом, закодованим в картці, користувач отримує доступ до системи. Це дозволяє достовірно встановити особу, яка отримала доступ до системи і виключити несанкціоноване використання картки зловмисником (наприклад, при її втраті). Такий спосіб часто називають двокомпонентний аутентифікацією.

Іноді (зазвичай для фізичного контролю доступу) картки застосовують самі по собі, без запиту особистого ідентифікаційного номера.

Недоліки пасивних карток наступні: вони істотно дорожче паролів, вимагають спеціальних пристроїв читання, їх використання має на увазі спеціальні процедури безпечного обліку і розподілу. Їх також необхідно оберігати від зловмисників, і, природно, не залишати в пристроях читання. Відомі випадки підробки пасивних карток.

Новим напрямком є використання біометричних характеристик в інтелектуальних розрахункових картках, жетонах-пропусках і елементах стільникового зв'язку. Наприклад, при розрахунку в магазині пред'явник картки кладе палець на сканер на підтвердження, що картка дійсно його.

Назвемо найбільш використовувані біометричні атрибути і відповідні системи:

- Відбитки пальців. Такі сканери мають невеликий розмір, універсальні, відносно недорогі. Біологічна повторюваність відбитка пальця становить 10-5%. В даний час пропагуються правоохоронними органами через великих асигнувань в електронні архіви відбитків пальців;

- Геометрія руки. Відповідні пристрої використовуються, коли через бруд або травм важко застосовувати сканери пальців. Біологічна повторюваність геометрії руки близько 2%;

- Райдужна оболонка ока. Дані пристрої мають найвищою точністю. Теоретична ймовірність збігу двох райдужних оболонок становить 1 з тисячі сімдесят вісім;

- Термічний образ особи. Системи дозволяють ідентифікувати людину на відстані до десятків метрів. У комбінації з пошуком даних по базі даних такі системи використовуються для впізнання авторизованих співробітників і відсіювання сторонніх. Однак при зміні освітленості сканери особи мають відносно високий відсоток помилок;

- Голос. Перевірка голосу зручна для використання в телекомунікаційних додатках. Необхідні для цього 16-розрядна звукова плата і конденсаторний мікрофон коштують менше 25 \$. Імовірність помилки становить 2 – 5%. Дана

технологія підходить для верифікації по голосу по телефонних каналах зв'язку, вона більш надійна в порівнянні з частотним набором особистого номера. Зараз розвиваються напрямки ідентифікації особистості і його стану по голосу – збуджений, хворий, каже правду, не в собі і т.д [1, 2];

– Введення з клавіатури. Тут при введенні, наприклад, пароля відслідковуються швидкість і інтервали між натисканнями;

Постійна аутентифікація забезпечує ідентифікацію кожного блоку переданих даних, що оберігає їх від несанкціонованої модифікації або вставки. Прикладом реалізації зазначеної категорії аутентифікації є використання алгоритмів генерації електронних підписів для кожного біта інформації, що пересилається.

Метою даної магістерської роботи є розробка та дослідження автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу. Основна увага приділяється надійності обмеження доступу.

Об'єктом досліджень є процеси приладу при різних небезпечних чинниках які будуть впливати на коректність роботи ІОТ-системи обмеження доступу.

Предметом досліджень є робота приладу при різних умовах використання.

Наукова новизна одержаних результатів

Наукова новизна полягає в реалізації ІОТ-системи на програмованій логічній мікросхемі.

Практичне значення одержаних результатів

Практична цінність роботи полягає в тому, що:

1. Реалізовано ІОТ-систему обмеження доступу з однією кнопкою для вводу інформації, що вказує на простоту пристрою і його компактність

Особистий внесок здобувача

Основні положення і результати магістерської роботи отримані автором самотійно.

Структура і обсяг роботи

Магістерська кваліфікаційна робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків, списку використаної літератури, та додатків.

1 АНАЛІЗ ТА ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Основою будь-яких систем захисту інформаційних систем є ідентифікація і аутентифікація, так як всі механізми захисту інформації розраховані на роботу з поіменованими суб'єктами і об'єктами АС, що показано на рисунку 1.1, та наведено в додатку Д . Нагадаємо, що в якості суб'єктів АС можуть виступати як користувачі, так і процеси, а в якості об'єктів АС – інформація та інші інформаційні ресурси системи.

Присвоєння суб'єктам і об'єктам доступу особистого ідентифікатора і порівняння його з заданим переліком називається ідентифікацією [1]. Ідентифікація забезпечує виконання таких функцій:

- встановлення автентичності та визначення повноважень суб'єкта при його допуск в систему;
- контролювання встановлених повноважень в процесі сеансу роботи;
- реєстрація дій і ін.

По напрямку аутентифікація може бути двох типів: односторонньою, коли користувач підтверджує свою особу системі, при вході в систему; двосторонньою (потрібне взаємне підтвердження).

Зазвичай методи аутентифікації класифікуються по використовуваним засобам. У цьому випадку зазначені методи ділять на чотири групи:

- Засновані на знанні особою, яка має право на доступ до ресурсів системи, деякою секретної інформації – пароля;
- Засновані на використанні унікального предмета: жетона, брелка, електронної картки та ін;

- Засновані на вимірі біометричних параметрів людини – фізіологічних атрибутах живого організму;
- Засновані на інформації, асоційованій виключно з заданим користувачем, наприклад, з його параметрами, тощо.

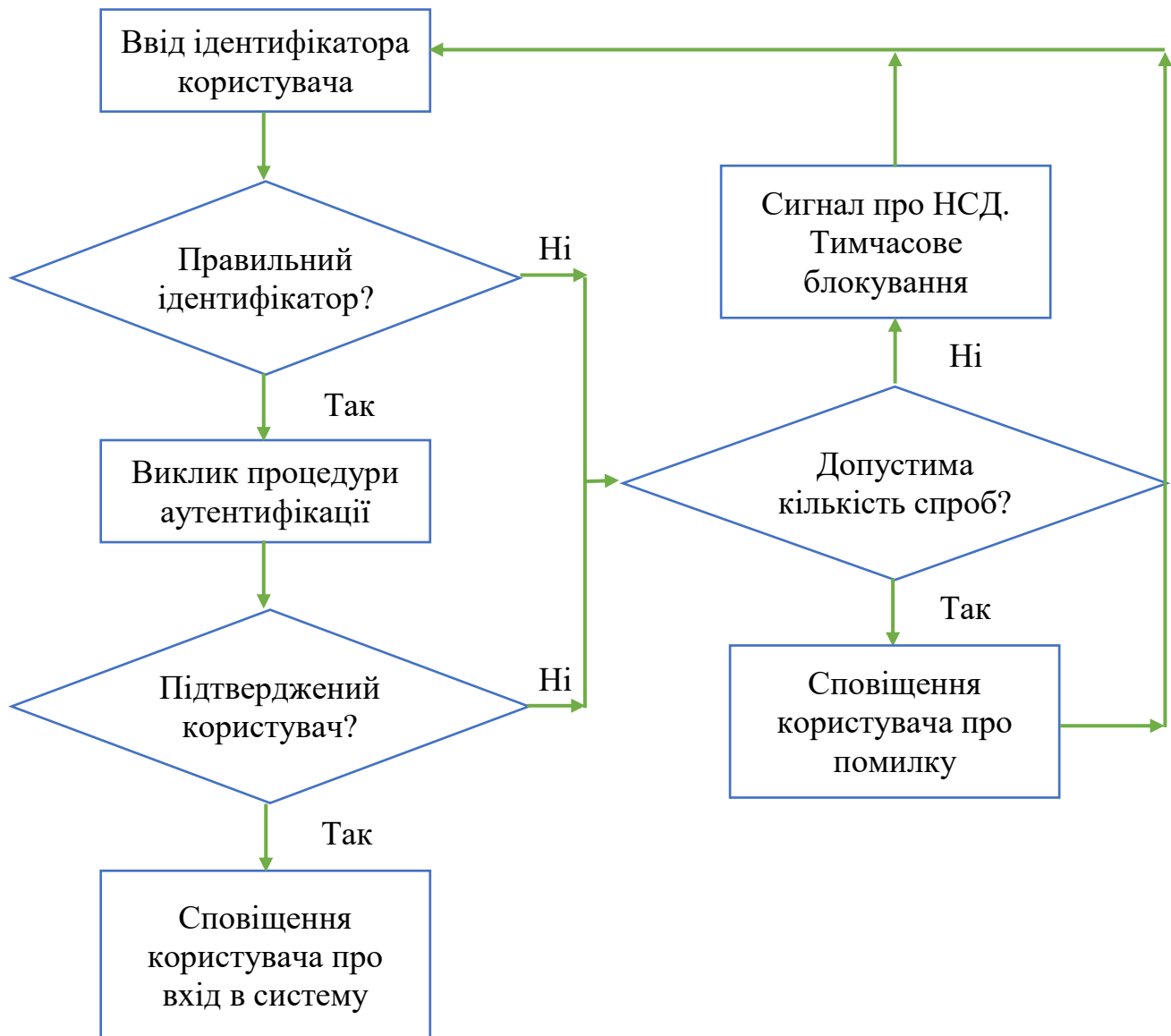


Рисунок 1.1 – Процедура ідентифікації та аутентифікації

1.1 Автоматизована бездротова ІОТ-система обмеження доступу

В ідеалі, ІОТ-система – це середовище, в якому до Мережі підключено практично все, що може представляти хоча б найменший інтерес для того, хто користується «речами». ІОТ-системи обмеження доступу – пристрій, для відкриття якого потрібно ввести з клавіатури, виставити на спеціальних циліндрах або іншим чином вказати певну кодову послідовність, яка зберігається секреті. До переваг можна віднести:

- можливість швидкої заміни коду;
- можливість передачі коду іншій особі без залучення третьої сторони (майстерні по виготовленню ключів);
- відсутність ключа, який можна загубити або який злоумисник може викрасти.

До недоліків кодових замків обмеження доступу можна віднести:

- доволі часто в якості кодів використовуються прості дати, загальновідомі числа, адреси користувачів кодових замків обмеження доступу, що спрощує підбір коду для злоумисників;
- користувач кодового замка обмеження доступу може забути код доступу. Це зазвичай відбувається після того, коли він тривалий час не використовувався;
- код можуть підглянути при його введенні користувачем. При введенні кодової послідовності, необхідно дотримуватись різних заходів безпеки.

Таким чином, новітні пристрої які мають досить велику кількість додаткових параметрів, володіють функціями сучасних розумних замків.

Сьогодні показує нам, що не потрібно нехтувати безпекою і завжди намагатися вберегти своє майно від злоумисників.

Обрана тема магістерської роботи – це розробка та дослідження автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу, що в свою чергу має компактні розміри, поширенні деталі за невисокими цінами, а також простоту у використанні [2].

Автоматизована бездротова ІОТ-система обмеження доступу складається з таких структурних блоків (рисунок 1.2), та наведена в додатку Б:

- блок живлення;

- блок індикації;
- блок керування;
- виконавчий блок.

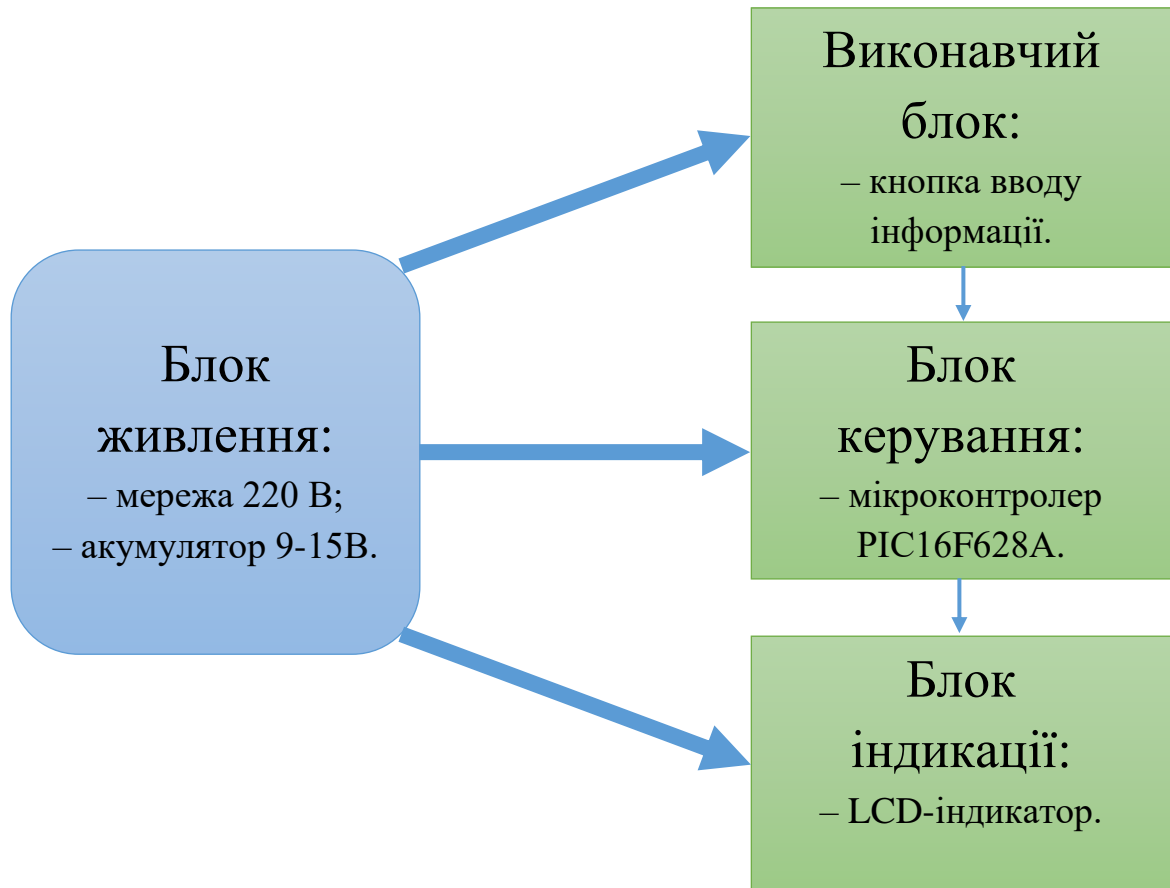


Рисунок 1.2 – Структурна схема автоматизованої бездротової ІОТ-система обмеження доступу

Пристрої обмеження доступу роблять доступ в приміщення більш гнучким і простим для конфігурації. Механічні замки вимагають виготовлення нових ключів, коли потрібно надати доступ новим користувачам. Традиційний замок може бути замінений для доступу одного користувача, і якщо ключі втрачені, то потрібна заміна всього замку або його кодової вставки. Подібні ситуації можуть статися, коли люди переїжджають з одного місця на інше, або коли компанія

приймає на роботу нових співробітників (або звільняє старих). Початок роботи кодового замка бездротової ІОТ-система обмеження доступу показано на рисунку 1.3. Кодові замки мають перевагу, так як їх можна просто перепрограмувати і вони можуть тримати в пам'яті унікальні коди для кожного користувача.

Незважаючи на те, що основна робота кодового замка залишається без змін, сучасні моделі мають цілий ряд новітніх функцій, що покращують роботу кодового замка. Це стало, так би мовити, відповіддю виробників, на стрімке поширення смартфонів. До основних нововведень можна віднести такі функції:

- надсилання повідомлень про використання коду на смартфон користувача: який код і коли був введений в бездротову ІОТ-систему обмеження доступу;
- можливість автоматичного замикання через певний час після того, як замок був в відкритому стані;
- автоматичне включення сирени при спробі проникнення;
- наявна можливість створювати і видаляти нові коди віддалено за допомогою смартфона користувача.



Рисунок 1.3 – Початок роботи кодового замка бездротової ІОТ-система обмеження доступу

Дисплей, який використовується, має 2 рядки по 16 символів (2x16 LCD), який має вбудований контролер [2, 3]. Спеціальна особливість дисплея – наявність інтерфейсу I2C з контролером. Інтерфейс I2C повністю сумісний з двопровідним інтерфейсом (Two-Wire Interface, TWI) який є в мікроконтролерах PIC [3].

Даний пристрій можна використовувати для багатьох речей, потрібно лише правильно його налаштувати і закріпити. Якщо порівнювати його з іншими кодовими замками то можна виділити його основну перевагу – це ціна. Також його можна зробити за дуже короткий термін часу, що також підкреслює його переваги.

Для живлення потрібно 9-15 В, які наявні в акумуляторі або в мережевому блокові живлення. При несподіваному знеструмленні приладу під час збереження коду в незалежній EEPROM пам'яті можна некоректно зберегти код і відновити його не вдасться, що призведе до повторного програмування мікроконтролера. Звідси випливає рекомендація про необхідність стабільного, резервного живлення приладу від акумулятора.

1.2 Порівняння з сучасними аналогами в технічному та економічному плані

Для порівняння можна взяти кілька аналогів бездротових ІОТ-системи обмеження доступу. Перший з них це кодовий замок з клавіатурою 4x4 I2C LCD [4]. Пристрій обмеження доступу містить tinyAVR, клавіатуру, LCD, п'єзовипромінювач і електромеханічний (дверний) замок. AVR постійно сканує клавіатуру в очікуванні введення користувача, і відкриє замок, коли буде введена правильна комбінація цифр коду. LCD використовується для зворотного зв'язку і відображення інформації про стан замку. Маленький п'єзосповіщувач використовується для видачі звукових підтверджень про натискання клавiш і стан замку (оповіщення про те, що двері відкриті). Вигляд кодового замка з клавіатурою 4x4 I2C LCD зображено нижче на рисунку 1.4.

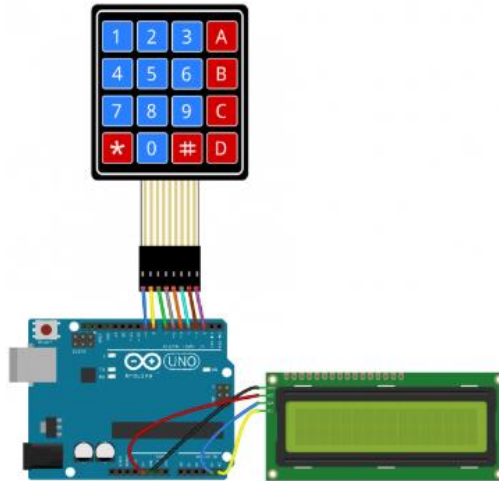


Рисунок 1.4 – Пристрій обмеження доступу з клавіатурою 4x4 I2C LCD

Пристроєм введення є стандартна матриця 4x4. Поле клавіатури містить 16 клавіш, розташованих симетрично в 4 рядках по 4 клавіші в кожній. Електрична принципова схема кодового замка з клавіатурою 4x4 I2C LCD показана на рисунку 1.5. Кожен стовпець і рядок підключений до порту I / O мікроконтролера.

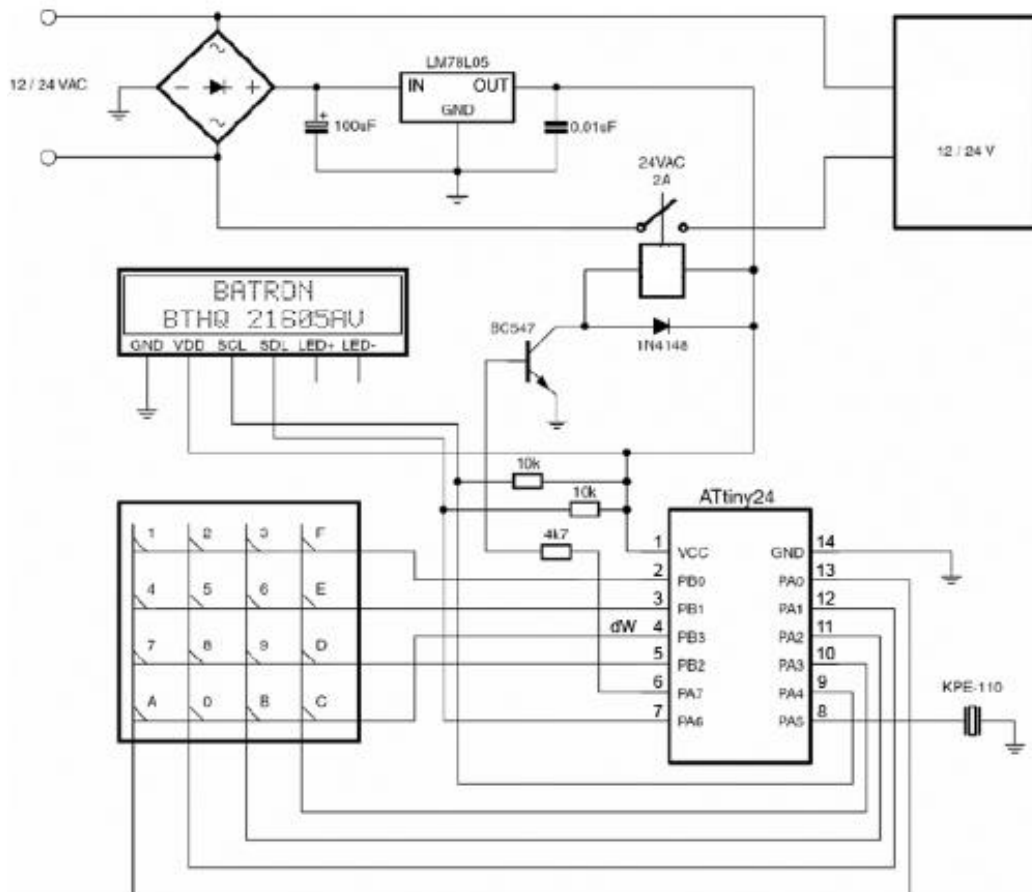


Рисунок 1.5 – Електрична принципова схема кодового замка з клавіатурою 4x4 I2C LCD

У розробці можна застосувати індивідуальні коди доступу для різних користувачів. Кількість кодів обмежена лише обсягом вільної пам'яті в EEPROM [3, 4]. Якщо застосувати оптимізацію коду за розміром (шляхом установки компілятора IAR в режим генерації коду для релізу, Release Mode), то можна звільнити місце в пам'яті програм для зберігання додаткових кодів доступу. Звичайно ж, більше місця в пам'яті мають інші мікроконтролери, повністю сумісні по функціоналу і портам GPIO, такі як ATtiny44 і ATtiny84.

В бездротовій IOT-системі обмеження доступу ввід інформації відбувається за допомогою однієї кнопки, в кодовому замку з клавіатурою 4x4 I2C LCD ввід інформації відбувається за допомогою клавіатури. Пристрої відрізняються мікроконтролерами, в I2C LCD використовується ATtiny24[4]. Якщо їх

порівнювати то головною перевагою бездротової ІОТ-системи обмеження доступу є ціна, він однозначно буде дешевшим за аналоги інших пристроїв обмеження доступу, це вагома перевага при виборі пристрою.

Ще одним варіантом для порівняння було обрано електричний пристрій обмеження доступу на АТmega8. Даний пристрій є досить легким у конструюванні, в ньому використовується LCD-дисплей 1602 (як і в попередньому порівнянні), клавіатура 4x4, яка складається із кнопок встановлених в плату замка, і контролер АТmega8. Даний пристрій для порівняння можна розглянути на рисунку 1.6.



Рисунок 1.6 – Електричний пристрій обмеження доступу на АТmega8

Даний пристрій може використовуватись для захисту різних об'єктів, користувачеві потрібно лише ввести пароль для отримання доступу. Пароль вводиться за допомогою клавіатури 4x4 для вводу інформації. Як тільки було введено правильну послідовність коду – спрацює реле, додатковим підтвердженням правильного вводу паролю є засвічування світлодіода, що знаходиться біля реле. Електричну схему пристрою обмеження доступу на АТmega8 можна розглянути на рисунку 1.7.

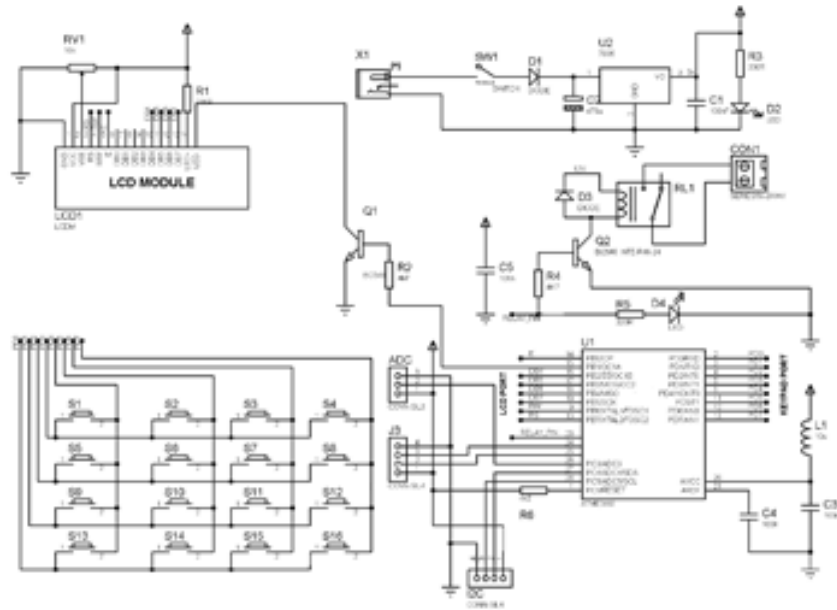


Рисунок 1.7 – Електрична принципова схема пристрою обмеження доступу на ATmega8

Для зміни коду блокування пристрою обмеження доступу на ATmega8, потрібно ввести комбінацію цифр «0000», як тільки було введено дану комбінацію, пристрій перемкнеться в режим зміни пароля. Після даної процедури, потрібно ввести старий пароль, щоб отримати дозвіл, а тільки потім потрібно вводити нову комбінацію для пароля.

Електричний пристрій обмеження доступу на ATmega8 є досить схожою версією автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу; значним мінусом є те, що пристрій на ATmega8 використовує мову C++ для програмування контролера, вона є досить складною, бездротова ІОТ-система обмеження доступу в свою чергу використовує асемблер, що є значно простішим варіантом. Також до мінусів пристрою на ATmega8 можна віднести велику кількість кнопок для вводу інформації, що не є практично, однієї кнопки для вводу пароля буде достатньо.

1.3 Висновки до розділу

Кожен пристрій має свої переваги та недоліки. Поява нових пристроїв захисту обумовлено бажанням поліпшити ті або інші властивості. Однак одночасного поліпшення всіх властивостей, як правило, досягти не вдається в силу їхньої суперечливості, тому доводиться вибирати між різними критеріями залежно від умов застосування.

У той же час потрібно зазначити, що перспективним напрямком ІОТ-систем обмеження доступу є застосування високоякісних мікроконтролерів в яких реалізована висока швидкодія.

2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ ПРИСТРОЮ

2.1 Вибір та обґрунтування схеми пристрою

Пристрій використовується як повноцінна бездротова ІОТ-система обмеження доступу, виконана за бюджетним варіантом, дуже проста у використанні, має лише одну кнопку для вводу інформації. Електрична принципова схема приведена в додатку В.

Схема блоку керування бездротової ІОТ-системи обмеження доступу яка має наступні характеристики [5]:

- Максимальна тактова частота 20МГц;
- Flash пам'ять програми(слів) 2048;
- Пам'ять даних 224 байт;
- EEPROM пам'ять даних 128 байт;
- Таймери TMRO,TMR1,TMR2;
- Компаратор 2;
- Модулі ССР 1;
- Послідовний інтерфейс USART;
- Програмне джерело опорної напруги ;
- Число джерел переривань 10;
- Число портів вводу/виводу 16;
- Напруга живлення 3,5-5В;
- Детектор пониженої напруги живлення;
- Внутрішній генератор малої потужності 48 кГц;
- 8-рівневий апаратний стек;
- Корпус 18-вивідний DIP,SOIC,20-вивідний SSOP.

Мікроконтролери PIC мають дуже ефективну систему команд, що складається всього з 35 інструкція. Вся інструкція виконуються за один цикл, за винятком умовних переходів і команд, що змінюють програмний лічильник, який

виконується за 2 циклу. Один цикл виконання інструкція складається з 4 періодів тактової частоти. Таким чином, при частоті 4 МГц, виконання інструкція становить 1 мкс. Кожна інструкція складається з 14 біт, що діляться на код операції і операнд (можлива маніпуляція з регістром, осередками пам'яті і безпосередній даними).

Висока швидкість виконання команд в PIC досягається за рахунок використання двохшинної Гарвардської архітектури замість традиційної одношинної Фон-Неймановської. Гарвардська архітектура ґрунтується на наборі регістрів з роздільними шинами і адресним шляхом для команд і для даних. Набір регістрів означає, що всі програмні об'єкти, такі як порти введення/виведення, осередки пам'яті і таймер, представляють собою фізично реалізовані апаратні регістри.

Мікроконтролери сімейства PIC використовують внутрішньосхемну схему скидання по включенню живлення в поєднанні з таймером запуску генератора, що дозволяє в більшості ситуацій обійтися без традиційного регістора і конденсатор. Досить просто підключити вхід MCLR до джерела живлення. Якщо при включенні харчування можливі імпульсні перешкоди або викиди, то краще використовувати послідовний регістор 100-300 Ом.

Архітектура мікроконтролера PIC16F628A показана нижче на рисунку 2.1, та наведена в додатку Е. Якщо живлення наростає дуже повільно (повільніше, ніж за 70 мкс), або він працює на дуже низьких тактових частотах, то необхідно використовувати традиційну схему скиду з регістора.

Повний цикл внутрішньосхемного програмування і налагодження мікроконтролера PIC16F628A був здійснений за допомогою MPLAB IDE v8.15 (інтегрована середовищі розробки), компілятор MPASM v5.22 (входить в MPLAB IDE v8.15) і MPLAB ICD 2 (внутрішньосхемний відладчик – «Дебагер»)[5, 6].

