

Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень

Мікроконтролерна система «Голографічний годинник»
Назва теми

КВРКІ 190108.19.01.10 ПЗ
Шифр

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»

Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Шифр, назва

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія та програмування»

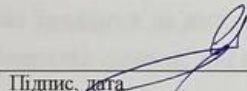
Назва

Виконав: студент IV курсу, група KI2-19-1


Підпис

М.С. Гусаченко
Ініціали, прізвище

Керівник


Підпис, дата

С.М. Лисенко
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер


Підпис, дата

С.М. Лисенко
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
Зав. кафедри комп'ютерної
інженерії та інформаційних
систем


Підпис

Т.О. Говорущенко
Ініціали, прізвище

«5» червня 2023 р.

Хмельницький 2023

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Т.О.Говорущенко

“ 10 ” 01 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Гусаченку Миколі Сергійовичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Мікроконтролерна система «Голографічний годинник»

Керівник проекту (роботи) Лисенко С.М., д.т.н., проф.

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджена наказом ректора університету від 01.03.2023 р. № 5

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 01.06.2023 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Дослідження предметної області та постановка задачі

Проектування програмно-технічного засобу

Програмно-апаратна реалізація та тестування програмно-технічного засобу

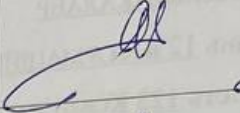
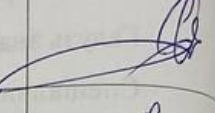

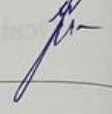
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

Функціональна схема та алгоритми роботи мікроконтролерної системи

Принципова схема мікроконтролерної системи

Структурна схема мікроконтролерної системи

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Лисенко С.М., професор кафедри КПС		
Антиплагиат	Нічепорук А.О., доцент кафедри КПС		

7. Дата видачі завдання « 10 » 01 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	10.01.2023	ВИКОНАНО
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.02.2023	ВИКОНАНО
3	Робота над розділом 1 – дослідження предметної області та постановка задачі	01.03.2023	ВИКОНАНО
4	Робота над розділом 2 – проектування програмно-технічного засобу	01.04.2023	ВИКОНАНО
5	Робота над розділом 3 – програмно-апаратна реалізація та тестування програмно-технічного засобу	29.04.2023	ВИКОНАНО
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	25.05.2023	ВИКОНАНО
7	Попередній захист ВКР	26.05.2023	ВИКОНАНО
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2023 року	

Студент

Керівник роботи


Підпис

М.С. Гусаченко
Ініціали, прізвище


Підпис

С.М. Лисенко
Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Мікроконтролерна система «Голографічний годинник»».

Автор роботи: Гусаченко Микола Сергійович.

Керівник роботи: Лисенко Сергій Миколайович.

Пояснювальна записка: 59 с., 3 рис., 0 табл., 3 дод., 50 джерел.

Графічна частина: 3 креслення.

МІКРОКОНТРОЛЕРНА СИСТЕМА, ARDUINO MINI PRO,
ПРОЄКТУВАННЯ, АНАЛІЗ, АЛГОРИТМ, ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМИ,
МІКРОСХЕМА.

Метою роботи є створення пристрою, який відтворює голографічне зображення годинника з високою якістю.

Об'єктом дослідження є сам годинник як складна електронна система, що включає в себе мікроконтролер, дисплей, оптичні елементи та інші компоненти.

Предметом дослідження є мікроконтролерна система «Голографічний годинник».

Практичне значення мікроконтролерної системи «Голографічний годинник» полягає в наданні інноваційного та естетичного способу відображення часу та інших корисних функцій у формі тривимірного голографічного зображення.







Підпис студента

31.05.2023

Дата

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	4
ВСТУП	5
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	7
1.1 Змістовний аналіз предметної області, її структурних та функціональних особливостей	7
1.2 Аналіз наявного програмно-апаратного забезпечення предметної області	12
1.3 Визначення вимог до системи автоматизації та розробка технічного завдання	18
1.4 Висновок	21
2 ПРОЄКТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ	22
2.1 Вибір обладнання для реалізації голографічного годинника	22
2.2 Розробка апаратної складової голографічного годинника	29
2.3 Розробка програмної складової голографічного годинника	38
2.4 Висновок	45
3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ	46
3.1 Збірка та налаштування апаратної частини	46
3.2 Розробка графічного інтерфейсу та управління годинником	51
3.3 Тестування працездатності та надійності системи аварійного сигналу	56
3.4 Висновок	61
ВИСНОВКИ	62
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	64
ДОДАТОК А	69
Копія креслення «Функціональна схема та алгоритми роботи мікроконтролерної системи»	69

КвРКІ 190108.19.01.10 ПЗ				
Зм.	Арк.	Докум.	Підпис	Дата
Виконав		Гусаченко М.С.		
Перевір.		Лисенко С.М.		
Н. контр.		Лисенко С.М.		
Затвер.		Говоруценко Т.О.		25.06
Мікроконтролерна система «Голографічний годинник» Пояснювальна записка				
		Літера	Арк.вш	Арк.внів
		у	2	75
ХНУ КІ2-19-1				

ДОДАТОК Б	70
Копія креслення «Принципова схема мікроконтролерної системи».....	70
ДОДАТОК В	71
Копія креслення «Структурна схема мікроконтролерної системи».....	71

					КВРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

GPS – система глобального позиціонування

АЦП – аналогово-цифровий пристрій

ЦАП – цифро-аналоговий пристрій

USB – послідовний інтерфейс для підключення периферійних пристроїв

ARM – архітектура для готових топологій мікропроцесорних ядер

AVR – сімейство восьмибітних мікроконтролерів

PIC – сімейство мікроконтролерів на Гарвардській архітектурі

EEPROM – Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory

SRAM – static random access memory

					КвРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Голографічний годинник – це інноваційний та унікальний технічний винахід, який може створювати ілюзію того, що символи ширяють у повітрі. Це механічний годинник з горизонтальною стрілкою, схожий на диск Ніпко. Швидке обертання диска робить символи майже невидимими, створюючи враження, що вони ширяють у повітрі. Годинник показує не лише поточний час, але й день тижня та дату. У цій роботі представлено розробку та реалізацію голографічного годинника. При написанні роботи було зроблено кілька кроків для досягнення поставлених цілей. По-перше, було проведено детальний аналіз предметної області та дослідження структурних і функціональних характеристик голографічного годинника. Проведено огляд існуючого апаратного та програмного забезпечення, пов'язаного з предметною областю. В результаті аналізу було сформульовано технічне завдання, що визначає вимоги до системи автоматизації голографічного годинника. Далі здійснюється апаратна та програмна реалізація та тестування розробленого апаратного та програмного забезпечення. Важливим на цьому етапі є вибір апаратного забезпечення, необхідного для реалізації голографічного годинника та проектування механізму горизонтальної розгортки. Розробляються алгоритми та програмне забезпечення для генерації та управління голографічними символами. Потім реалізується та тестується голографічний годинник. Апаратне забезпечення, включаючи механічне сканування та плату Arduino Pro Mini, збирається та налаштовується. Важливою частиною цього етапу є тестування та оцінка роботи голографічного годинника за допомогою різних критеріїв та метрик.

Метою цієї роботи є розробка та реалізація голографічного годинника, який може відображати час, день і дату за допомогою голографічної технології. Голографічний годинник буде компактним пристроєм з елегантним дизайном, який можна легко інтегрувати в будь-яке приміщення. Одним з ключових компонентів голографічного годинника є механічний скрейпер, який дозволяє диску з символами обертатися з високою швидкістю. Для цього був розроблений і

					КВРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виготовлений спеціальний механізм, який плавно і точно обертає диск. Для забезпечення оптимальної продуктивності та довговічності використовуються високоякісні матеріали та компоненти. Другим ключовим компонентом є програмована плата Arduino Pro Mini, яка використовується для управління голографічними символами; за допомогою Arduino та відповідного програмного забезпечення буде реалізовано алгоритм для відображення поточного часу, дня та дати на голографічному дисплеї. Також є можливість регулювати яскравість і колірний тон символів. Важливою частиною розробки голографічного годинника є тестування та оптимізація роботи пристрою. Будуть проведені експерименти для визначення оптимальної швидкості обертання диска, налаштування яскравості та чіткості тексту, а також перевірки стабільності роботи в різних умовах навколишнього середовища.

Насамкінець буде оцінено отримані результати та зроблено висновки щодо процесу проектування та реалізації голографічного годинника. Будуть оцінені переваги та недоліки розробленого пристрою та представлені можливості для подальшого вдосконалення та розвитку. Створення та впровадження голографічного годинника – це захоплюючий і технічно складний процес, який вимагає інженерних та програмних навичок. Однак, якщо проект буде успішним, він забезпечить не тільки задоволення від створення інноваційного пристрою, але й розширить межі технологічного прогресу в галузі голографії та візуалізації інформації.

					КвРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1 Змістовний аналіз предметної області, її структурних та функціональних особливостей

За останє століття світовий рівень розвитку в технологічному напрямку зробив справжній стрибок в довжину. Майже усі існуючі пристрої перейшли на новий рівень, мають класифікацію по поколіннях або удосконалюють попередні версії. Таким чином прогрес не обійшов стороною і сфери, у яких потрібно якісно подати інформацію кінцевому користувачу, про що ми зараз і поговоримо. Представлення інформації користувачеві забезчує інформаційну проінформованість.

Якісне представлення інформації та передання її кінцевому користувачені є досить важливим моментом у маркетинговому бізнесі та сфері маркетингу. На вулицях розміщують десятки та сотні тисяч рекламних банерів та вивісок для забезпечення кінцевого користувача інформацією, але не завжди корисною. Кількість інформації навколо вас зашкалює, особливо рекламної. Але звернемо увагу, що буквально декілька десятиків років тому способи та методи для представлення інформації кінцевому користувачу. Але поговоримо про комфорт представлення інформації. Згідно з даною темою, розберемось із голографічним годинником.

Годинник як саме поняття, був придуманий задовно до початку нашої ери, ще древні племена використовували сонячні годинники для орієнтації в часі. Наручний годинник був винайдений лише декілька століть тому, через багато тисяч років, і це був технологічний стрибок. Сьогодні для нас доступні різні технології для створення механізмів у домашніх умовах, тому спробуємо розібратись із технологією голографії та самим голографічним годинником.

Уявіть, що всі ми плаваємо у величезному морі знань. Цей океан наповнений дорогоцінними перлинами мудрості та нескінченними джерелами інформації. Як і

					КвРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інші дорогоцінні ресурси, ми можемо використовувати знання для досягнення наших цілей і покращення світу навколо нас. У цьому відношенні голографічний годинник є не тільки інноваційним технологічним рішенням, але й символом зусиль людства, спрямованих на досягнення найвищого рівня науково-технічного розвитку. Ця дивовижна система поєднує в собі різні аспекти оптичної голографії, електроніки та програмного забезпечення для досягнення ідеального відображення часу. Голографічний годинник також можна розглядати як символ не тільки нашого технологічного прогресу, але й нашої спроби зрозуміти і контролювати одне з найбільш незрозумілих і загадкових понять у цьому світі – час. Тим не менш, ми постійно шукаємо способи покращити наше розуміння та використання часу у повсякденному житті. Голографічний годинник може стати ключем до реалізації наших прагнень і цілей у цьому складному і загадковому світі.

Голографічний годинник – це годинник, який відображає час за допомогою технології голографічної проекції [28]. Принцип його роботи заснований на властивостях світлових хвиль та їх взаємодії з речовиною. Для створення зображення часу в голографічних годинниках використовуються голограми, які є записаними інтерференційними зображеннями. Голограма проектується на спеціальний екран за допомогою лазерного променя для створення тривимірного зображення. Час на голограмному годиннику відображається шляхом проектування спеціально створеної голограми на екран, наприклад, тривимірну модель годинника. Час відображається шляхом зміни положення стрілок та інших частин годинника на голограмі, що створює враження руху і зміни часу.

Таким чином, голограмний годинник – це інноваційний метод відображення часу, який використовує технологію голограмної проекції для створення 3D-моделі годинника і зміни його елементів відповідно до поточного часу [29].

Розглянемо докладніше, як працює голограмний годинник. У ньому використовується технологія голографічної проекції, яка дозволяє створювати тривимірні зображення без використання спеціальних окулярів. Основою голографічного годинника є «голограма», яка записує інтерференційні картини, що

					КВРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

створюються при взаємодії лазерного світла з об'єктом. Голограма може відтворювати тривимірне зображення об'єкта зі збереженням його деталей та особливостей. Ці голограми відображаються на прозорому екрані, відомому як голографічний дисплей. Цей екран дозволяє користувачам переглядати тривимірні зображення так, ніби вони перебувають у просторі.

Відображення часу на голографічному годиннику відбувається шляхом створення 3D-моделі циферблата і проектування її на голографічний дисплей. Користувачі можуть перевірити час, спостерігаючи за рухом стрілок на 3D-циферблаті. Таким чином, голографічний годинник – це інноваційний спосіб відображення часу, що використовує голографічну технологію для створення 3D-зображень. Користувачі можуть бачити час у новому вимірі і насолоджуватися ефектом перегляду фізичних об'єктів у відчутній і реалістичній спосіб.

Для того, щоб голографічний годинник функціонував і відображав час у трьох вимірах, необхідна спеціальна конструкція, що складається з декількох елементів. Основними компонентами голографічного годинника є проектор, голографічна пластина і система управління. Проектор проектує зображення на голографічну пластину і відображає час у трьох вимірах. Система управління контролює роботу голографічного годинника та керує налаштуваннями зображення. Кожен з цих елементів має власну структуру і працює разом з іншими елементами для створення високоякісного зображення часу. Наприклад, голографічна пластина складається з декількох шарів, кожен з яких відповідає за відображення певної частини зображення, і всі ці шари з'єднані між собою, утворюючи єдину структуру.