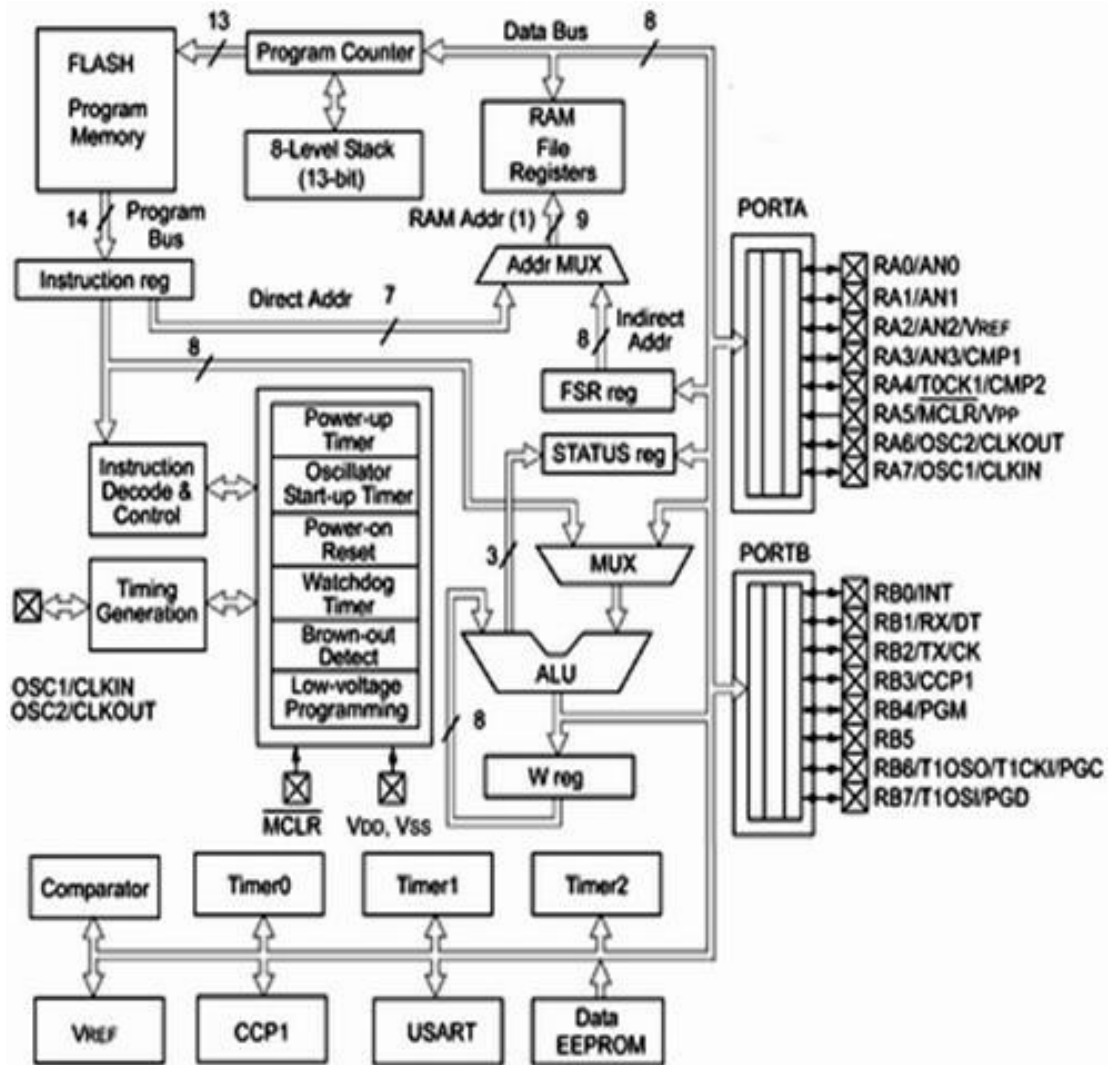


Рисунок 2.1 – Архітектура мікроконтролера PIC16F628A

Мікроконтролер має функціональні висновки RA0, RB0 - RB7, CCP1, які служать для введення і виведення інформації. PIC16F628A не має функції примусового скидання, висновок для скидання підключений через резистор R1 до позитивного потенціалу харчування. Для генерації тактової частоти використовується вбудований RC-генератор на кристалі. Даний тип мікроконтролера має широкий діапазон робочою напруги, що складає 2-5, 5 В, це достатньо хороша характеристика, що дозволяє забезпечувати роботи приладу при малій напрузі живлення.

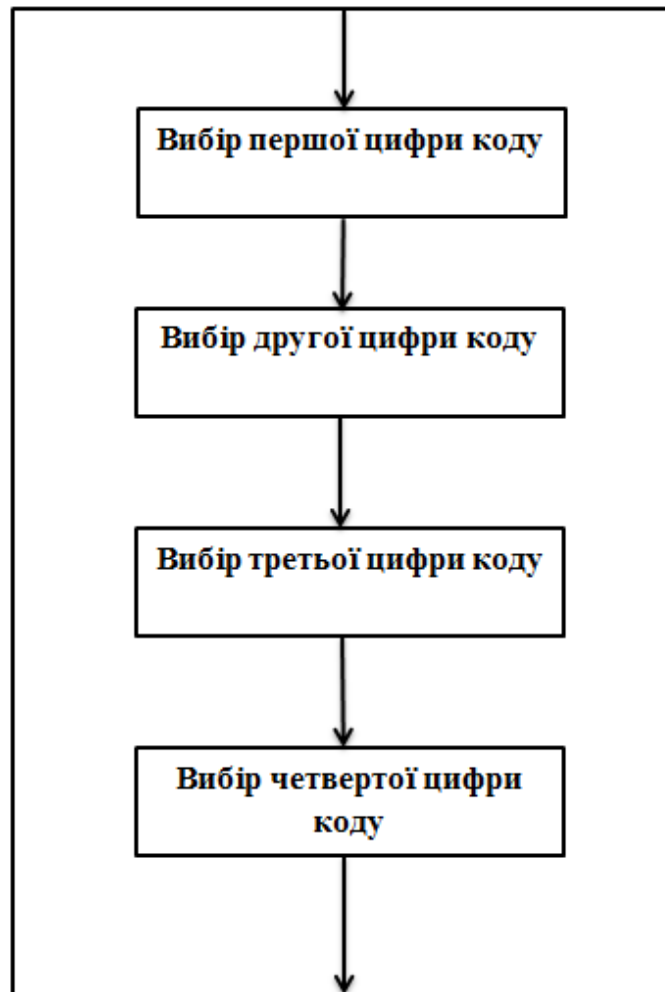


Рисунок 2.2 – Програма «Ввід коду»

До висновку RA0 через струмообмежуючі резистор R3 підключена тактова кнопка. Програма «ввід коду» знаходиться вище на рисунку 2.2. У віджатому положенні тактовою кнопки SB1 резистор R7 імітує низький логічний рівень. Мікроконтролер розпізнає три стани тактової кнопки SB1 [6, 2]:

- Не натиснута;
- Натиснута короткочасно (менше 1с);
- Натиснута і утримується (більше 1с).

1. При включенні приладу відбувається читання незалежної пам'яті даних EEPROM, де відбувається вивантаження даних стану замка і коду. Прилад відкриває або закриває електричний замок згідно прочитаного регістру стану замка. Прилад переходить в стан де відображає статистику кодування, тобто 2.

2. В даному стані прилад у верхньому рядку виводить на дисплеї напис «Stat. Стат. »І в нижньому рядку відображає статистику кодування, а саме число кодувань і число декодування. Після короткочасного або утримуваного натискання тактовою кнопки прилад керуючись регістром про стан замку переходить в стан кодування якщо замок відкритий, тобто 3 і переходить в стан декодування якщо замок закритий, тобто 4.

3. Прилад виводить в верхньому рядку на дисплеї напис «Code Код» і переходить в стан де відбувається введення коду (підпрограма «Введення коду»), тобто 5. Станеться інкрементування лічильника числа кодувань. Прилад переходить в стан де змінює стан замку, закриваючи його, тобто 9.

4. Прилад виводить в верхньому рядку на дисплеї напис «Decode Декод» і переходить в стан де відбувається введення коду (підпрограма «Введення коду»), тобто 5. Станеться інкрементування лічильника числа декодування. Прилад порівнює введений код з кодом збереженим в незалежній EEPROM пам'яті. Якщо код збігається тоді прилад переходить в стан де змінює стан замка , відкриваючи його, тобто 10, а якщо код не співпадає переходить в стан де виводить інформацію про помилку, тобто 11.

5. У нижньому рядку дисплея квадратними дужками виділяється перша цифра чотиризначного коду. Короткочасним натисканням на тактову кнопку відбувається інкрементування регістра вводиться цифри . Якщо тактова кнопка натиснута і утримується більше 1 с, то прилад переходить в стан де відбувається вибір другої цифри коду, тобто 6.

6. У нижньому рядку дисплея квадратними дужками виділяється друга цифра чотиризначного коду. Короткочасним натисканням на тактову кнопку відбувається інкрементування регістра вводиться цифри . Якщо тактова кнопка натиснута і утримується більше 1 с, то прилад переходить в стан де відбувається вибір третьої цифри коду, тобто 7.

7. У нижньому рядку дисплея квадратними дужками виділяється третя цифра чотиризначного коду. Короткочасним натисканням на тактову кнопку відбувається інкрементування регістра вводиться цифри . Якщо тактова кнопка

натиснута і утримується більше 1 с, то прилад переходить в стан де відбувається вибір четвертої цифри коду, тобто 8.

8. У нижньому рядку дисплея квадратними дужками виділяється четверта цифра чотиризначного коду. Короткочасним натисканням на тактову кнопку відбувається інкрементування регістра вводиться цифри . Якщо тактова кнопка натиснута і утримується більше 1 с, то прилад переходить в стан на те місце звідки було заживлено про підпрограма «Введення коду», тобто 3 або 4.

9. Прилад закриває замок і зберігає стан замку і код. У верхньому рядку виводить на дисплеї напис «Saving Зберегти.» І в нижньому рядку чотиризначний код. Далі прилад переходить в стан де відображає статистику кодування, тобто 2.

10. У верхньому рядку виводить на дисплеї напис «Error Помилка» і в нижньому рядку чотиризначний код. Після короткочасного або утримуваного натискання тактовою кнопки прилад переходить в стан де відображає статистику кодування, тобто 2.

Пезовипромінювач звуку P1 допомагає розрізнити стану тактовою кнопки SB1. Так при 1 стані генерації звуку не відбувається, при 2 стані звук генерується до того моменту поки мікроконтролер не може розпізнати 3 стан, а в 3 стані генерації звуку не відбувається.

Для відображення інформації використовується рідкокристалічний дисплей HG1. Він має контролер, в якому реалізована функція знакогенерації. Відображає два рядки по шістнадцять символів в кожній. Управління дисплеєм здійснюється через висновки мікроконтролера RB0, RB1, RB4 - RB7.

Завантаження даних відбувається напівбайтами, через висновки RB4 – RB7. «Клямка» - RB1. Вибір регістру сигналу формуємо на виведенні RB0. Резисторами R5 і R6 встановлюємо контрастність дисплея HG1. Підсвічування дисплея підключена до живлення через струмообмежуючі резистор R4. Дисплей HG1 який показаний на рисунку 2.3 прикручується до плати 3 x 15 мм латунними стійками і 3 x 6 мм гвинтами.



Рисунок 2.3 – Дисплей системи обмеження доступу

Звичайно, не дивлячись на те, що у мікроконтролера захищена від внутрішньосхемного читання EEPROM пам'ять (задано в конфігурації) за допомогою MPLAB IDE і MPLAB ICD внутрішньосхемний прочитати і дізнатися пароль, а отже і включити електричний замок не вийде. Залишається простіший спосіб розтину - безпосередньо на пряму подати напругу на електричний замок.

Роблю висновок, прилад «автоматизована бездротова ІОТ-система обмеження доступу» і електричний замок повинні бути надійно захищені від проникнення сторонніх осіб. У вільному доступі повинна бути кнопка і дисплей. Схема підключення мікроконтролера показана нижче на рисунку 2.4, та наведена в додатку Ж.

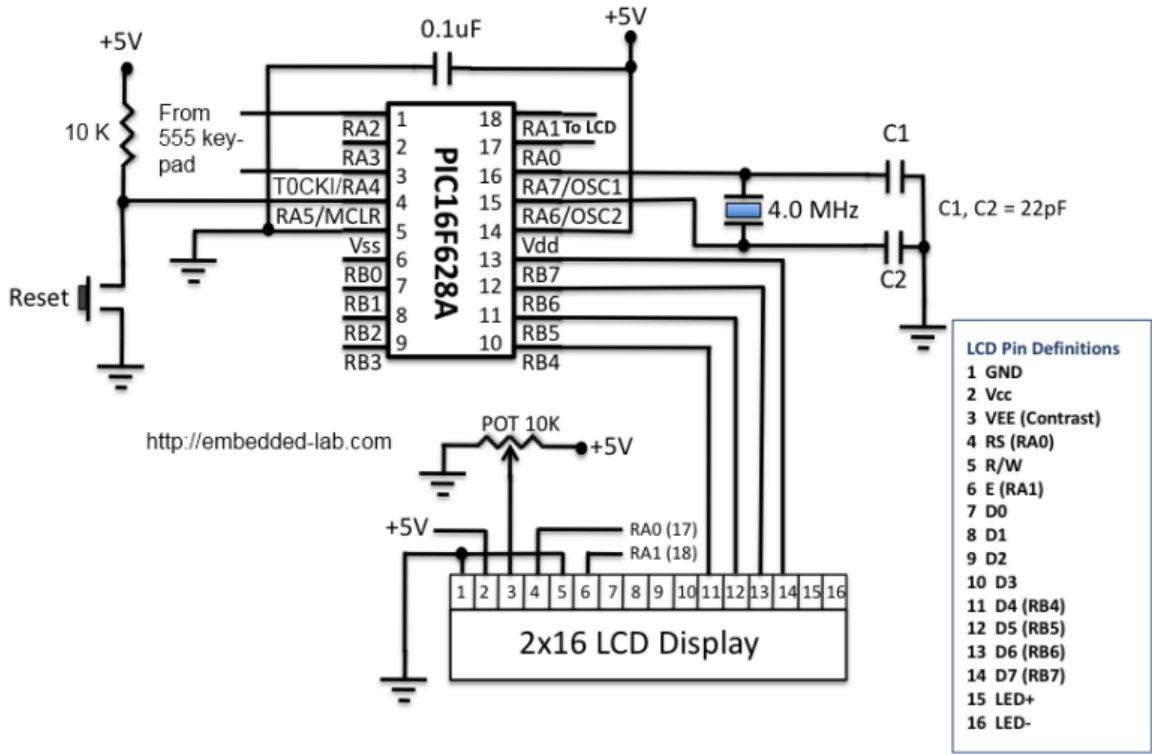


Рисунок 2.4 – Схема підключення мікроконтролера

Варто відзначити, що прилад можна знеструмлювати, все одно в незалежній пам'яті EEPROM пам'яті після введення коду зберігається стан замку і код. Знеструмлювати прилад під час збереження коду в незалежній EEPROM пам'яті заборонено[6, 7].

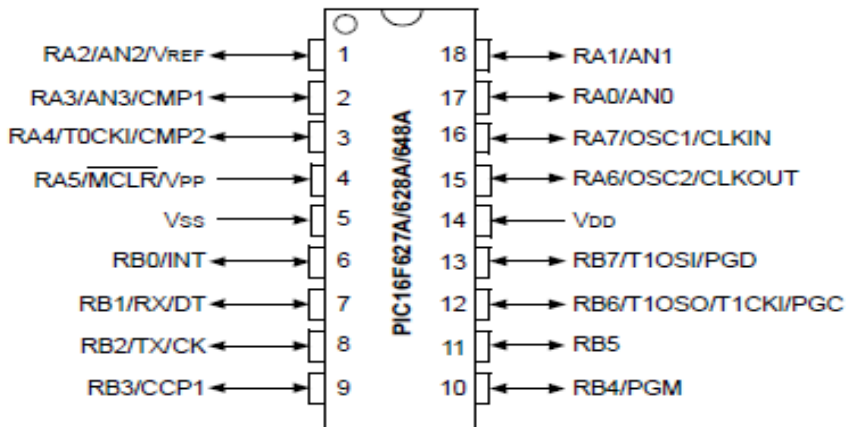


Рисунок 2.5 – Призначення виводів мікроконтролера

Варто звернути увагу на одну важливу деталь в роботі приладу та мікроконтролера, призначення виводів з яких можна ознайомитись на рисунку 2.5. При включенні приладу він може короткочасно відкривати електричний замок (на час менше 1 с), не дивлячись на те, що в незалежній пам'яті EEPROM збережено закритий стан електричного замка. Помилка була виявлена при симуляції виконання програмного коду в середовищі MPLAB IDE[7]. При несподіваному знеструмленні приладу під час збереження коду в незалежній пам'яті EEPROM можна некоректно зберегти код і відновити його не вдасться, що призведе до повторного програмування мікроконтролера. Звідси впливає рекомендація про необхідність стабільного і резервного живлення приладу. GB1 - резервне живлення. Одним із можливих варіантів резервного живлення може бути батарея живлення на 9 -12 В, що знаходиться нижче на рисунку 2.6, цього достатньо для забезпечення роботи пристрою на певний період.



Рисунок 2.6 – Батарея живлення на 9 -12 В

Автоматизована бездротова ІОТ-система обмеження доступу обмеження доступу може працювати з електричним магнітом, він потребує більшого живлення і тому потрібно інше джерело резервного живлення. Розміщення деталей можна розглянути на рисунку 2.7, та наведено в додатку Л. Складальне креслення показано на рисунку 2.7, та наведено в додатку М.

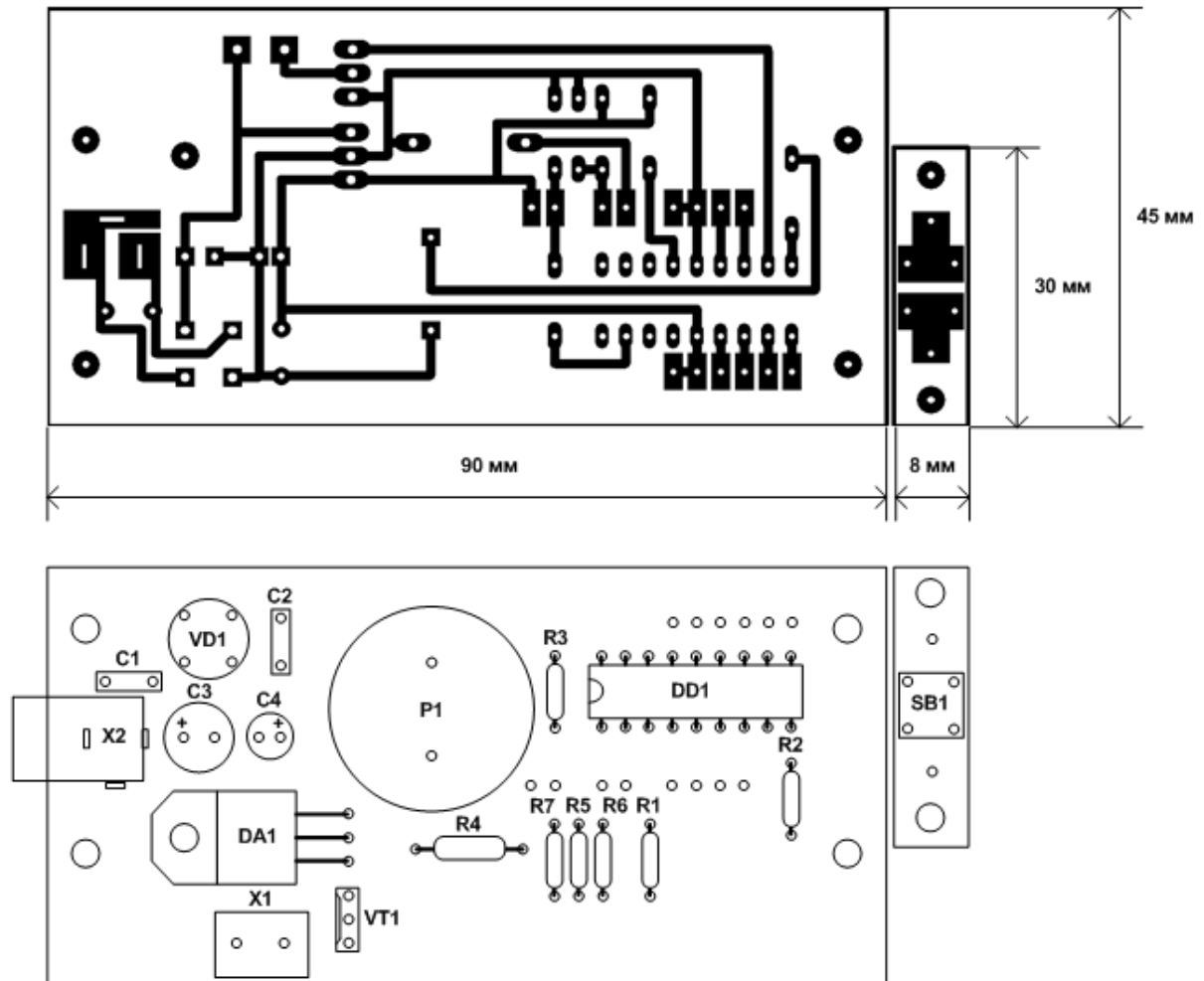


Рисунок 2.7 – Друкована плата та розміщення деталей

2.2 Обґрунтування вибору елементної бази

Автоматизована бездротова ІОТ-система обмеження доступу має в своєму складі 22 радіоелемента, що досить не багато для теперішніх пристроїв охорони, це одна з його переваг. Обрані деталі елементної бази є достатньо поширеними в

більшості містах України, тому, його виготовлення буде достатньо легким завданням для будь-якого бажаючого. Було вибрано чотири елементи автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу, що мають найбільшу цінність і достатньо аналогів на ринку, щоб замінити їх в схемі пристрою:

- мікроконтролер PIC16F628A;
- LCD-індикатор WH1602D-PGH-CT#;
- MOSFET-транзистор IRLU024N;
- Лінійний регулятор L7805AB.

Обрані елементи є достатньо поширеними і мають допустиму ціну. Вони чудово задовольняють тим критеріям які потрібно пристрою і мають деякі переваги серед інших аналогів.

Мікроконтролер PIC16F628A

Даний тип мікроконтролера не є досить популярним але він достатньо надійний, що є одним із найголовніших критеріїв для роботи бездротової ІОТ-системи обмеження доступу, нумерацію виводів мікроконтролера PIC16F628A можна розглянути на рисунку 2.8[8, 9]. Алгоритм роботи мікроконтролера PIC16F628A показаний в додатку П.

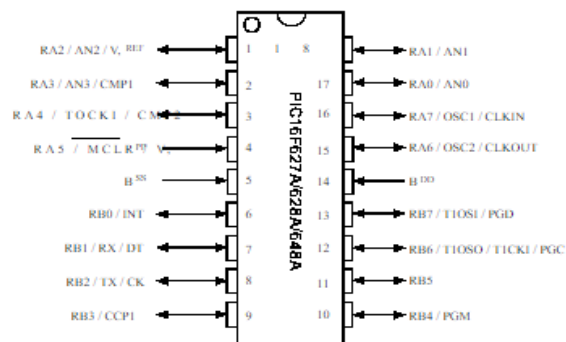


Рисунок 2.8 – Нумерація виводів мікроконтролера PIC16F628A

Для порівняння можна взяти схожий по функціоналу мікроконтролер АТТІNY24А, нумерація виводів знаходиться на рисунку 2.9.

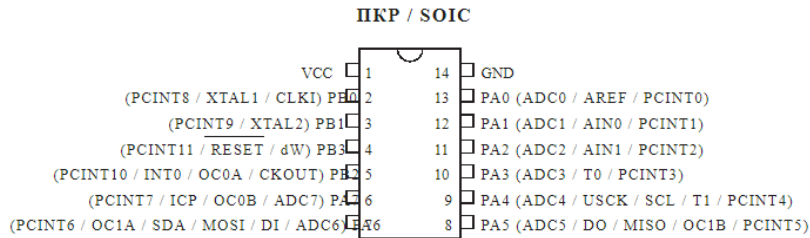


Рисунок 2.9 – Нумерація виводів мікроконтролера АТТІNY24А

Вибраний для порівняння мікроконтролер є дуже схожим на PIC16F628A. АТtiny24А – 8-бітові КМОП-мікроконтролер з досить низьким енергоспоживанням, заснований на покращеному RISC AVR архітектурі. Виконуючи потужні інструкції за один такт, АТtiny24А може досягати пропускну здатності, що наближається до 1 MIPS на МГц, дозволяючи розробнику системи оптимізувати енергоспоживання в залежності від швидкості обробки даних. Ядро AVR об'єднує набір команд з 32 робочими регістрами загального призначення. Результуюча архітектура ефективніша щодо коду, забезпечуючи при цьому пропуску здатність до десяти разів швидше, чим традиційні CISC мікроконтролери[9, 10]. Порівняльна характеристика мікроконтролерів PIC16F628A та АТtiny24А знаходиться в таблиці 2.1. АТtiny24А AVR підтримується повним набором інструментів для розробки програм і систем, в тому числі: компілятори С, макроасемблери, симулятори програм і оціночні комплекти.

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика мікроконтролерів PIC16F628A та АТtiny24А

Тип мікроконтролера	SRAM (байт)	EEPROM (байт)	Кількість слів	Таймери 8/16-бітні	Робоча напруга, В
PIC16F628A	224	128	2048	2/1	2,0 – 5,5

ATtiny24A	128	128	1024	1/1	1,8 -5,5
-----------	-----	-----	------	-----	----------

З порівняльної характеристики видно, що по більшості параметрів, мікроконтролер PIC16F628A є кращим варіантом ніж його аналог ATtiny24A. Також можна відзначити ціну мікроконтролера ATtiny24A, вона є дещо нижчою ніж на PIC16F628A, щодо інших параметрів, то вони не відповідають вимогам бездротової ІОТ-системи обмеження доступу. Не достатня кількість пам'яті є ваговою проблемою, що не дозволить його використати для різних приладів.

Підбиваючи підсумки, можна сказати, що обраний мікроконтролер PIC16F628A є чудовим варіантом для даного пристрою, і відповідає по всім заданим параметрам.

LCD-індикатор WH1602D-PGH-CT#

LCD-індикатор який використовується в приладі є один із поширених дисплеїв, що мають 16 точок на дві стрічки. Його ціна є середньою по теперішнім міркам. В більшості випадків дані дисплеї є схожими по параметрам і відрізняються лише деякими критеріями, ціною і виробником.

Автоматизована бездротова ІОТ-система обмеження доступу використовую дисплей WH1602D-PGH-CT#. Вигляд дисплея показана на рисунку 2.10.



Рисунок 2.10 – LCD-індикатор WH1602D-PGH-CT#

Даний дисплей має тип символу – Н, графічний тип – G, PLED – Р, тип підсвітки – Y, що задовольняє параметрам кодового замка. Для порівняння був вибраний схожий по вигляду та функціоналу дисплей QC1602A 16x2 Character LCD на контролері HD44780, його вигляд показано на рисунку 2.11.

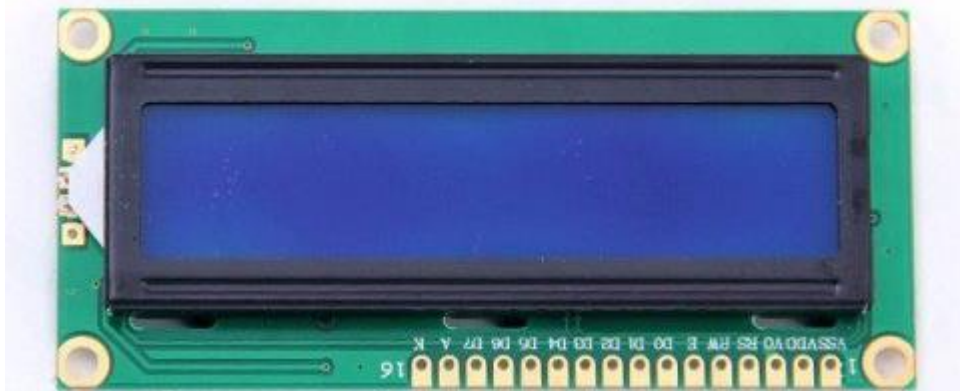


Рисунок 2.11 – QC1602A 16x2 Character LCD на контролері HD44780

QC1602A дуже схожий на LCD-індикатор WH1602D-PGH-CT#, з помітних відмінностей зразу кидається в очі інший колір підсвітки, тут він темно синій, також він побудований на іншому контролері HD44780. Порівняльна характеристика дисплеїв показана в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Порівняльна характеристика дисплеїв WH1602D-PGH-CT# та QC1602A

Параметри	WH1602D-PGH-CT#	QC1602A
Кількість символів	16x2	16x2
Розмір модуля	80,0 x 36,0 x 9,7 mm	80,0 x 36,0 x 14,5 mm
Область перегляду	66,0 x 16,0	66,0 x 18,0

Активна область	50,67 x 10,36	48,67 x 12,36
-----------------	---------------	---------------

Продовження таблиці 2.2

Розмір символу	2,67 x 5,01	2,43 x 5,08
Висота символу	3,20 x 5,35	3,10 x 5,45
Тип ЖК	PLED, зелений	PLED, синій
Робоча температура	-20 /+50	0 /+50
Напруга живлення для логіки	4,5 – 5,5 В	5,0 – 5,5 В
Напруга живлення для ЖК-дисплея	2,0 – 5,0 В	3,5 – 5,0 В
Розмір точки	0,51 x 0,60	0,51 x 0,60
Точковий крок	0,54 x 0,63	0,54 x 0,63

З таблиці видно, що параметри дуже подібні і тому важко сказати який дисплей кращий. Ціна на обидва дисплеї теж дуже подібна і тому виходить, що дисплей який був запропонований для порівняння теж можна використати для пристрою, що розробляється, а саме, автоматизована бездротова ІОТ-система обмеження доступу. Висновком до даного порівняння є те, що дисплеї типу 16x2 є дуже схожими по параметрам і вибір LCD-індикатора залежить тільки від вподобань самого розробника.

MOSFET-транзистор IRLU024N

Обраний MOSFET-транзистор IRLU024N забезпечує відкриття магніту поданням на нього напруги відкриття, і тому має відповідати параметрам пристрою. Перевага в поєднанні з швидким перемиканням і надійна конструкція пристрою надає розробнику надзвичайно ефективний пристрій для широкого

спектра використання[11]. D-PAK призначений для поверхневого монтажу з використанням парової фази, інфрачервоного випромінювання, або методи пайки хвилею припою. Версія з прямим висновком (серія IRFU) призначена для наскрізного монтажу. Рівні розсіюється до 1,5 Вт можливі в типових застосуваннях для поверхневого монтажу. Транзистор IRLU024N має малі габарити (рисунок 2.12), що принципово для бездротової IOT-системи обмеження доступу через його компактні розміри. Ціна на даний транзистор не є високою, і що саме головне він є доволі поширеним, тому не потрібно витратити зайвий час для його пошуку.

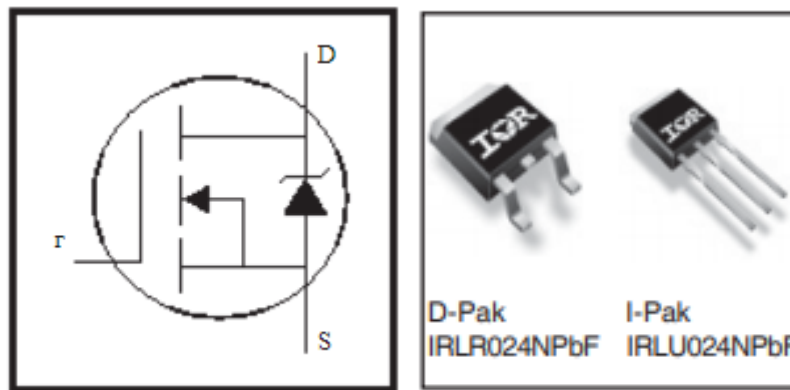


Рисунок 2.12 – MOSFET-транзистор IRLU024N

Порогова напруга увімкнення має бути 2 В, тому для порівняння потрібно взяти схожий по параметрам транзистор з ідентичною напругою. З різних транзисторів, що є на теперішньому ринку був обраний IRLU014. Порівняння параметрів розміщено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Порівняльна характеристика MOSFET-транзисторів IRLU024N та IRLU014

Параметри для порівняння	IRLU024N	IRLU014
Тип транзистора	MOSFET	MOSFET

Полярність	N	N
Потужність розсіювання	38 W	25W

Продовження таблиці 2.3

Допустима напруга стік-витік	55 В	60 В
Допустима напруга затвор-витік	16 В	10 В
Максимально допустиме значення струму стоку	17 А	8,2 А
Загальний заряд затвору	10 нФ	8,4 нФ
Максимальна температура каналу	150 °С	150 °С
Порогова напруга увімкнення	2 В	2 В
Опір стік-витік відкритого транзистору	0,065 Ом	0,3 Ом
Імпульсний струм витоку	72 А	40 А
Коефіцієнт лінійного зниження	0,3	0,2
Вхідна ємність	480 пФ	265 пФ
Вихідна ємність	130 пФ	80 пФ
Зворотня передача ємності	61 пФ	38 пФ
Тип корпусу	ТО251АА	ІРАК

Принцип роботи польового транзистора полягає в можливості керування струмом за допомогою електричного поля (напруги). Цим він відрізняється від біполярних транзисторів, де управління великим вихідним струмом здійснюється

за допомогою малого вхідного струму. Польові транзистори на відміну від біполярних мають значно менші шуми на низьких частотах. Тому їх активно застосовують в звукопідсилювальній техніці, а також в інших пристроях які потребують таких параметрів частоти.

З порівняльної таблиці 2.3 можна зробити висновки, що обраний для порівняння MOSFET-транзистор має дещо відмінні характеристики ніж транзистор, що використовується в кодовому замку, ціна також дещо відмінна. Заключенням є те, що транзистор IRLU024N є кращим варіантом ніж його аналог IRLU014.

Лінійний регулятор L7805AB

Лінійні регулятори серії L7800A (L7805AB, L7805AC, L7806AB, L7806AC) можуть забезпечити регулювання на карті, що вирішує поширені проблеми, пов'язані з єдиною точкою регулювання. Кожний тип використовує внутрішнє обмеження струму, термічне відключення і захист безпечної зони, роблячи його дуже стійким. Якщо наявний хороший тепловідвід, регулятори можуть поставити більш ніж 1А вихідний струм. Вигляд лінійного регулятора на рисунку 2.13.

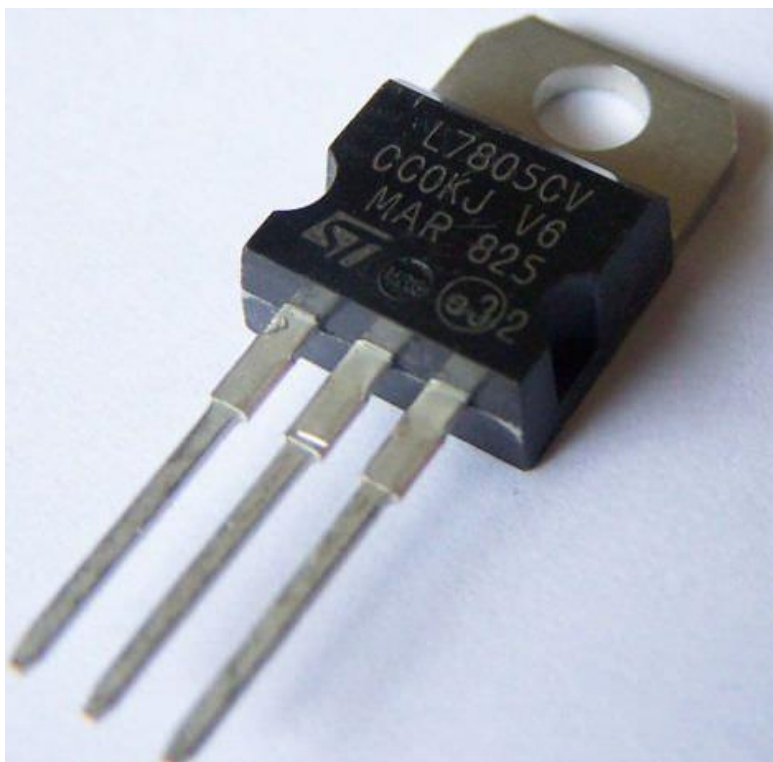


Рисунок 2.13 – Лінійний регулятор L7805CV

Регулятори точності 1А серії L7800А мають такі параметри:

- Вихідний струм в надлишку 1А;
- Вихідна напруга 5В; 6В; 8В; 9В; 12В; 15В; 18В; 20В; 24В;
- Захист від теплового перевантаження;
- Широкий температурний діапазон.

Для порівняння було вибрано лінійний регулятор КР142ЕН5А, це аналог регулятора L7805AB, що має подібна параметри які потрібні для автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу. Таблиця порівняльної характеристики знаходиться нижче в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Порівняльна характеристика MOSFET-транзисторів IRLU024N та IRLU014

Параметри для порівняння	L7805AB	КР142ЕН5А
Вихідна напруга	5 В	5 В

Вихідний струм	1 А	2 А
Максимальна вхідна напруга	20 В	15 В
Напруга вхід-вихід	5 В	2,5 В
Потужність розсіювання (з радіатором)	15 W	10 W
Точність вихідної напруги	–	0,05 В
Робочий діапазон температури кристала	- 40 / +125	- 45 / +125
Струм спокою	6mA	8 mA
Вхідна напруга шумів	5,25 В	5,25 В
Коефіцієнт подавлення пульсації	68 дБ	78 дБ
Падіння напруги	1,5 В	2 В

Продовження таблиці 2.4

Вихідний опір регулятора	–	17 МОм
Струм короткого замикання	500 mA	750 mA
Максимально вихідний струм	1,5 А	2,2 А
Температурна нестабільність вихідної напруги	1,1 мВ/°С	1,1 мВ/°С

Стабілізатори напруги серії L7800AB розроблені з тепловим захистом від перевантаження, що вимикає ланцюг, коли настає перевантаження. Внутрішній захист короткого замикання, який обмежує максимальний струм ланцюга проходить, а вихідний транзистор компенсує безпечну зону, яка зменшує вихід струму короткого замикання. В багатьох додатках з малим струмом, компенсаційні конденсатори не є потрібні. Вхідний обхідний конденсатор

повинен бути з хорошою частотною характеристикою для забезпечення стабільної роботи під час різних умов навантаження[12, 13].

Таблиця порівнянь показує, що лінійні регулятори мають багато відмінностей, і тому потрібно вибирати за основними параметрами які потрібні для приладу. Лінійний регулятор КР142ЕН5А має високий вихідний струм, це є великою перевагою. L7805АВ має кращі характеристики по іншим показникам, тому він буде кращим вибором для пристрою, ніж його аналог КР142ЕН5А.

2.3 Розрахунок надійності

Надійність – це властивість пристрою виконувати певні функції, які визначаються безвідмовністю в роботі та ремонтоздатності. Під безвідмовністю пристрою розуміють здатність безперервно зберігати працездатність в визначених умовах на проміжку певного відрізка часу.

Основними методами підвищення надійності роботи системи підсилювача являються:

- використання найбільш надійних елементів і комплектуючих;
- зниження впливу оточуючого середовища (температури, вологості, тиску) на режим роботи радіоелементів та пристрою в цілому;
- дотримання для радіоелементів та комплектуючих при експлуатації більш “м’яких” режимів роботи;
- максимальне спрощення схеми, тобто скорочення кількості радіоелементів.

Відмова – подія, після виникнення якого об'єкт втрачає здатність виконувати свої функції. Під відмовою варто розуміти не тільки повне порушення працездатності пристрою, але й часткове погіршення одного або декількох основних технічних параметрів, тобто вихід цих параметрів за встановлені межі їх дій, що зазначені в технічних умовах.

Раптові відмови виникають у результаті різкої зміни основних параметрів під впливом багатьох чинників, пов'язаних із порушенням робочих режимів, внутрішніми дефектами елементів й інших несприятливих впливів.

Для поступових відмов характерно плавна зміна параметрів у результаті старіння або зношування елементів. Слід зазначити, що раптові відмови та зміни властивостей деталей або компонентів у часі, згубно впливають на роботу пристрою, що саме головне які не завжди вдається виявити. Тому поділ відмов на раптові поступові носить умовний характер.

До стійких відносять відмови, які усуваються тільки після проведеного ремонту або у випадку заміни елемента, що вийшов з ладу.

Тимчасові відмови можуть мимовільно зникати без втручання, внаслідок усунення їхньої причини, що викликала. Причинами таких відмов часто є не типові режими або умови роботи пристрою, наприклад, відхилення температури або вологості, зниження напруги в мережі. [14]

Поняття несправність, під якою йдеться на увазі невідповідність виробу одному або декільком критеріям, як у відношенні основних технічних параметрів і характеристик, так і відносно зовнішнього виду пристрою, зручності експлуатації й т. д. Несправності, які не приводять до відмови пристрою називаються дефектами.

Під ймовірністю безвідмовної роботи $P(t)$ розуміється ймовірність того, що в заданому інтервалі часу й при певних умовах експлуатації не відбудеться жодного поломки або відмови.

Якщо позначити через Δt час безперервної справної роботи елемента від початку роботи до відмови, а через t – час, протягом якого необхідно визначити ймовірність безвідмовної роботи виробу, то $P(t)$ є ймовірність того, що значення випадкової величини Δt буде більше або дорівнює t .

Коефіцієнти навантажень K_n елементів розраховуються за такими формулами:

– для резисторів:

$$K_{NR} = \frac{\Delta U^2}{R_H \cdot P_{max}}, \quad (2.1)$$

де ΔU – сумарне падіння напруги на резисторі в робочому стані;

R_H – номінальний опір резистора;

P_{max} – допустима потужність розсіювання резистора;

– для конденсаторів:

$$K_N = \frac{U_{rob}}{U_{max}}, \quad (2.2)$$

де U_{rob} – сумарне значення постійної і змінної складової на конденсаторі;

U_{max} – допустима робоча напруга для конденсатора даного типу;

– для діодів:

коефіцієнт навантаження за напругою:

$$K_{NVD} = \frac{U_z}{U_{z max}}, \quad (2.3)$$

де U_z – зворотна напруга, яка прикладена до діода;

$U_{z max}$ – максимальна зворотна напруга діода;

коефіцієнт навантаження за струмом :

$$K_{NVD} = \frac{I_{пр}}{I_{пр max}}, \quad (2.4)$$

де $I_{пр}$ – прямий струм, який протікає через діод;

$I_{пр max}$ – максимальний прямий струм діоду;

– для транзисторів розраховується три варіанти K_N , по струму, по напрузі та за потужністю із яких вибирається найбільший:

$$K_{HVT} = \frac{Ik}{Ik \max}, K_{HVT} = \frac{Uke}{Uke \max}, K_{HVT} = \frac{Pk}{Pk \max} \quad (2.5)$$

де Ik і $Ik \max$ – робоче і номінальне значення струму колектора;

Uke і $Uke \max$ – робоча і номінальна напруга між колектором і емітером;

Pk і $Pk \max$ – робоча і номінальна потужність розсіювання на транзисторі.

Метою розрахунку являється одержання значення $\lambda_i = \lambda_{oK1K2}$ для кожного елемента схеми та одержання групових значень $\lambda_{гр}$ для резисторів, конденсаторів, активних елементів та інших елементів [17]. Сумарна інтенсивність відмов визначається за формулою:

$$\lambda_{\Sigma \text{інт}} = \lambda_{гр1} + \lambda_{гр2} + \lambda_{гр3} + \dots, \quad (2.6)$$

де $\lambda_{гр}$ – сумарна інтенсивність відмов групи елементів (резисторів, конденсаторів, діодів).

Далі знаходять середній час напрацювання на відмову $T_{ср} = 1 / \lambda_{\Sigma}$ та будують графік ймовірності безвідмовної роботи.

$$P(t) = \exp(-\lambda_{\Sigma} t), \quad (2.7)$$

де $t = 0 \dots 100000$ годин (не менше 10 значень)

Розрахунок надійності виконаний в електронній програмі ІСОКТР, що показано на рисунку 2.14. В даній програмі вибирається кількість елементів, інтенсивність відмов, та коефіцієнт використання.

**Орієнтовний розрахунок надійності
вузлів та блоків РЕС**

Выберите условия эксплуатации РЭС:

- Лабораторные
- Стационарные
- Автофургонные
- Железнодорожные
- Корабельные
- Самолетные

Выберите условия окружающей среды (температура, влажность):

- температура - 20-40 °С, влажность - 60-70%
- температура - 20-25 °С, влажность - 90-98%
- температура - 30-40 °С, влажность - 90-98%

Рисунок 2.14 – Орієнтований розрахунок надійності вузлів та блоків РЕС

- 0-1 км (90...100 кПа)
- 1-2 км (80...90 кПа)
- 2-3 км (65...80 кПа)
- 3-5 км (50...65 кПа)
- 5-6 км (42...50 кПа)
- 6-8 км (32...42 кПа)
- 8-10 км (24...32 кПа)
- 10-15 км (12...24 кПа)
- 15-20 км (4,4...12 кПа)
- 20-25 км (2,4...4,4 кПа)
- 25-30 км (1,3...2,4 кПа)
- 30-40 км (0,1...1,3 кПа)

Введите данные по ЭРЭ и элементам конструкции:

? Наименование ? Количество ? Интенс. отказов λ_0 ? Коэффициент $\alpha(T, K_H)$

[Таблица 2. Значения интенсивностей отказов \$\lambda_0\$](#)
[Таблица 3. Определение поправочных коэффициентов \$\alpha\(T, K_H\)\$](#)

? Введите время t часов

Рисунок 2.15 – Програма розрахунку надійності

Для подальшого розрахунку надійності необхідно вибрати умови експлуатації приладу, вибрати умови оточуючого середовища, вибрати висоту на якій експлуатуються даний радіоелектронний прилад, також потрібно ввести кількість кожного елементу, інтенсивність його відмови, та коефіцієнт використання, що показано нижче на рисунку 2.16.

Два останні параметри вибираються в самій програмі, що значно полегшує роботу, оскільки не потрібно брати довідників для того, щоб знайти інтенсивність

відмов того чи іншого елемента. Це дуже зручна програма для розрахунку надійності приладів, вона легка у користуванні і показує достовірні дані.

№	Наименование	Количество	Интенс. отказов I_0	Коэффициент $a(T, K_H)$
1	VD1	1	0.8 · 10 ⁻⁶ 1/час	1
2	VD2	1	0.2 · 10 ⁻⁶ 1/час	1
3	P1	1	4 · 10 ⁻⁶ 1/час	1
4	SB1	1	0.25 · 10 ⁻⁶ 1/час	1
5	C1.C2	1	0.035 · 10 ⁻⁶ 1/час	1
6	C3	1	0.035 · 10 ⁻⁶ 1/час	1
7	C4	1	0.035 · 10 ⁻⁶ 1/час	1
8	DD1	1	0.02 · 10 ⁻⁶ 1/час	1
9	DA1	1	0.075 · 10 ⁻⁶ 1/час	1
10	R1/R6	2	0.016 · 10 ⁻⁶ 1/час	1
11	R2	1	0.32 · 10 ⁻⁶ 1/час	1
12	R3	1	0.012 · 10 ⁻⁶ 1/час	1
13	R4	1	0.06 · 10 ⁻⁶ 1/час	1
14	R5	1	0.32 · 10 ⁻⁶ 1/час	1

Рисунок 2.16 – Вигляд програми заповненої радіoeлементами

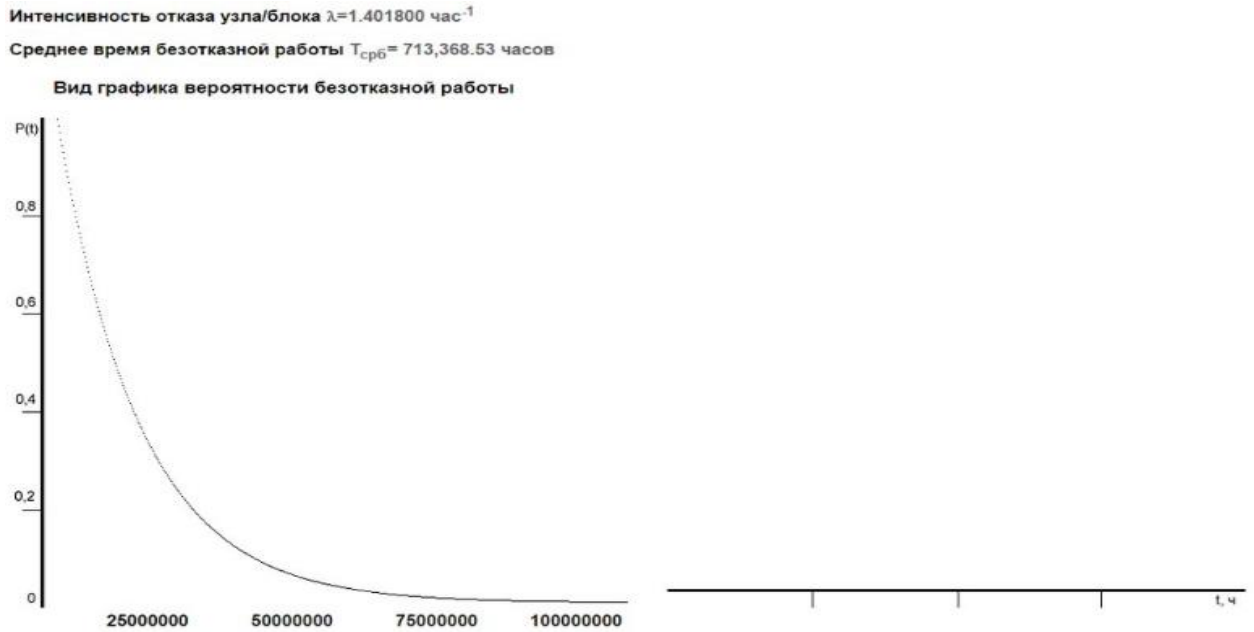


Рисунок 2.17 – Результаты і графік розрахунку надійності

2.4 Висновки до розділу

В даному розділі розглянуто базові компоненти для практичної реалізації схеми автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу. Як головний елемент обрахунків такого пристрою запропоновано використовувати мікроконтролер PIC16F628A. Це пояснюється функціональною побудовою та перевагами PIC.

Також виконано електричні розрахунки та розрахунок надійності для дослідження терміну стабільної та безвідмовної роботи.

3 МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ БЕЗДРОТОВОЇ ІОТ-СИСТЕМИ

3.1 Експериментальне дослідження

Для експериментальних досліджень використана схема яка зображена на рисунку 3.1

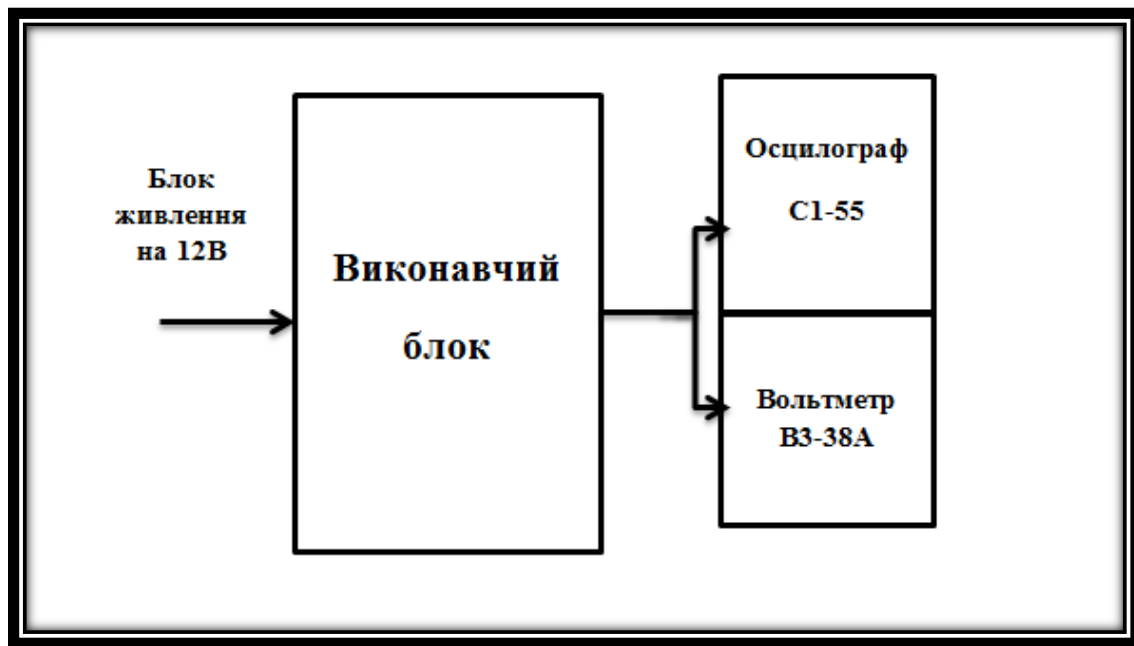


Рисунок 3.1 – Експериментальне дослідження автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу

В експерименті було досліджено час дії кодового замка при зміні напруги живлення. Автоматизована бездротова ІОТ-система обмеження доступу розрахована на напругу 9-15В. Основний час дії при нормальній напрузі живлення 12В становить 3с [2, 13]. Для експериментального дослідження було використано напругу від 9 до 15В.

Таблиця 3.1 – Таблиця значень часу при зміні напруги живлення

$U_{ж}, В$	9	10	11	12	13	14	15
$t_{роб}, с$	2,4	2,61	2,7	3	3,2	3,38	3,45

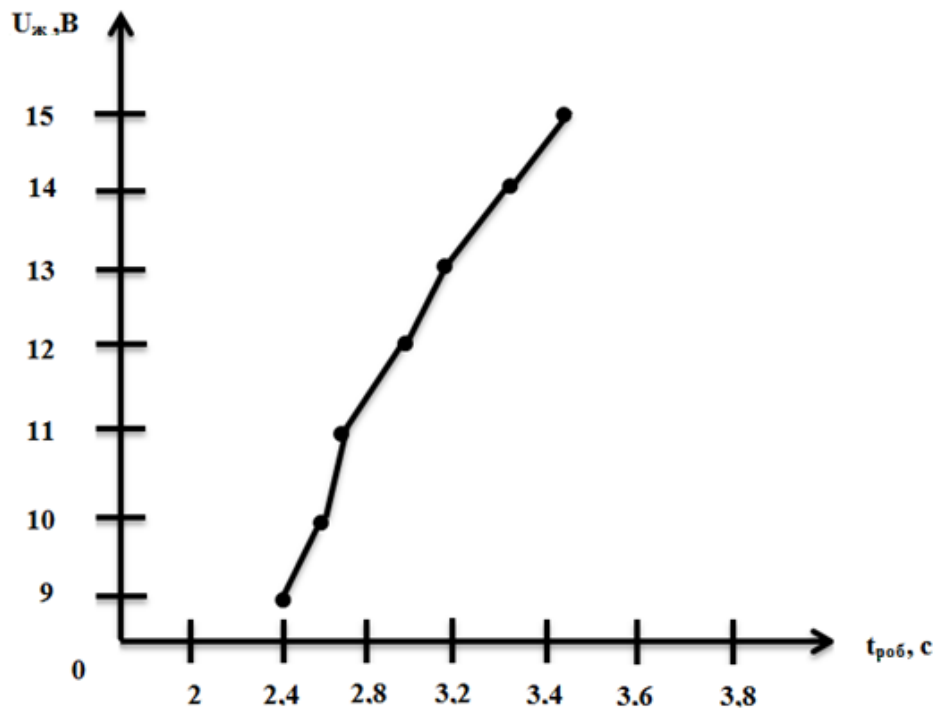


Рисунок 3.2 – Графік зміни часу роботи кодового замка при зміні напруги живлення

Висновок: при експериментальному дослідженні було виявлено, що час дії кодового замка при зміні напруги живлення змінюється [14, 15]. При зменшенні напруги живлення час дії кодового замка зменшуються, при збільшенні напруги живлення час збільшується.

3.2 Моделювання роботи приладу

Моделювання роботи схеми автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу проводилось у пакеті Proteus 7.7 Professional (07 Professional). Схема моделювання приведена на рисунку 3.3, 3.4.

Метою дослідження є перевірка відповідності програмного забезпечення апаратної частини схеми пристрою [18, 19].

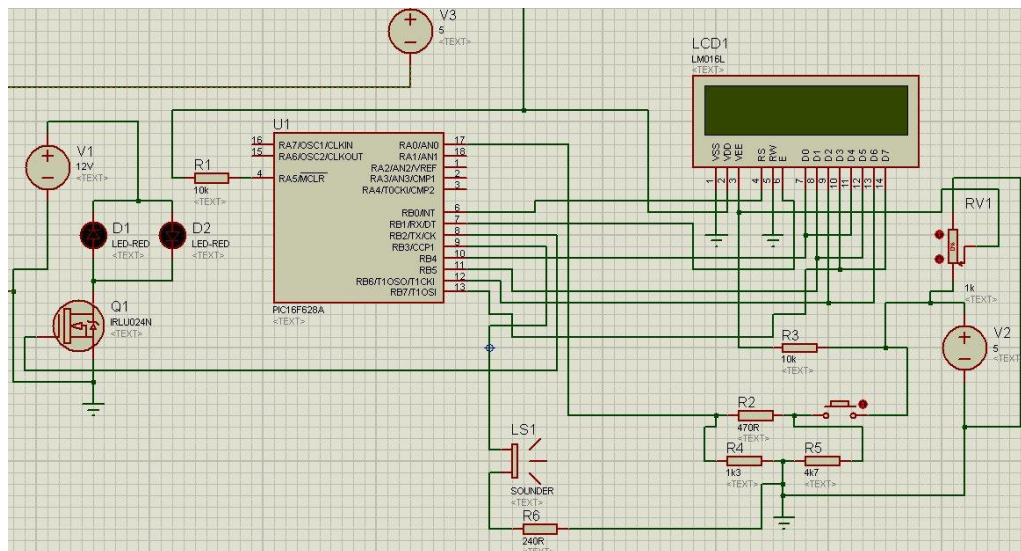


Рисунок 3.3 - Моделювання роботи ІОТ-системи обмеження доступу в середовищі Proteus.

При включенні кодового замка відбувається читання незалежній пам'яті EEPROM, де відбувається вивантаження даних стану коду і замка. Прилад відкриває або закриває електричний замок згідно прочитаного регістру стану замка. Замок переходить в стан де відображає статистику кодування

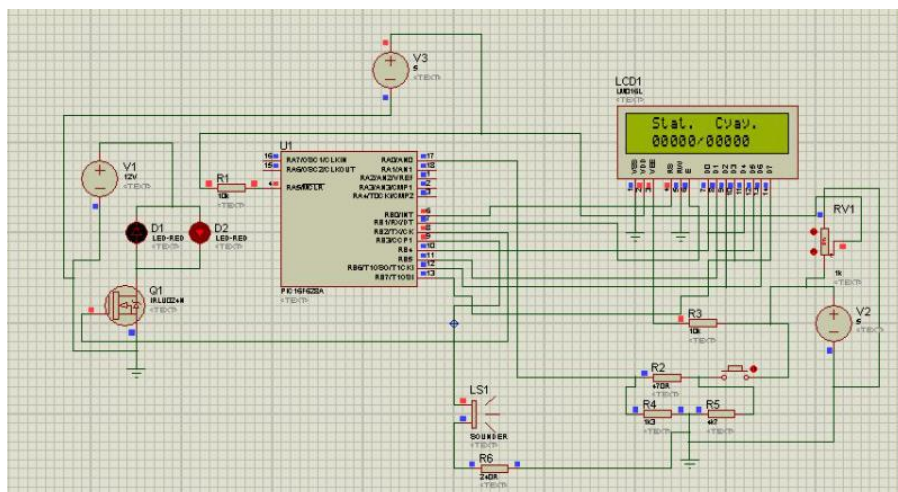


Рисунок 3.4 – Початок роботи ІОТ-системи обмеження доступу в середовищі Proteus

Моделювання схеми у середовищі Proteus показало, що схема та програма розроблені вірно і відповідають технічному завданню.

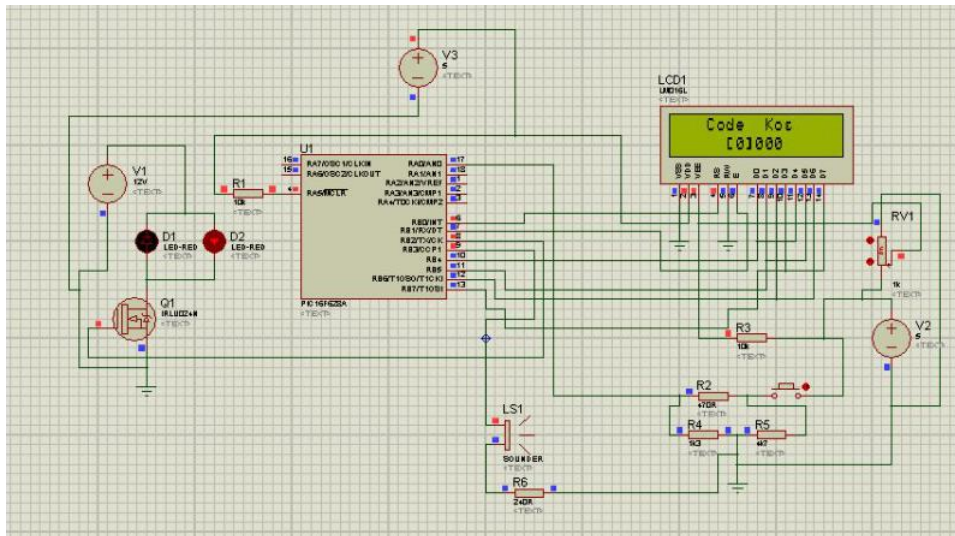


Рисунок 3.5 – Введення пароля в ІОТ-систему обмеження доступу в середовищі Proteus.