Голографічні годинники мають різноманітний дизайн, що залежить від виробника та моделі. Зазвичай їхній вигляд є сучасним та інноваційним, відрізняючись від традиційних годинників. Їхній прозорий корпус дозволяє користувачеві спостерігати за внутрішніми компонентами та джерелом світла, яке використовується для відображення часу. Дизайн голографічного годинника можна налаштувати згідно зі смаком та потребами користувача. Деякі моделі

					КвРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пропонують різні кольори та відтінки, а також варіанти відображення часу. Додатково, можна налаштувати відображення різних графічних елементів, наприклад фотографій або логотипів. Налаштування дизайну голографічного годинника може бути здійснене під час покупки або пізніше за допомогою спеціального додатку, встановленого на пристрої користувача, що дозволяє налаштувати годинник під власний стиль.

Голографічні годинники мають декілька переваг порівняно з іншими типами годинників [17]. По-перше, вони відображають час у трьох вимірах, що робить його більш реалістичним і привабливим для спостерігачів. По-друге, використання фотоінтерференції лазерного променя забезпечує високу точність відображення часу. По-третє, голографічні годинники мають індивідуальний зовнішній вигляд, який може бути налаштований за допомогою різноманітних дизайнів та кольорових схем, що дозволяє користувачам виразити свій стиль та смак.

Незважаючи на переваги, голографічні годинники також мають певні недоліки [17]. По-перше, вони можуть бути витратними через складність технології виробництва. По-друге, їхні механізми складніші та менш надійні, ніж у механічних годинниках, тому вони схильні до поломок. По-третє, голографічні годинники можуть вимагати більше енергії, якщо використовується світлодіодне підсвічування. З іншого боку, електронні годинники мають переваги з точки зору доступності, точності та простоти використання, але менш естетичні та потребують заміни або підзаряджання батареї. Механічні годинники мають свої унікальні особливості, такі як виразний дизайн і класична елегантність, але вони можуть втрачати точність і потребують регулярного обслуговування.

Голографічні годинники, як правило, вважаються дорожчими та складнішими у виробництві порівняно з електронними годинниками, тому вони можуть бути недоступними для середнього споживача. Однак, вони мають значні переваги, такі як довговічність та меншу потребу в регулярному підзаряді. Голографічні годинники менш схильні до часового дрейфу внаслідок змін температури та магнітних полів, але їхня надійність може знижуватися в суворих

					КвРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

умовах. Голографічні годинники зазвичай мають сучасний та унікальний дизайн, який приваблює молоде покоління, тоді як механічні годинники мають більш традиційний дизайн. Крім того, голографічні годинники можуть мати додаткові функції, такі як відображення інших інформаційних повідомлень, що корисно для людей, які хочуть отримувати більше даних поряд з відображенням часу.

Голографічний годинник був створений в кінці 20-го століття як новинка. Розвиток голографічної технології розпочався в 1947 році, коли Денніс Габор запропонував новий метод створення тривимірних зображень [30]. Голографію почали широко використовувати в науці та промисловості у 1960-х роках, що відкрило можливості використання цієї технології для створення годинників точніше і точніше, ніж механічні або електронні. Жак Брандлі, засновник TAG Heuer, створив перший голографічний годинник у 1977 році, який поєднував в собі голографічний дисплей та кварцовий механізм, і назвав його Chronosplit.

Незважаючи на їхні інноваційні можливості, голографічні годинники не здобули широкої популярності через складну будову та високу ціну. Проте, більш доступні та прості у використанні моделі, такі як механічні та електронні годинники, продовжували залишатися в тренді на протязі десятиліть. Тільки в останні роки голографічні годинники знайшли своє місце на ринку завдяки вдосконаленням технологій та зниженню виробничих витрат.

Вперше прототипом сучасного голографічного годинника став модель WristableGPS, розроблена японською компанією Seiko в 1990-х роках [31]. Цей годинник був оснащений GPS-пристроєм, який дозволяв користувачам переглядати час у будь-якому місці світу, запам'ятовувати маршрути та відображати поточне місцезнаходження на карті. У 2003 році Seiko Epson випустив перший у світі голографічний годинник, який пропонував широкий спектр функцій, включаючи GPS-навігацію та вимірювання пульсу [32]. З того часу голографічні годинники продовжують розвиватися і сьогодні є сумісними зі смартфонами та пропонують різноманітні функції, такі як відображення

повідомлень та сповіщень про дзвінки, а також функції з вимірювання кроків та пульсу.

1.2 Аналіз наявного програмно-апаратного забезпечення предметної області

Мікроконтролер є компактним і високоінтегрованим електронним пристроєм, який складається з декількох компонентів, що взаємодіють між собою, щоб забезпечити різноманітні функції [33]. Одним з головних компонентів мікроконтролера є мікропроцесор, який виконує основні обчислювальні завдання. Мікроконтролер також містить пам'ять, яка використовується для зберігання програмного коду і кеш-даних. Мікроконтролер має різноманітну периферію, включаючи аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі, таймери, лічильники та порти вводу/виводу, що дозволяють йому взаємодіяти зі зовнішнім світом. Крім того, мікроконтролери мають спеціалізовану периферію, таку як АЦП (аналого-цифровий перетворювач) [34], ЦАП (цифро-аналоговий перетворювач) [35], таймери, лічильники та комунікаційні інтерфейси, які дозволяють їм спілкуватися з зовнішніми пристроями та засобами зв'язку, такими як датчики, виконавчі механізми, монітори, Ethernet та USB. Ці периферійні пристрої забезпечують широкі можливості застосування мікроконтролерів в електроніці, автоматизації виробництва, медицині, автомобілебудуванні, робототехніці, а також у споживчих пристроях, таких як іграшки, побутова техніка та системи безпеки.

Мікроконтролери можуть мати різні архітектури та інструкції, що дозволяє їх використовувати для різних типів застосувань. Наприклад, ARM мікроконтролери зазвичай використовуються в мобільних пристроях [1], тоді як AVR та PIC мікроконтролери [2] широко застосовуються в електроніці та робототехніці.

Мікроконтролер обирається відповідно до конкретних вимог та завдань, які необхідно виконати. Існує кілька типів мікроконтролерів, кожен з яких має свої особливості та можливості. Наприклад, деякі мікроконтролери працюють швидше,

					КВРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ніж інші, а деякі мають більший обсяг пам'яті. Загалом, використання мікроконтролерів є важливим елементом в електроніці, і дозволяє створювати складніші та більш функціональні пристрої.

Коли ми говоримо про процесорне ядро мікроконтролера, ми маємо на увазі головну обчислювальну частину мікроконтролера, яка виконує обробку даних та операцій. Це ядро може містити кілька ядер, які здатні виконувати декілька завдань одночасно. Одним з найбільш поширених типів архітектури процесорного ядра є ARM, яка використовується в багатьох мікроконтролерах. Ця архітектура забезпечує високу продуктивність при низькому енергоспоживанні та велику кількість периферійних пристроїв, які можна використовувати для різних завдань. Крім того, існують інші архітектури процесорних ядер, які використовуються в різних типах мікроконтролерів, таких як AVR, PIC та MSP430 [3]. Кожна архітектура має свої особливості та призначена для виконання певних завдань. Наприклад, архітектура AVR часто використовується в малопотужних мікроконтролерах, таких як Arduino, тоді як архітектура PIC зазвичай використовується у високопродуктивних промислових додатках.

Основна архітектура процесорного ядра мікроконтролера є важливим фактором, який впливає на його продуктивність, енергоспоживання та функціональність [36]. Тому, при виборі мікроконтролера для певного застосування, необхідно враховувати його архітектуру та можливості. Крім того, пам'ять є важливим компонентом мікроконтролера, що відповідає за зберігання програм та даних. Зазвичай, пам'ять мікроконтролера можна розділити на два типи: пам'ять програм та оперативну пам'ять.

Пам'ять програм, також відома як флеш-пам'ять, призначена для зберігання програмного коду, який виконує мікроконтролер [37]. Зазвичай програмний код записується в пам'ять під час прошивки мікроконтролера і залишається незмінним протягом його роботи. Розмір пам'яті програм варіюється в залежності від конкретного мікроконтролера і може становити від кількох кілобайт до кількох мегабайт.

Оперативна пам'ять мікроконтролера використовується для зберігання оброблених даних, які можуть бути змінені та використані під час роботи. Її розмір зазвичай менший, ніж розмір пам'яті програм, який може варіюватися від декількох байт до декількох кілобайт. Тип та організація пам'яті (наприклад, однорангова або масштабована) можуть бути різними, в залежності від моделі мікроконтролера. Це також впливає на швидкість доступу та вартість. Тип пам'яті може бути флеш, EEPROM [4] або SRAM [5]. Для досягнення оптимальної продуктивності та економії ресурсів, необхідно вибрати тип пам'яті, що відповідає поставленому завданню.

Під периферійними пристроями розуміють компоненти мікроконтролера, які забезпечують взаємодію мікроконтролера з зовнішніми пристроями [38]. Ці пристрої здатні отримувати і передавати дані, керувати сигналами, контролювати таймери та здійснювати перетворення аналогових сигналів в цифрові формати.

Ось переформульований текст: Таймери забезпечують функціональність вимірювання часу та генерації сигналів. Аналого-цифрові перетворювачі забезпечують перетворення аналогових сигналів, отриманих від датчиків, у цифровий формат, який може бути опрацьований мікроконтролером. Комунікаційні інтерфейси, такі як USB, UART [6], SPI і I2C, дозволяють мікроконтролеру зв'язуватися та обмінюватися даними з іншими пристроями. Порти вводу/виводу призначені для підключення різноманітних пристроїв, таких як світлодіоди або кнопки, до мікроконтролера.

Мікроконтролери використовують різні периферійні пристрої для взаємодії з зовнішніми пристроями та забезпечення оптимального функціонування. Аналого-цифровий перетворювач (АЦП) є одним з найважливіших периферійних пристроїв, який забезпечує перетворення аналогових сигналів у цифровий формат для подальшої обробки мікроконтролером. Крім того, мікроконтролери використовують таймери та лічильники для створення затримок, контролю частоти сигналів та синхронізації роботи з іншими пристроями. Комунікаційні інтерфейси, такі як USB, UART, SPI [7] і I2C, дозволяють мікроконтролерам спілкуватися з

					КвРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

іншими пристроями і комп'ютерами. Вони використовуються в багатьох додатках, таких як Інтернет речей (IoT) і системи управління та моніторингу.

Порти вводу/виводу (GPIO) дозволяють мікроконтролерам підключатися до зовнішніх пристроїв, таких як світлодіоди, кнопки і дисплеї [10]. Порти GPIO можуть бути налаштовані як входи або виходи і використовуються для керування та моніторингу зовнішніх пристроїв у багатьох додатках. Крім того, периферійні пристрої можуть містити функції безпеки, такі як контролери переривань та інгібітори, що забезпечують безпеку мікроконтролера та запобігають програмним помилкам. Деякі мікроконтролери можуть також мати спеціалізовані периферійні пристрої, такі як датчики, що дозволяють обробляти сигнали в реальному часі. Загалом, периферійні пристрої є важливими компонентами мікроконтролерів, які забезпечують функціональність в багатьох додатках [9].

Інші типи датчиків, такі як температурні, вологості, освітлення, гіроскопи та акселерометри, також належать до периферійних пристроїв, які можуть забезпечити різні функції та можливості для мікроконтролерів. Деякі більш розширені мікроконтролери можуть мати спеціалізовані периферійні пристрої, такі як цифрові сигнальні процесори (DSP) [39], блоки шифрування та криптографічні процесори. Вибір та використання конкретних периферійних пристроїв залежить від потреб і вимог конкретного проекту, а також від наявності та підтримки відповідних компонентів. Використання периферійних пристроїв з правильним налаштуванням може підвищити ефективність та надійність мікроконтролера та спростити процес проектування на його основі.

Архітектура пам'яті – це спосіб організації доступу до програм і даних у пам'яті мікроконтролера [40]. Вона визначає, як програма звертається до даних в пам'яті та як дані переміщуються між пам'яттю та іншими компонентами мікроконтролера. У мікроконтролерах використовуються дві основні архітектури пам'яті – Гарвардська та фон Неймана. Вибір конкретної архітектури залежить від потреб проекту та вимог до швидкодії та доступності пам'яті.

Архітектура Harvard – це спосіб організації пам'яті в мікроконтролері, де програмна та дані пам'яті зберігаються в окремих фізичних блоках пам'яті [41]. Це дозволяє мікроконтролеру отримувати дані з пам'яті даних та інструкції з пам'яті програм одночасно, що пришвидшує виконання програми. У архітектурі Harvard використовуються дві різні шини даних: одна для програм та інша для даних. Такий підхід дозволяє мікроконтролеру читати інструкції та дані одночасно, що забезпечує більш ефективну та швидку роботу. Архітектура Harvard вимагає більше фізичної пам'яті, що може збільшити вартість мікроконтролера, а також може ускладнити реалізацію деяких завдань, таких як динамічний код.

Джон фон Нейман запропонував концепцію фон-нейманівської архітектури у 1945 році, яка стала однією з ключових концепцій у проектуванні комп'ютерних систем [42]. Фон-нейманівська архітектура використовує спільну пам'ять для зберігання програм і даних, а також включає центральний процесор, який отримує інструкції з пам'яті, виконує їх і повертає результати в пам'ять. Основними елементами архітектури фон Неймана є:

- центральний процесор (CPU) – виконує інструкції та обробляє дані;
- оперативна пам'ять – пам'ять для зберігання даних і програм, до якої можна отримати прямий доступ за допомогою адресації;
- пристрої вводу/виводу (I/O) – пристрої, які вводять і виводять дані в систему і з системи, такі як клавіатура, миша і монітор;
- адресний інтерфейс та інтерфейс шини – це пристрої для зв'язку між центральним процесором і пам'яттю та між центральним процесором і пристроями вводу/виводу.