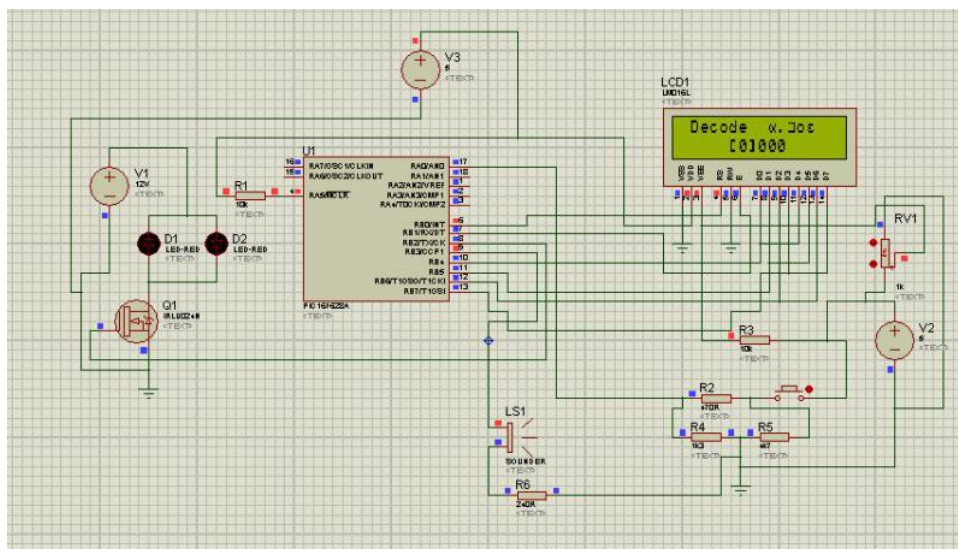


Рисунок 3.6 – Введення неправильного пароля в ІОТ-систему обмеження доступу в середовищі Proteus.

У нижньому рядку індикатора виділяється перша цифра чотиризначного коду. При короткочасному натисканню на тактову кнопку відбувається

інкрементування регістру, вводиться цифри. Якщо тактова кнопка натиснута і утримується більше 1 с, то прилад переходить в стан де відбувається вибір другої цифри коду. Коли було прописано 4 цифри, код зберігається, що приведено на рисунку 3.7.

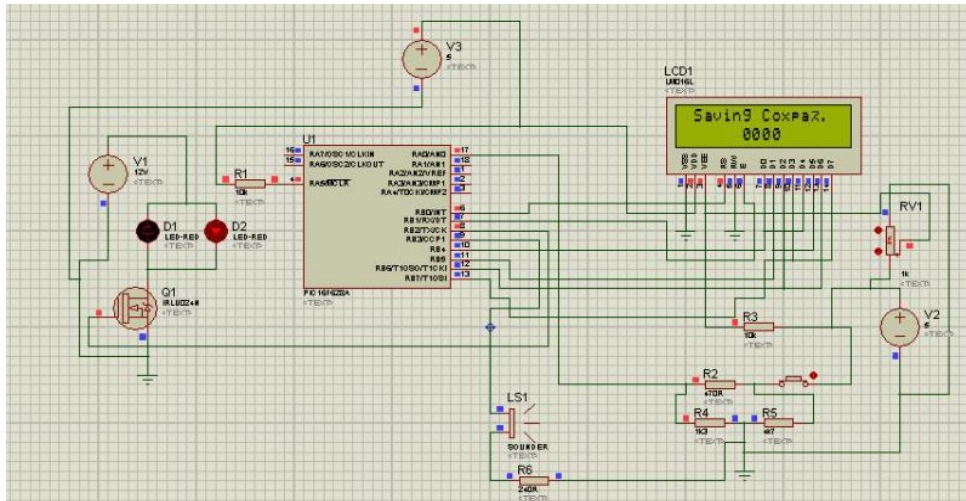


Рисунок 3.7 – Збереження пароля в ІОТ-системі обмеження доступу

Після збереження коду в регістрі пам'яті в ІОТ-системі обмеження доступу, він переходить в звичайний стан роботи, це показано на рисунку 3.8.

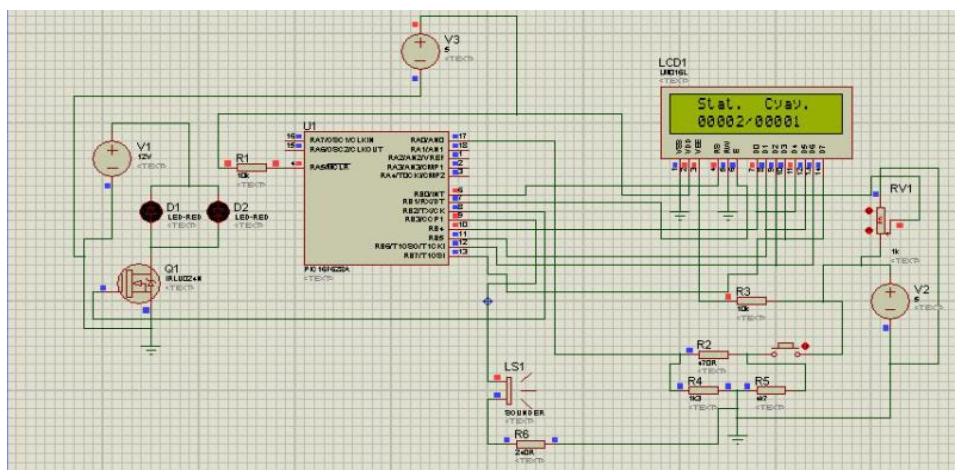


Рисунок 3.8 – Звичайний стан роботи ІОТ-системи обмеження доступу

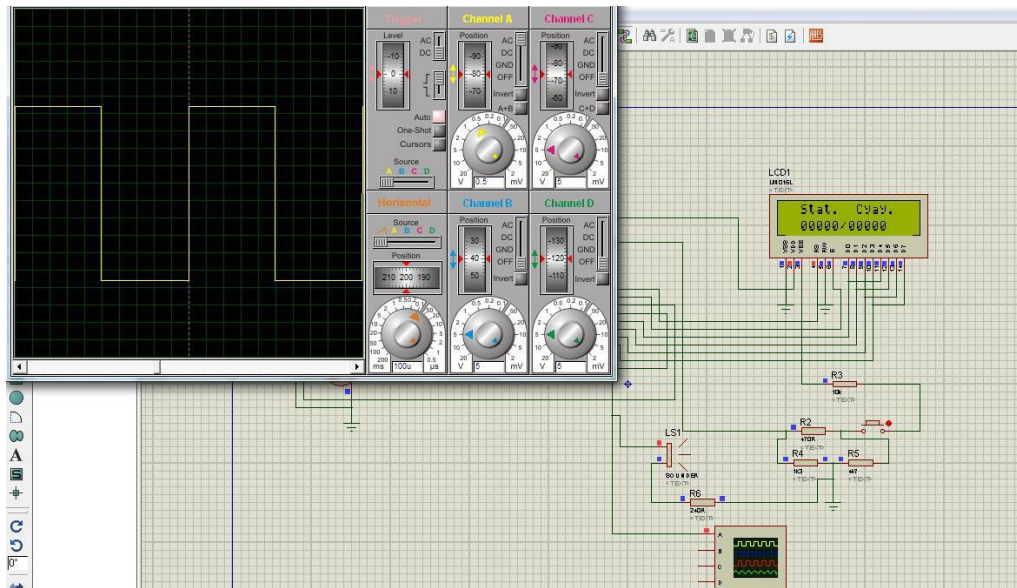


Рисунок 3.9 – Осцилограма генерованого звукового вихідного сигналу ІОТ-системи обмеження доступу

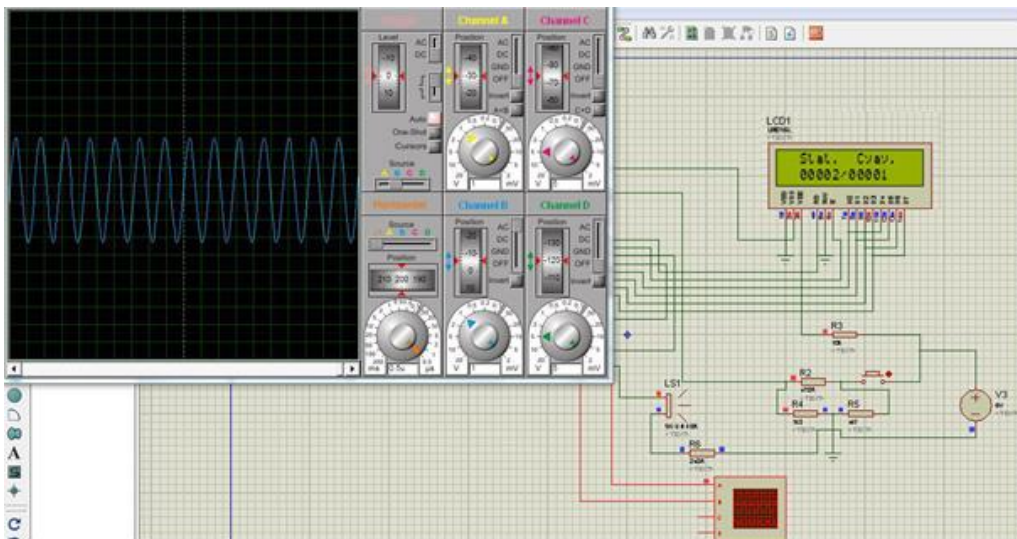


Рисунок 3.10 – Осцилограма опорного тактування мікроконтролера ІОТ-системи обмеження доступу

Змодельований замок ІОТ-системи обмеження доступу в програмі Proteus 7.7 Professional перевірів відповідність програмного забезпечення апаратної частини схеми пристрою.

3.3 Технологічний процес регулювання та настройки

Для настройки приладу був вибраний безпосередній метод, що дозволяє підвищити продуктивність праці, оскільки настройка зводиться до калібрування приставки[21].

Карта технологічного процесу представлена в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Карта технологічної настройки приладу та регулювання приладу

№	Зміст операції	Вимірювальні прилади	Примітка
1	Підготовка операції		
1.1	Перевірка друкованої плати на відсутність механічних пошкоджень провідників.		Візуально
1.2	Перевірка друкованої плати на відсутність коротко замкнутих або обірваних друкованих провідників.	DT9205A	Візуально
1.3	Включити комп'ютер. Текст програми Kod_key.asm переписується в директорію програми AVRStudio.	Комп'ютер	
1.4	Запускається AVRStudio й вибираємо файл Kod_key.asm. Вибираємо команду Build, на екрані з'являється повідомлення. Відсутність помилки, інформує про вірне завантаження.	Комп'ютер	
2	Програмування мікроконтролера		
2.1	Беремо потрібний мікроконтролер для встановлення прошивки або коду.		

Продовження таблиці 3.2

2.2	Переходимо в директорію PonyProg, запускаємо програму PONY.EXE, підключаємо до роз'єму COM2 програматор з вставленим мікроконтролером.	Комп'ютер, програматор	
2.3	Даємо команду F7 (Erase) та стираємо записану попередньо інформацію. Мікросхема без інформації заповнена FFFF, а енергонезалежна пам'ять FF. Після стирання передивитись зміст пам'яті командою F4(EDIT).	Комп'ютер, програматор	
2.4	Даємо команду F3(File) й вибираємо файл kod_key.hex з директорії AVRStudio.	Комп'ютер, програматор	
2.5	Виконуємо команду F9(Blow). Після завершення процесу програмування повинна з'явитись надпис „All loaded Areas Blow OK 1195mSec”.	Комп'ютер, програматор	
2.6	Відключаємо живлення програматора. Вставляємо мікроконтролер в панель на друкованій платі.		
3	Перевірка елементів		
3.1	Перевірка діодного моста.	DT9205A C1-112	
3.2	Перевірити наявність стабілізованої напруги живлення .	DT9205A C1-112	5В

Продовження таблиці 3.2

3.3	Перевірити контроль струму споживання.	DT9205A	20 мА
3.4	Перевірити наявність і рівень сигналу на затворі ПТ, перевірка на пробій.	DT9205A C1-112	
3.5	Перевірити справність кнопки і пьезовипромінювача.	UT81A	
4	Заключна		
4.1	Збирання.	Викрутка	Збирання корпусу
4.2	Прибрати робоче місце.		

Технологічний процес регулювання є одним із складних і відповідальних етапів виготовлення пристрою. Він вимагає високої кваліфікації регулювальника, вміння та дотримання правил користування вимірювальною апаратурою. Технологічний процес регулювання складається з чотирьох частин і представлений у вигляд технологічної карти, що знаходиться в таблиці 3.2:

- Підготовча – при виконанні якої проводиться зовнішній огляд вузлів пристрою, складання та монтажу, правильність встановлення елементів на платі, їх кріплення;
- Контрольна – параметри поданих і контролюючих сигналів;
- Регулювальна – проводиться регулювання приладу;
- Кінцева – проводиться остаточна перевірка електричних параметрів пристрою.

Основні радіовимірювальні прилади, необхідні для регулювання параметрів і ремонту.

Мультиметр універсальний DT9205A:

- діапазон вимірювання постійної напруги 200 мкВ-1000 В;
- діапазон вимірювання змінної напруги 200 мВ-750 В (з частотою 50 Гц);
- діапазон вимірювання постійного струму 200 мкА – 20 А;

- діапазон вимірювання опору 200 Ом – 200 МОм;

Осцилограф С1-112:

- полоса пропускання: 0 – 10 мГц;
- коефіцієнт відхилення: 5мВ/дел – 5В/дел;
- похибка прибору: +/- 4...6%;
- час наростання: 35нс;
- вхідний імпеданс : 10%;
- максимальна вхідна напруга: 250В;
- затримка зображення: 20нс;
- частота зовнішньої синхронізації: 20Гц...10МГц;
- рівень зовнішньої синхронізації: 0,5 – 5В;
- потужність споживання: 24 Ва.

3.4 Основні несправності та методи їх усунення

Даний прилад повинен бути надійним у роботі тому побудований на основі мікроконтролера . Основні несправності, які можуть виникнути – це неправильні режими роботи мікроконтролера, несправність кнопки вводу інформації, несправність LCD індикатора. Основні несправності приставки та методи їх усунення приведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Основні несправності та методи їх усунення

Ознака несправності	Додаткові відомості	Можливі причини і способи їх усунення
1. Не працює кнопка вводу інформації.	Перепідключити в схему кодового замка обмеження доступу	Дефект кнопки, механічні проблеми, можливий дефект в платі.

2. Не працює акумулятор.	Відключити від схеми.	Розрядка акумулятора, заміна або зарядка.
--------------------------	-----------------------	---

Продовження таблиці 3.3

3. Не працює діодний міст.	Перевірка відбувається за допомогою осцилографа.	Коротке замикання в схемі, потрібно замінити стабілізатор.
4. Не працює дисплей.	Не світиться сам дисплей (не вмикається).	Не працює сам дисплей, або на ньому не має напруги живлення.
	Запускається але нічого не показує.	Не працює мікроконтролер, відсутній сигнал.
5. Не працює стабілізатор.	Вийняти мікроконтролер.	Виміряти напругу живлення на виході, що має бути 12 В.
6. Не працює електромагніт.	Відключити магніт від схеми.	Перевірити справність ключа, перевірити наявність живлення., відсутність імпульсу керування на затворі ключа, несправність самого електромагніту.
7. Замок не відкривається		Розрядка елемента живлення. Виміряти вольтметром напругу батареї G1. Якщо вона менше 5В замінити на

		нову. При справній батареї перевірити наявність
--	--	---

Продовження таблиці 3.3

		напруги живлення мікросхеми DD1. Перевірити справність транзистора VT1, діодного моста VD1. Перевірити наявність напруги живлення +5В на DA1.
--	--	---

Пошук несправностей при ремонті ІОТ-системи обмеження доступу може здійснюватися різними методами. Розглянемо ці методи.

Метод зовнішніх проявів. Цей метод заснований на тому, що за зовнішніми ознаками роботи пристрою можна зробити припущення про його несправності. Доцільно застосовувати на першій стадії пошуку несправності в комплексі з іншими методами.

Метод зовнішнього огляду. З його допомогою можна виявити дефекти при монтажу, несправний елемент по зміні зовнішнього вигляду (форми, розмірів, температури, кольору і т.д.). При цьому можуть бути виявлені і пов'язані з даною несправністю дефекти. Цей метод є дуже ефективний, і його доцільно застосовувати в двох випадках: на ранніх стадіях пошуку несправностей, особливо якщо апарат працює в аварійному режимі; на більш пізніх етапах, коли область пошуку несправностей визначена іншим методом.

Метод заміни. Суть методу полягає в заміні вузла який перевіряється або різних елементів на справні. Його доцільно застосовувати на середніх стадіях пошуку несправностей для звуження знайденої іншими методами області пошуку

або на пізніх етапах для встановлення дефектного елемента. Цей метод особливо ефективний у поєднанні з іншими методами, коли дефект проявляється тільки під напругою або частково пропадає.

Метод вимірювань. При цьому методі виробляють вимірювання параметрів сигналу і електричних ланцюгів для порівняння результатів із заданими параметрами. Можна застосовувати на початковій стадії пошуку несправностей для визначення області їх знаходження або на більш пізніх для встановлення несправного елемента. Даний метод вимагає навичок роботи з РЕА.

Метод впливу. Вплив на різні ділянки схеми з метою виявлення реакцій приладу. Такими впливами можуть бути: зміна положення регуляторів і перемикачів, замикання полюсів у деяких радіоелементів, збільшення напруги живлення.

Метод виключення. При цьому методі виключаються з роботи окремі вузли пристрою. Можна застосовувати на ранній стадії пошуку для визначення несправних частин.

Метод теплового удару. Даний метод застосовують, якщо дефект виявляється після тривалої роботи апарату з підвищенням температури пристрою. Метод полягає в тому, щоб нагріти елемент примусовим способом через теплопровідний ізолюючий матеріал. Це прискорює прояв несправності і вказує на несправний елемент в пристрої.

3.5 Висновки до розділу

В даному розділі отримано результати роботи ІОТ-системи обмеження доступу. Отримані результати підтверджують працездатність такого приладу при різній напрузі живлення.

Також у розділі розглянуті методи регулювання та настройки вимірювального приладу. Виявлені основні несправності кодового замка і запропоновані ефективні методи їх усунення.

4 РОЗРАХУНОК КОНСТРУКЦІЇ ТА НАДІЙНОСТІ ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ

4.1 Конструктивний розрахунок друкованої плати

Вихідні дані:

- метод виготовлення плати: комбінований позитивний;
- метод отримання малюнка: фотохімічний;
- мінімальна відстань між монтажними отворами: 2,5 мм;
- крок координатної сітки: 2,5 мм;
- форма контактної площадки: кругла;
- щільність друкованого монтажу: перший клас;
- фоторезист: сухий, плівковий;
- максимальний струм через провідник: 0,2 А.

Тип плати – двостороння, оскільки двосторонні друковані плати характеризуються: підвищеною міцністю з'єднання виводів навісних елементів; високими комутаційними властивостями. Крок координатної сітки відповідно до ГОСТ 23752 – 79 обираємо 2,5 мм [20].

Товщина друкованої плати визначається товщиною вихідного матеріалу та обирається в залежності від елементної бази. В якості вихідного матеріалу обрано склотекстоліт СФ2–35, товщиною 1,5мм.

Розрахунок параметрів електричних з'єднань. Виходячи із технологічних можливостей виробництва друкованої плати обрано комбінований позитивний метод виготовлення і перший клас точності [20].

Мінімальна ширина друкованого провідника за постійним струмом визначається за формулою

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{j_{\text{доп}} \cdot t}, \quad (4.1)$$

де I_{\max} – максимальний постійний струм, що протікає в провідниках, А;

$j_{\text{доп}}$ – допустима густина струму, А/мм²;

t – товщина провідника, мм.

При $t = 35$ мкм,

$$j_{\text{доп}} = 48 \text{ А/мм}^2.$$

Тоді, при $I_{\max} = 0,2$ А, мінімальна ширина провідника дорівнює

$$b_{\min 1} = \frac{0,2}{48 \cdot 0,035} = 0,11 \text{ (мм)}.$$

Мінімальна ширина провідника, виходячи із допустимого падіння напруги на ньому визначається за формулою

$$b_{\min 2} = \frac{\rho \cdot I_{\max}}{l \cdot U_{\text{доп}}}, \quad (4.2)$$

де ρ – питомий об'ємний опір матеріалу провідників Ом·мм²/м;

l – довжина провідника, м;

$U_{\text{доп}}$ – допустиме падіння напруги. В.

Тоді, при $\rho = 0,0175$ Ом·мм²/м, $l = 0,15$ м,

$$U_{\text{доп}} = 0,3 \text{ В.}$$

$$b_{\min 2} = \frac{0,0175 \cdot 0,1}{0,15 \cdot 0,3} = 0,04 (\text{мм})$$

Мінімальна ширина провідників для двосторонньої друкованої плати, що виготовлена комбінованим позитивним методом при фотохімічному способі отримання рисунку, визначається за формулою

$$b_{\min} = b_{\min 1} + 1,5 \cdot t + 0,03. \quad (4.3)$$

Таким чином, $b_{\min} = 0,11 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 0,19 (\text{мм})$.

Приймаємо ширину провідників $b = 0,4 \text{ мм}$.

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d за формулою

$$d = d_B + d_{H.B.} + r, \quad (4.4)$$

де d_B – максимальний діаметр виводу встановлюваних елементів, мм;

$d_{H.B.}$ – нижнє відхилення від номінального діаметру монтажною отвору, мм;

r – різниця між мінімальним діаметром отвору та максимальним діаметром виводу елемента, мм;

Згідно [20], $d_{H.B.} = 0,05 \text{ мм}$, $r = 0,2 \text{ мм}$.

Товщина виводів елементів, які використовуються при виготовленні становить 0,6 мм.

Номінальне значення діаметрів отворів буде становити

$$d = 0,6 + 0,05 + 0,2 = 0,85 (\text{мм}).$$

Розраховане значення d зводимо до стандартного значення, прийmemo $d = 1,0 \text{ мм}$.

Мінімальний діаметр контактних площадок для двосторонніх друкованих плат, які виготовляються комбінованим позитивним методом при фотохімічному способі, визначається за формулою:

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1,5 \cdot t_{\phi} + 0,03, \quad (4.5)$$

де t_{ϕ} – товщина фольги, мм;

$D_{1\min}$ – мінімальний ефективний діаметр площадки, який визначається по формулі

$$D_{1\min} = 2 \cdot \left(b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta_d + \delta_p \right), \quad (4.6)$$

де b_m – відстань від краю просвердленого отвору до краю контактної площадки, мм,

δ_d, δ_p – допуски на розташування отворів та контактних площадок відповідно, мм;

d_{\max} – максимальний діаметр просвердленого отвору, який визначається

$$d_{\max} = d + d_{H.B.} + (0,1 \dots 0,15), \quad (4.7)$$

де d – діаметр отвору, мм;

Оскільки $t_{\phi}=0,035$ мм, $b_m=0,035$ мм, $\delta_d=0,08$ мм, $\delta_p=0,02$ мм, то максимальний діаметр отвору буде становити

$$d_{\max 1} = 1,0 + 0,05 + 0,15 = 1,2 \text{ (мм)},$$

$$D_{1\min 1} = 2 \cdot \left(0,035 + \frac{1,2}{2} + 0,08 + 0,2 \right) = 1,83 \text{ (мм)}.$$

Тоді, діаметр контактних площадок буде становити

$$D_{\min 1} = 1,83 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 1,91 \text{ (мм)}.$$

Максимальний діаметр контактних площадок визначається за формулою

$$D_{\max} = D_{\min} + (0,02 \dots 0,06), \quad (4.8)$$

$$D_{\max 1} = 1,91 + 0,02 = 1,93 \text{ (мм)}.$$

Мінімальну відстань між двома контактними площадками визначається за формулою:

$$S_{\min} = L_0 - (D_{\max} + 2 \cdot \delta_p), \quad (4.9)$$

де L_0 – відстань між центрами контактних площадок, мм.

$$S_{\min} = 2,5 - (1,93 + 2 \cdot 0,2) = 0,17 \text{ (мм)}.$$

Таким чином, параметри друкованого монтажу відповідають вимогам, що ставляться до плат 1-го класу точності [20].

Топологію друкованої плати наведено у графічній частині.

4.2 Розрахунок надійності друкованої плати по раптовим відмовам

Надійність – це властивість пристрою виконувати задані функції, яка

визначається безвідмовністю в роботі і ремонтпридатністю. Під безвідмовністю в роботі розуміють, властивість пристрою безперервно зберігати працездатність в умовах експлуатації на протязі заданого інтервалу часу [21].

Відмови поділяються на раптові та поступові. Перші виникають у результаті миттєвої зміни параметрів пристроїв. Поступові відмови характеризуються поступовими змінами параметрів.

Під імовірністю безвідмовної роботи елемента $P(t)$ або системи $P_C(t)$ розуміють імовірність того, що в межах часу напрацювання T , при певних умовах експлуатації не відбудеться жодної відмови

$$P(t) = P(t) \geq T, \quad (4.10)$$

де T - час від початку роботи до першої відмови.

Імовірність відмови пристрою $q(t)$ – це імовірність того, що відмова при певних умовах експлуатації відбудеться через час, який не перевищує заданого часу напрацювання.

Якщо функція $q(t)$ диференційована, то щільність розподілення напрацювання пристрою до відмови визначається

$$w(t) = \frac{dq(t)}{d_q(t)} = \frac{dP(t)}{d_q(t)}, \quad (4.11)$$

Інтенсивність відмови $L(t)$ – умовна щільність імовірності виникнення відмови. Середній час напрацювання на відмову визначається за формулою

$$T_{CP} = t \int_0^{lt} tw(t) dt, \quad (4.12)$$

Отже, імовірність безвідмовної роботи $P(t)$ визначається як

$$P(t) = e^{-L(t)t}, \quad (4.13)$$

При експоненціальному законі розподілу час напрацювання на відмову визначається за формулою

$$T_{CP} = \frac{1}{L_0}, \quad (4.14)$$

При визначенні надійності системи через відомі показники надійності її елементів вводять два припущення: відмова елементів статично незалежна; відмова будь-якого елемента приводить до відмови системи. Таку систему в теорії надійності називають послідовною. При цьому можна використати теорему множення ймовірностей

$$P_{CP} = \sum_{i=1}^n P_i(t) \quad (4.15)$$

де $P_i(t)$ – імовірність безвідмовної роботи i -го елемента;
 n – кількість комплектуючих елементів.

При експоненціальному законі розподілу імовірність безвідмовної роботи елемента $P_c(t)$ рівна

$$P_{CP}(t) = \sum_{j=1}^m e^{-L_j(t) \cdot m_j \cdot t}, \quad (4.16)$$

де L_j – інтенсивність відмови j -ої групи;
 N_j – кількість елементів j -ої групи;
 t – кількість груп рівнонадійних елементів.

По отриманій формулі виконується наближений розрахунок надійності. При

уточнюючому розрахунку звичайно враховують вплив умов експлуатації, температури, електричного режиму [21].

Коефіцієнт навантаження приймаємо рівним:

- діоди $K_n = 0,6$;
- резистори $K_n = 0,6$;
- конденсатори $K_n = 0,6$;
- мікросхеми $K_n = 0,9$.

Таблиця 4.1 – Інтенсивності відмов груп елементів

Група елементів	Кількість елементів	Інтенсивність відмови, 1/год	Час безвідмовної роботи, год.
1. Діоди	2	$0,09 \cdot 10^{-6}$	$125 \cdot 10^6$
2. Конденсатори постійної ємності	3	$2,25 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^6$
3. Конденсатори електролітичні	1	$3,4 \cdot 10^{-6}$	$1,53 \cdot 10^6$
4. Мікросхеми	2	$11,08 \cdot 10^{-6}$	$0,245 \cdot 10^6$
5. Пайка	88	$0,8 \cdot 10^{-6}$	$50 \cdot 10^6$
6. Резистори постійні	7	$0,34 \cdot 10^{-6}$	$7,14 \cdot 10^6$
7. Роз'єм	2	$0,09 \cdot 10^{-6}$	$43 \cdot 10^6$
		$\Sigma = 18,05 \cdot 10^{-6}$	$\Sigma = 230,915 \cdot 10^6$

Графік залежності імовірністю безвідмовної роботи $P(t)$ має вигляд показаний на рис. 4.1. $18,05 \cdot 10^{-6}$

Умови технічного завдання виконані, оскільки розрахований середній час напрацювання на відмову 230 тис. год. більше заданого $T_{cp} = 25$ тис. год.

Розробка топології друкованої плати проводилася за допомогою графічного редактора друкованих плат – P-CAD PCB 2004. Розміри плати становлять 170*75мм.

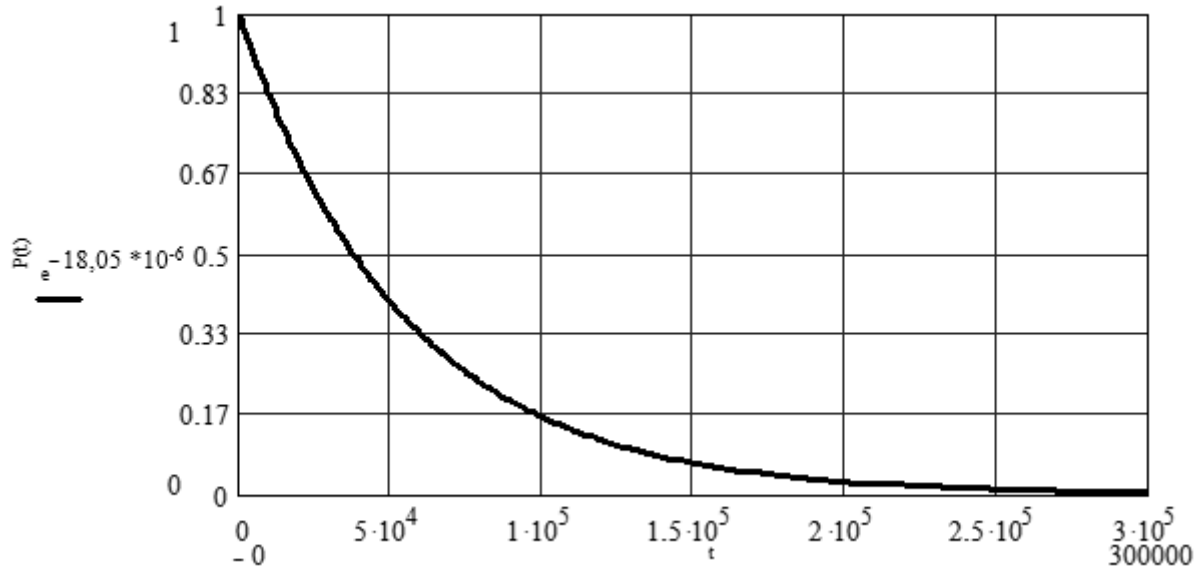


Рисунок 4.1 – Ймовірність безвідмовної роботи в залежності від часу

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Оцінка наукового, технічного та економічного рівня НДДКР

Таблиця 5.1 Основні техніко-економічні показники аналога і нової розробки

Показники	Одиниця виміру	Аналог	Засіб, що проектується	Відношення параметрів
Напруга живлення	В	12	12	1
EEPROM пам'ять даних	байт	512	128	0,5
Термін безвідмовної роботи	год.	10000	11000	1,1
Швидкість та легкість налаштування	бали	5	8	1,6

Проаналізуємо рівень науково-дослідної роботи яка пов'язана з дослідженням пристрою. Виходячи з відповідних вимог НТП, доцільно орієнтуватися на час проведення НДДКР 2 роки і менше (+2), при чому технічні показники результатів плануються нижче рівня кращих світових зразків (-2); наявність можливості отримання авторського свідоцтва на винахід – часткові можливості (0); а строк окупності витрат – 2 роки і менше (+3).