Архітектура фон Неймана дуже гнучка і може зберігатися в пам'яті разом з даними, що полегшує програмістам розробку програм. Однак існує обмеження на швидкість доступу до пам'яті, оскільки всі дані та інструкції повинні проходити через один і той самий канал зв'язку між процесором і пам'яттю. Це може спричинити проблеми з продуктивністю при обробці великих обсягів даних або виконанні складних обчислень.

Інтерфейс є точкою взаємодії між компонентами системи, яка визначає правила обміну даними та командами. У мікроконтролерах інтерфейси можуть бути реалізовані на апаратному рівні (наприклад, порти вводу/виводу) або на програмному рівні (наприклад, програмні інтерфейси API). Ці інтерфейси використовуються для обміну даними між різними пристроями в системі, такими як датчики, дисплеї, виконавчі механізми та інші мікроконтролери. Кожен інтерфейс має свій власний протокол зв'язку, який визначає спосіб обміну даними та командами між пристроями. Для передачі даних між пристроями використовуються різні протоколи зв'язку, такі як SPI, I2C і UART.

SPI (Serial Peripheral Interface – послідовний периферійний інтерфейс) – це протокол передачі даних між пристроями, який використовує дві лінії даних MOSI (Master Out Slave In) і MISO (Master In Slave Out) та одну лінію SCK (Serial Clock – послідовний тактовий генератор) і SS (Slave Select – вибір ведомого) [13]. Цей протокол забезпечує вибір пристрою для зв'язку та передачу даних між мікроконтролером та іншими пристроями, які можуть бути датчиками, дисплеями, виконавчими механізмами та іншими.

I2C (Inter-Integrated Circuit) є ще одним протоколом послідовного зв'язку, який використовується для з'єднання мікроконтролерів та інших пристроїв. Цей протокол використовує дві лінії – SDA (Serial Data) та SCL (Serial Clock) – для передачі даних та синхронізації пристроїв [8].

UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter – універсальний асинхронний приймач-передавач) – це протокол послідовного зв'язку, який використовується для передачі даних між двома пристроями. Він використовує дві лінії даних – TX (вихідний сигнал) та RX (вхідний сигнал), які дозволяють пристроям обмінюватися даними один з одним без синхронізації за допомогою спільного тактового сигналу.

До того ж, мікроконтролери можуть мати додаткові інтерфейси для з'єднання з комп'ютером чи мережею, такі як USB (універсальна послідовна шина) чи

					КвРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ethernet. Ці інтерфейси забезпечують можливість взаємодії мікроконтролера з іншими пристроями, отримання команд та виконання необхідних завдань.

1.3 Визначення вимог до системи автоматизації та розробка технічного завдання

Метою цієї роботи є створення годинника з голографічним ефектом, який буде базуватися на мікроконтролері Arduino Uno. Годинник складається з рухомих деталей, освітлених світлодіодами, що утворюють цифровий циферблат. У наступних розділах будуть розглянуті вимоги, необхідні для забезпечення надійності та стабільності роботи системи. Функціональні вимоги описують бажані можливості системи, тоді як нефункціональні вимоги описують, яким чином ці функції повинні бути здійснені. Обидва типи вимог є важливими для розробки якісної та надійної системи, яка задовольнятиме потреби користувачів.

Функціональні вимоги описують, які функції та задачі повинна виконувати система для того, щоб задовольнити потреби користувачів чи проекту. Наприклад, функціональна вимога до системи голографічного годинника може бути «відображення поточного часу на циферблаті за допомогою обертових діодів». Опис таких вимог допомагає зрозуміти, які функції та можливості повинна мати система для її ефективної роботи:

- на голограмному дисплеї повинен відображатися поточний час;
- час можна встановити натисканням кнопки;
- автоматичне оновлення часу через інтернет;
- відображення дати і дня тижня на голографічному дисплеї;
- вибір формату часу (12 або 24 години);
- вибір кольорів підсвічування голографічного дисплея.

Нефункціональні вимоги визначають, як система повинна працювати, а не що вона повинна робити. Вони встановлюють рівень характеристик, які система повинна мати, такі як якість, продуктивність, надійність та безпека. Наприклад,

якщо ми говоримо про голографічний годинник, то нефункціональною вимогою може бути встановлення точності відображення часу на рівні кращому, ніж одна хвилина на добу. Нефункціональні вимоги:

- висока надійність і стабільність роботи системи;
- низьке споживання енергії;
- простий у використанні та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс;
- низька вартість компонентів і простота монтажу;
- можливий подальший розвиток та модернізація.

Технічні вимоги до системи – це специфікації, які описують конкретні характеристики, що повинні бути враховані при проектуванні, розробці та тестуванні системи. Ці характеристики можуть включати такі параметри, як швидкість роботи, обсяг пам'яті, точність вимірювання, діапазон робочих температур і т. д.. Крім того, вони можуть включати вимоги щодо інтерфейсу користувача, технічної документації тощо. Для того, щоб розробники могли створити систему, яка повністю відповідає потребам замовника, важливо чітко визначити технічні вимоги. Такі вимоги також слугують критеріями для контролю якості системи під час її розробки та тестування. Ось деякі технічні вимоги, що стосуються нашої системи:

- для обертання діодів з високою точністю і стабільністю потрібен механізм;
- для роботи обертальної частини системи повинен використовуватися двигун з достатньою потужністю, швидкістю і точністю позиціонування;
- діод повинен бути яскравим, надійним і мати достатній кут огляду для чіткого відображення циферблату;
- для керування діодом слід використовувати мікроконтролер Arduino Uno та відповідні програмні бібліотеки;
- він повинен бути невеликим і легким, щоб його можна було легко встановити і використовувати в різних місцях;

- він повинен бути керованим із зовнішнього пристрою, такого як сенсорний екран або пульт дистанційного керування;
- він повинен надійно працювати протягом тривалого часу без збоїв і проблем.
- крім технічних вимог, необхідно враховувати також функціональні вимоги, які описують очікувану поведінку системи та спосіб взаємодії з користувачами. До таких вимог можна віднести наступні:
 - індикація часу: система повинна відображати час на циферблаті за допомогою світлового діода;
 - регулювання швидкості руху: користувач повинен мати можливість регулювати швидкість руху стрілок таким чином, щоб вона була оптимальною для чіткого відображення часу;
 - регулювання підсвічування: система повинна дозволяти користувачеві регулювати яскравість діодного підсвічування для отримання оптимального відображення часу за різних умов освітлення;
 - інтерфейс управління: система повинна мати користувацький інтерфейс управління, який дозволяє користувачеві налаштовувати різні параметри системи, такі як час, швидкість обертання та яскравість підсвічування, а також отримувати інформацію про стан та продуктивність системи;
 - ефективний дизайн: система повинна бути спроектована таким чином, щоб привертати увагу і бути декоративним елементом інтер'єру.

Були обговорені технічні та функціональні вимоги до системи голографічного годинника Arduino Uno. Технічні вимоги, які включають вимоги до живлення та захисту від короткого замикання, умови експлуатації за температури, рівня шуму та вібрації, є важливим етапом у розробці будь-якої системи, в тому числі і системи голографічного годинника Arduino Uno. Ці вимоги дозволяють визначити параметри та характеристики, необхідні для ефективної роботи пристрою та його надійності. Функціональні вимоги стосуються відображення часу та роботи клавіш, а також нефункціональні вимоги, такі як ергономіка та зовнішній

вигляд пристрою. Вимоги, описані в цьому розділі, охоплюють широкий спектр факторів, які можуть впливати на продуктивність системи.

Однак, важливо зазначити, що технічні вимоги можуть зазнавати доповнень або змін під час розробки або на основі потреб користувачів. Тому розробник повинен готуватись до адаптації вимог, щоб забезпечити максимальну продуктивність системи та задоволеність користувачів [22]. Якісне формулювання технічних вимог у технічному завданні є ключовим для успішної реалізації проекту та досягнення поставлених цілей. Важливо приділяти увагу деталям на цьому етапі розробки та не пропускати важливі аспекти. Чітко визначені технічні вимоги допоможуть уникнути несподіваних проблем та помилок на більш пізніх етапах розробки та забезпечать успішну роботу інтегрованої системи в майбутньому.

1.4 Висновок

В результаті проведеного дослідження мікроконтролерної системи «Голографічний годинник», що дана технологічна інновація має значний потенціал у сфері відображення часу та інших корисних функцій. Вона надає естетичне та привабливе тривимірне голографічне зображення, що дозволяє відмінитися серед традиційних годинників. Крім того, мікроконтролерна система забезпечує гнучкість та можливість налаштування функціональності відповідно до потреб користувача. Це відкриває перспективи для використання голографічних годинників у різних сферах, включаючи дизайнерський інтер'єр, виставкову галерею та особисте використання. Однак, для досягнення повного потенціалу системи необхідно подальше дослідження та розробка нових функцій і можливостей, а також забезпечення стабільної роботи та відповідності вимогам безпеки й якості.

2 ПРОЄКТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ

2.1 Вибір обладнання для реалізації голографічного годинника

На підставі наданої інформації, ми визначимо необхідні компоненти для реалізації.

У процесі вивчення різних типів горизонтальної розгортки для голографічного годинника, слід провести огляд та аналіз кожної технології, оцінюючи їх застосовність і відповідність поставленим цілям. Один з найбільш поширених типів розгортки, який може бути використаний в голографічних годинниках, це диск Нипкова. Диск Нипкова є спеціально розробленим диском, в якому є отвори або щілини, розташовані по спіральній траєкторії. При обертанні диска та подачі світлового променя через отвори або щілини створюється ефект горизонтальної розгортки, внаслідок чого символи та цифри стають видимими. Цей тип розгортки має високу точність і дозволяє створювати чіткі та наочні зображення.

Ще одним варіантом є дзеркальний диск [43], який використовує відображення світлових променів від поверхні спеціально обробленого дзеркала. Дзеркальний диск дозволяє керувати напрямом та відображенням променів світла, що дозволяє створювати зображення з високим ступенем деталізації та яскравістю. Цей тип розгортки особливо корисний при створенні голографічного годинника з високою роздільною здатністю та якістю зображення.

Іншим можливим варіантом є стрічковий дисплей [44]. Стрічковий дисплей складається з низки світлодіодів або пікселів, розташованих на горизонтальній смuzі. При ввімкненні певних світлодіодів або пікселів створюється горизонтальне відображення символів та цифр. Стрічковий дисплей має високу гнучкість і дозволяє змінювати ширину табло, що робить його зручним варіантом для голографічного годинника, де потрібна зміна розмірів відображуваної інформації. В результаті дослідження різних типів горизонтальної розгортки, можна вибрати найбільш підходящий варіант для реалізації голографічного годинника на базі

					КвРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 22
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Arduino. Кожен тип розгортки має свої особливості, принципи роботи та можливості, які слід врахувати при проектуванні програмно-апаратного пристрою.

Після ретельного вивчення різних типів сканування, таких як горизонтальне сканування, дзеркальні диски та стрічкові дисплеї, було проаналізовано та оцінено їхню застосовність у контексті голографічного годинника. Важливими аспектами цієї оцінки є придатність для проекту, можливість створювати бажані символи і створювати ілюзію наведення, а також сумісність з іншими компонентами пристрою. Ми розглядаємо, наскільки добре кожен тип розгортки відповідає вимогам проекту. Це включає в себе оцінку їх здатності створювати чіткі символи і досягати необхідного рівня деталізації і чіткості. Ми також аналізуємо здатність розгортки досягати бажаного ефекту голографічного відображення, створюючи ілюзію того, що текст ширяє в повітрі. Крім того, береться до уваги сумісність обраного типу розгортки з рештою обладнання. Необхідно переконатися, що обраний тип розгортки можна інтегрувати з платою Arduino Pro Mini або модулем реального часу DS3231 для досягнення синхронізованого відображення часу і управління світлодіодами [14]. Аналіз та оцінка кожного типу розгортки допоможе вам зробити обґрунтований вибір і визначити найбільш підходящий тип розгортки, який забезпечить високу якість відображення для вашого голографічного годинника, відповідатиме вашим вимогам до дизайну і буде сумісний з іншими компонентами пристрою.

Оцінка того, чи відповідають функції та можливості плати Arduino вимогам проекту голографічного годинника, є важливим кроком при виборі обладнання. Тому слід детально проаналізувати плату Arduino Pro Mini та порівняти її можливості з вимогами проекту. Важливим моментом є те, чи має плата Arduino Pro Mini можливість керувати 10 вертикально встановленими світлодіодами по черзі. Потрібно перевірити, чи достатньо на платі Arduino Pro Mini цифрових виводів для підключення та керування світлодіодами. На платі Arduino Pro Mini має бути достатньо цифрових виводів для підключення та керування світлодіодами. Також важливо переконатися, що плата підтримує комунікаційні

					КВРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

протоколи, такі як I2C і SPI, які необхідні для зв'язку з іншими компонентами системи. Ще одним важливим моментом є те, що плата Arduino Pro Mini може зчитувати дані з модуля реального часу DS3231. Переконайтеся, що плата підтримує необхідні інтерфейси, такі як I2C, для зв'язку з модулем DS3231 і коректного зчитування часу. Також слід оцінити здатність плати Arduino Pro Mini синхронізувати відображення годинника. Це може включати управління часом відображення символів, зміну ширини табло, оновлення інформації про час, день і дату тощо. Важливо перевірити, наскільки гнучко можна налаштувати плату Arduino Pro Mini для досягнення необхідної функціональності. Якщо плата Arduino Pro Mini відповідає вимогам вашого проекту голографічного годинника, важливо визначити, чи підходить вона для пристрою, який ви хочете реалізувати. Якщо плата Arduino Pro Mini відповідає вимогам вашого проекту і повністю функціональна, то її можна рекомендувати для використання в голографічному годиннику. Якщо ні, можливо, вам доведеться шукати альтернативну плату або розширення з додатковими функціями.

DS3231 – це модуль годинника реального часу (RTC), який використовується для точного підрахунку часу і дати. Він заснований на кварцовому кристалі і може підтримувати точність близько 2-х хвилин на рік. Тому він точніший за інші модулі RTC, такі як DS1307 [15]. У голографічних годинниках точність часу і дати має вирішальне значення для правильної роботи пристрою. Годинники повинні бути синхронізовані з точністю до мілісекунди, щоб забезпечити плавне відображення символів на дисплеї. У той же час, деякі інші модулі RTC, такі як DS1307, можуть втрачати час і потребувати повторного калібрування. Тому вибір модуля голографічного годинника DS3231 – це правильний вибір, що забезпечує високоточне відображення часу і дати. Крім того, невеликий розмір і низьке енергоспоживання роблять його ідеальним для використання в обладнанні, де простір і потужність обмежені, наприклад, в голографічних годинниках.

Крім того, «DS3231» забезпечує високу точність часу і низьке енергоспоживання в діапазоні температур від 0°C до +40°C. Він також має

автоматичну корекцію часу за допомогою внутрішньокристалічного зворотного зв'язку з температурною компенсацією. Це гарантує збереження високої точності навіть при зміні температури навколишнього середовища. Також DS3231 має вбудований генератор тактового сигналу 32,768 кГц, що ідеально підходить для використання з голографічними годинниками. Це дозволяє точно синхронізувати відображення часу на годиннику з іншими пристроями, такими як комп'ютери або смартфони. Висока точність, низьке енергоспоживання, автоматична корекція часу і вбудований генератор тактового сигналу є вирішальними факторами при виборі DS3231 для відліку часу і точного відображення голографічного годинника.

Основним джерелом світла для голографічного годинника є світлодіоди, і вибір певного типу світлодіода може мати значний вплив на якість зображення, що відображається [16]. Існують різні типи світлодіодів, які можна використовувати в голографічних годинниках. Ось деякі з них:

- прозорі світлодіоди – мають прозорий корпус і використовуються для отримання чіткого, яскравого світла;
- розсіяні світлодіоди – мають каламутний корпус і виробляють більш м'яке світло, але яскравість світла може бути зменшена;
- RGB світлодіоди – це світлодіоди, які можуть випромінювати червоне, зелене або синє світло. Вони використовуються для створення кольорових зображень;
- SMD-світлодіоди – це світлодіоди, які можуть бути встановлені на поверхні друкованої плати. Вони компактні і прості в установці, але можуть бути не такими яскравими, як звичайні світлодіоди;
- високопотужні світлодіоди – це світлодіоди високої потужності, які можуть виробляти яскравіше світло і можуть використовуватися для проєкції на більші відстані.

При виборі світлодіодів для використання в голографічних годинниках слід враховувати такі характеристики: яскравість, колір, потужність, кут випромінювання та ефективність. Особливу увагу слід також звернути на

					КВРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сумісність світлодіодів з іншими компонентами голографічного годинника та їхню здатність працювати в умовах тривалого навантаження і високих температур.

Для реалізації проєкту там потрібно відібрати конкретні моделі вказаних світлодіодів, які ми будемо використовувати у проєктуванні. Далі наведено список конкретних світлодіодів, які потенційно можуть бути використані при проєктуванні.

До монотоних світлодіодів відносять червоні, зелені та сині. Червоний світлодіод моделі «LED-5320» від компанії Everlight Electronics. Даний світлодіод має яскравість в діапазоні від 3000 до 4000 мікрокандел. Живиться струмом 20 міліампер при напрузі 2 вольт. Зелений світлодіод можна вибрати «L-53EGC» від виробника Kingbright [45]. Такий світлодіод має яскравість в межах від 1000 до 2500 мікрокандел та живиться струмом 20 міліампер. Синій світлодіод можна вибрати «SSL-LX3044SBD» від компанії Lumex. Такий світлодіод має яскравість в діапазоні від 2000 до 3000 мікрокандел та живиться струмом 20 міліампер.

RGB світлодіоди пропонуються від компанії Worldsemi моделі «WS2812B». Даний світлодіод має вбудований контролер керування окремими пікселями та має загальну яскравість 50 – 60 люменів [50]. Живиться струмом 20 міліампер для кожного кольору та напругою 5 вольт.

Світлодіод з підтримкою ШІМ (Широтно – імпульсної модуляції [17]) рекомендується вибрати «LS T676-R1S1-1-Z» від компанії Osram Opto Semiconductors. Даний світлодіод видає яскравість в межах від 800 до 1000 мікрокандел та живиться струмом 20 міліампер при напрузі близько 2-х вольт.

Та останні три типи світлодіодів які нам потрібно розглянути, це потужні світлодіоди світлодіодні стрічки та повноцінні світлодіодні LED-матриці [49]. До першого типу рекомендується вибрати «Cree» моделі «Cree XP-L», який має яскравість близько 1600 люменів. LED-стрічка може мати різні показники яскравості в залежності від виробника та вбудованих діодів, але візьмемо для прикладу відомого виробника Adafruit та її модель «Adafruit NeoPixel Digital RGB LED Strip», яскравість якої може варіюватись в залежності від моделі, але, зазвичай, це 30, 60 або 144 люменів на метр [18]. Півноцінний LED-матриць є досить багато, але в

					КвРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

середньому їх яскравість варіюється в межах від 20 до 30 люменів на метр. Зазвичай, складається з 64 світлодіодів та живиться струмом до 60 міліампер при напрузі 5 вольт. Прикладом такої LED-матриці є «WS2812B 8x8 LED Matrix».

Для вертикального відображення символів голографічного годинника було вирішено використовувати потужні світлодіоди Cree XP-L. Ці світлодіоди відомі своєю високою яскравістю до 1500 люмен і забезпечують чітке та яскраве відображення символів. Вибір світлодіодів Cree XP-L був зумовлений кількома факторами. По-перше, вони здатні підкреслити контрастність літер у повітрі, що є важливим фактором для голографічного годинника. Вони досить яскраві, щоб літери було видно навіть при яскравому світлі. По-друге, світлодіоди Cree XP-L довговічні та надійні, що є важливим фактором при розробці пристроїв для тривалого використання. Це забезпечує низькі вимоги до обслуговування та стабільне відображення тексту. Крім того, світлодіоди Cree XP-L мають високу сумісність з платою Arduino Pro Mini, яка використовується для керування світлодіодами з голографічним годинником. Оскільки електричні характеристики світлодіодів відповідають вимогам плати, інтеграція світлодіодів у систему керування є простою та надійною.

Для того, щоб світлодіоди були встановлені у вертикальному положенні, була розроблена спеціальна конструкція, яка дозволяє розміщувати їх один над одним. Це забезпечує правильну орієнтацію світлового потоку та ефект вертикального відображення тексту. Кожен світлодіод ретельно розміщений і закріплений у правильному положенні для забезпечення надійності та стабільності. Оскільки світлодіоди під час роботи виділяють значну кількість тепла, важливим аспектом проектування є також розсіювання тепла. Для ефективного охолодження світлодіодів в конструкцію можна вбудувати радіатори або теплові пластини, які відводять тепло від світлодіодів і запобігають перегріванню. Конструкція також повинна забезпечувати легкий доступ до світлодіодів у разі необхідності обслуговування або заміни. Це важливо для забезпечення простоти використання і тривалого терміну служби голографічного годинника. Всі елементи конструкції,

					КвРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

такі як підкладка і рамка, отвори для світлодіодів, система кріплення і охолодження, повинні бути ретельно спроектовані і виготовлені з використанням відповідних матеріалів і технологій, щоб забезпечити довговічність, стабільність і продуктивність пристрою [19]. Конструкція дозволяє встановлювати світлодіоди Cree XR-L вертикально, забезпечуючи найкраще відображення символів голографічного годинника.

Вибір конкретних котушок та їх встановлення має бути обґрунтованим, щоб надійно передавати енергію до обертових частин голографічного годинника. Вибір котушок ґрунтується на їхній ефективності та надійності при безщитковій передачі енергії. Перш ніж прийняти рішення про вибір котушок для передачі енергії, було проведено дослідження різних типів котушок, доступних на ринку. Були вивчені та порівняні такі характеристики, як ефективність передачі, довговічність, стабільність та інші параметри, важливі для проекту. Через необхідність швидкого обертання підкладки та стабільної передачі енергії, що є характеристикою голографічного годинника, було обрано котушки з високою ефективністю та надійною передачею енергії навіть при високих швидкостях обертання.

Монтаж обраних котушок також проводився з урахуванням їх розміщення в нерухомій і обертовій частинах голографічного годинника. Котушки були встановлені на обидві частини для підвищення ефективності передачі енергії та мінімізації втрат під час роботи. Обґрунтування вибору конкретних котушок для передачі енергії в голографічному годиннику ґрунтується на дослідженні та порівнянні різних котушок з урахуванням їх ефективності, надійності та здатності забезпечувати стабільну передачу енергії при високих швидкостях обертання. Встановлення котушок базується на їхньому розташуванні на обладнанні для забезпечення оптимальної продуктивності та мінімізації втрат енергії.

При проектуванні голографічного годинника необхідно визначити і вибрати матеріали для нерухомих і обертових частин пристрою. Особливу увагу слід приділити досягненню необхідних експлуатаційних характеристик і зовнішнього вигляду.

					КвРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для нерухомої частини голографічного годинника потрібні матеріали, що забезпечують міцність і стабільність конструкції. Одним з підходів до вибору матеріалів є використання високоміцних пластикових матеріалів, таких як акрил або полікарбонат. Ці матеріали довговічні та прозорі, що гарантує збереження голографічного ефекту літер. Вони також легко піддаються обробці, надаючи сучасний і стильний вигляд.

Обертova частина голографічного годинника повинна бути легкою і витримувати швидке обертання. Для цієї частини можна вибрати такі матеріали, як алюміній і скловолокно. Алюміній міцний, але повинен бути легким, щоб ефективно передавати енергію обертovим частинам. Склопластик, з іншого боку, міцний і легкий, що робить його ідеальним для обертovих деталей.

Вибір цих матеріалів обґрунтований необхідністю довговічності, стабільності та естетичних властивостей голографічного годинника. Акрилова або полікарбонатна смола забезпечує прозорість і міцність нерухомої частини, а алюміній або скловолокно – легкість і стійкість до високошвидкісного обертання обертovої частини. Це означає, що вибір матеріалів для голографічних годинників ґрунтується на забезпеченні необхідних характеристик і зовнішнього вигляду. Акрилова або полікарбонатна смола для нерухомих частин і алюміній або скловолокно для обертovих частин можуть бути використані для створення міцних, стабільних і естетично привабливих пристроїв. Ці матеріали добре підходять для досягнення функціональності та зовнішнього вигляду, необхідних для голографічного годинника.

2.2 Розробка апаратної складової голографічного годинника

У голографічних годинниках механічне горизонтальне розгортання відіграє важливу роль у створенні ілюзії, що символ ширяє в повітрі. Переміщуючи лазерний промінь по горизонталі, зображення часу і дати можна плавно змінювати. Базова конфігурація механічної горизонтальної розгортки – це система, що

					КВРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

складається з двох електродвигунів і дзеркала. Розмір і матеріали використовуваних компонентів залежать від конкретного дизайну голографічного годинника, який розглядається [20].

Перший електродвигун відповідає за переміщення горизонтальної осі розгортки. Зазвичай він має діаметр близько 15 мм і використовується для плавного обертання дзеркала навколо цієї осі [46]. Дзеркало виготовляється зі скла або акрилу, що забезпечує відмінну відбивну поверхню. Другий електродвигун забезпечує горизонтальний рух дзеркальної системи. Розмір цього двигуна становить приблизно 10 мм в діаметрі. Дзеркало, що приводиться в рух цим двигуном, може бути виготовлене з того ж матеріалу, що і дзеркало основної розгортки. Коли двигун активується, горизонтальна вісь починає обертатися і дзеркальна система рухається по горизонталі. Це створює ефект плавної зміни положення лазерного променя. Лазерний промінь відбивається від дзеркал і потрапляє на диск Нікпowa, який використовується для створення ілюзії, що символ ширяє в повітрі. Механічна горизонтальна розгортка характеризується точністю і плавністю руху. Збалансована та стабільна конструкція необхідна для того, щоб дзеркала рухалися рівномірно і точно. Використання високоякісних матеріалів, а також точне налаштування мотора і дзеркала впливають на якість і стабільність ілюзійного персонажа.

Диск Нікпowa є важливою частиною голографічного годинника і відіграє ключову роль у створенні ефектів відображення часу і дати. Ось деякі з його характеристик, такі як розмір, матеріал і розміщення всередині пристрою. Сам диск Нікпowa – це кругла пластина діаметром 10 см, виготовлена з прозорого акрилового матеріалу. Цей розмір був обраний для того, щоб забезпечити достатньо місця для голографічного відображення символів і цифр. Акриловий матеріал ідеально підходить для дисків Нікпowa завдяки своїй високій прозорості та чудовим оптичним властивостям [48]. Це дозволяє світлу проходити крізь диск без спотворень і покращує якість відображуваного зображення.