В таблиці 5.2 наведено критерії та бальна оцінка для визначення наукового та технічного рівня науково-дослідної роботи.

Таблиця 5.2 – Критерії та бальна оцінка для визначення наукового, технічного та економічного рівня науково-дослідної роботи.

Критерії оцінки	Шкала критеріїв	Індекс оцінки
Час, необхідний для проведення НДР	2 роки і менше	+2
	3 роки	+1

Продовження таблиці 5.2

	4 роки	0
	5-6 років	-1
	7 років і більше	-2
Технічні показники результатів розробки	Вище рівня кращих світових зразків	+2
	На рівні кращих світових зразків	0
	Нижче рівня кращих світових зразків	-2
Можливості отримання авторського свідоцтва на винахід	Впевненість в отриманні авторського свідоцтва	+2
	Часткові можливості	0
	Можливості немає	-1
Строк окупності витрат	2 роки і менше	+3
	3-4 роки	+2
	5 років	0
	6-7 років	-1
	8 років і більше	-2

В таблиці 5.3 наведено можливі результати оцінки теми НДДКР.

Таблиця 5.3 – Можливі результати оцінки теми НДДКР

Сума індексів	Оцінка теми
Позитивна(+)	Розробка є досить перспективною
Задовільна(0)	Розробка перспективна
Негативна(-)	Розробка не перспективна

Проаналізувавши дані таблиць 5.2 та 5.3, та підрахувавши загальну суму балів ($+2-2+0+3=+3$), робимо висновок, що дана науково-дослідна робота з дослідження пристрою є досить перспективною.

5.1.1 Оцінювання комерційного потенціалу розробки

Метою проведення технологічного аудиту є оцінювання комерційного потенціалу результатів НДДКР. В результаті оцінювання можна зробити висновок щодо напрямів (особливостей) організації подальшого впровадження результатів з врахуванням встановленого рейтингу.

Рекомендується здійснювати оцінювання комерційного потенціалу розробки за 12-ма критеріями, наведеними в таблиці 5.4. [22]

Таблиця 5.4 – Рекомендовані критерії оцінювання комерційного потенціалу розробки та їх можлива бальна оцінка

Бали (за 5-ти бальною шкалою)					
Кри- терій	0	1	2	3	4
Технічна здійсненність концепції:					
1	Достовірність концепції не підтверджена	Концепція підтверджена експертними висновками	Концепція підтверджена розрахунками	Концепція перевірена на практиці	Перевірено роботоздатність продукту в реальних умовах
Ринкові переваги (недоліки):					
2	Багато аналогів на малому ринку	Мало аналогів на малому ринку	Кілька аналогів на великому ринку	Один аналог на великому ринку	Продукт не має аналогів на великому ринку
3	Ціна продукту значно вища за ціни аналогів	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам аналогів	Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів	Ціна продукту значно нижче за ціни аналогів
4	Технічні та споживчі властивості продукту значно гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи гірші, ніж в ана-	Технічні та споживчі властивості продукту на рівні аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи кращі, ніж в ана-	Технічні та споживчі властивості продукту значно кращі, ніж в аналогів
5	Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати на рівні експлуатаційних витрат аналогів	Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в аналогів

Продовження таблиці 5.4

Ринкові перспективи:					
6	Ринок малий і не має позитивної динаміки	Ринок малий, але має позитивну динаміку	Середній ринок з позитивною динамікою	Великий стабільний ринок	Великий ринок з позитивною динамікою
7	Активна конкуренція великих компаній на ринку	Активна конкуренція	Помірна конкуренція	Незначна конкуренція	Конкуренція немає
Практична здійсненність:					
8	Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї	Необхідно наймати фахівців або витратити значні кошти та час на навчання наявних фахівців	Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх штату	Необхідне незначне навчання фахівців	Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї
9	Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні. Джерела фінансування ідеї відсутні	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування відсутні	Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Не потребує додаткового фінансування
10	Необхідна розробка нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у військово-промисловому комплексі	Потрібні дорогі матеріали	Потрібні досяжні та дешеві матеріали	Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовуються у виробництві

Продовження таблиці 5.4

11	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності інвестицій більше 10-ти років	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності інвестицій більше 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій від 3-х до 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій менше 3-х років
12	Необхідна розробка регламентних документів та отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту	Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту, що вимагає значних коштів та часу	Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу	Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту

Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки зведемо до таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки

Критерії	експерт		
	1	2	3
	Бали, виставлені експертами:		
1. Технічна здійсненність концепції	3	3	3
2. Ринкові переваги (наявність аналогів)	2	2	2
3. Ринкові переваги (ціна продукту)	2	2	2
4. Ринкові переваги (технічні властивості)	3	2	2
5. Ринкові переваги (експлуатаційні витрати)	4	4	4

Продовження таблиці 5.5

6. Ринкові перспективи (розмір ринку)	2	1	2
7. Ринкові перспективи (конкуренція)	2	2	3
8. Практична здійсненність (наявність фахівців)	3	3	2
9. Практична здійсненність (наявність фінансів)	3	3	3
10. Практична здійсненність (необхідність нових	2	2	2
11. Практична здійсненність (термін реалізації)	1	2	1
12. Практична здійсненність (розробка документів)	1	1	1
Сума балів	28	27	27
Середньоарифметична сума балів <u>СБ</u>	27,3		

За даними таблиці 5.5 зробимо висновок щодо рівня комерційного потенціалу дослідження. При цьому доцільно користуватися рекомендаціями, наведеними в таблиці 5.6. [22].

Таблиця 5.6 – Рівні комерційного потенціалу розробки

Середньоарифметична сума балів СБ , розрахована на основі висновків експертів	Рівень комерційного потенціалу розробки
0 - 10	Низький
11 - 20	Нижче середнього
21 - 30	Середній
31 - 40	Вище середнього
41 - 48	Високий

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки становить 27,3 бала, що, згідно таблиці 5.6, свідчить про комерційну важливість

проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки середній).

5.1.2 Оцінювання рівня новизни розробки

Виводячи на ринок новинку, виробник вважає, що тієї новизни, якою наділений новий товар є достатньо для того, щоб він був сприйнятий споживачем як новий. Але це не завжди так, в силу того, що споживач і виробник неоднозначно визначають її рівень новизни.

Саме визначення рівня і ступеня інтегральної новизни товару є найбільш актуальним, оскільки її рівень визначає ступінь однакового позитивного сприйняття новизни товару як виробником, так і споживачем, а отже і ринком в цілому, а це, у свою чергу, є гарантією того, що новинка знайде своє місце на ринку, користуватиметься попитом у споживачів і забезпечить відшкодування витрат, зазнаних товаровиробником під час розроблення та виробництва інноваційного продукту [23].

Рівень новизни нової продукції пропонується розраховувати експертним методом шляхом протиставлення нової продукції та її аналогів, що існують в даний час на ринку, за чинниками що визначають її значення, в системі «краще-гірше». Рівень новизни пропонується встановлювати відносно рівня аналога (або товару, що досить близький до аналога).

Для визначення i -го виду новизни, застосуємо чинники, які впливають на її рівень. Кожен чинник i -го виду новизни розраховуємо в балах. Більша кількість набраних балів свідчить про більший рівень новизни. Для оцінювання рівня новизни використаємо думки експертів, які встановлюють визначені бали відповідним чинникам. Бал відповідності проставляється в діапазоні від (-5 – значно гірше аналога до +5 – значно краще аналога). Результати попереднього оцінювання зведемо до відповідного листа оцінювання (таблиця 5.7).

Таблиця 5.7 – Лист оцінювання рівня новизни

Види та чинники		Бали та експерти		
		Експерт 1	Експерт 2	Експерт 3
<i>1</i>		<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Споживча новизна	Питома вага 0,24	Максимальний бал		25
		<i>B_{i MAX}</i>		
1. Зміна поведінкових звичок споживача		2	2	3
2. Ступінь задоволення потреб і запитів		1	2	2
3. Спосіб задоволення потреби		3	3	3
4. Формування нової потреби		0	0	0
5. Формування нового споживача		2	3	2
Середній бал експертів <i>B_{i отр}</i>		9		
Товарна новизна	Питома вага 0,22	Максимальний бал		30
		<i>B_{i MAX}</i>		
1. Параметричні зміни показників продукції				
1.1. Якісні		4	4	4
1.2. Технічні		2	3	2
1.3. Економічні		2	1	2
1.4. Сервісні		3	4	5
2. Якість продукції по відношенню до конкурентів		4	4	4
3. Функціональні зміни		5	4	4
Середній бал експертів <i>B_{i отр}</i>		20		
Виробнича новизна	Питома вага 0,037	Максимальний бал		25
		<i>B_{i MAX}</i>		
1. Рівень унікальності товару для підприємства		5	5	5
2. Рівень унікальності для галузі		1	1	1
3. Рівень унікальності товару для країни		1	0	2
4. Зміна виробничої системи		4	4	4
5. Відносно існуючого асортименту		3	3	4
Середній бал експертів <i>B_{i отр}</i>		14		
Прогресивна новизна	Питома вага 0,167	Максимальний бал		25
		<i>B_{i MAX}</i>		
1. Зміна технології виготовлення		4	4	4

Продовження таблиці 5.7

2. Рівень застосування нових компонентів і матеріалів		1	2	1
3. Зміна технологічного принципу дії виробу		1	2	1
4. Зміна конструктивного виконання		3	4	3
5. Рівень застосування інновацій		2	2	2
Середній бал експертів $B_{i\ oмп}$		12		
Ринкова новизна	Питома вага 0,11	Максимальний бал		20
		$B_{i\ MAX}$		
1. Новий виріб на новому ринку		0	0	0
2. Новий виріб на відомому ринку		1	1	1
3. Модернізований виріб		2	2	2
4. Нова модель		1	2	2
Середній бал експертів $B_{i\ oмп}$		5		
Екологічна новизна	Питома вага 0,038	Максимальний бал		20
		$B_{i\ MAX}$		
1. Рівень екологічної чистоти технології виробництва		3	3	2
2. Рівень впровадження мало- та безвідходних технологій		4	4	3
3. Рівень екологічно небезпечних режимів експлуатації продукції		1	1	1
4. Рівень забруднення навколишнього середовища		0	0	0
Середній бал експертів $B_{i\ oмп}$		7		
Соціальна новизна	Питома вага 0,038	Максимальний бал		20
		$B_{i\ MAX}$		
1. Використання нового товару приводить до покращення стану здоров'я нації		1	1	1
2. Використання нового товару приводить до зростання доходів населення		1	2	2
3. Виробництво нового товару приводить до збільшення (зменшення) кількості робочих місць на підприємстві		4	5	4
4. Виробництво нового товару приводить до підвищення кваліфікації персоналу		2	3	2
Середній бал експертів $B_{i\ oмп}$		9		

Продовження таблиці 5.7

Маркетингова новизна	Питома вага 0,15	Максимальний бал		20
		B_{iMAX}		
1. Нові методи маркетингових досліджень		1	1	1
2. Вживання нових стратегій сегментації ринку		0	0	0
3. Вибір нової маркетингової стратегії обхвату і розвитку цільового сегмента		0	0	0
4. Побудова нових каналів збуту		2	3	2
Середній бал експертів $B_{i\text{опр}}$		3		

Значення i -го виду новизни пропонується розрахуємо за формулою [33]

$$I_i = \frac{B_{i\text{опр}}}{B_{iMAX}}, \quad (5.1)$$

де $B_{i\text{опр}}$ – отримана кількість балів за шкалою оцінок чинників, що визначають i -й вид новизни;

B_{iMAX} – максимальна кількість балів, що може бути отримана за i -м видом новизни.

Загальний рівень інтегральної новизни розраховується шляхом перемноження отриманого значення i -го виду новизни на її вагомість, причому вагомість i -го виду новизни визначається експертним методом, за формулою [34]

$$N_{\text{инт}} = \sum_i^n W_i \cdot I_i, \quad (5.2)$$

де $N_{\text{инт}}$ – рівень інтегральної (сукупної) новизни;

W_i – вагомість (питома вага) i -го виду новизни;

n – загальна кількість видів новизни.

$$N_{\text{инт}} = (0,24*9/25)+(0,22*20/30)+0,037*14/25+(0,167*12/25)+(0,11*5/20)+ \\ (0,038*7/20)+(0,038*9/20)+(0,15*3/20) = 0,42.$$

Отримане значення інтегрального рівня новизни зіставляємо зі шкалою, що наведена в табл. 5.8.

Таблиця 5.8 – Рівні новизни нового товару та їхня характеристика

Рівні новизни товару	Значення інтегральної новизни	Характеристика товару	Вид нового товару
Найвища	1,00	Абсолютно новий товар	Новий товар, що наділений ознаками інноваційності (інноваційний товар)
Висока	0,8...0,99	Товар, який не має аналогів	
Значуща	0,6...0,79	Принципова зміна споживчих властивостей товару	
Достатня	0,4...0,59	Принципова технологічна модифікація товару	
Незначна	0,2...0,39	Кардинальна зміна параметрів	Новий товар
Помилкова	0,00...0,19	Малоістотна модифікація	

Згідно таблиці 5.8 розробка відповідає рівню – новий товар, що наділений ознаками інноваційності (інноваційний товар), а значення інтегральної новизни 0,42, що визначається як принципова технологічна модифікація товару.

5.1.3 Розрахунок узагальненого коефіцієнта якості для нового рішення

В процесі дослідження необхідно розглянути основні технічні показники, пристрою, що може бути спроектований в результаті проведення дослідження

пристрою. Ці показники по-різному впливають на загальну якість проектної розробки.

Узагальнений коефіцієнт якості (B_n) для нового технічного рішення розрахуємо за формулою [22]

$$B_n = \sum_{i=1}^k \alpha_i \cdot \beta_i, \quad (5.3)$$

де k – кількість найбільш важливих технічних показників, які впливають на якість нового технічного рішення;

α_i – коефіцієнт, який враховує питому вагу i -го технічного показника в загальній якості розробки. Коефіцієнт α_i визначається експертним шляхом і

при цьому має виконуватись умова $\sum_{i=1}^k \alpha_i = 1$;

β_i – відносне значення i -го технічного показника якості нової розробки.

Відносні значення β_i для різних випадків розраховують за такими формулами:

- для показників, зростання яких вказує на підвищення в лінійній залежності якості нової розробки

$$\beta_i = \frac{I_{ni}}{I_{ai}}, \quad (5.4)$$

де I_{ni} та I_{ai} – чисельні значення конкретного i -го технічного показника якості відповідно для нової розробки та аналога;

- для показників, зростання яких вказує на погіршення в лінійній залежності якості нової розробки

$$\beta_i = \frac{I_{ai}}{I_{ni}}. \quad (5.5)$$

Використовуючи наведені залежності можемо проаналізувати та порівняти техніко-економічні характеристики аналогу та майбутньої розробки на основі отриманих наявних та проектних показників, а результати порівняння зведемо до таблиці 5.9.

Таблиця 5.9 – Порівняння основних параметрів пристрою що проектується та аналога.

Показники (параметри)	Одиниця вимірювання	Аналог	Проектований пристрій	Відношення параметрів нової розробки до аналога	Питома вага показника
Напруга живлення	В	12	12	1	0,05
EEPROM пам'ять даних	байт	512	128	0,5	0,15
Термін безвідмовної роботи	год.	10000	11000	1,1	0,45
Швидкість та легкість налаштування	бали	5	8	1,6	0,35
0	0	0	0	0	0

Узагальнений коефіцієнт якості (B_n) для нового технічного рішення складе

$$B_n = \sum_{i=1}^k \alpha_i \cdot \beta_i = 1*0,05 + 0,5*0,15 + 1,1*0,45 + 1,6*0,35 + 0*0 = 1,18.$$

Отже за технічними параметрами, згідно узагальненого коефіцієнту якості розробки, проєктований компонент переважає існуючі аналоги приблизно в 1,18 рази.

Висновки

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки становить 27,3 балів, що свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки середній). При оцінюванні за технічними параметрами, згідно узагальненого коефіцієнту якості розробки, удосконалений пристрій переважає існуючі аналоги приблизно в 1,18 рази. Отже

можна зробити висновок про доцільність проведення НДДКР з дослідження та розробки пристрою.

5.2 Розрахунок витрат на проведення НДДКР з дослідження пристрою

В техніко-економічному обґрунтуванні представленому в першому розділі даної магістерської кваліфікаційної роботи було приблизно обґрунтовано доцільність проведення НДДКР. Тому в даному розділі будуть проведені більш детальні розрахунки витрат на проведення НДДКР стосовно дослідження пристрою.

Для економічного розрахунку проведення НДДКР потрібно скласти кошторис витрат, який передбачає розрахунок визначених основних статей витрат.

Основна заробітна плата дослідників та розробників, яка розраховується за формулою [22]

$$Z_o = \frac{M}{T_p} \cdot t, \quad (5.6)$$

де M – місячний посадовий оклад конкретного розробника (дослідника), (грн.);

T_p – число робочих днів в місяці, 21 дн;

t – число днів роботи розробника (дослідника).

Проведені розрахунки зводимо до таблиці.

Таблиця 5.10 – Основна заробітна плата дослідників та розробників

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн.	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн.
1. Керівник проекту	10000,00	476,19	22	10476,19
2. Інженер проектувальник акустичних систем	9500,00	452,38	20	9047,62

3. Інженер-метролог	9450,00	450,00	5	2250,00
---------------------	---------	--------	---	---------

Продовження таблиці 5.10

4. Інженер-конструктор електронних компонентів	9500,00	452,38	10	4523,81
5. Технік	6200,00	295,24	21	6200,00
Разом				32497,62

Витрати на основну заробітну плату працівників (Z_p), що здійснюють підготовку робочих місць необхідних для дослідження пристрою, підготовку та формування баз даних, підготовку та монтаж обладнання, макетів, виготовлення дослідних зразків тощо, розраховуються на основі норм часу, які необхідні для виконання даної роботи, за формулою [22]

$$Z_p = \sum_1^n t_i \cdot C_i \cdot K_c, \quad (5.7)$$

де t_i - норма часу (трудомісткість) на виконання конкретної роботи, годин;

n - число робіт по видах та розрядах;

K_c - коефіцієнт співвідношень, який установлений в даний час Генеральною тарифною угодою між Урядом України і профспілками, $K_c = 1,75$;

C_i - погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, який виконує відповідну роботу, грн./год.

C_i визначається за формулою [32]

$$C_i = \frac{M_n \cdot K_i}{T_p \cdot T_{3m}}, \quad (5.8)$$

де, M_n – прожитковий мінімум працездатної особи, грн., $M_n = 2197,00$ (грн.);

K_i - тарифний коефіцієнт робітника відповідного розряду;

T_p - число робочих днів в місяці, $T_p = 21$ дн;

$T_{зм}$ - тривалість зміни, $T_{зм} = 8$ годин.

Проведені розрахунки винесемо до таблиці.

Таблиця 5.11 – Витрати на основну заробітну плату працівників

Найменування робіт	Трудомісткість, нормо-годин	Розряд роботи	Тарифний коефіцієнт	Погодинна тарифна ставка, грн.	Величина оплати, грн.
1. Наладка макетної схеми	4,4	3	1,35	30,90	135,94
2. Випробування схеми	0,5	5	1,7	38,91	19,45
3. Виготовлення плати	2,4	5	1,7	38,91	93,37
4. Виготовлення корпусу	11,0	3	1,35	30,90	339,85
5. Монтаж плати	3,0	5	1,7	38,91	116,72
6. Складання пристрою	4,5	4	1,7	38,91	175,07
Разом					880,40

Додаткова заробітна плата розробників, дослідників та працівників, які приймали участь в дослідженнях та розробці НДДКР розраховується як 10% від основної заробітної плати розробників та працівників

$$Z_d = Z_o \cdot 10 / 100\%, \quad (5.9)$$

$$Z_d = (32497,62 + 880,40) \cdot 10 / 100 \% = 3337,80 \text{ (грн.)}$$

Нарахування на заробітну плату дослідників та працівників.

Згідно діючого законодавства нарахування на заробітну плату складають 22% від суми основної та додаткової заробітної плати

$$H_z = (Z_o + Z_d) \cdot 22\% / 100\%, \quad (5.10)$$

$$H_z = (32497,62 + 880,40 + 3337,80) \cdot 22\% / 100\% = 8077,48 \text{ (грн.)}$$

Витрати на матеріали на даному етапі проведення НДДКР пов'язані з використанням моделей елементів та моделювання роботи і досліджень за допомогою комп'ютерної техніки та створення експериментальних блоків і компонентів, тому дані витрати формуються на основі як офісних витратних матеріалів так і обмеженого переліку матеріалів.

Витрати на матеріали, що були використані при проведенні досліджень, розраховуються по кожному виду матеріалів за формулою [22]

$$M = \sum_1^n H_i \cdot C_i \cdot K_i, \quad (5.11)$$

де, - H_i - витрати матеріалу i -го найменування, кг;

C_i - вартість матеріалу i -го найменування, (грн./кг.);

K_i - коефіцієнт транспортних витрат, $K_i = 1,1$;

n - кількість видів матеріалів,

Проведені розрахунки зводимо до таблиці.

Таблиця 5.11 – Витрати на основні матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Одиниця виміру	Ціна за одиницю, грн.	Витрачено	Вартість витраченого матеріалу, грн.
1.Склотекстоліт СТФ 2 – 1.5	кг	100,00	0,1	10,00
2.Хлорне залізо	кг	260,00	0,03	7,80
3.Дріт монтажний	кг	80,00	0,06	4,80
4.Лак УР-231	шт.	360,00	0,02	7,20
5.Спирт етиловий	кг	92,00	0,2	18,40
6.Припій ПОС-61	кг	590,00	0,027	15,93
7.Флюс БС-2	кг	120,00	0,015	1,80
8. Папір канцелярський	уп.	89,00	0,21	18,69

9. Компакт-диски	шт.	12,00	3	36,00
10. Канцелярські товари	компл.	130,00	4	520,00

Продовження таблиці 5.11

11. Офісне начиння	комплект	155,00	4	620,00
Всього				1260,62

З врахуванням транспортних витрат вартість матеріалів складе

$$M = 1260,62 * 1,11 = 1399,29 \text{ (грн.)}$$

Витрати на комплектуючі (основне обладнання, емулятори, моделі, комплектуючі макетів), що були використані при дослідженні пристрою, розраховуються за формулою

$$H = \sum_1^n H_i \cdot C_i \cdot K_i, \quad (5.12)$$

де: H_i - кількість комплектуючих i -го виду, (шт.);

C_i - покупна ціна комплектуючих i -го виду, (грн.);

K_i - коефіцієнт транспортних витрат, $K_i = 1,11$;

n - кількість видів матеріалів.

Проведені розрахунки зводимо до таблиці.

Таблиця 5.12 – Витрати на комплектуючі для формування компонентів для НДДКР

Найменування комплектуючих	Кількість, (шт.)	Ціна за штуку, (грн.)	Сума, (грн.)
Конденсатори			
К50-35	2	1,20	2,40
К10-17	2	1,11	2,22
Резистори			
С2-23	3	0,50	1,50
CF-100	2	0,70	1,40

CF-50	2	0,50	1,00
LCD-дисплей			

Продовження таблиці 5.12

Транзистори			
IRLU024N	1	35,00	35,00
Роз'єми			
WH1602D-PGH-CT#	1	150,00	150,00
Мікросхеми			
PIC16F628A	1	35,00	35,00
L7805AB	1	18,00	18,00
WH1602D-PGH-CT#	1	150,00	150,00
2W10	1	4,00	4,00
1N5403	1	3,50	3,50
DG301-5.0	1	2,00	2,00
DS-261B	1	10,00	10,00
Тактова кнопка			
SWT-20-7	1	13,00	13,00
Звуковипромінювач			
PKM22ERP-40	1	12,00	12,00
Всього			291,02

Витрати на комплектуючі з урахуванням транспортних витрат складають:

$$H = 291,02 \cdot 1,11 = 323,03 \text{ (грн.)}$$

Амортизація обладнання для проведення досліджень

В спрощеному вигляді амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання, приміщень та програмному забезпеченню можуть бути розраховані з використанням прямолінійного методу амортизації за формулою

$$A_{обл} = \frac{Ц_б}{T_г} \cdot \frac{t_{вик}}{12}, \quad (5.13)$$

де C_6 – балансова вартість обладнання, приміщень тощо, які використовувались для розробки нового технічного рішення, грн.;

$t_{вик}$ – термін використання обладнання, приміщень під час розробки, місяців;

T_6 – строк корисного використання обладнання, приміщень тощо, років.

Проведені розрахунки необхідно звести до таблиці.

Таблиця 5.13 – Величина амортизаційних відрахувань

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн	Строк корисного використання, років	Термін використання обладнання, міс.	Величина амортизаційних відрахувань, грн
Обчислювальний комплекс та комп'ютеризована система проектування	26500,00	5	1	441,67
Вимірювальний комплекс метрологічної системи	14550,00	5	1	242,50
Осцилограф	6770,00	4	1	141,04
Вольтметр	6540,00	4	1	136,25
Програмне забезпечення	6200,00	4	1	129,17
Лабораторія	240000,00	25	1	800,00
Всього				1890,63

Витрати на силову електроенергію на проведення досліджень розраховують за формулою [22]

$$B_e = B \cdot P \cdot \Phi \cdot K_n, \quad (5.14)$$

де, B – вартість 1 кВт-години електроенергії, $B = 2,91$ (грн.)/кВт-година;

P – встановлена потужність обладнання, (кВт.);

Φ – фактична кількість годин роботи обладнання, годин. ;

K_n – коефіцієнт використання потужності.

Всі проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 5.14 – Витрати на електроенергію при проведенні досліджень

Найменування обладнання	Кількість годин роботи обладнання, год.	Встановлена потужність, кВт	Коефіцієнт використання потужності	Величина оплати
Обчислювальний комплекс та комп'ютеризована система проектування	160	0,25	0,95	110,58
Вимірювальний комплекс метрологічної системи	120	0,56	0,95	185,77
Осцилограф	40	0,16	0,95	17,69
Вольтметр	45	0,25	0,95	31,10
Всього				345,15

Інші витрати охоплюють: загальновиробничі витрати, адміністративні витрати, витрати на відрядження, матеріали, окремі непередбачені витрати, зв'язок, витрати на інтернет-послуги тощо.

Інші витрати доцільно приймати як 200...300% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників. Величина інших витрат складе

$$I = (32497,62 + 880,40) * 200\% / 100\% = 66756,04 \text{ (грн.)}$$

Загальні витрати на проведення науково-дослідної роботи.

Сума всіх попередніх статей витрат дає загальні витрати на проведення науково-дослідної роботи

$$B = 32497,62 + 880,40 + 3337,80 + 8077,48 + 1260,62 + 323,03 + 1890,63 + 345,15 + 66756,04 = 115368,77 \text{ (грн.)}$$

5.2.1 Розрахунок собівартості виготовлення розробленого пристрою

Витрати на матеріали, що були використані на розробку пристрою, розраховуються по кожному виду матеріалів за формулою [23]

$$M = \sum_1^n H_i \cdot C_i \cdot K_i, \quad (5.15)$$

де, - H_i - витрати матеріалу i -го найменування, кг;

C_i - вартість матеріалу i -го найменування, грн./кг.;

K_i - коефіцієнт транспортних витрат, $K_i = 1,1$;

n - кількість видів матеріалів,

Проведені розрахунки зводимо до таблиці.

Таблиця 5.15 – Витрати на основні матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Одиниця виміру	Ціна за одиницю, грн.	Витрачено	Вартість витраченого матеріалу, грн.
1.Склотекстоліт СТФ 2 – 1.5	кг	100,00	0,1	10,00
2.Хлорне залізо	кг	260,00	0,03	7,80

3.Дріт монтажний	кг	80,00	0,06	4,80
4.Лак УР-231	шт.	360,00	0,02	7,20
5.Спирт етиловий	кг	92,00	0,2	18,40

Продовження таблиці 5.15

6.Припій ПОС-61	кг	590,00	0,027	15,93
7.Флюс БС-2	кг	120,00	0,015	1,80
Всього				65,93

Вартість основних матеріалів з урахуванням транспортних витрат складає

$$M = 65,93 \cdot 1,11 = 73,18 \text{ (грн.)}$$

Витрати на комплектуючі, що були використані на виготовлення фотоколориметра, розраховуються за формулою

$$H = \sum_1^n H_i \cdot C_i \cdot K_i, \quad (5.16)$$

де: H_i — кількість комплектуючих i -го виду, (шт.);

C_i — покупна ціна комплектуючих i -го виду, (грн.);

K_i - коефіцієнт транспортних витрат, $K_i = 1,1$;

n - кількість видів матеріалів.

Проведені розрахунки зводимо до таблиці.