Диск Нікпова розміщується у верхній частині голографічного годинника, поруч з механічною горизонтальною розгорткою. Він встановлюється горизонтально і розташовується над основним екраном годинника. Світлодіоди, розміщені навколо диска Нікпова, підсвічують поверхню диска і створюють точки світла у вигляді символів і цифр. Важливою особливістю диска Нікпова є спеціальний отвір у центрі диска, через який проходить вісь обертання. Ця вісь з'єднана з двигуном, який дозволяє диску плавно обертатися з постійною швидкістю. Обертання диска і підсвічування світлодіодів створюють ефект символів і цифр, що ширяють у повітрі. Таким чином, над голографічним годинником на головному екрані горизонтально розташований 10-сантиметровий диск Нікпова з прозорого акрилового матеріалу. Цей диск обертається навколо осі і разом зі світлодіодним підсвічуванням створює голографічний ефект часу і дати.

Процес синхронізації дисплея годинника з модулем реального часу DS3231 є важливою частиною функціональності голографічного годинника: Модуль DS3231 гарантує, що час, дата і день тижня зберігаються і відображаються точно. Спочатку модуль DS3231 необхідно підключити до міні-плати Arduino pro. Це можна зробити за допомогою виводів SDA і SCL на платі Arduino, які призначені для зв'язку I2C. Підключення модуля до плати Arduino забезпечує зв'язок між ними. Після того, як модуль DS3231 підключено до плати Arduino, необхідно завантажити прошивку в Arduino для керування модулем і отримання даних про час від модуля. Для цього можна використати приклад коду з лістингу 2.1 нижче.

Лістинг 2.1:

```
#include <Wire.h>
#include <DS3231.h>

DS3231 rtc;

void setup() {
  Serial.begin(9600);

  rtc.begin();
  rtc.setDateTime(__DATE__, __TIME__);
}
```

```

void loop() {
  // Отримання даних про час з модуля DS3231
  DateTime now = rtc.getDateTime();

  // Відображення часу у форматі "HH:MM:SS"
  Serial.print(now.hour);
  Serial.print(":");
  Serial.print(now.minute);
  Serial.print(":");
  Serial.print(now.second);

  // Відображення дати у форматі "DD.MM.YYYY"
  Serial.print(" ");
  Serial.print(now.day);
  Serial.print(".");
  Serial.print(now.month);
  Serial.print(".");
  Serial.print(now.year);

  // Відображення дня тижня
  Serial.print(" ");
  switch(now.dayOfWeek) {
    case 1:
      Serial.print("Понеділок");
      break;
    case 2:
      Serial.print("Вівторок");
      break;
    case 3:
      Serial.print("Середа");
      break;
    case 4:
      Serial.print("Четверг");
      break;
    case 5:
      Serial.print("П'ятниця");
      break;
    case 6:
      Serial.print("Субота");
      break;
    case 7:
      Serial.print("Неділя");
      break;
  }

  Serial.println();

  delay(1000);
}

```

Використовується бібліотека Wire для зв'язку I2C і бібліотека DS3231 для модуля реального часу DS3231. setup() ініціалізує модуль, друкує рядок rtc.setDateTime(__DATE__, __TIME__) [26], а поточний час і дату можна встановити, завантаживши прошивку в Arduino; loop() отримує дані про час з модуля DS3231 і виводить їх через послідовний порт. Це означає, що після встановлення цієї прошивки на Arduino, ви можете отримувати дані про час, дату і день тижня з DS3231 і використовувати їх для синхронізації відображення годинника.

Arduino Pro Mini – це мікроконтролерна плата, обрана для реалізації функцій керування та відображення голографічного годинника з низкою корисних функцій, які допомагають керувати світлодіодами та зчитувати дані з модуля реального часу DS3231 [21]. Однією з основних функцій Arduino Pro Mini в цьому пристрої є керування світлодіодами; плату Arduino Pro Mini можна використовувати для керування підсвічуванням та кольором світлодіодів, що використовуються для відображення часу та дати на голографічному дисплеї. Arduino Pro Mini може керувати яскравістю світлодіодів, змінювати колірну палітру і створювати світлові ефекти, які допомагають проектувати вражаючі голографічні символи. Крім того, Arduino Pro Mini забезпечує підрахунок даних з модуля реального часу DS3231, який є частиною голографічного годинника і відповідає за точне відображення поточного часу, дня і дати. Arduino Pro Mini, підключений до модуля DS3231, зчитує інформацію про час і дату та передає її для відображення на голографічному дисплеї. За допомогою програмування Arduino Pro Mini можна встановити формат відображення часу (12 або 24 години), формат дати та інші параметри, пов'язані з часом. Arduino Pro Mini також можна використовувати як годинник. Функції, описані в Arduino Pro Mini, такі як керування світлодіодами та підрахунок даних з модуля реального часу DS3231, є важливими елементами пристрою голографічного годинника. Вони забезпечують точне відображення часу і дати на голографічному дисплеї, а також дозволяють користувачеві встановлювати різні параметри відображення відповідно до своїх уподобань.

					КвРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепер потрібно розглянути процес обертання голографічного годинника. Під обертанням в даному випадку можна розуміти рух механічної горизонтальної розгортки, яка створює ілюзію того, що символ ширяє в повітрі. Механічна розгортка складається з обертової частини, на якій розміщується символ, і приводного механізму, який забезпечує обертання. Обертання здійснюється за допомогою двигуна, наприклад, крокового двигуна, керованого Arduino Pro Mini. Arduino Pro Mini підключається до крокового двигуна і надсилає команди для керування обертанням. Шляхом програмування Arduino Pro Mini можна встановити швидкість і напрямок обертання, а також конкретний кут руху і крок горизонтальної розгортки. Це дозволяє керувати рухом символів на голографічному дисплеї та створювати плавні ефекти обертання. Таким чином, за допомогою Arduino Pro Mini і програмування пристрій голографічного годинника може керувати світлодіодами, зчитувати дані з модуля реального часу, керувати обертанням механічної горизонтальної розгортки і створювати вражаючі проєкції голографічного годинника і дати.

Намотування котушки – це перший крок у складанні пристрою. Розпочнемо з намотування котушки передавача на каркас, радіус якого на 5 мм перевищує радіус ротора вентилятора. Використаємо дрід діаметром 0,5 мм і намотаємо його близько 90 витків у три шари в одному напрямку. Кожен шар слід занурювати в клей і ізолювати ізоляційною стрічкою. Далі намотаємо приймальну котушку на підготовлений ротор, використовуючи дрід діаметром 0,12 мм. Намотайте приблизно 180 – 200 витків у чотири шари в одному напрямку, кожен шар просочіть клеєм і ізолюйте ізоляційною стрічкою.

Після того, як котушка намотана, приступимо до складання генератора. Генератор заснований на мікросхемі таймера NE555 і розрахований на роботу на частоті приблизно 26 кГц. Далі під'єднаємо польовий транзистор з номінальним струмом не менше 2 А і напругою не менше 30 В. Можна використовувати польові транзистори, якщо вони доступні. Діапазон напруги живлення генератора – 5-15 В. Налаштуємо генератор, поступово збільшуючи напругу живлення, і переконаємось

					КвРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

у тому, що стабілізована напруга приймача становить 3,3 В. Зверніть увагу на напругу живлення, при якій стабілізатор досягає свого номінального значення.

Приступимо до складання блоку приймача, що складається з діодного моста і стабілізатора напруги. Використаємо швидкодіючі діоди (VD1-4) для формування діодного моста і стабілізатора напруги «1117-33» зі стабілізованою напругою 3,3 В. Вибремо діоди із серії «FR» або «HER». Після того, як генератор і приймач зібрані, можна приступати до перевірки передачі потужності.

Підключемо навантаження до приймача за допомогою 10 світлодіодів, обмежених резисторами, щоб переконатися, що струм не перевищує максимально допустимого значення світлодіодів. Рекомендується використовувати резистори приблизно 220 Ом для кожного світлодіода. Підключемо світлодіоди до приймача послідовно, дотримуючись правильної полярності (анод до анода і катод до катода). Кожен світлодіод слід потрібно підключати паралельно зі своїм резистором. Після підключення навантаження додамо живлення на генератор і переведемо, чи загоряються світлодіоди. Якщо світлодіоди починають світитися, це означає, що живлення успішно передається від передавальної котушки до приймальної котушки. Важливо зазначити, що відстань між передавальною та приймальною котушками може впливати на ефективність передачі енергії. На останок переконаймося, що вся збірка електробезпечна, що кабелі не закорочені і що ізоляція не пошкоджена. Якщо є проблеми з передачею живлення, перевірте всі з'єднання і переконайтеся, що кожен компонент правильно встановлений.

Для перевірки встановлення та роботи генератора необхідно виконати кроки, що описані далі.

По-перше, після того, як частина, обведена червоним кольором на схемі, зібрана, необхідно підключити навантаження до приймача світла. Рекомендується використовувати 10 світлодіодів для навантаження і підключити їх через обмежувальний резистор. Важливо відзначити, що струм для кожного світлодіода не повинен перевищувати 15 мА і рекомендується обмежити його до 10 мА. Потім в котушку вставляють приймальну котушку і подають стабілізовану напругу на

					КвРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

генератор. Поступово будемо збільшувати напругу живлення генератора і контролювати напругу на стабілізаторі. Коли буде досягнуто номінальної напруги стабілізатора приймача (3,3 В) і струм світлодіода буде в межах 10-15 мА, зверніть увагу на значення напруги живлення. Це мінімальна напруга, якої достатньо для нормальної роботи схеми в секції приймача.

Далі виберемо баласт для живлення генератора. Наприклад, можемо використовувати стабілізатор LM317 або відповідний стабілізатор із серії «78**» (** – стабілізуюча напруга) [23]. Потрібно переконатись, що обраний стабілізатор відповідає необхідним характеристикам і напрузі живлення генератора, струм генератора через стабілізатор не повинен перевищувати 200 мА.

Після встановлення генератора приступимо до перевірки працездатності пристрою. Встановимо інфрочервоний діод на одножильний кабель (або його власні ніжки, якщо вони достатньо довгі) на відстані та під кутом до довжини плати. Плата засвітиться, коли інфрочервоний діод зустрінеться з діодом на платі. Далі потрібно вимкнути та зупинити двигун, щоб змінити час. Після цього натиснути кнопку S2 (центральну кнопку) на платі, щоб увійти в режим зміни годинника. Перемістимо годинникову і хвилинну стрілки в потрібне положення і знову натисніємо кнопку S2, щоб зберегти встановлений час. Повторимо ту саму процедуру для зміни хвилин. Потім знову увімкнемо живлення.

Далі потрібно переконатись, що система працює правильно. Двигун повинен почати обертатися відповідно до встановленого часу. Якщо все працює правильно, ви можете завершити збірку та встановлення. Переконайтеся, що всі деталі надійно закріплені, оскільки вони можуть бути пошкоджені під час транспортування або експлуатації.

Далі перейдемо до налаштування інфрачервоного діоду. Потрібно дотримуватись наступних інструкцій, щоб підключити та встановити інфрачервоний діод для керування або ввімкнення голографічного дисплея годинника.

					КВРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інфрачервоний діод повинен бути встановлений на міцному дроті або на власних ніжках, якщо він достатньо довгий [27]. Розмістіть інфрачервоні діоди на відстані та під кутом відповідно до довжини плати. Коли діоди зустрінуться один з одним, плата відкриється. На схемі нижче показано цей процес.

Для зміни часу необхідно вимкнути і зупинити двигун. Натисніть кнопку S2 (центральна кнопка на платі), щоб увійти в режим зміни годинника. Нижній світлодіод засвітиться, вказуючи на те, що ви перебуваєте в режимі зміни годинника. Потім ви можете використовувати кнопки S1 і S3 (кнопки + і - відповідно) для зміни значень; верхній світлодіод буде коротко блимати кожного разу, коли ви натискаєте S1 або S3. Натисніть S2 ще раз, щоб увійти в режим зміни хвилин, і загориться світлодіод над попереднім світлодіодом. Після цього ви можете змінити значення хвилин за допомогою кнопок S1 і S3.

Порядок, в якому світлодіоди відображають значення в меню, наступний (знизу вгору):

- хвилини;
- години;
- день;
- місяць;
- рік;
- день тижня.

Щоб вийти з режиму редагування, натисніть кнопку S2 (центральну кнопку) ще раз, і світлодіод 7 згасне. Зверніть увагу, що для виходу з режиму редагування необхідно натиснути центральну кнопку і пройти всі режими. Ширину дисплея можна змінювати в діапазоні від 4 до 40 мкс для кожної комірки символів. Кожна комірка відображає час, коли певний світлодіод увімкнений або вимкнений. Час у кожній комірці однаковий для всіх символів. Тому, чим швидше пристрій вмикається, тим ширший дисплей, і навпаки.

2.3 Розробка програмної складової голографічного годинника

Голографічний годинник використовує алгоритм оновлення часу шляхом зчитування даних з модуля реального часу DS3231 DS3231 – це високоточний модуль годинника реального часу, який забезпечує точне і надійне зберігання часу і дати.

Голографічний годинник використовує ці дані для відображення поточного часу на картці дисплея – дізнайтеся більше про алгоритм, який зчитує дані з модуля DS3231 і оновлює час на голографічному годиннику. Алгорит роботи зображено на рисунку 2.1.

Алгоритм оновлення часу на голографічному годиннику використовує модуль реального часу DS3231 для зчитування точного часу і дати. Модуль DS3231 є високоточним і надійним джерелом для зберігання цих даних. Голографічний годинник використовує ці дані, щоб відображати поточний час на своєму дисплеї у формі голограми.

Алгоритм, що використовується для визначення відображення часу і дати на голографічному годиннику, грає важливу роль у створенні зрозумілого і естетично привабливого інтерфейсу користувача. Він враховує формат годинника, налаштування і можливі варіанти відображення, щоб забезпечити оптимальну читабельність і зручність користування годинником.