Таблиця 5.16 – Витрати на комплектуючі

Найменування комплектуючих	Кількість, шт.	Ціна за штуку, грн.	Сума, грн.
Конденсатори			
К50-35	2	1,20	2,40
К10-17	2	1,11	2,22
Резистори			
С2-23	3	0,50	1,50
СF-100	2	0,70	1,40
СF-50	2	0,50	1,00

LCD-дисплей			
WH1602D-PGH-CT#	1	150,00	150,00
Мікросхеми			
PIC16F628A	1	35,00	35,00

L7805AB	1	18,00	18,00
Діоди			
2W10	1	4,00	4,00
1N5403	1	3,50	3,50
Транзистори			
IRLU024N	1	35,00	35,00
L7805AB	1	18,00	18,00
DG301-5.0	1	2,00	2,00
DS-261B	1	10,00	10,00
Тактова кнопка			
SWT-20-7	1	13,00	13,00
Звуковипромінювач			
PKM22EPP-40	1	12,00	12,00
Разом			291,02

Продовження таблиці 5.16

Витрати на комплектуючі з урахуванням транспортних витрат складають

$$H = 291,02 \cdot 1,11 = 323,03 \text{ (грн.)}$$

Витрати на основну заробітну плату робітників (Z_p), що здійснюють виготовлення пристрою, складання та попереднє налагодження, розраховуються на основі норм часу, які необхідні для виконання даної роботи, за формулою [23]

$$Z_p = \sum_1^n t_i \cdot C_i \cdot K_c, \quad (5.17)$$

де t_i - норма часу (трудомісткість) на виконання конкретної роботи, годин;

n - число робіт по видах та розрядах;

K_c - коефіцієнт співвідношень, який установлений в даний час Генеральною тарифною угодою між Урядом України і профспілками, $K_c = 1,75$;

C_i - погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, який виконує відповідну роботу, (грн./год.).

C_i визначається за формулою

$$C_i = \frac{M_n \cdot K_i}{T_p \cdot T_{зм}}, \quad (5.18)$$

де, M_n – прожитковий мінімум для працездатної особи, грн., $M_n = 2197,00$ (грн.);

K_i – тарифний коефіцієнт робітника відповідного розряду;

T_p – число робочих днів в місяці, $T_p = 21$ дн;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, $T_{зм} = 8$ годин.

Проведені розрахунки заносимо до таблиці.

Таблиця 5.17 – Витрати на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт	Трудомісткість, нормо-годин	Розряд роботи	Тарифний коефіцієнт	Погодинна тарифна ставка, (грн.).	Величина оплати, (грн.).
1. Монтаж макетної схеми	1,15	4	1,5	34,33	39,48
2. Наладка	0,56	5	1,7	38,91	21,79
3. Випробування	1,2	3	1,35	30,90	37,07
4. Виготовлення друкованої плати	1,3	4	1,5	34,33	44,63
5. Виготовлення корпусу	4,2	4	1,5	34,33	144,18
6. Монтаж плати	2,1	4	1,5	34,33	72,09
7. Монтаж інтерфейсу	1,2	3	1,35	30,90	37,07
8. Наладка інтерфейсу	2,1	3	1,35	30,90	64,88
9. Складання пристрою	1,32	3	1,35	30,90	40,78

10. Наладка пристрою	1,1	5	1,7	38,91	42,80
11. Регулювання компонентів пристрою	1,7	5	1,7	38,91	66,14

Продовження таблиці 5.17

12. Випробування пристрою	0,5	3	1,35	30,90	15,45
13. Регулювання пристрою (остаточне)	0,65	5	1,7	38,91	25,29
Разом					651,64

Додаткова заробітна плата робітників, які приймали участь в виготовленні пристрою.

Розраховується як 10% від основної заробітної плати розробників та робітників

$$Z_d = Z_o \cdot 10 / 100\%, \quad (5.19)$$

$$Z_d = 651,64 \cdot 10 / 100 \% = 65,16 \text{ (грн.)}.$$

Нарахування на заробітну плату розробників та робітників.

Згідно діючого законодавства нарахування (ЄСВ) на заробітну плату складають 22 % від суми основної та додаткової заробітної плати.

$$H_3 = (Z_o + Z_d) \cdot 22 / 100\%, \quad (5.20)$$

$$H_3 = (651,64 + 65,16) \cdot 22 / 100\% = 157,70 \text{ (грн.)}.$$

Витрати на силову електроенергію розраховуються за формулою

$$B_e = B \cdot P \cdot \Phi \cdot K_n, \quad (5.21)$$

де, B – вартість 1 кВт-години електроенергії, $B = 2,91$ (грн.)/кВт-година;

P – встановлена потужність обладнання, (кВт.);

Φ – фактична кількість годин роботи обладнання, годин. ;

K_n – коефіцієнт використання потужності, $K_n=0,95$.

Всі проведені розрахунки зведемо до таблиці

Таблиця 5.18 – Витрати на електроенергію

Найменування обладнання	Кількість годин роботи обладнання, год.	Встановлена потужність, кВт	Коефіцієнт використання потужності	Величи на оплати, грн
Вимірювальний комплекс	0,5	0,32	0,95	0,44
Генератор сигналів	0,5	0,15	0,95	0,21
Осцилограф	1,2	0,15	0,95	0,50
Частотомір	1,2	0,16	0,95	0,53
Монтажне обладнання	2,6	0,82	0,95	5,89
Всього				7,57

Загальновиробничі витрати розраховуються згідно нормативів до основної заробітної плати основних робітників і складають

$$H_{зв} = Z_o \cdot 200 / 100\%, \quad (5.22)$$

$$H_{зв} = 651,64 \cdot 200 / 100\% = 1303,28 \text{ (грн.)}$$

Виробнича собівартість одиниці продукції

Виробнича собівартість одиниці продукції визначається як сума всіх попередніх витрат

$$S = 651,64 + 65,16 + 157,70 + 65,93 + 323,03 + 7,57 + 1303,28 = 2574,31 \text{ (грн.)}$$

Виробнича собівартість пристрою складає 2574,31 грн.

5.2.2 Розрахунок ціни реалізації автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу

Визначення можливої ціни реалізації об'єкта розробки здійснюється на підставі аналізу нижньої та верхньої межі ціни.

Нижня межа ціни

Нижня межа ціни ($C_{нмр}$) захищає інтереси виробника продукції і передбачає, що ціна повинна покрити витрати виробника, які пов'язані з виробництвом та реалізацією продукції, і має забезпечити рівень рентабельності не нижче того, що має підприємство при виробництві вже освоєної продукції.

Ціна реалізації 0 в цьому випадку розраховується за формулою [24]

$$C_{нмр} = S_v \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{w}{100}\right), \quad (5.23)$$

де, $C_{нмр}$ – нижня межа ціни реалізації виробу, (грн.);

S_v – виробнича собівартість виробу, (грн.);

P – нормативний рівень рентабельності, %, рекомендується приймати $P=20\dots60\%$;

w – ставка податку на додану вартість, %, за станом на 2020 рік, $w=18\%$.

Необхідність врахування податку на додану вартість виникає у зв'язку з тим, що коли буде встановлюватись верхня межа ціни, а потім договірна ціна, то ціна базового виробу зазвичай містить цей податок.

$$C_{нмр} = S_6 \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{w}{100}\right) = 2574,31 \cdot (1 + 30/100) \cdot (1 + 20/100) = 4015,93 \text{ грн.}$$

Верхня межа ціни

Верхня межа ціни ($C_{вмр}$) захищає інтереси споживача і визначається тією ціною, яку споживач готовий сплатити за продукцію з кращою споживчою якістю.

Параметри якості продукції змінюються у відповідності до показника якості і складає $B_2 = 1,18$, а ціна конкурентів на аналогічний продукт складає 5500,00 грн.

$$C_{вмр} = C_6 \cdot B_n, \quad (5.24)$$

$$C_{вмр} = 5500,00 \cdot 1,18 = 6490,00 \text{ (грн.)}$$

Договірна ціна ($C_{дог}$) може бути встановлена за домовленістю між виробником і споживачем в інтервалі між нижньою та верхньою лімітними цінами згідно виразу

$$C_{нмр} < C_{дог} < C_{вмр}.$$

З метою забезпечення реалізації продукції договірну ціну приймемо у розмірі 4100,00 грн. Така ціна забезпечить підприємству виробнику покриття витрат і додаткові конкурентні переваги на ринку, зацікавивши споживачів покращеними характеристиками та нижчою ціною в порівнянні з конкурентами.

5.2.3 Розрахунок чистого прибутку для виробника від реалізації нового технічного рішення

Розрахунок чистого прибутку для виробника проводиться за формулою

$$\Pi = \left\{ \left[\Pi_p - \frac{(\Pi_p - MP) \cdot f}{100} - S_b - \frac{q \cdot S_b}{100} \right] \cdot \left[1 - \frac{h}{100} \right] \right\} \cdot N \quad (\text{грн.}), \quad (5.25)$$

де: Π_p – ціна реалізації виробу, носія з програмним продуктом тощо, (грн.);

MP – вартість матеріальних та інших ресурсів, які були придбані виробником для виготовлення готової продукції; рекомендується приймати: $MP = (0,4 \div 0,6)\Pi_p$;

S_b – виробнича собівартість вибору, носія з програмним продуктом тощо, (грн.);

f – зустрічна ставка податку на додану вартість, %. В 2020 р. $f = 16,67\%$;

h – ставка податку на прибуток, %. В 2020 р. $h = 18\%$;

q – норматив, який визначає величину адміністративних витрат, витрат на збут та інші операційні витрати, %; рекомендується приймати $q = 5 \div 10\%$.

N – число виробів (носіїв), які планується реалізувати за рік, 150 (шт.);

$$\begin{aligned} \Pi &= 4100,00 - (4100,00 - 388,96) \cdot 16,67/100\% - 2574,31 - (0,1 \cdot 2574,31) \cdot (1 - 18/100) \\ &\quad * 150 = 79903,98 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Чистий прибуток для виробника складе 79903,98 грн.

5.2.4 Розрахунок терміну окупності витрат для виробника

Розрахуємо термін окупності витрат T_o (в роках) для виробника за формулою

$$T_o = \frac{B}{\Pi}, \quad (5.26)$$

де, В – кошторис витрат на розробку та дослідження, В=115368,77 (грн.).

П – чистий прибуток для виробника протягом одного року П=79903,98 (грн.).

$$T_o = 115368,77 / 79903,98 = 1,44 \text{ (року).}$$

Термін окупності складає менше нормативного строку, отже розробку можна вважати економічно вигідною для виробника.

5.2.5 Висновки до розділу

При проектуванні виробу були проведені розрахунки витрат на науково-дослідну та дослідно-конструкторську роботу, які склали 115368,77 грн та визначена виробнича собівартість одиниці нового технічного рішення, яка склала 2574,31 грн, визначений чистий прибуток (79903,98 грн), який може отримати виробник протягом одного року від реалізації 150 шт. даної розробки. Також був визначений строк окупності витрат для виробника, який складає 1,44 року і є меншим за нормативний.

Отже, можна зробити висновок, що розробка нового виробу є економічно вигідною.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Зменшення імовірності виникнення захворювань та виробничого травматизму під час забезпечення регламентованих параметрів умов праці є головним завданням охорони праці.

У даному розділі наводиться аналіз небезпечних, шкідливих і уражаючих для людини та оточуючого довкілля факторів, що виникають при проведенні розробки автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу. В ньому розглядаються, зокрема, технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, визначення допустимої довжини провідника (антени), при якій напруженості ЕМВ на робочому місці знаходяться в межах норми, технічні рішення з промислової та пожежної безпеки при проведенні розробки, безпека в надзвичайних ситуаціях.

В процесі розробки вказаного пристрою на працюючих впливають ті чи інші небезпечні і шкідливі виробничі фактори (НШВФ) фізичної та психофізіологічної груп згідно [25].

Фізичні небезпечні і шкідливі виробничі фактори: понижена або підвищена температура повітря робочої зони, підвищений рівень шуму на робочому місці, підвищений рівень статичної електрики, недостатність або відсутність

природного освітлення, недостатня освітленість робочої зони, пряма або відбита блискучість, підвищена яскравість світла.

Психофізіологічні НШВФ: нервово-психічні перевантаження: розумове перенапруження, монотонність праці, перенапруження аналізаторів.

6.1 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

6.1.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони

Вибираємо для приміщення, де проводяться роботи з розробки автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу, категорію важкості робіт за фізичним навантаженням – легка Іб. Згідно із [26] допустимі показники температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні для теплого та холодного періодів року приведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Допустимі параметри мікроклімату в приміщенні [26]

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С для робочих місць		Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
		постійних	непостійних		
Холодний	Іб	20-24	17-25	75	□0,2
Теплий	Іб	21-28	19-30	60 при 27□С	0,1-0,3

Розкид значень температури повітря за висотою робочої зони допускається до 3°С. Для опромінення менше 25% поверхні тіла працівника, нормована інтенсивність теплового опромінення – 100 Вт/м².

Вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони не повинен перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК), що використовуються при проектуванні виробничих приміщень (будівель), обладнання, технологічних процесів, вентиляцій, з метою контролю за якістю виробничого середовища. ГДК

шкідливих речовин, що утворюються в даному виробничому приміщенні наведено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – ГДК шкідливих речовин в повітрі робочої зони

Назва речовини	Параметр, що нормується	Значення	Клас небезпеки
Пил нетоксичний	ГДК, мг/м ³	0,15	4
Іони n ⁺ , n ⁻	число іонів в 1 см ³ повітря	50000	–

Для встановлення необхідних за нормативами показників мікроклімату та чистоти повітря робочої зони запропоновано:

- 1) в приміщенні повинна бути встановлена система опалення для холодного і кондиціонування для теплого періодів року;
- 2) для підвищення вологості повітря потрібно розташовувати місткості з водою за типом акваріумів поблизу опалювальних приладів або використовувати зволожувачі;
- 3) припливно-витяжна система вентиляції, а при несприятливих погодних умовах кондиціонування.

6.1.2 Виробниче освітлення

З метою забезпечення гігієнічних раціональних умов на робочих місцях, великі вимоги висуваються до якісних та кількісних показників освітлення. З погляду задач зорової роботи в приміщенні, де проводяться роботи з розробки автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу, згідно [27] визначаємо, що вони відносяться до III розряду зорових робіт. Вибираємо контраст об'єкта з фоном – великий, а характеристику фону – середню, яким відповідає підрозряд г.

Нормативні значення коефіцієнта природного освітлення (КПО) та мінімальні значення освітленості при штучному освітленні наведені в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Нормовані значення КПО і мінімальні освітленості при штучному освітленні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізн., мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Освітленість при штучному освітленні, лк			КПО, %	
						комбіноване		загальне	Природне освітлення (бокове)	Суміщене освітлення (бокове)
						всього	у т. ч. від загального			
Високої точності	0,3-0,5	III	г	великий	середній	400	200	200	2	1,2

Так як приміщення розташоване в місті Вінниця (2-га група забезпеченості природним світлом), а світлові пройми розташовані за азимутом 225о, то за таких обставин КЕО визначатиметься за виразом [27, 28]

$$eN = e_N mN [\%], \quad (6.1)$$

де eN – табличне значення КЕО, %;

mN – коефіцієнт світлового клімату;

N – порядковий номер групи забезпеченості природним світлом.

Підставляючи відомі значення отримаємо нормовані значення КПО для бокового та суміщеного освітлення

$$e_{N.б} = 2 \cdot 0,85 = 1,7 (\%);$$

$$e_{N.с} = 1,2 \cdot 0,85 = 1,02 (\%).$$

З метою встановлення нормативних значень показників освітлення передбачено:

- 1) за недостатнього природного освітлення у світлу пору доби доповнення

штучним завдяки використанню газорозрядних ламп з утворенням системи суміщеного освітлення;

2) застосування штучного освітлення в темну пору доби.

6.1.3 Виробничі віброакустичні коливання

Зважаючи на те, що під час експлуатації пристроїв крім усього іншого обладнання застосовується устаткування, робота якого супроводжується шумом та вібрацією, потрібно передбачити шумовий та вібраційний захист.

Визначено, що приміщення, в якому проводиться робота з розробки автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу може мати робочі місця із шумом та вібрацією, що поширюється від суміжних виробничих приміщень.

Для запобігання травмуванню працівників під дією шуму та вібрації вони підпадає під нормування. Головним нормативом з питань промислового шуму, що діє на території нашої країни, є [29], згідно з яким допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку та еквівалентні рівні шуму на робочих місцях у виробничих приміщеннях не мають перевищувати значень, які наведено в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Нормовані рівні звукового тиску та еквівалентні рівні звуку

Рівні звукового тиску в дБ в октавних полосах із середньо-геометричними частотами, Гц									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Норми виробничих вібрацій наведені в таблиці 6.5 для 3-ї категорії (технологічна) типу "в".

Таблиця 6.5 – Нормовані рівні віброприскорення [30]

Гранично допустимі рівні віброприскорення, дБ, в октавних полосах із середньо-геометричними частотами, Гц						Коректовані рівні віброприскорення, дБА
2	4	8	16	31,5	63	
36	33	33	39	45	51	33

З метою забезпечення нормованих параметрів віброакустичних коливань у приміщенні запропоновано:

- 1) періодичне змащування підшипників вентиляторів вентиляційної системи;
- 2) використання в конструкціях устаткування віброізоляції та акустичних екранів.

6.1.4 Виробничі випромінювання

Проведений аналіз умов праці показав, що приміщення, в якому проводиться робота з розробки може містити електромагнітні випромінювання. Гранично допустимі рівні електромагнітних полів наведені в таблиці 6.6.

Таблиця 6.6 – Гранично допустимі значення електромагнітних полів на робочих місцях згідно [37]

Параметри та одиниці вимірювання	Граничні значення в діапазонах частот					
	1-10 кГц	10-60 кГц	0,06-3 МГц	3-30 МГц	30-50 МГц	50-300 МГц
$E_{Гд}$, В/м	1000	700	500	300	80	
$E_{H_{Гд}}$, (В/м) ² ·год	120000	40000	20000	7000	800	
$H_{Гд}$, А/м	75	57	50	–	3,0	–

$E_{H_{гдз}}$ (А/м) ² ·год	675	390	200	–	0,72	–
--	-----	-----	-----	---	------	---

Для забезпечення захисту і досягнення нормованих рівнів випромінювань необхідно застосовувати екранні фільтри та інші засоби захисту, що пройшли випробування в акредитованих лабораторіях і мають щорічний гігієнічний сертифікат.

Визначимо допустиму довжину провідника (антени), по якому протікає струм силою в $I = 4,2$ А, при якій напруженість ЕМВ на робочому місці, віддаленому на $r = 0,25$ м, знаходиться в межах норми. Частота поля $f = 55$ МГц.

Біля джерела ЕМВ виділяють ближню зону (зону індукції), що знаходиться на відстані $r \leq \lambda / 2\pi$, і далеку зону (зону випромінювання), для якої $r > \lambda / 2\pi$, де λ – довжина хвилі, м.

Допустиму довжину провідника (антени) будемо визначати як найменшу із безпечних довжин для джерел електричної та магнітної складових ЕМВ, відповідно

$$L = \min\{L_E, L_H\} \text{ [м]}, \quad (6.2)$$

де L_E – допустима довжина провідника (антени) для джерела електричного поля, м;

L_H – допустима довжина провідника (антени) для джерела магнітного поля, м.

Допустиму довжину провідника (антени) в умовах електричного поля для ближньої зони можна визначити з формули

$$E_{\text{дз}} = \frac{IL_E}{4\pi^2 f r^3} \text{ [В/м]}, \quad (6.3)$$

звідки

$$L_E = \frac{4\pi^2 f \varepsilon^3 E_{\text{бл}}}{I} \text{ [м]}, \quad (6.4)$$

де $E_{\text{бл}}$ – напруженість електричного поля ближньої зони, В/м;

I – сила струму в провіднику (антені), А;

r – віддаленість робочого місця, м;

f – частота електромагнітного поля, Гц;

ε – діелектрична проникність середовища, Ф/м (для повітря $\varepsilon = 1$ Ф/м).

Допустиму довжину провідника (антени) в умовах магнітного поля для ближньої зони можна визначити з формули

$$H_{\text{бл}} = \frac{IL_H}{4\pi r^2} \text{ [А/м]}, \quad (6.5)$$

звідки

$$L_H = \frac{4\pi r^2 H_{\text{бл}}}{I} \text{ [м]}, \quad (6.6)$$

де $H_{\text{бл}}$ – напруженість магнітного поля ближньої зони, А/м;

r – віддаленість робочого місця, м;

I – сила струму, А.

Для діапазону частот 30...50 МГц ЕГД = 80 В/м, НГД = 3 А/м.

Підставляючи відомі значення у формули (6.4, 6.6, 6.2), одержимо:

$$L_E = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 55 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 0,25^3 \cdot 80}{4,2} = 645569047,619 \text{ (м)};$$

$$L_H = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 0,25^2 \cdot 3}{4,2} = 0,561 \text{ (м)};$$

$$L = \min\{645569047,619; 0,561\} = 0,561 \text{ (м)}.$$

Таким чином, допустима довжина провідника (антени) в умовах дії ЕМВ складатиме 0,561 м.

6.2 Технічні рішення з промислової та пожежної безпеки при проведенні розробки автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу

6.2.1 Безпека щодо організації робочих місць

Конструкція робочого місця, взаємне розташування його елементів та його розміри мають відповідати антропометричним, психофізіологічним і фізіологічним властивостям працівника, а також характеру праці [31].

Площа одного робочого місця повинна становити не менше 6,0 м² , об'єм приміщення – не менше як 20 м³ , висота – не менше 3,2 м [32].

Кольорове оздоблення інтер'єру приміщення має відповідати вказівкам з проектування кольорової обробки інтер'єрів приміщень промислових підприємств. Поверхня підлоги має бути рівною, не слизькою, мати антистатичні властивості, зручною для вологого прибирання. Не дозволяється застосовувати для оздоблення інтер'єру полімерні матеріали, що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини.

6.2.2 Електробезпека

У середині приміщення, в якому здійснюється робота з розробки автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу, значну увагу потрібно надати уникненню небезпеки ураження електричним струмом. Згідно [33] це приміщення відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою ураження електричним струмом через наявність високої (більше 75 %) вологості. Через це безпека використання електрообладнання повинна забезпечуватись комплексом заходів, які передбачають використання ізоляції струмоведучих частин, захисного заземлення, захисних блокувань та ін [34].

6.2.3 Пожежна безпека

Відповідно до [35] приміщення, де проводиться робота з розробки автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу, відноситься до категорії пожежної небезпеки В. Це приміщення відноситься до 2-го ступеня вогнестійкості, в якому приміщення знаходяться в будівлі з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів.

Таблиця 6.7 – Значення мінімальних меж вогнестійкості приміщення [35]

Ступінь вогнестійкості будівлі	Стіни				Колони	Східчасті майданчики	Плити та інші несучі конструкції	Елементи покриття	
	Несучі та східчасті клітки	Самонесучі	Зовнішні несучі	Перегородки				Плити, прогони	Балки, ферми
2	REI 120	REI 60	E 15	EI 15	R 120	R 60	REI 45	REI 15	R 30
	M0	M0	M0	M0	M0	M0	M0	M0	M0

Примітка. R – втрати несучої здатності; E – втрати цілісності; I – втрати теплоізолювальної спроможності; M – показник здатності будівельної конструкції поширювати вогонь (межа поширення вогню); M0 – межа поширення вогню дорівнює 0 см.

Мінімальні межі вогнестійкості конструкцій приміщення, що розглядається наведені в таблиці 6.7. В таблиці 6.8 наведено протипожежні норми проектування будівель і споруд.

Таблиця 6.8 – Протипожежні норми проектування будівель і споруд [36]

Об'єм приміщення, тис. м ³	Категорія пожежної безпеки	Ступінь вогнестійкості	Відстань, м, при щільності людського потоку в загальному проході, осіб/м ²			Кількість людей на 1 м ширини евакуаходу	Відстань між будівлями та спорудами, м, при ступені їх вогнестійкості			Найбільша кількість поверхів	Площа поверху в межах пожежного відсіку, м ² , для числа поверхів		
			до 1	2-3	4-5		I,II	III	IV,V		1	2	3 і більше
до 15	В	2	100	60	40	110	9	9	12	8	не обмежується		

Встановлюємо, що приміщення, в якому проводиться робота з розробки, має бути оснащено двома вогнегасниками, пожежним щитом, ємністю з піском [35].

6.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження безпеки роботи автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

В радіоелектронній апаратурі іонізуючі випромінювання, викликають зворотні і незворотні процеси, внаслідок яких можуть відбуватися порушення роботи електричних елементів схеми, що призводять до виходу з ладу апаратури. Так, проходячи через елементи РЕА, потік гаммавипромінювань створює в них вільні носії електричних зарядів, в результаті переміщення яких виникає помилковий імпульс, який призводить до спрацьовування пристрою. При великих дозах випромінювання втрачають працездатність комплектуючі елементів системи обміну інформацією і сигналів. Опромінення у транзисторів змінює обернений струм і коефіцієнт підсилення, у конденсаторах знижує напругу пробую та опір стікання, змінюється провідність і внутрішній нагрів; руйнується електрична ізоляція дротів з полімерних матеріалів.

Одним з загрозливих чинників для бездротових, зокрема, автоматизованої

бездротової ІОТ-системи обмеження доступу є електромагнітний імпульс (ЕМІ). Уражаюча дія ЕМІ в приземній області й на землі пов'язана з акумулюванням його енергії довгими металевими предметами, рамними і каркасними конструкціями, антенами, лініями електропередачі та зв'язку, в них виникають сильні наведені струми, які руйнують підключене електронне та інше чутливе устаткування. У районі дії ЕМІ безпосередній контакт людини зі струмопровідними предметами теж є небезпечний.

ЕМІ уражає радіоелектронну і радіотехнічну апаратуру. В провідниках індуються високі напруги і струми, які можуть призвести до постійних або тимчасових пошкоджень ізоляції кабелів, відключення реле, пошкодження елементів зв'язку, систем передачі даних тощо. Найбільш уразливими елементами обладнання є напівпровідникові прилади – транзистори, діоди, кремнієві випрямлячі, інтегруючі ланцюги, цифрові процесори, управляючі й контрольні прилади. Чутливі до пошкодження ЕМІ транзистори звукової частоти, перемикаючі транзистори, інтегруючі ланцюги та ін.

6.3.1 Дослідження безпеки роботи автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу в умовах дії іонізуючих випромінювань

Приймаючи до уваги елементну базу, що використовується для реалізації автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу, складається таблиця потужностей експозиційної дози опромінення для кожного елемента $P_{зв,i}$, що викликають початок зворотних змін (таблиця 6.9).

Таблиця 6.9 – Максимально допустимі потужності дози γ – випромінювань

Елементи автоматизованої бездротової системи обмеження доступу	$P_{гр,i}$ (Р/год)	$P_{гр}$ (Р/год)
Транзистори IRLU024N	10^5	10^4
Діоди загального призначення 2W10	10^5	
Конденсатори ECAP(K50-35) 25B	10^6	

Резистори С2-23-0,125-10 кОм	10^6
Мікросхеми PIC16F628A	10^4
Діелектрики GTP15	10^4

За мінімальним значенням $r_{гр}$ (див. табл. 6.9) межа безпеки роботи автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу складає $r_{гр} = 104$ (Р/год). Для дослідження безпеки роботи автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу визначається граничне значення потужності дози гамма-випромінювання ($r_{гр}$) за наступною формулою

$$P_{гр} = K \times p_{гр} \times K_{noc} , \quad (6.6)$$

де: K – коефіцієнт надійності, $K = 0,9..0,95$;

$P_{гр}$ – рівень радіації, що відповідає початку зворотних змін найменш стійкого елемента;

K_{noc} – коефіцієнт послаблення радіації ($K_{noc} = 7$),

$$P_{гр} = 0,91 \times 10^4 \times 4 = 7,64 \times 10^4 \text{ (Р/год)},$$

З вище наведених розрахунків можна зробити висновок, що безпека роботи автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу в умовах дії іонізуючих випромінювань буде забезпечуватись, якщо радіація в умовах експлуатації не перевищуватиме $P_{гр} = 7,64 \times 10^4$ (Р/год).

Розрахуємо допустимо максимальний час роботи автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу в умовах дії іонізуючих випромінювань

$$D_{м} = \frac{2P_{гр}(\sqrt{t_K^2} - \sqrt{t_{II}^2})}{1} , \quad (6.7)$$

де: $\sqrt{t_2}$, дорівнює 1;

D_m – дорівнює 103 ;

$$t_{\text{доп}} = 12,6 \times 10^3 \text{ (год)}.$$

Такий час є достатнім для безпечної роботи системи в цілому, що цілком задовольняє заданим параметрам.

6.3.2 Дослідження безпеки роботи автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу в умовах дії електромагнітного імпульсу

Безпека роботи автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу в умовах дії електромагнітного імпульсу характеризується коефіцієнтом безпечної роботи K_b , який визначається по

$$K_b = 20 \lg \frac{U_d}{U_{B(r)}} \geq 40 [\text{дБ}], \quad (6.8)$$

де U_d – допустимі коливання напруги живлення системи;

$U_{B(r)}$ – напруга живлення вертикальної (горизонтальної) наводок внаслідок дії електромагнітного імпульсу.

$$U_d = U_{ж} + (U_{ж}/100) * N, \quad (6.9)$$

де $U_{ж} = 12 \text{ В}$ – напруга живлення пристрою;

$N = 10\%$ - коливання напруги живлення.

Підставивши значення для $U_{ж}$ і N в (6.10), одержимо

$$U_d = 12 + 12/100 * 10 = 13,2 \text{ (В)}. \quad (6.10)$$

Визначимо U_v , для чого формулу (6.11) приведемо до наступного вигляду

$$\lg U_v / U_e = 2, \quad (6.11)$$

звідки $U_v = 0,6025 \text{ В}$.

Визначимо горизонтальну складову напруженості електромагнітного поля E_g

$$U_e = E_z * l, \quad (6.12)$$

де $l = 0,63 \text{ м}$ – максимальна довжина струмоведучих частин. Тоді

$$E_z = 0,6025 / 0,63 = 20,08 \text{ В/м}.$$

Вертикальна складова напруженості електромагнітного поля E_v , визначається з формули

$$E_z = 10^{-3} * E_e, \quad (6.13)$$

звідки

$$E_e = 20,08 / 10^{-3} = 20080 \text{ В/м}.$$

Отже, автоматизована бездротова ІОТ-система обмеження доступу буде стабільно працювати при умові, що вертикальна і горизонтальна складові напруженості електромагнітного поля не будуть перевищувати значень відповідно: $E_v = 20080 \text{ В/м}$.