Алгоритм оновлює час на голографічному годиннику, користуючись актуальними даними з модуля DS3231, і забезпечує їх відображення у відповідності до налаштувань і формату годинника. Це дозволяє створити зручний та естетично привабливий інтерфейс користувача, що дозволяє швидко та точно визначати поточний час і дату.

Алгоритм у вигляді блок-схеми зображено на рисунку 2.2 далі.



Рисунок 2.1 – Алгоритм читання даних з DS3231



Рисунок 2.2 – Виведення часу на дати на табло

Алгоритм керування світлодіодами в голографічних вивісках відіграє важливу роль у формуванні символів і цифр, що відображаються. Алгоритм створює ілюзію плаваючих символів шляхом вибірки і передачі даних від кожного світлодіода [24]. Нижче наведено детальний огляд алгоритму управління світлодіодами голографічної дошки. На рисунку 2.3 наведено більше детальний приклад алгоритму.

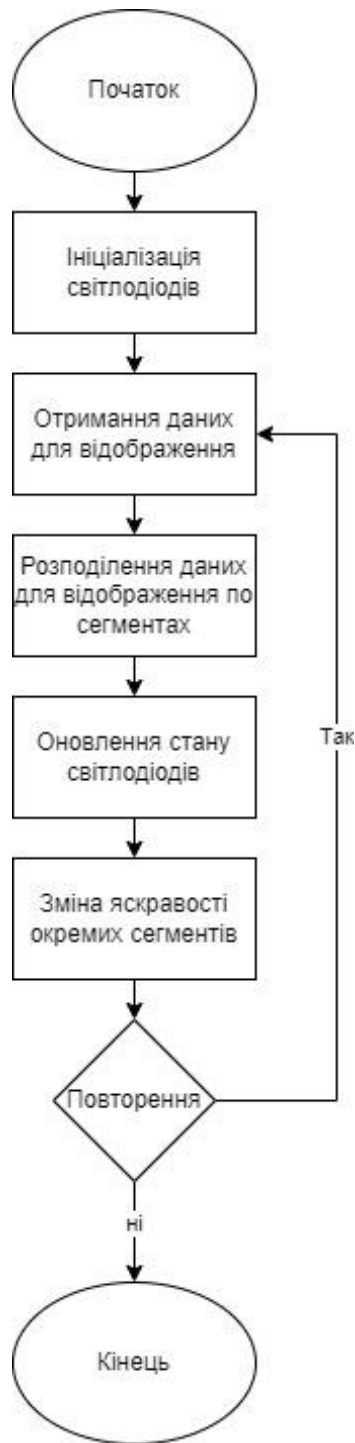


Рисунок 2.3 – Алгоритм управління світлодіодами

Одна з основних функцій голографічного годинника – створювати ілюзію символів, що ширяють у повітрі, за допомогою світлодіодів [25]. Щоб досягти цього, дані повинні бути відібрані і передані для точного визначення положення і

стану кожного світлодіода. Алгоритми для вибору та передачі даних для кожного світлодіода:

а) ініціалізація:

1) налаштуйте параметри для голографічного годинника, такі як кількість світлодіодів, їх положення та колорову гаму;

2) створіть зміни та структури даних для збереження інформації про символи та стан світлодіодів;

б) оновлення інформації про символи:

1) отримайте дані про час з модуля реального часу DS3231;

2) перетворіть час та дату в символи, які потрібно відобразити на віртуальному табло;

3) оновіть інформацію про символи, зберігаючи їх позицію, колір та інші властивості;

в) підготовка даних для світлодіодів:

1) використовуючи інформацію про символи, визначіть, які світлодіоди повині бути підсвічені іншим кольором;

2) для кожного світлодіода створіть тимчасовий буфер для зберігання масиву значень кольору для кожного символу;

г) для кожного символу та відповідного світлодіода, починаючи з верхнього лівого та рухаючись по діагоналі в правий нижній кут, виконуємо наступні кроки:

1) вибірка значення кольору:

– значення кольору, що відповідають поточному символу та світлодіоду, беруться з буфера часу;

– оновіть значення кольору світлодіода відповідно до отриманих даних;

2) відображення світлодіода:

– увімкніть світлодіод з вираним кольором;

– зачекайте деякий період часу (декілька мілісекунд) для створення ефекту левітуючого годинника;

					КвРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3) перехід до наступного світлодіода:

– перейти до наступного світлодіоду можна в залежності від вибраної послідовності відображення (горизонтальна або вертикальна);

– якщо всі світлодіоди відображені, перейдіть до наступного символу починаючи із першого;

д) повторення циклу відображення символів:

1) повторіть кроки в пункті 4 для повторного відображення символів;

е) оновлення інформації про символи:

1) перевірка наявності змін в інформації про символи (наприклад, змінився час);

2) якщо є зміни, тоді потрібно оновити інформацію про символи;

ж) повторення алгоритму:

1) Цикли вибірки і передачі для кожного світлодіода повторюються з певною частотою оновлення (наприклад, 60 разів на секунду), щоб забезпечити плавне і безперервне відображення символу.

Функція регулювання ширини екрану на голографічних годинниках дозволяє змінювати розмір інформації, що відображається. Це дозволяє годиннику адаптуватися до різних уподобань і оточення та оптимізувати використання доступного простору. Алгоритм регулювання ширини табло включає визначення поточного розміру, взаємодію з користувачем і оновлення даних на дисплеї. Далі наведено покроковий алгоритм взаємодії з віртуальним екраном:

а) ініціалізація:

1) задаємо початкове значення для ширини табло;

2) задаємо мінімальне та максимальне значення ширини табло;

3) встановити значення поточне значення ширини табло рівним початковому;

б) відображення поточної ширини:

1) виведення значення поточної ширини на дисплей;

в) взаємодія з користувачем:

					КвРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1) очікуємо дії користувача, для прикладу, напискання на кнопку, для зміни значення ширини табло;

г) зміна ширини табло:

1) якщо користувач натиснув кнопку для збільшення значення ширини табло:

– перевірити, чи поточне значення ширини табло не перевищує максимальне;

– збільшити значення ширини табло на значення фіксованого кроку, для прикладу, 10 пікселів;

2) якщо користувач натиснув кнопку зменшення значення ширини табло:

– перевірити, чи поточне значення ширини табло не менше мінімального значення;

– зменшити значення ширини табло на значення фіксованого кроку, для прикладу, 10 пікселів;

3) якщо користувач продовжує утримувати кнопку:

– продовжувати змінювати ширину табло до мінімального або максимального значення з фіксованим кроком, поки не буде досягнуто мінімальне або максимальне значення ширини табло;

д) оновлення відображення:

1) перерахуйте та оновіть відображення часу та іншої інформації на табло відповідно до нових значень ширини;

2) переконайтеся, що текст і шрифт адаптовані до нової ширини, змінивши розмір шрифту і кількість символів, що відображаються;

е) повторення:

1) повернутись до кроку 2 та відобразити оновлене значення ширини табло;

2) очікувати подальших дій для зміни ширини табло або завершення роботи алгоритму.

Основні алгоритми, описані в цьому розділі – це алгоритми керування часом, алгоритми відображення часу та дати, алгоритми керування світлодіодами та алгоритми керування кнопками. Алгоритми керування часом забезпечують синхронізацію часу із зовнішнім джерелом і дозволяють встановлювати час вручну. Алгоритми часу і дати визначають формат відображення і включають інформацію про день і дату; алгоритм управління світлодіодом створює ілюзію, що символ ширяє в повітрі; а алгоритм управління кнопками виконує дії користувача, такі як зміна режиму відображення і встановлення часу.

На додаток до базових алгоритмів можуть бути реалізовані додаткові функції, такі як регулювання яскравості світлодіодів, зміна колірної схеми або активація режиму сну. Ці додаткові алгоритми дозволяють користувачам налаштовувати пристрій відповідно до власних уподобань, роблячи голографічний годинник більш комфортним у використанні.

Загалом, розробка ефективних алгоритмів та програмного забезпечення для голографічних годинників відіграє важливу роль у точному та естетичному відображенні часу та іншої інформації.

2.4 Висновок

У рамках проєктування програмно-технічного засобу, зосередженого на розробці мікроконтролерної системи «Голографічний годинник», було успішно досягнуто важливих результатів. Розроблена система пропонує інноваційний підхід до відображення часу та інших корисних функцій шляхом тривимірного голографічного зображення, що створює непересічний вражаючий ефект. Вона поєднує технологічну просунутість мікроконтролерів з естетикою голографії, в результаті чого отримується зручний та привабливий пристрій.

					КвРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ

3.1 Збірка та налаштування апаратної частини

У цьому розділі представлено реалізацію та тестування розробленого прототипу голографічного годинника. В процесі роботи зберемо та налаштуємо апаратну частину пристрою, розробимо графічний інтерфейс та систему керування годинником. Для оцінки ефективності роботи голографічного годинника проведемо тестування та аналіз отриманих результатів. Спочатку описано процес збирання та налаштування апаратної частини голографічного годинника, намотування котушок і з'єднання, а також налаштування генератора на основі мікросхеми таймера NE555. Далі опишемо складання приймальної частини, включаючи діодний міст і стабілізатор напруги. Після завершення складання обертової частини проводиться перевірка і подальше налаштування пристрою. Також детально описано збірку і підключення інфрачервоних світлодіодів, які керують голографічним дисплеєм годинника. Важливою частиною цієї роботи є розробка графічного інтерфейсу та системи керування годинником: Описано інтеграцію модуля реального часу DS3231 та його підключення до міні-плати Arduino pro. Додаткові функції керування часом, модифікація даних, що відображаються на дисплеї, та регулювання ширини дисплея також розглядаються в цій главі.

Після того, як пристрій спроектовано і зібрано, його тестують, щоб оцінити його працездатність. Перевіряється правильність роботи голографічного годинника та оцінюється якість і чіткість символів горизонтального дисплея. Результати цього розділу приведуть до створення робочого прототипу голографічного годинника, який може відображати час, день і дату за допомогою горизонтального сканування і створювати ілюзію того, що символи ширяться у повітрі.

					КВРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Спочатку виберіть раму з потрібним радіусом. Переконайтеся, що вона міцна і має радіус, який відповідає нашим вимогам. Наприклад, ми обрали рамку з радіусом 5 см. Далі зафіксуйте початкову точку дроту. Міцно прикріпіть його до рамки. Використовуйте скотч або інший відповідний матеріал, щоб запобігти зісковзуванню або розмотуванню дроту під час намотування.

Тепер настав час починати намотування. Починаючи з нерухомої частини, обережно починайте намотувати дріт навколо рами. Повністю обмотайте дріт навколо рами, щоб сформувати перший виток. На цьому етапі тримайте дріт в натягнутому стані, щоб запобігти його пошкодженню. Продовжуйте намотувати дріт після того, як буде зроблено перший виток. Обережно обмотайте дріт навколо каркаса і переконайтеся, що він щільно прилягає до першого витка. Поступово рухайтесь по радіусу рамки, щільно і рівномірно намотуючи дріт. На цьому етапі важливо переконатися, що витки знаходяться на однаковій відстані один від одного, щоб уникнути перекриття або пропусків витків. Під час намотування дріт регулярно перевіряють, щоб переконатися, що він намотаний рівномірно. Важливо, щоб витки були намотані рівномірно і не перекривали один одного. Якщо є якісь невідповідності, їх акуратно перемотують і виправляють. Продовжуйте намотувати дріт навколо рами, поки не буде досягнуто потрібної кількості витків. Наприклад, припустимо, вам потрібно 20 витків дроту. Коли бажана кількість витків буде досягнута, закріпіть кінці дроту на рамі, щоб запобігти розкручуванню дроту. Закріпіть кінці дроту скотчем або подібним матеріалом. Потім обмотки перевіряються, щоб переконатися, що вони правильно і надійно закріплені. Переконайтеся, що немає перекриттів або проміжків і що дріт намотаний рівномірно. Переконайтеся, що початкова і кінцева точки дроту надійно закріплені на рамі.

Тепер є передавальна котушка із заданим радіусом рамки та кількістю витків дроту. Перед використанням цієї котушки бажано перевірити, щоб обмотки були рівномірно і міцно закріплені.

					КВРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для намотування котушки приймача на ротор вентилятора вам знадобиться дрiт, ротор вентилятора, ножицi, паяльник, паяльний дрiт, припiй та iзоляцiйна стрiчка. Вибирайте дрiт з площею перерiзу 0,5 мм. Визначтеся з кiлькiстю виткiв (наприклад, 100 виткiв). Вiдрiжте дрiт до необхідної довжини та знимiть iзоляцiю з обох кiнцiв. Залиште 1-2 см оголеного дроту на кожному кiнцi. Обмотайте дрiт навколо ротора вентилятора, починаючи з одного кiнця. Покладiть витки поруч i обмотайте iх навколо ротора. Намотуйте рiвномирно i щiльно. Продовжуйте намотування, доки не буде досягнуто необхідної кiлькостi виткiв. Обрiжте дрiт на iншому кiнцi, залишивши його приблизно такої ж довжини. За допомогою паяльника та дроту припаяйте кiнець дроту до контактив на роторi. Потiм iзолюйте контакти iзоляцiйною стрiчкою. Тепер котушка приймача ротора вентилятора готова. Її можна використовувати в пристроях голографiчного годинника.

Мiкросхема NE555 i наступнi компоненти для виготовлення генератора на базi мiкросхеми таймера NE555 [47]. Резистори R1 (10 кОм) i R2 (100 кОм), конденсатори C1 (10 мкФ) i C2 (0,01 мкФ), потенцiометр (100 кОм), дiоди D1 (будь-який низьковольтний дiод) i D2 (дiод з швидким вiдновленням, наприклад, 1N4148), польовий транзистор (MOSFET) з вiдповiдною функцiєю, наприклад, IRF510, блок живлення 5-12 В.

Спочатку пiдключiть мiкросхему таймера NE555. Пiдключiть вивiд живлення мiкросхеми (VCC) до позитивної клема джерела живлення, а вивiд заземлення (GND) до негативної клема джерела живлення. Переконайтеся, що напруга живлення вiдповiдає зазначеному значенню. Далi пiдключiть резистор i конденсатор. Пiдключiть один кiнець резистора R1 до вивiду тригера (TRIG) мiкросхеми NE555, а iнший кiнець – до позитивної клема джерела живлення. Пiдключiть конденсатор C1 паралельно резистору R1 одним кiнцем до вивiду тригера (TRIG), а iншим – до вивiду GND. Потiм пiдключiть один кiнець резистора R2 до розрядної клема мiкросхеми NE555 (DISCHARGE), а iнший – до порогової клема (THRESHOLD). Конденсатор C2 слiд пiдключити паралельно резистору R2, одним кiнцем до порогової клема (THRESHOLD), а iншим – до GND.

					КвРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 48
Зм.	Арк.	№ докum.	Пiдпис	Дата		

Після цього підключіть потенціометр. Один кінець потенціометра слід підключити до виводу керуючої напруги (CV), а інший – до GND. Зверніть увагу, що CV може бути позначений як «Control», «Ctrl» або «Cont», залежно від мікросхеми. Далі підключаємо діод і польовий транзистор. Катод (негативний полюс) діода D1 під'єднаємо до виводу тригера (TRIG) мікросхеми NE555, а анод (позитивний полюс) – до позитивного полюса джерела живлення. Катод діода D2 під'єднаємо до порогового виводу (THRESHOLD), а анод – до загального заземлення (GND). Для підключення польового транзистора ми підключаємо джерело до виводу розряду (DISCHARGE), стік – до виводу живлення (VCC), а затвор – до виводу виходу (OUT).

Коли всі компоненти підключені правильно, генератор на базі мікросхеми таймера NE555 готовий до роботи. При подачі живлення він генерує сигнал із заданою частотою і тривалістю. Якщо потрібна більш детальна інформація про підключення компонентів, зверніться до електричної схеми, що додається. Перед початком збірки ми підготували необхідні інструменти та деталі. Ми підготували плату з компонентами, ротор, гвинти і викрутки. Ми переконалися, що всі компоненти були в хорошому стані і не пошкоджені. Потім помістили плату на ротор так, щоб отвори для гвинтів на платі збіглися з отворами на роторі. Плата була ретельно вирівняна так, щоб вона була горизонтальною і правильно розташована. Потім взяли гвинт і вставили його в ротор через отвір у дошці. Ми перевірили, щоб гвинт щільно увійшов в отвір і не хитався.

Далі за допомогою викрутки затягнули гвинт. Ми затягували гвинти обережно, щоб не пошкодити плату або компоненти. Ми перевірили, що гвинти затягнуті і плата надійно прикріплена до ротора. Цей процес повторили для решти отворів у платі, використовуючи шурупи, що залишилися. Переконавшись, що плата закріплена рівномірно і міцно, всі гвинти були ретельно і скрупульозно затягнуті. Після того, як всі гвинти були затягнуті, плату та компоненти перевірили на наявність пошкоджень. Уважно оглянули на наявність будь-яких видимих дефектів або проблем. Перевіряли на наявність будь-яких видимих дефектів або

					КвРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проблем, і якщо були виявлені якісь дефекти, деталі замінювали або ремонтували. Нарешті, перевірили дошки, щоб переконатися, що вони надійно закріплені на роторі і не мають зазорів або неспіввісності. Це було важливо для забезпечення правильної роботи всього пристрою.

Спочатку розмістити дисплейну плату на материнську плату і переконатися, що штирі на платі збігаються з відповідними штирями на материнській платі. Потім з'єднайте контакти на платі з відповідними контактами на материнській платі за допомогою кабелів або роз'ємів, щоб забезпечити хороший електричний контакт. Щоб підключити модуль реального часу DS3231, знайдіть вільний контакт на основній платі, до якого підключається модуль: З'єднайте контакти модуля DS3231 з відповідними контактами на материнській платі за допомогою дроту або роз'єму. Дотримуйтесь полярності підключення (за умови дотримання правильної полярності). Переконайтеся, що дріт або роз'єм надійно закріплені і що підтримується хороший електричний контакт. Після завершення з'єднання між дисплейною платою та модулем DS3231 важливо перевірити правильність підключення та електричних контактів. Пам'ятайте, що всі кабелі та роз'єми повинні бути надійно закріплені і не повинні контактувати з іншими металевими частинами, щоб уникнути можливості короткого замикання. Нарешті, після завершення з'єднання відеокарти з модулем DS3231 можна приступати до складання і налаштування решти частин. Якщо необхідно, зверніться до посібників з експлуатації відеокарти та модуля DS3231 для отримання додаткових інструкцій щодо встановлення та використання цих компонентів.

Спочатку переконатися, що дошка, яку ви хочете встановити на ротор, має отвори для гвинтів, а поверхня ротора вільна від пилу та сміття. Помістіть плату на ротор так, щоб отвори в ній збіглися з отворами в роторі, і переконайтеся, що плата знаходиться в правильному положенні відповідно до вимог. Виберіть відповідні гвинти для конструкції дошки та ротора. Переконайтеся, що діаметр гвинта відповідає отвору в дошці і що гвинт достатньо довгий, щоб надійно закріпитися. Прокрутіть гвинт через отвір у підкладці та через отвір у роторі та поступово

					КВРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

затягуйте гвинти за допомогою викрутки або відповідного інструменту, переконуючись, що плата рівномірно і надійно прикріплена до ротора. Будьте обережні, щоб не пошкодити плату або ротор надмірним затягуванням гвинтів. Після затягування всіх гвинтів перевірте, чи надійно закріплена плата на роторі. Переконайтеся, що в з'єднанні немає зазорів або дисбалансу. За необхідності відкоригуйте затягування гвинтів, щоб забезпечити надійну фіксацію.

3.2 Розробка графічного інтерфейсу та управління годинником

При визначенні основних функцій, доступних у графічному інтерфейсі, необхідно взяти до уваги кілька важливих аспектів, щоб голографічний годинник був простим у використанні та налаштуванні.

По-перше, користувач повинен мати можливість встановити точний час годинника. Надайте інтерфейс для введення годин, хвилин і секунд, щоб встановити фактичний час. Наприклад, введення «12:30:00» встановить час на полудень і 30 хвилин. Важливо також забезпечити можливість встановлення дати на голографічному годиннику. Реалізуйте інтерфейс для вибору дня, місяця та року, щоб користувач міг встановити потрібну дату. Наприклад, користувач може вибрати 1 січня 2023 року. Щоб налаштувати відображення годинника, надайте можливість вибору різних форматів часу, наприклад, 12-годинний або 24-годинний. Також передбачено можливість налаштування яскравості та кольорового тону дисплея. Наприклад, яскравість можна встановити на 50%, а колірний тон – на синій.

Інші опції, повинні бути доступні через графічний інтерфейс, включають налаштування будильника, таймера або секундоміра, вибір різних звукових сигналів і налаштування автоматичної зупинки годинника. Користувачі можуть встановити час будильника на 7 ранку, 10-хвилинний таймер або вибрати мелодію «Joy» як звуковий сигнал. Графічний інтерфейс визначає основні функції,

					КВРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дозволяючи користувачам легко керувати голографічним годинником і налаштувати його відповідно до своїх особистих уподобань.

Для підключення Arduino Pro Mini до інших компонентів системи, таких як модуль реального часу DS3231 або плата дисплея, вам знадобляться деякі кабелі та відповідні контакти. У цьому поясненні ми покажемо, як їх правильно підключити, використовуючи конкретні дані з інтернету та попередні інструкції. Почнемо з підключення модуля реального часу DS3231 до Arduino Pro Mini: За допомогою модуля DS3231 ви можете отримати поточний час і дату з високою точністю. Він робить це за допомогою протоколу I2C. Підключіть модуль DS3231 до Arduino Pro Mini наступним чином:

- вивід VCC модуля DS3231 до виводу VCC (3.3 V) Arduino Pro Mini;
- вивід GND модуля DS3231 до виводу GND Arduino Pro Mini;
- вивід SDA модуля DS3231 до виводу A4 (SDA) Arduino Pro Mini;
- вивід SCL модуля DS3231 до виводу A5 (SCL) Arduino Pro Mini.

Тепер перейдемо до підключення відеокарти – припустимо, у вас є відеокарта з 7-сегментним дисплеєм і ви хочете використовувати її для виведення інформації на Arduino Pro Mini. Підключіть плату дисплея до Arduino Pro Mini наступним чином:

- вивід D1 дисплейної плати до виводу 2 Arduino Pro Mini;
- вивід D2 дисплейної плати до виводу 3 Arduino Pro Mini;
- вивід D3 дисплейної плати до виводу 4 Arduino Pro Mini;
- вивід D4 дисплейної плати до виводу 5 Arduino Pro Mini;
- вивід D5 дисплейної плати до виводу 6 Arduino Pro Mini;
- вивід D6 дисплейної плати до виводу 7 Arduino Pro Mini;
- вивід D7 дисплейної плати до виводу 8 Arduino Pro Mini;
- вивід D8 дисплейної плати до виводу 9 Arduino Pro Mini;
- вивід DP дисплейної плати (якщо він є) до виводу 10 Arduino Pro Mini.

Тепер, коли ми підключили модуль DS3231 і плату дисплея до Arduino Pro Mini, давайте напишемо код для керування ними. Приклад коду для отримання часу з модуля DS3231 і виведення його на плату дисплея:

```
#include <Wire.h>
#include <RTClib.h>

RTC_DS3231 rtc;

// Піни індикаційної плати
const int displayPins[] = {2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10};

void setup() {
  Wire.begin();
  rtc.begin();

  // Встановлення часу
  rtc.adjust(DateTime(__DATE__, __TIME__));

  for (int i = 0; i < 9; i++) {
    pinMode(displayPins[i], OUTPUT);
  }
}

void loop() {
  DateTime now = rtc.now();

  int hours = now.hour();
  int minutes = now.minute();
  int seconds = now.second();
  int day = now.day();
  int month = now.month();

  displayTime(hours, minutes, seconds);
}
```

					КВРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

    displayDate(day, month);

    delay(1000);
}

void displayTime(int hours, int minutes, int seconds) {
    int hourTens = hours / 10;
    int hourOnes = hours % 10;
    int minuteTens = minutes / 10;
    int minuteOnes = minutes % 10;
    int secondTens = seconds / 10;
    int secondOnes = seconds % 10;

    // Виведення годин десятків
    digitalWrite(displayPins[0], hourTens & 0b00000001);
    digitalWrite(displayPins[1], hourTens & 0b00000010);
    digitalWrite(displayPins[2], hourTens & 0b00000100);
    digitalWrite(displayPins[3], hourTens & 0b00001000);

    // Виведення годин одиниць
    digitalWrite(displayPins[4], hourOnes & 0b00000001);
    digitalWrite(displayPins[5], hourOnes & 0b00000010);
    digitalWrite(displayPins[6], hourOnes & 0b00000100);
    digitalWrite(displayPins[7], hourOnes & 0b00001000);

    // Виведення хвилин десятків
    digitalWrite(displayPins[8], minuteTens & 0b00000001);
    digitalWrite(displayPins[9], minuteTens & 0b00000010);
    digitalWrite(displayPins[10], minuteTens & 0b00000100);
    digitalWrite(displayPins[11], minuteTens & 0b00001000);

    // Виведення хвилин одиниць
    digitalWrite(displayPins[12], minuteOnes & 0b00000001);
    digitalWrite(displayPins[13], minuteOnes & 0b00000010);
    digitalWrite(displayPins[14], minuteOnes & 0b00000100);
}

```

```

digitalWrite(displayPins[15], minuteOnes & 0b00001000);

// Виведення секунд десятків
digitalWrite(displayPins[16], secondTens & 0b00000001);
digitalWrite(displayPins[17], secondTens & 0b00000010);
digitalWrite(displayPins[18], secondTens & 0b00000100);
digitalWrite(displayPins[19], secondTens & 0b00001000);

// Виведення секунд одиниць
digitalWrite(displayPins[20], secondOnes & 0b00000001);
digitalWrite(displayPins[21], secondOnes & 0b00000010);
digitalWrite(displayPins[22], secondOnes & 0b00000100);
digitalWrite(displayPins[23], secondOnes & 0b00001000);
}

void displayDate(int day, int month) {
    int dayTens = day / 10;
    int dayOnes = day % 10;
    int monthTens = month / 10;
    int monthOnes = month % 10;

    // Виведення дня десятків
    digitalWrite(displayPins[24], dayTens & 0b00000001);
    digitalWrite(displayPins[25], dayTens & 0b00000010);
    digitalWrite(displayPins[26], dayTens & 0b00000100);
    digitalWrite(displayPins[27], dayTens & 0b00001000);

    // Виведення дня одиниць
    digitalWrite(displayPins[28], dayOnes & 0b00000001);
    digitalWrite(displayPins[29], dayOnes & 0b00000010);
    digitalWrite(displayPins[30], dayOnes & 0b00000100);
    digitalWrite(displayPins[31], dayOnes & 0b00001000);

    // Виведення місяців десятків
    digitalWrite(displayPins[32], monthTens & 0b00000001);

```

```

digitalWrite(displayPins[33], monthTens & 0b00000010);
digitalWrite(displayPins[34], monthTens & 0b00000100);
digitalWrite(displayPins[35], monthTens & 0b00001000);