6.3.3 Розробка заходів по підвищенню безпеки роботи автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу в умовах надзвичайних ситуацій

Найбільш ефективним способом підвищення стійкості роботи автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу є екранування

системи або її елементів. Тому частіше за все в якості захисту проводиться розрахунок екранування. Визначається перехідне затухання енергії електричного поля сталевим екраном

$$A = K_{\text{бном}} - K_{\text{бмін}}, \quad (6.14)$$

де $K_{\text{бном}}$ – номінальний коефіцієнт безпеки ($K_{\text{бном}} = 40\text{дБ}$);

$K_{\text{бмін}}$ – мінімальний коефіцієнт безпеки, отриманий під час розрахунків.

$$A = 40 + 36,6 = 76,6(\text{дБ}).$$

Товщину захисного екрану знаходимо за формулою

$$t = \frac{A}{5,2 \cdot \sqrt{f}}, \quad (6.15)$$

де A – перехідне затухання екрану;

f – найбільш домінуюча частота ЕМІ (15 кГц);

$$t = \frac{76,6}{5,2 \cdot \sqrt{15000}} = 0,104(\text{см}).$$

Підвищення стійкості роботи можна досягти шляхом посилення найбільш слабких елементів і ділянок системи, а також завчасним проведенням комплексу інженерно-технічних, технологічних та організаційних заходів, які спрямовані на максимальне зниження дії вражаючих факторів і створення умов для ліквідації наслідків аварійної ситуації. В роботі було проведено дослідження безпеки роботи автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу в умовах дії НС, ЕМІ та розробка заходів по підвищенню безпеки роботи її в умовах дії НС.

Отже у розділі були розглянуті причини виникнення НС, що впливають на

роботу автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу під час НС, і, також можливі шляхи їх усунення. Було розраховано граничні значення вертикальної і горизонтальної складових напруженості електромагнітного поля. А також був проведений розрахунок екранування для захисту електроніки системи обміну інформацією від загрозливих чинників НС.

6.3.4 Висновки до розділу

В результаті виконання цього розділу було опрацьовано такі питання охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях, як технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, визначення допустимої довжини провідника (антени), при якій напруженості ЕМВ на робочому місці знаходяться в межах норми, технічні рішення з промислової та пожежної безпеки під час проведення розробки автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу, безпека у надзвичайних ситуаціях.

ВИСНОВКИ

З точки зору конструкції автоматизована бездротова ІОТ-система обмеження доступу виявилась досить компактною та зручною у використанні. Пристроєм введенням інформації приладу є одна кнопка, що робить його дуже простим у

використанні, потрібно дотримуватись лише деяких вказівок для правильного вводу інформації. Сама система обмеження доступу має невеликі розміри і не потребує великого корпусу.

До основних переваг запропонованої схеми можна віднести дешевизну і доступність елементної бази, а застосування в його основі мікроконтролера дозволяє додати приладу високу функціональність і простоту використання.

Зменшення споживання потужності вдалося досягти за рахунок використання мікроконтролера, малопотужних деталей, які керують роботою автоматизована бездротова ІОТ-система обмеження доступу.

У першому розділі було проведено огляд питань, що стосуються даної тематики, досліджено існуючі аналоги та приведені загальні відомості характеристики сучасних систем обмеження доступу, де було виявлено, що кожна схема має свої переваги та недоліки.

У другому розділі проведено розробку автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу. Було розглянуто базові компоненти для практичної реалізації схеми. Як головний елемент обчислень такого вимірювача запропоновано використовувати мікроконтролер PIC16F628A. Це пояснюється функціональними перевагами мікроконтролерів PIC.

Також виконано електричний розрахунок та розрахунок надійності для дослідження терміну стабільної та безвідмовної роботи.

У третьому розділі було проведено експериментальне дослідження, також було отримано результати комп'ютерного моделювання роботи кодового замка яке проводилось у пакеті Proteus 7.7 Professional (07 Professional). Отримані результати підтверджують працездатність даного приладу. Також у розділі були розглянуті методи регулювання та настройки кодового замка. Виявлені основні несправності кодового замка і запропоновані ефективні методи їх усунення.

В четвертому розділі було виконано розрахунок конструкції та надійності друкованої плати, проводились розрахунки по максимальним та мінімальним розмірам отворів в друкованій платі.

В п'ятому розділі були проведені розрахунки витрат на науково-дослідну та дослідно-конструкторську роботу, також був визначений строк окупності витрат для виробника, який складає 1,44 року і є меншим за нормативний. Отже, можна зробити висновок, що розробка нового виробу є економічно вигідною.

У шостому розділі було опрацьовано питання охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях, як технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, визначення допустимої довжини провідника (антени), при якій напруженості ЕМВ на робочому місці знаходяться в межах норми, технічні рішення з промислової та пожежної безпеки під час проведення розробки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Научная библиотека [Електронний ресурс] / ідентифікація та аутентифікація – Режим доступу: http://sernam.ru/ss_23.php, вільний. – Загл. з екрана. – Мова російська.

2. Сайт паяльник [Электронный ресурс] / Кодовый замок на PIC16F628A – Режим доступа: <http://сhem.net/mc/mc164.php>, вільний. – Загл. з екрана. – Мова російська.

3. Интуит [Электронный ресурс] / Микроконтролеры підгрупи PIC – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/3/3/lecture/78?page=2>, вільний. – Загл. з екрана. – Мова російська.

4. Microsin.net [Электронный ресурс] / AVR245: кодовый замок з клавіатурою 4x4 и I2C LCD – Режим доступа: <http://microsin.net/programming/avr/avr245.html>, вільний. – Загл. з екрана. – Мова російська.

5. Максимов А. Моделирование устройств на микроконтроллерах с помощью программы ISIS из пакета PROTEUS VSM/ А. Максимов // Радио.– 2005.–№ 4, 5, 6. – С. 30-33, 31-34, 30-32.

6. Дитер К. Х. Измерение, управление и регулирование с помощью PIC микроконтроллеров / Дитер К. Х. – М.: ООО «Новое знание», 2006. – 267с. – ISBN 5-96335-017-6.

7. Белов А. В. Создаем устройства на микроконтроллерах/ А. В. Белов. – СПб.: Наука и Техника, 2007. – 304 с. – ISBN 978-5-94387-364-3

8. Грубник В. С. Надежность электронных средств измерений / В. С. Грубник, Ю. М. Крысин: Учеб. пособие. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2001. – 120 с.

9. Заец Н. Радиоловительские конструкции на PIC микроконтроллерах/Н. Заец. – М.: Солон-Пресс. – 2005, 188с.

10. Яценков В. С. Микроконтроллеры Microchip Практическое руководство / Яценков В. С. –М. : Издательский центр «Академия», 2002. – 104 с. –ISBN 934-5-7285-6561-3.

11. Предко М. П. Справочник по PIC – микроконтроллерам / М.П. Предко. – М.: ДМК Пресс, Додэка – 2002.

12. Рюмик С. М. 1000 и одна микронтроллерная схема. Вып. II/ С. М. Рюмик. – М. : Додэка-XXI, 2011. – 400 с. – ISBN 978-5-94120-270-6.

13. Схемотехніка електронних систем: У 3 кн. Кн.3. Мікропроцесори та мікро-контролери: Підручник/ В. І. Бойко, А. М. Гуржій, В. Я. Жуйков та інш. – К.: Вища шк., 2004. – 399с. – ISBN 966-642-193-3.

14. Бенда Д. Поиск неисправностей в электрических схемах. Пер. с нем./ Д. Бенда. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 256 с: ил. — (Электроника). –ISBN 978-5-9775-0359-4.

15. Тавернье К. PIC – микроконтроллеры. Практическое применение/ К.Тавернье. – М.: ДМК ПРЕС, 2002. – 272с.

16. Шмаков С. Б. Энциклопедия радиолюбителя. Современная элементная база. / С. Б. Шмаков. – СПб.: Наука и Техника, 2012. –384 с. – ISBN 978-5-94387-859-6.

17. Расчет надежности узлов и блоков РЭС [Электронный ресурс] / Интерактивная система основных конструкторско-технологических расчетов РЭС (ИСОКТР РЭС) – Режим доступа: <http://skr.radioman.ru/depend/index.htm>, вільний. – Загл. з екрана. – Мова російська.

18. Баранов В. Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы/ В. Н. Баранов. – М.: Издательский дом «Додека - XXI», 2004. – 288 с. (серия «Мировая электроника»). – ISBN 5-94120-075-7.

19. Белов А. В. Конструирование устройств на микроконтроллерах/ А. В. Белов. – СПб.: «Наука и Техника», 2005. – 256 с. – ISBN 5-94387-155-1.

20. Ярочкина Г. В. Радиоэлектронная аппаратура и приборы: Монтаж и регулировка: Учебник для нач. проф. образования./ Г. В. Ярочкина. – М.: ИР-ПО 2002. – 240 с.–ISBN 5-8222-0170-9.

21. Ленк Дж. Справочник по проектированию электронных схем/ Дж. Ленк. – М.: Мир, 1985 г. – 208с.

22. Методичні вказівки до виконання студентами-магістрантами наукового напрямку економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт / Уклад. В.О. Козловський – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 22 с.

23. Козловський В.О. Технічно-економічне обґрунтування та економічні розрахунки в дипломних проектах та роботах. Навчальний посібник. – Вінниця: ВДГУ, 2003. – 75с.

24. Кавецький В.В. Економічне обґрунтування інноваційних рішень: практикум / В. В. Кавецький, В. О. Козловський, І. В. Причепка – Вінниця: ВНТУ, 2016. – 116с.

25. ГОСТ 12.0.003-74.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

26. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

27. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.

28. Пособие по расчету и проектированию, естественного, искусственного и совмещенного освещения НИИСФ – М.: Стройиздат. 1985. – 384 с.

29. ДСН 3.3.6-037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

30. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої та загальної вібрацій.

31. ГОСТ 12.2.032-78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

32. Березюк О. В. Охорона праці. Підсумкова державна атестація спеціалістів, магістрів в галузях електроніки, радіотехніки, радіоелектронних апаратів та зв'язку : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 104с.

33. ДНАОП 0.00-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. – К. : Держнаглядохоронпраці, 1998. – 382 с

34. ДБН В.1.1.7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва.

35. НАПБ Б.03.001-2004. Типові норми належності вогнегасників.

36. СНиП 2.09.02-85. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений.

37. ДСанПіН 3.3.6-096-2002. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів.

Додаток А
(обов'язковий)

Міністерство освіти та науки України
Вінницький національний технічний університет

Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. каф. РТ, д.т.н., проф.

_____ Осадчук О.В.

" __ " _____ 2020 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи

Розробка автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу

08-36.МКР.006.00.000 ТЗ

Керівник роботи:

_____ д. т. н., доцент Гаврілов Д. В.

" __ " _____ 2020 р.

Розробив студент гр. РТ-19м

_____ Левкін А.В.

" __ " _____ 2020 р.

Вінниця ВНТУ 2020

1. ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Робота проводиться на підставі наказу ректора по Вінницькому національному технічному університету № 214 “25 ” 09 2020 року та індивідуального завдання на магістерську кваліфікаційну роботу.

Дата початку роботи: “03” вересня 2020 р.

Дата закінчення: “10” грудня 2020 р.

2. МЕТА І ПРИЗНАЧЕННЯ МКР

Метою роботи є розробка та дослідження автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу. Основна увага приділяється надійності обмеження доступу.

Об’єктом дослідження є процеси приладу при різних небезпечних чинниках які будуть впливати на коректність роботи ІОТ-системи обмеження доступу.

Предметом дослідження – робота приладу при різних умовах використання.

Для досягнення поставленої мети в магістерській кваліфікаційній роботі *розв’язуються такі завдання:*

1. Аналіз та технічне обґрунтування автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу;
2. Розробка структурної та електричної схеми пристрою;
3. Проведення комп’ютерного моделювання;
4. Дослідження питань охорони праці.

3. ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

1. Бенда Д. Поиск неисправностей в электрических схемах. Пер. с нем./ Д. Бенда. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 256 с: ил. — (Электроника). – ISBN 978-5-9775-0359-4.
2. Тавернье К. PIC – микроконтроллеры. Практическое применение/ К.Тавернье. – М.: ДМК ПРЕС, 2002. – 272с.

3. Шмаков С. Б. Энциклопедия радиолюбителя. Современная элементная база. / С. Б. Шмаков. – СПб.: Наука и Техника, 2012. –384 с. – ISBN 978-5-94387-859-6.
4. Расчет надежности узлов и блоков РЭС [Электронный ресурс] / Интерактивная система основных конструкторско-технологических расчетов РЭС (ИСОКТР РЭС) – Режим доступа: <http://skr.radioman.ru/depend/index.htm>, вільний. – Загл. з екрана. – Мова російська.
5. Баранов В. Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы/ В. Н. Баранов. – М.: Издательский дом «Додека -XXI», 2004. – 288 с. (серия «Мировая электроника»). – ISBN 5-94120-075-7.
6. Белов А. В. Конструирование устройств на микроконтроллерах/ А. В. Белов. – СПб.: «Наука и Техника», 2005. – 256 с. – ISBN 5-94387-155-1.
7. Белов А. В. Создаем устройства на микроконтроллерах/ А. В. Белов. – СПб.: Наука и Техника, 2007. – 304 с. – ISBN 978-5-94387-364-3

4. ВИКОНАВЕЦЬ

Вінницький національний технічний університет, кафедра радіотехніки, студент групи РТ-19М Левкін А.В.

5 ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ МКР

Пропонується реалізувати .

5.1 Електричні параметри:

- Напруга живлення – 9-15 В;
- Максимальна тактова частота 20МГц;
- Струм споживання 1А.

5.2 Кліматичні умови:

5.2.1 Атмосферний тиск на висоті до 2500 м над рівнем моря, не вище, кПа 75.

5.2.2 Температура навколишнього середовища, -20...+70 °С.

5.2.3 Відносна вологість повітря при 23 °С, % 65.

5.3 Експлуатаційні параметри:

5.3.1 Використовувати за призначенням;

5.3.2 Час напрацювання на відмову, не менше, год 100 тис.

6. ЕТАПИ МКР І ТЕРМІНИ ЇХ ВИКОНАННЯ

№	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання		Очікувані результати	Звітна документа ція
		початок	закінчення		
1.	Огляд літературних джерел. Вибір, узгодження та затвердження теми МКР	03.09.2020	14.09.2020	Проведено огляд літературних джерел. Вибрана тема	Узгодження теми МКР по кафедрі
2.	Аналіз літературних джерел. Попередня розробка основних розділів	15.09.2020	21.09.2020	Аналіз літературних джерел. Підготовлений матеріал основних розділів	Вступ
3.	Затвердження теми. Розробка технічного завдання	21.09.2020	25.09.2020	Розроблене ТЗ	Наказ ВНТУ про затвердження теми Додаток А
4.	Аналіз вирішення поставленої задачі. Розробка структурної схеми	26.09.2020	09.10.2020	Проведений аналіз. Розроблені схеми пристрою	Вступ Розділ 1-2 Звіт по переддипломній практиці
5.	Електричні розрахунки. Експериментальне дослідження	10.10.2020	25.10.2020	Проведені розрахунки та дослідження	Розділ 3

6.	Розділ моделювання	26.10.2020	04.11.2020	Проведено моделювання	Результати моделювання
7.	Розробка графічної частини МКР	05.11.2020	15.11.2020	Плакати. Структурні та електричні схеми	Графічна частина
8.	Аналіз економічної ефективності розробки	16.11.2020	19.11.2020	Економічна частина	Розділ 5
9.	Охорона праці (ОП)	19.11.2020	22.11.2020	Частина БЖД	Розділ 6
10.	Оформлення пояснювальної записки та графічної частини	23.11.2020	29.11.2020	Оформлена документація	ПЗ та графічна частина
11.	Нормоконтроль	30.11.2020	01.12.2020	Підпис нормоконтроля	Оформлена ПЗ та графічна частина
12.	Попередній захист МКР, доопрацювання, рецензування МКР	02.12.2020	04.12.2020	Позитивні відгуки	Відзив. Рецензія
13.	Захист МКР ЕК	11.12.2020	14.12.2020	Захист	Протокол ЕК

7. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ПОРЯДОК РЕАЛІЗАЦІЇ МКР

В результаті виконання роботи буде зроблено:

- Розроблено схему електричну принципову автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу;
- Проведено експериментальне дослідження кодового замка;
- Отримано результати комп'ютерного моделювання автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу.

Очікуваний економічний ефект. При впровадженні результатів досліджень та розробки очікується покращення характеристик розроблюваного пристрою.

8. МАТЕРІАЛИ, ЯКІ ПОДАЮТЬ ПІСЛЯ ЗАКІНЧЕННЯ РОБОТИ ТА ПІД ЧАС ЕТАПІВ

За результатами виконання МКР до ЕК подаються пояснювальна записка, графічна частина МКР, відзив та рецензія.

9. ПОРЯДОК ПРИЙМАННЯ МКР ТА ЇЇ ЕТАПІВ

Поетапно результати виконання МКР розглядаються керівником роботи та обговорюються на засіданні кафедри.

Захист магістерської кваліфікаційної роботи відбувається на відкритому засіданні ЕК.

10. ВИМОГИ ДО РОЗРОБЛЮВАНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Документація, що розробляється в процесі виконання роботи повинна містити:

- схему електричну автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу;
- проведення комп'ютерного моделювання автоматизованої бездротової ІОТ-системи обмеження доступу;
- дослідження питань охорони праці.

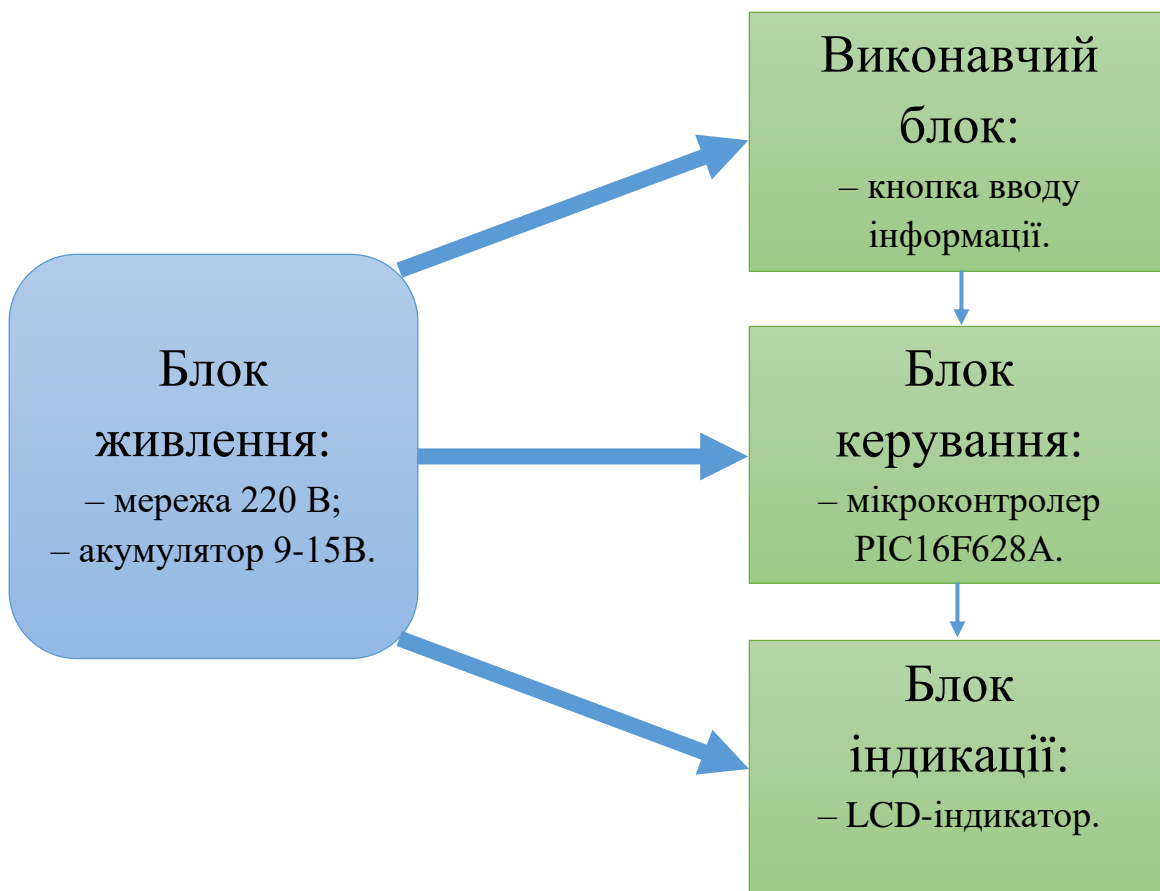
11. ВИМОГИ ЩОДО ТЕХНІЧНОГО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ З ОБМЕЖЕНИМ ДОСТУПОМ

У зв'язку з тим, що інформація не є конфіденційною, заходи з її технічного захисту не передбачаються.

Додаток Б
(обов'язковий)

АВТОМАТИЗОВАНА БЕЗДРОВОТА ІОТ-СИСТЕМА
ОБМЕЖЕННЯ ДОСТУПУ

Схема структурна

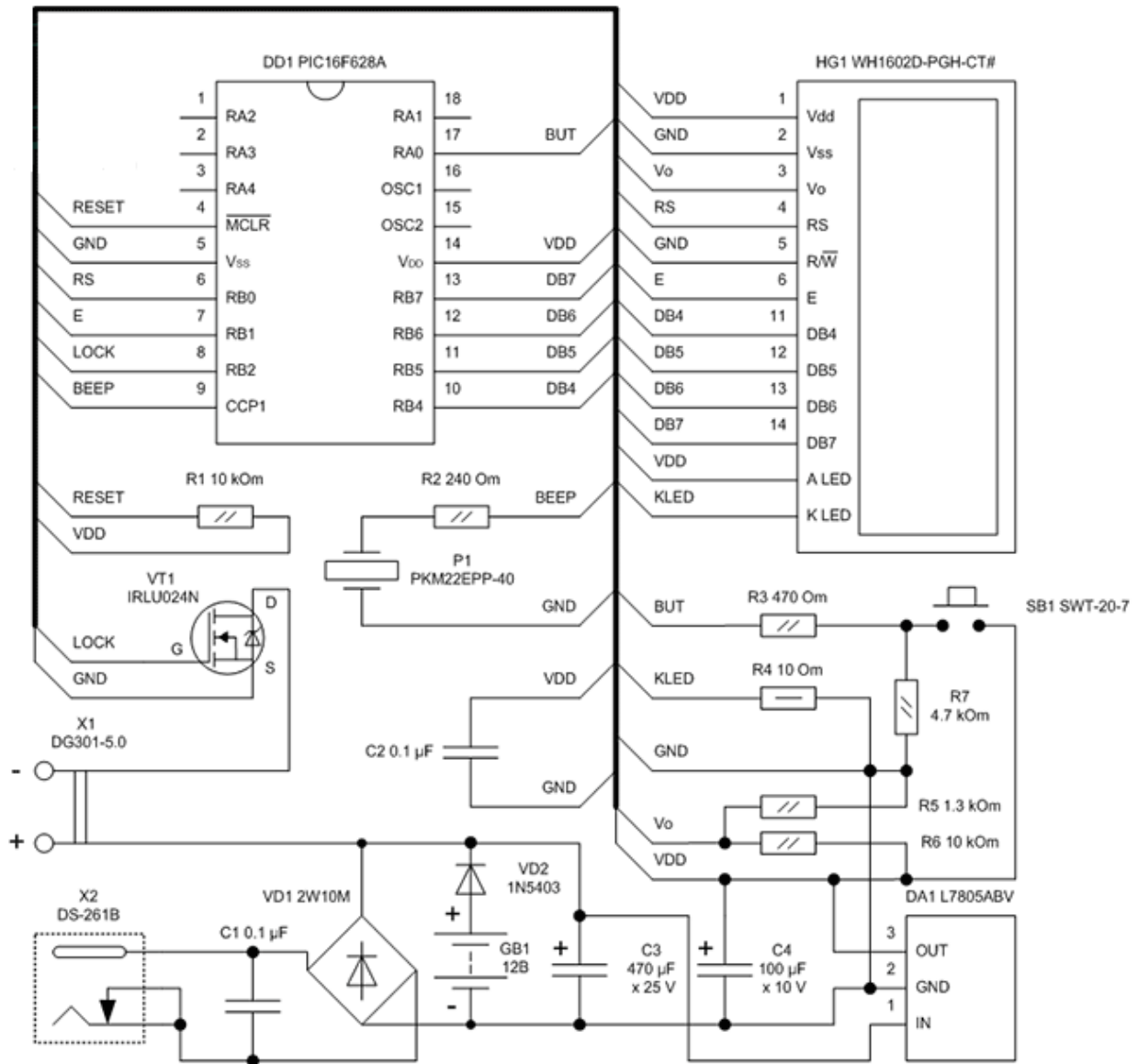


					08-36. МКР.006.00.001 ПЛ				
					Автоматизована бездротова ІОТ-система обмеження доступу Схема структурна Плакат	Літера		Маса	Масштаб
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата					
Розробив		Левкін А.В.							
Перевірів		Гаврілов Д.В.							
Т. контр.						Аркуш 1		Аркушів 1	
Реценз.		Васильківський М.В.				ВНТУ, гр. РТ-19м			
Н. контр.		Шутило М.А.							
Затверд.		Осадчук О.В.							

Додаток В
(обов'язковий)

АВТОМАТИЗОВАНА БЕЗДРОТОВА ІОТ-СИСТЕМА
ОБМЕЖЕННЯ ДОСТУПУ

Схема електрична принципова

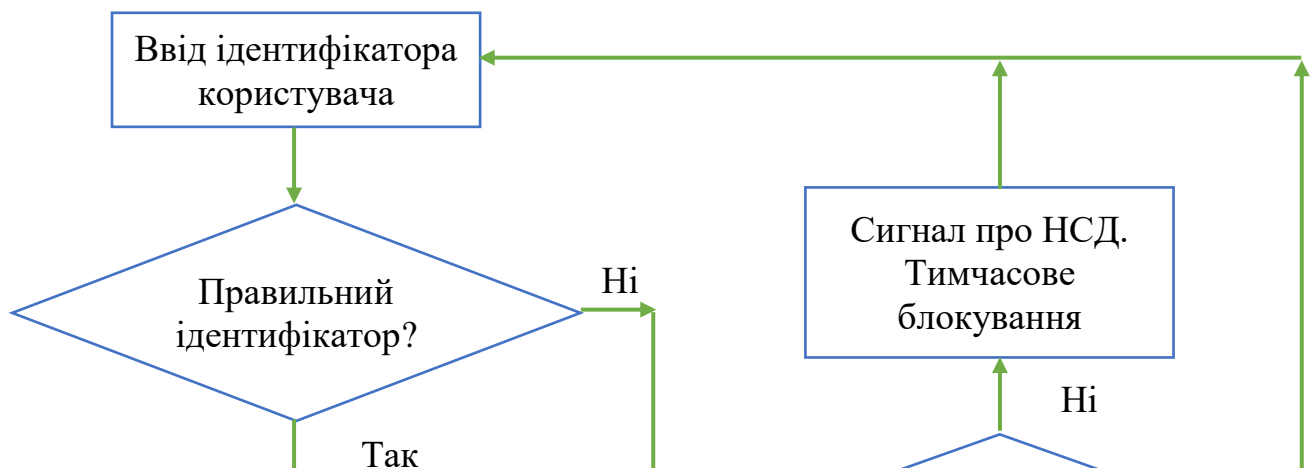


					08-36. МКР006.00.002 ПЛ			
					Автоматизована бездротова ІОТ- система обмеження доступу Схема електрична принципова Плакат	Літера	Маса	Масштаб
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив	Левкін А.В.							
Перевішив	Гаврілов Д.В.							
Т. контр.						Аркуш 1	Аркушів 1	
Реценз.	Васильківський М.В.					ВНТУ, гр. РТ-19м		
Н. контр.	Шутило М.А.							
Затверд.	Осадчук О.В.							

Додаток Д
(довідниковий)

АВТОМАТИЗОВАНА БЕЗДРОТОВА ІОТ-СИСТЕМА
ОБМЕЖЕННЯ ДОСТУПУ

Процедура ідентифікації та аутентифікації

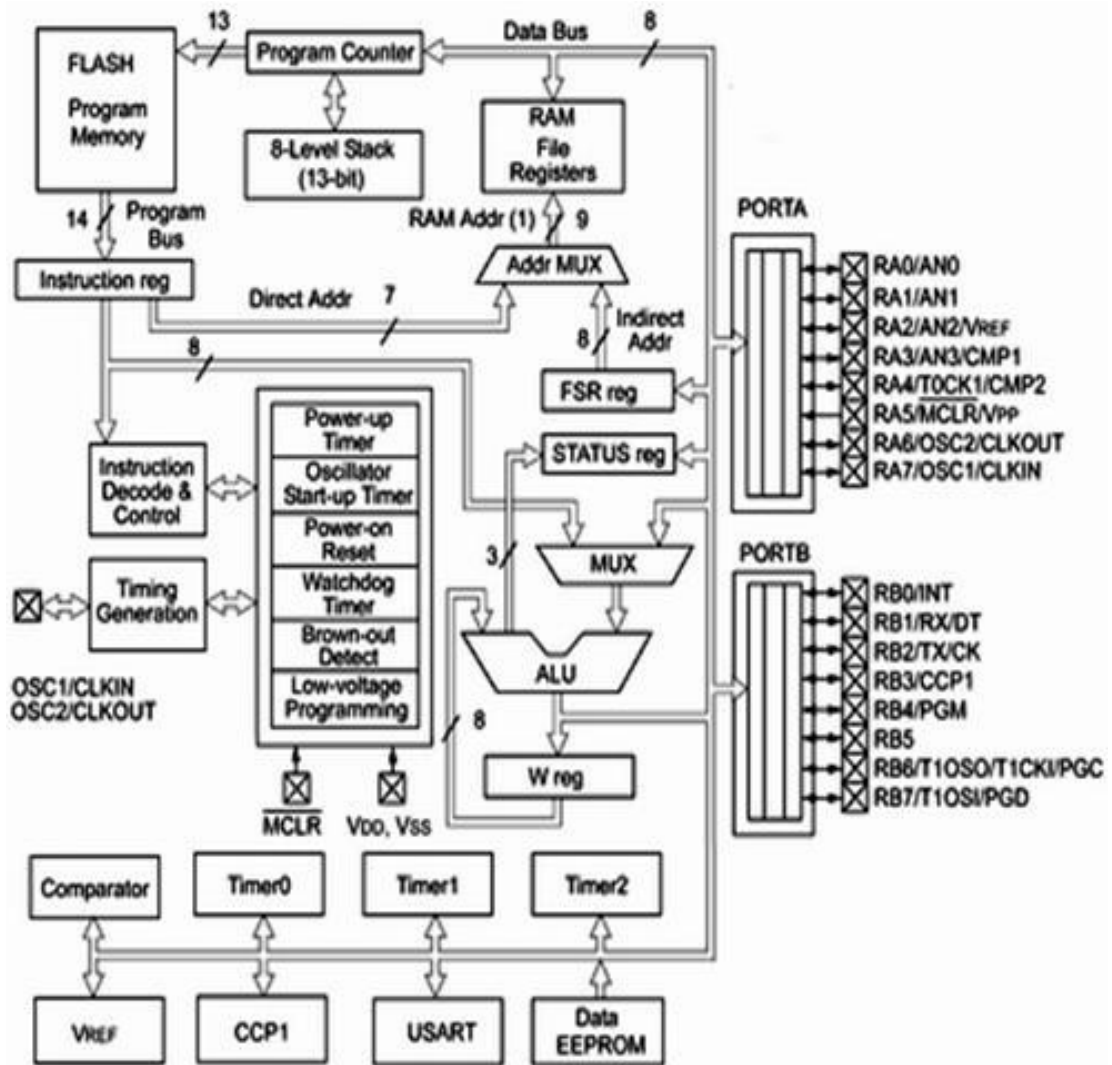


					08-36. МКР006.00.003 ПЛ				
					Автоматизована бездротова ІОТ- система обмеження доступу Процедура ідентифікації та аутентифікації Плакат	Літера		Маса	Масштаб
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата					
Розробив	Левкін А.В.								
Перевірів	Гаврілов Д.В.								
Т. контр.						Аркуш 1		Аркушів 1	
Реценз.	Васильківський М.В.					ВНТУ, гр. РТ-19м			
Н. контр.	Шутило М.А.								
Затверд.	Осадчук О.В.								

Додаток Е
(довідниковий)

АВТОМАТИЗОВАНА БЕЗДРОВОТА ІОТ-СИСТЕМА
ОБМЕЖЕННЯ ДОСТУПУ

Архітектура мікроконтролера PIC16F628A



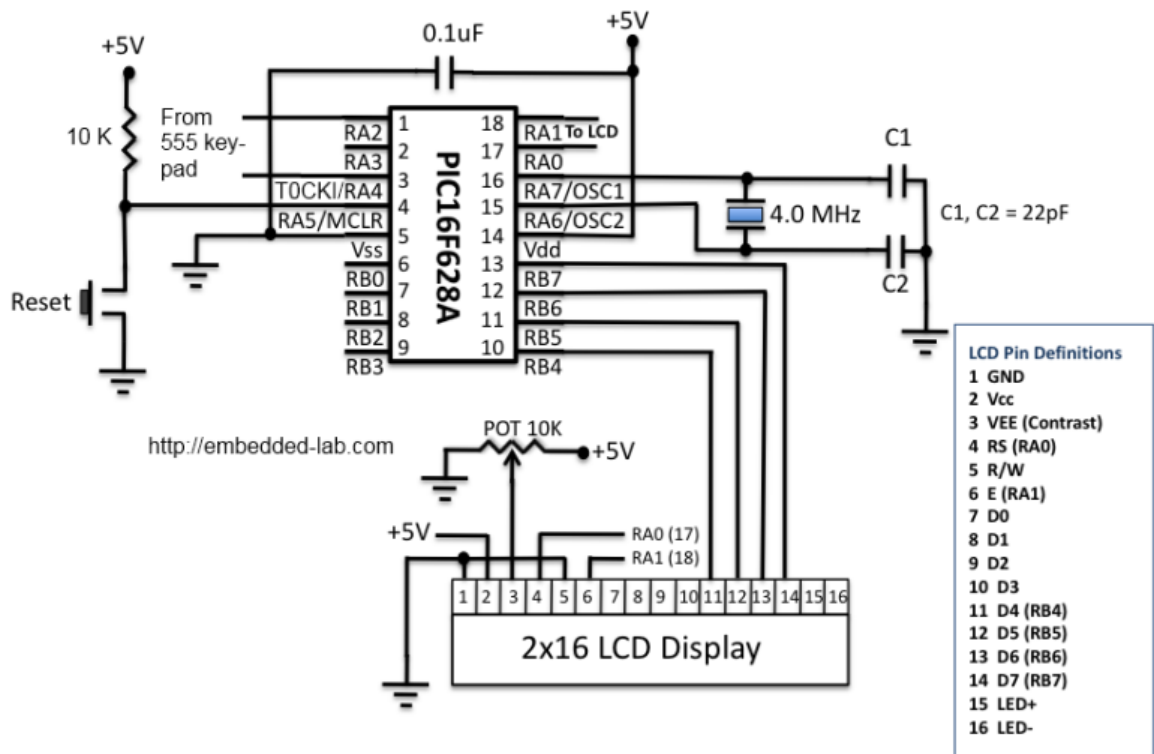
					08-36. МКР006.00.004 ПЛ					
					Автоматизована бездротова ІОТ- система обмеження доступу Архітектура мікроконтролера PIC16F628A Плакат	Літера		Маса	Масштаб	
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата						
Розробив	Левкін А.В.									
Перевірів	Гаврілов Д.В.									
Т. контр.						Аркуш 1		Аркушів 1		
Реценз.	Васильківський М.В.				ВНТУ, гр. РТ-19м					
Н. контр.	Шутило М.А.									
Затверд.	Осадчук О.В.									

Додаток Ж

(ДОВІДНИКОВИЙ)

АВТОМАТИЗОВАНА БЕЗДРОТОВА ІОТ-СИСТЕМА
ОБМЕЖЕННЯ ДОСТУПУ

Схема підключення мікроконтролера PIC16F628A



					08-36. МКР006.00.005 ПЛ			
					Автоматизована бездротова ІОТ- система обмеження доступу Схема підключення мікроконтролера PIC16F628A Плакат	Літера	Маса	Масштаб
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив	Левкін А.В.							
Перевірів	Гаврілов Д.В.							
Т. контр.						Аркуш 1	Аркушів 1	
Реценз.	Васильківський М.В.				ВНТУ, гр. РТ-19м			
Н. контр.	Шутило М.А.							
Затверд.	Осадчук О.В.							

Додаток К

(ДОВІДНИКОВИЙ)

АВТОМАТИЗОВАНА БЕЗДРОТОВА ІОТ-СИСТЕМА
ОБМЕЖЕННЯ ДОСТУПУ

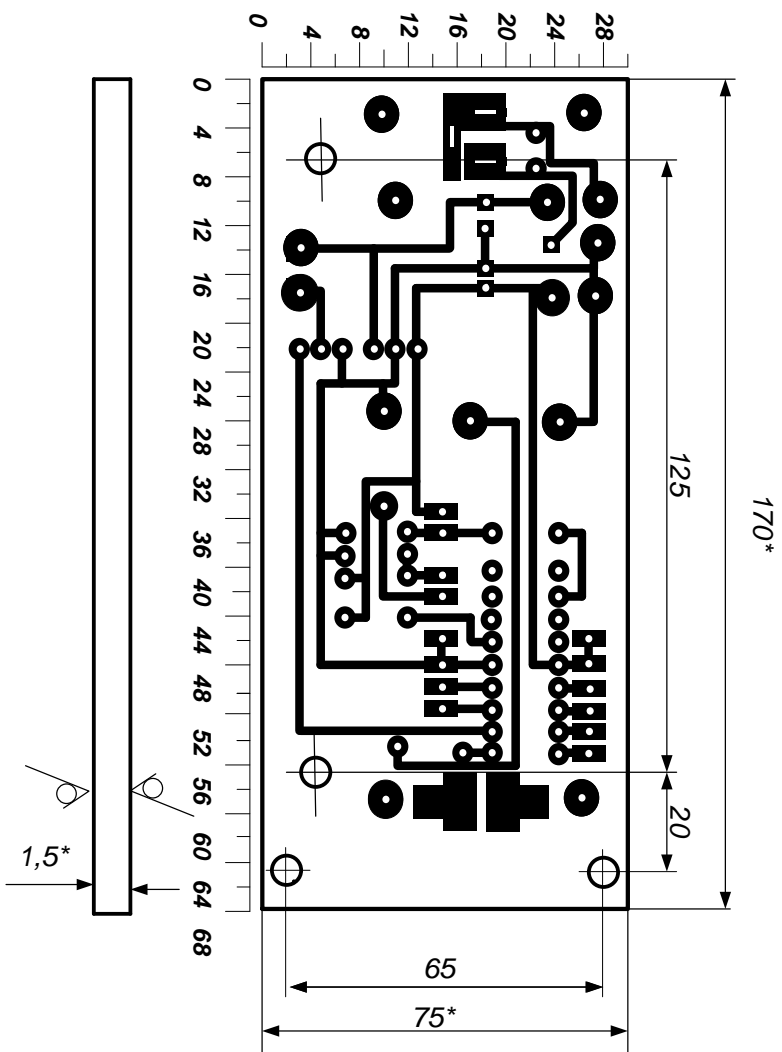
Перелік елементів

Поз. позн.	Найменування	Кільк.	Примітка		
<i>Конденсатори</i>					
C1, C2	K10-17A H50 0,1мкФ	2			
C3	ECAP(K50-35)470мкФ 25B	1			
C4	ECAP(K50-35 міні)100мкФ 10B	1			
DA1	L7805AB	1			
DD1	PIC16F628A	1			
GB1	Videx A 27 2020 Alkaline 12B	1			
HG1	LCD-дисплей WH1602D-PGH-CT#	1			
P1	PKM22EPP-40	1			
<i>Резистори</i>					
R1	C2-23-0,125-10 кОм ±5%	1			
R2	CF-100(C1-4)1Вт 240 Ом ±5%	1			
R3	C2-23-0,125-470 Ом ±5%	1			
R4	CF-50(C1-4)0,5Вт 10 Ом ±5%	1			
R5	CF-100(C1-4)1Вт 1,3 кОм ±5%	1			
R6	C2-23-0,125-10 кОм ±5%	1			
R7	CF-50(C1-4)0,5Вт 4,7 кОм ±5%	1			
SB1	Тактова кнопка SWT-20-7	1	SB1		
08-36.МКР.006.00.000 ПЕЗ					
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.	Левкін А.В.				
Перевір.	Гаврілов П.В.				
Реценз.	Васильківський М.В.				
Н. Контр.	Шутило М.А.				
Затверд.	Осадчук О.В.				
Автоматизована бездротова ІОТ- система обмеження доступу Перелік елементів			Літ.	Арк.	Аркушів
				1	2
			ВНТУ, гр. РТ-19м		

Додаток Л
(обов'язковий)

АВТОМАТИЗОВАНА БЕЗДРОВОТА ІОТ-СИСТЕМА
ОБМЕЖЕННЯ ДОСТУПУ

Плата друкована



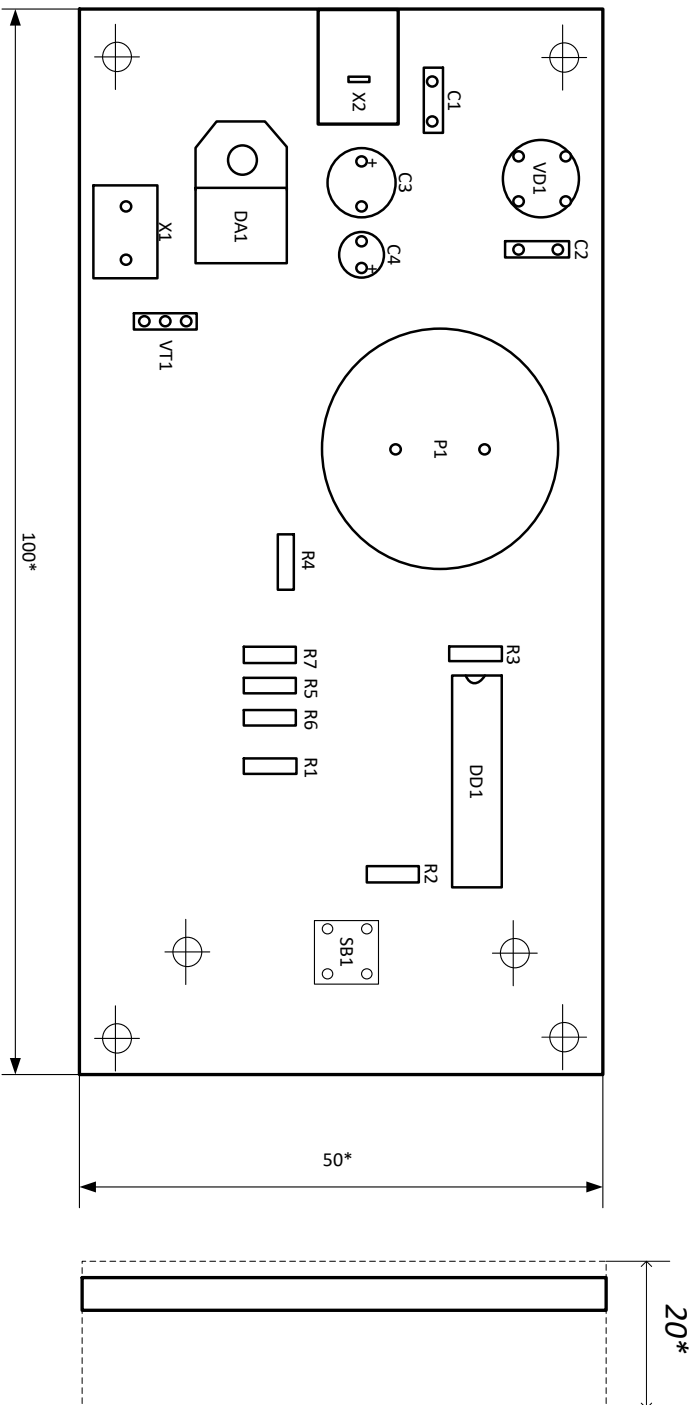
- 1.* Розмір для двійдок.
2. Плату виготовити позитивним методом.
3. Крок координатної сітки 2,5мм.
4. Конфігурацію провідників витримати по координатній сітці.
5. Провідники які умовно позначені суцільними лініями, виконати шириною $1\pm 0,1$ мм, в вузьких місцях 0,5 мм.
6. Відстань між провідниками не менше 0,8мм, в вузьких місцях - 0,4мм.
7. Плата повинна відповідати ГОСТ23752-79.

Умовне позначення отвору	Діаметр отвору, мм	Наявність металізації в отворі	Діаметр контактної площадки, мм	Кількість отворів
	$0,9\pm 0,1$	Немає	1,6	5
	$0,9\pm 0,1$	Немає	2,0	38
	$0,9\pm 0,1$	Немає	2,5	16
	$3\pm 0,1$	Немає	3,5	4
	$0,9\pm 0,1$	Немає	3	14

Додаток М
(обов'язковий)

АВТОМАТИЗОВАНА БЕЗДРОТОВА ІОТ-СИСТЕМА
ОБМЕЖЕННЯ ДОСТУПУ

Складальне креслення



1. * Розмір для довідок.
2. Плати: трипої ГОСТ 1931-79.
3. Установку елементів провідили за ОСТ 4. 010.030-81.
4. Плату після збірки покрили емаллю ЕП-572, колір білий, ТУ6-10-1539-76.
5. Друковані провідники умовно не показані.

08-36. МКР.006.00.007									
Автоматизована бездротова ІОТ- система обмеження доступу Складальне креслення Плакат									
Літера		Маса		Масштаб					
Аркуш 1		Аркуш 1		Аркушів 1					
ВНТУ, гр. РТ-19М									
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата					
Розробив	Левкін А.В.								
Перевірив	Гаврілов Д.В.								
Т. контр.									
Реценз.	Васильківський М.В.								
Н. контр.	Шутило М.А.								
Затверд.	Осадчук О.В.								

Додаток Н
(довідниковий)

АВТОМАТИЗОВАНА БЕЗДРОВОТА ІОТ-СИСТЕМА
ОБМЕЖЕННЯ ДОСТУПУ

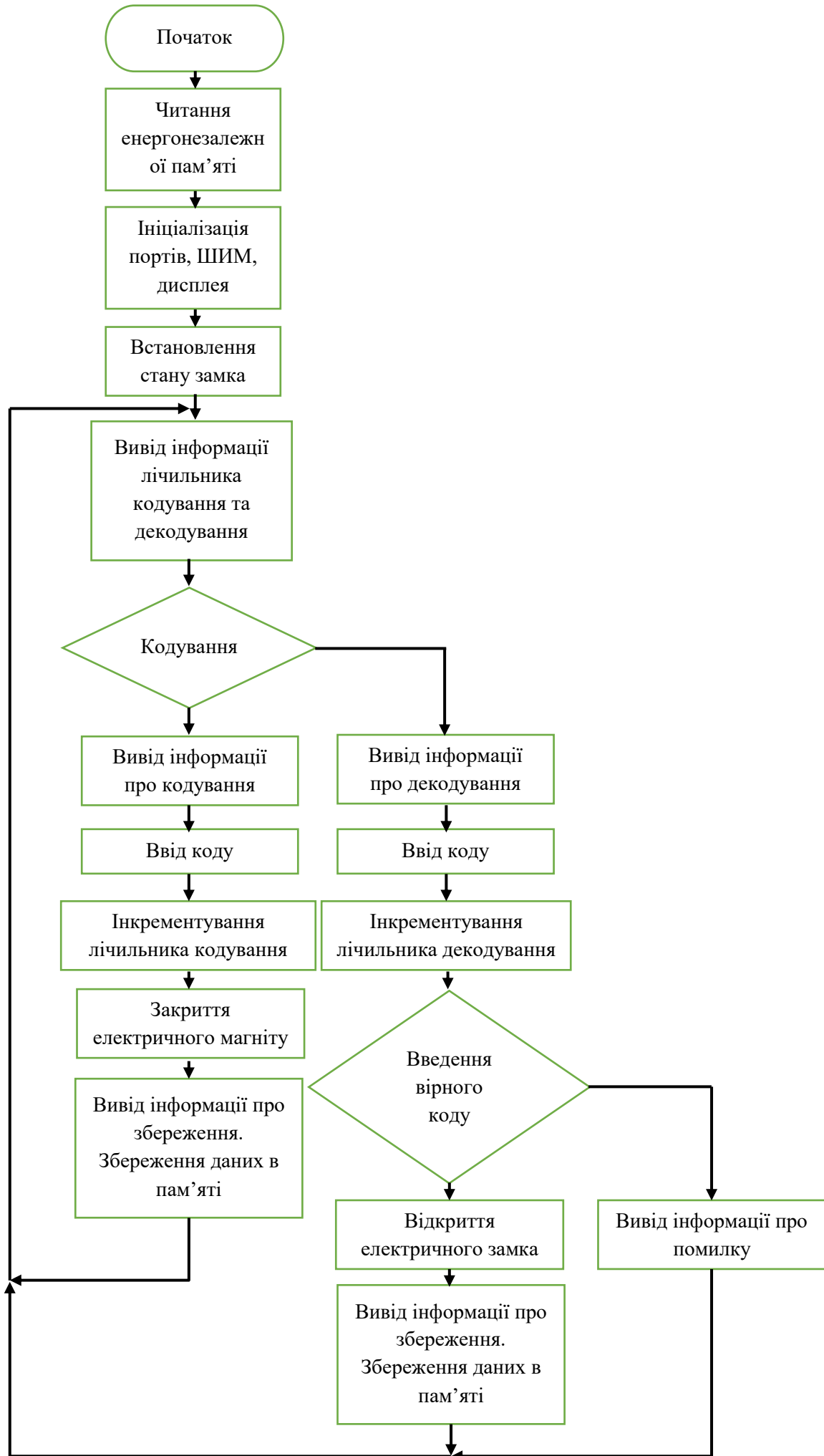
Специфікація

Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка		
			<i>Деталі</i>				
	1	08-36.МКР.006.00.004	Друкована плата	1			
			<i>Конденсатори</i>				
	2		К10-17А Н50 0,1мкФ	2	С1, С2		
	3		ЕСАР(К50-35)470мкФ 25В	1	С3		
	4		ЕСАР(К50-35 міні)100мкФ 10В	1	С4		
			<i>Мікроконтролери</i>				
	5		РІС16F628А	1	DD1		
	6		L7805АВ	1	DA1		
	7		Videx А 27 2020 Alkaline 12В	1	GB1		
	8		LCD-дисплей WH1602D-PGH-CT#	1	HG1		
	9		PKM22EPP-40	1	P1		
			<i>Резистори</i>				
	10		C2-23-0,125-10 кОм ± 5%	1	R1		
	11		CF-100(C1-4)1Вт 240 Ом ± 5%	1	R2		
	12		C2-23-0,125-470 Ом ± 5%	1	R3		
	13		CF-50(C1-4)0,5Вт 10 Ом ± 5%	1	R4		
	14		CF-100(C1-4)1Вт 1,3 кОм ± 5%	1	R5		
	15		C2-23-0,125-10 кОм ± 5%	1	R6		
	16		CF-50(C1-4)0,5Вт 4,7 кОм ± 5%	1	R7		
	17		Тактова кнопка SWT-20-7	1	SB1		
			<i>Діоди</i>				
	18		Діодний міст 2W10	1	VD1		
	19		Випрямляючий діод 1N5403	1	VD2		
08-36.МКР.006.00.000 СГ							
Зм	Лист.	№ Докум.	Під	Дата			
Розробив	Левкін А.В.				Автоматизована бездротова ІОТ- система обмеження доступу Специфікація		
Керівник	Гаврілов Д. В.						
Рецензент	Васильківський М. В.						
Н. Контр.	Шутило М. А.						
Затверд.	Осадчук О. В.						
					Літ.	Арк	Арк
						1	2
ВНТУ, гр. РТ-19М							

Додаток П
(довідниковий)

АВТОМАТИЗОВАНА БЕЗДРОТОВА ІОТ-СИСТЕМА
ОБМЕЖЕННЯ ДОСТУПУ

Алгоритм роботи мікроконтролера



					08-36. МКР.006.00.008					
					Автоматизована бездротова ІОТ- система обмеження доступу Алгоритм роботи мікроконтролера Плакат			Літера	Маса	Масштаб
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата						
Розробив	Левкін А.В.									
Перевірив	Гаврілов Д.В.									
Т. контр.								Аркуш 1	Аркушів 1	
Реценз.	Васильківський М.В.				ВНТУ, гр. РТ-19м					
Н. контр.	Шутило М.А.									
Затверд.	Осадчук О.В.									

Додаток Р
(довідниковий)

АВТОМАТИЗОВАНА БЕЗДРОТОВА ІОТ-СИСТЕМА
ОБМЕЖЕННЯ ДОСТУПУ

Код прошивки мікроконтролера PIC16F628A

:020000040000FA
:020000000C28CA
:08000800FE000308FF007F0861
:100010008300FE0E7E0E09001620B62434204320F5
:100020008822B4228822B42254205828A001A10199
:10003000A201A301A401A501A601A701A801A9018C
:10004000AA01AB01AC01AD01AE01AF01B001B1013C
:10005000B201B301B401B501B601B701B801B901EC
:10006000BA01BB01BC010800850186019701073078
:100070009F008316031300309F000130850000307D
:10008000860083120800970191017C3095008B0156
:10009000831686118C01F930920083128C012C306A
:1000A000970000309200080006112E18061508006F
:1000B0008030F8200721E620A01861282020612847
:1000C0005B282E1C78281C21A520AA206A21AE01BD
:1000D00054202A08AF002B08B0002C08B1002D08CE
:1000E000B200CB24A80A003028020319A90A582814
:1000F0001F21A520AA20A60A003026020319A70A5C
:100100009220A01D89286A210130AE005420CB2402
:1001100058288030F8207C21E620A0185828202083
:1001200058288C28A0112A082F02031D08002B082C
:100130003002031D08002C083102031D08002D08A1
:100140003202031D0800A0150800AA01AB01AC0192
:10015000AD0108008030F8202221E620A018B32845
:100160002020B928AD28AA0A0A302A020319AA01BF
:10017000AA288030F8203421E620A018C2282020AF
:10018000C828BC28AB0A0A302B020319AB01B928D6
:100190008030F8204621E620A018D1282020D72841
:1001A000CB28AC0A0A302C020319AC01C8288030D5
:1001B000F8205821E620A018E02820200800DA28A5

:1001C000AD0A0A302D020319AD01D7280518EB2816
:1001D000051CF428080012152014A10B0800A20B1E
:1001E00008002015121108002018A0141211080090
:1001F0000518F828A200A1012010A0102011080065
:10020000A101A201A10B0229A20B02290800A1222F
:100210005024AC22382438242908B4002808B3001C
:100220008E211D2224224D242708B4002608B30065
:100230008E211D2224220800A1225F240800A12271
:100240006B240800AC220530A7222A08BA004724F4
:100250002E224A242B08BA002E222C08BA002E2265
:100260002D08BA002E220800AC220530A7222A0849
:10027000BA002E222B08BA0047242E224A242C082A
:10028000BA002E222D08BA002E220800AC2205301A
:10029000A7222A08BA002E222B08BA002E222C08E8
:1002A000BA0047242E224A242D08BA002E22080024
:1002B000AC220530A7222A08BA002E222B08BA0049
:1002C0002E222C08BA002E222D08BA0047242E22F6
:1002D0004A240800A1227A24AC220630A7222A0848
:1002E000BA002E222B08BA002E222C08BA002E2289
:1002F0002D08BA002E220800A1228A24AC22063042
:10030000A7222A08BA002E222B08BA002E222C0877
:10031000BA002E222D08BA002E220800B901B80119
:10032000B701B601B501331C9629B50AB31C9A2949
:100330000230B507331D9E290430B507B31DA2292D
:100340000830B507331EA7290630B507B60AB31E15
:10035000AD290230B5070330B607331FB329043087
:10036000B5070630B607B31FBA290830B507023003
:10037000B607B70A341CC2290630B5070530B607E0
:100380000230B707B41CC9290230B507B60A0530D8
:10039000B707341DD0290430B5070230B607B80AB4

:1003A000B41DD8290830B5070430B6070230B807A5
:1003B000341EE0290630B5070930B6070430B80707
:1003C000B41EE9290230B5070930B607B70A08306C
:1003D000B807341FF4290430B5070830B6070330D6
:1003E000B7070630B807B90AB41F002A0830B507A6
:1003F0000630B6070730B7070230B8070330B90731
:100400000A303502031C072AB500B60A002A0A3052
:100410003602031C0E2AB600B70A072A0A30370232
:10042000031C152AB700B80A0E2A0A303802031C2A
:100430001C2AB800B90A152A08003908BA002E2269
:100440003808BA002E2208003708BA002E223608D3
:10045000BA002E223508BA002E22080000303A02D7
:1004600003191A2401303A0203191D2402303A02FA
:100470000319202403303A020319232404303A02DA
:100480000319262405303A020319292406303A02BA
:1004900003192C2407303A0203192F2408303A029A
:1004A0000319322409303A020319352408000612D0
:1004B00086120613861324180616A4188616241905
:1004C0000617A4198617080006128612061386134B
:1004D000241A0616A41A8616241B0617A41B8617B0
:1004E0000800A400061064228614B4228610B422E8
:1004F0000800A40006146422861400000000861080
:10050000B42257228614000000008610B42208008E
:1005100030307122B422203071228030712220309C
:1005200071228030712200307122C030712200307F
:10053000712210307122B422003071226030712299
:1005400008000030712210307122B4220800A5008A
:100550003824A50BA82A08000610B0307122B0304C
:1005600071220530A7220800A301A30BB52A0800B9
:100570004130792208006130792208004230792226

:100580000800623079220800433079220800633085
:10059000792208004430792208006430792208006A
:1005A00045307922080065307922080046307922EA
:1005B0000800663079220800473079220800673049
:1005C0007922080048307922080068307922080032
:1005D0004930792208006930792208004A307922AE
:1005E00008006A30792208004B30792208006B300D
:1005F000792208004C30792208006C3079220800FA
:100600004D30792208006D30792208004E30792271
:1006100008006E30792208004F30792208006F30D0
:1006200079220800503079220800703079220800C1
:100630005130792208007130792208005230792235
:100640000800723079220800533079220800733094
:100650007922080054307922080074307922080089
:1006600055307922080075307922080056307922F9
:100670000800763079220800573079220800773058
:100680007922080058307922080078307922080051
:100690005930792208007930792208005A307922BD
:1006A00008007A3079220800413079220800613050
:1006B00079220800A03079220800B230792208009F
:1006C000423079220800B33079220800A130792223
:1006D0000800B43079220800E03079220800E330C5
:1006E0007922080045307922080065307922080017
:1006F000A23079220800B53079220800A33079228F
:100700000800B63079220800A43079220800B730FA
:1007100079220800A53079220800B8307922080033
:10072000A63079220800B930792208004B307922AE
:100730000800BA3079220800A73079220800BB30BF
:10074000792208004D3079220800BC307922080057
:10075000483079220800BD30792208004F307922D4

:1007600008006F3079220800A83079220800BE30D6
:100770007922080050307922080070307922080070
:1007800043307922080063307922080054307922FE
:100790000800BF3079220800A9307922080079309A
:1007A00079220800AA3079220800E4307922080072
:1007B000583079220800783079220800E130792217
:1007C0000800E53079220800AB3079220800C030FB
:1007D00079220800AC3079220800C1307922080063
:1007E000E23079220800E63079220800AD30792223
:1007F0000800C23079220800AE3079220800C330E8
:1008000079220800623079220800C4307922080079
:10081000AF3079220800C53079220800B030792243
:100820000800C63079220800B13079220800C730AC
:10083000792208003030792208003130792208000E
:10084000323079220800333079220800343079229E
:100850000800353079220800363079220800373018
:1008600079220800383079220800393079220800CE
:100870001030792208002E30792208003A3079228F
:1008800008002830792208002930792208005B30DE
:10089000792208005D30792208002F307922080083
:1008A0003824382424232D23BB222D233B24382411
:1008B0003824C023C9235723C9233B24080003300D
:1008C000A722C4220F23CD22D322382438249623F2
:1008D000B1236F2308003824CA22D322C7220F2352
:1008E000CD22D322382438246C233B249923B123EE
:1008F0006F23080038242423BB223923EB22092349
:10090000DF223824C023B123DB23BD235723AB23AD
:100910003B24080038243824D022212321230F230C
:1009200021233824AE23ED238D235D2399235723E0
:1009300008003C0883161C159A0083123B08831696

:100940009B008B1355309D00AA309D009C148B1783
:100950008312AE243C02031D992C08003B08831629
:1009600003139B001C141A08831208000030BB00FC
:10097000AE24AE000130BB00AE24AF000230BB009D
:10098000AE24B0000330BB00AE24B1000430BB0085
:10099000AE24B20008000030BB002E08BC00992431
:1009A00000210130BB002F08BC0099240021023037
:1009B000BB003008BC00992400210330BB00310883
:1009C000BC00992400210430BB003208BC009924EB
:0409D00000210800FA
:02400E00303E42
:0A42000001000000000000000000000000B3
:00000001FF