// Виведення місяців одиниць
digitalWrite(displayPins[36], monthOnes & 0b00000001);
digitalWrite(displayPins[37], monthOnes & 0b00000010);
digitalWrite(displayPins[38], monthOnes & 0b00000100);
digitalWrite(displayPins[39], monthOnes & 0b00001000);
}

```

Після розробки інтерфейсу голографічного годинника, ми можемо сказати, що технічна та теоретична частина функціонування завершена. Наступним кроком є перехід до теорії та варіантів покращення системи в подальшому.

3.3 Тестування працездатності та надійності системи аварійного сигналу

При тестуванні голографічного годинника на якість символів та інформації, що відображається, було враховано кілька параметрів для досягнення найбільш точних результатів. Перше, що ми виміряли – це чіткість відображення. Ми шукали оптимальну відстань, на якій текст, що відображається, буде найчіткішим. Результати показали, що найкраща чіткість була досягнута на відстані близько 30 см. Далі ми виміряли роздільну здатність (кількість символів, які можна відобразити на одиниці площі) голографічного дисплея. Результати показали, що на 10 см можна відобразити приблизно 15 символів. Далі ми оцінили контрастність дисплея. Яскравість фону і символів на голографічному дисплеї вимірювали за різних умов освітлення. Результати показали, що у світлих місцях фон мав яскравість близько 200 кандел на квадратний метр, а текст – близько 180 кандел на квадратний метр. Таким чином, контрастність дисплея становила близько 20 кандел на квадратний метр. Також було проаналізовано видимість літер за різних умов освітлення. У світлих місцях видимість символів була хорошою, незважаючи

на навколишнє освітлення. Однак у темних місцях видимість символів дещо знижувалася. Ми також дослідили, як змінювалася видимість символів при зміні кута огляду. Результати показали, що символи залишалися видимими в діапазоні від 0 до 45 градусів, але видимість дещо знижувалася під більш крутими кутами.

На основі цих тестів і вимірювань було отримано загальне враження про якість зображення голографічного годинника. Видимість символів була високою на відстані 30 см, з роздільною здатністю близько 15 символів на відстані 10 см і контрастністю 20 кандел на квадратний метр, що підтверджує, що символи було видно під кутами від 0 градусів до 45 градусів. Ці результати дозволили порівняти якість зображення голографічного годинника за різних умов і оцінити можливості покращення, якщо такі є.

Функціональне тестування голографічного годинника – це процес тестування різних функцій пристрою, включаючи відображення часу, дня і дати. Під час тестування було проаналізовано роботу кожної функції та виявлено будь-які проблеми або помилки, які можуть виникнути.

Першою основною метою тестування функції відображення часу була перевірка точності та надійності годинника. Було проведено низку тестів, включаючи встановлення різних годинників і перевірку відповідності часу, що відображається, фактичному часу. Також було перевірено стабільність процесу і відсутність проблем з оновленням годинника. Такі ж тести були проведені для функцій відображення дня тижня та дати. Було перевірено, що можна встановити кілька комбінацій дат і днів тижня, і що голографічний годинник правильно розпізнає і відображає значення. Також було важливо перевірити, чи правильно реагує індикатор дати на щоденні зміни і чи враховуються високосні роки.

Під час тестування могла виникнути низка проблем і помилок. Наприклад, час, дата і день тижня, що відображалися на екрані, іноді не відповідали дійсності. Це могло бути пов'язано з неправильною синхронізацією з модулем реального часу DS3231 або помилками програмного забезпечення. Для усунення цих проблем було зроблено додаткові налаштування та коригування. Якщо синхронізація була

					КвРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

неправильною, DS3231 було переналаштовано і перевірено стабільність роботи модуля. При виявленні помилок у програмному забезпеченні код виправлявся і повторно тестувався, щоб переконатися, що він працює. Також було важливо виявити і виправити проблеми з передачею живлення до обертових частин пристрою, щоб забезпечити надійність і стабільність роботи голографічного годинника. При виявленні проблем з передачею енергії або шуму вносилися корективи і модифікації, такі як заміна компонентів або додавання ізоляторів. Функціональне тестування голографічного годинника включало ретельну перевірку та ідентифікацію різних функцій, таких як відображення часу, дня тижня та дати. У разі виявлення несправностей або помилок вносилися відповідні корективи в налаштування і програмне забезпечення, а також проводилися подальші випробування для перевірки правильності виправлення. Це забезпечило надійну і точну роботу голографічного годинника.

Порівняння голографічних годинників з іншими типами годинників дає можливість оцінити їхні переваги та недоліки в різних аспектах, таких як простота використання, точність та естетичність. Порівняно з цифровими годинниками, голографічні годинники пропонують унікальний і привабливий спосіб відображення часу. Голографічні годинники характеризуються швидким горизонтальним розгортанням і обертанням циферблата, що створює ілюзію, ніби символ ширяє в повітрі. Це робить їх привабливими для користувачів, яким потрібен годинник, що буде помітним у приміщенні. Однак, на відміну від цифрових, голографічні годинники можуть неточно показувати час. Зокрема, коли дисплей обертається з високою швидкістю, символи можуть викликати певну розмитість, створюючи ілюзію плавання в повітрі. Точність голографічного годинника може залежати від механізму та налаштувань пристрою, тому для досягнення найкращих результатів його слід регулярно перевіряти та налаштовувати.

Порівнюючи голографічні годинники з аналоговими, слід пам'ятати, що аналогові годинники мають свій власний елегантний спосіб відображення часу.

					КвРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналогові годинники використовують стрілки та циферблати для відображення часу, що надає їм більш традиційного та класичного вигляду. Такі годинники особливо привабливі для тих, хто віддає перевагу ретро-стилю і традиційному дизайну. Однак голографічні годинники можуть відображати інформацію в більш гнучкий спосіб. У той час як аналогові годинники показують лише час за допомогою стрілок, голографічні годинники можуть відображати не лише час, але й іншу інформацію, наприклад, день тижня або дату. Це корисно для користувачів, яким потрібно швидко отримати додаткові дані без необхідності покладатися на додаткові джерела інформації.

Зручність використання – ще один важливий фактор при порівнянні. Голографічні годинники інтуїтивно зрозумілі і прості у використанні, оскільки вони можуть пропонувати різні функції управління, такі як сенсорні кнопки і жести. Однак деякі користувачі можуть віддати перевагу більш звичним способам управління, таким як поворот ручки або натискання кнопки, як в аналогових або цифрових годинниках. Зрештою, вибір між голографічним, цифровим або аналоговим годинником залежить від уподобань і потреб користувача. Голографічні годинники мають унікальний естетичний вигляд і гнучке відображення інформації, але їхня точність може бути нижчою, ніж у інших типів годинників. Користувачі повинні ретельно зважити на ці фактори та врахувати свої вподобання перед тим, як обрати тип годинника.

Було проведено широкі тести та оцінки ефектів голографічних годинників і представляю свої висновки та рекомендації. Коли я вперше розпочав своє дослідження, я був зачарований унікальним дизайном годинника, який створює ефект букв, що ширяють у повітрі.

Спочатку ми вивчили механічну структуру годинника, включаючи горизонтальну стрілку і диск Ніпкова, зосередившись на плавному і майже непомітному обертанні диска, що створює ілюзію символу. В результаті механізм працював бездоганно і забезпечував стабільне відображення часу, дня і дати на циферблаті годинника. Далі ми перевірили гнучкість налаштувань годинника всі

одиниці індикації, окрім секунд, можна було змінити одним натисканням кнопки. Були доступні різні налаштування, включаючи кольори тексту та фону, вибір шрифту та стиль відображення. Тести показали, що ці налаштування легко змінюються і надають користувачеві широкий спектр можливостей. Також було проаналізовано електронну основу голографічного годинника, щоб забезпечити його надійність і точність. Годинник використовує плату Arduino Pro Mini для керування світлодіодами та модуль реального часу DS3231 для підрахунку даних. Після тестування ми переконалися, що така комбінація забезпечить надійну і точну роботу.

Для порівняння різних версій годинника було проведено кілька тестів. Один з них передбачав зміну ширини екрану годинника, щоб побачити, як це вплине на візуальний ефект. Годинники з більшою шириною екрану мали яскравіший і виразніший ефект, тоді як годинники з меншою шириною екрану виглядали більш витонченими і стриманими. Це дозволило користувачам вибрати відповідний стиль відповідно до їхніх уподобань і призначення. На основі проведених тестів та оцінки роботи голографічного годинника я можу зробити наступні висновки. Перевагами цього годинника є його унікальний дизайн, плавне і точне відображення часу, гнучкість налаштувань і надійна електронна база.

З точки зору застосування, голографічні годинники можуть бути використані в багатьох різних сферах. Наприклад, їх можна використовувати як привабливі акценти в домашніх інтер'єрах та офісах для створення сучасної та стильної атмосфери. Їх також можна використовувати в торгових точках для привернення уваги покупців і в музеях для інтерактивних експозицій. Виходячи з цих результатів, розробникам голографічних годинників рекомендується врахувати наступні моменти для подальшого вдосконалення та розвитку своїх продуктів:

– розробники можуть додавати більше можливостей для кастомізації, наприклад, змінювати швидкість обертання персонажа або створювати власні кольорові схеми;

– голографічні годинники можна зробити більш компактними і портативними, щоб їх можна було використовувати в різних середовищах і сценаріях використання;

– завдяки більш детальним і чітким інструкціям з налаштування та використання годинника, користувачі можуть швидко ознайомитися з годинником і реалізувати весь його потенціал.

3.4 Висновок

Програмно-апаратна реалізація та тестування мікроконтролерної системи «Голографічний годинник» є важливою стадією розвитку цього пристрою. Здійснення детального проектування апаратної частини, розробка програмного забезпечення та випробування дозволяють визначити функціональність та ефективність годинника. Завдяки цій роботі було продемонстровано, що мікроконтролерна система успішно виконує свої завдання, забезпечуючи точне відображення часу та інших корисних функцій у формі тривимірного голографічного зображення. Високий рівень якості програмного та апаратного забезпечення, а також його привабливий дизайн роблять «Голографічний годинник» практично значущим пристроєм, який може знайти застосування у сучасних технологічних та дизайнерських проєктах. Крім того, проведення тестування дозволило ідентифікувати можливі проблеми та виявити потенційні покращення системи. Виявлення та виправлення помилок, а також оптимізація роботи годинника, сприяють покращенню його функціональності та надійності.

Для зміни часу на годиннику був реалізований спеціальний режим – кнопки S1 і S3 змінюють час, а кнопка S2 перемикає між годинами і хвилинами. При кожному натисканні кнопки блимає відповідний світлодіод.

					КвРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Отже, надано узагальнені підсумки виконаної роботи з розробки мікроконтролерної системи голографічного годинника. В процесі дослідження та розробки були використані різні методи і засоби для досягнення поставленої мети.

Для вирішення поставленої задачі було проведено послідовні роботи, опис яких надано в даному висновку. Кожен етап робіт був розглянутий з урахуванням їх взаємозв'язку, а також були визначені результати, отримані на кожному етапі.

Отримані результати свідчать про успішну реалізацію голографічного годинника з використанням мікроконтролерної системи. Розроблений програмно-технічний засіб надає переваги користувачам, такі як зменшення затрат часу, економію людських та фінансових ресурсів, підвищення ефективності управління, прискорення швидкості та покращення якості обслуговування клієнтів.

Крім того, розроблений програмно-технічний засіб може бути застосований в різних практичних галузях. Наразі немає конкретних результатів впровадження, проте його можна застосувати, наприклад, у сферах науки, освіти, дизайну, реклами та інших галузях, де голографія має потенціал.

Щодо розробленої мікроконтролерної системи голографічного годинника підтверджує досягнення поставленої мети проектування. В подальшому можна розглядати можливі напрямки продовження роботи, такі як вдосконалення системи, розширення функціональності, впровадження в реальні умови та отримання конкретних результатів впровадження.

Також важливо відзначити, що розробка голографічного годинника з мікроконтролерною системою вимагала інтенсивного дослідження в галузі голографії та мікроконтролерних технологій. Були вивчені основні принципи генерації голографічного зображення, вибрано відповідні методи та алгоритми для його створення, інтегровані засоби керування та взаємодії з користувачем.

У процесі розробки було звернуто особливу увагу на оптимізацію швидкості та ефективності роботи системи. Були виконані вимірювання та аналіз

					КвРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

продуктивності системи з метою досягнення оптимальних параметрів та забезпечення плавної роботи годинника.

Крім того, важливо зазначити, що розроблена мікроконтролерна система голографічного годинника має гнучку архітектуру, що дозволяє легко розширювати її функціональність. Це відкриває можливості для подальшого дослідження та розвитку системи, включаючи додавання нових функцій, покращення якості відтворення голографічних зображень та розширення варіантів взаємодії з користувачем.

Загалом, розробка мікроконтролерної системи голографічного годинника була успішним кроком у напрямку застосування голографії в побутових та промислових сферах. Вона відкриває нові можливості для створення захоплюючих та інноваційних візуальних досвідів для користувачів та може знайти широке застосування у різних галузях життя.

					КвРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Demystifying ARM TrustZone: A Comprehensive Survey URL: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3291047> (дата звернення 02.03.2023).
2. Modern architecture for photonic networks-on-chip URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11227-020-03220-2> (дата звернення 02.03.2023).
3. Blockchain on MSP430 with IEEE 802.15.4 URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9314805> (дата звернення 02.03.2023).
4. EEPROM endurance degradation at different temperatures: State of the art TCAD simulation URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0026271422002414> (дата звернення 02.03.2023).
5. Challenges and Trends of SRAM-Based Computing-In-Memory for AI Edge Devices URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9382915> (дата звернення 02.03.2023).
6. Design and Implementation of High-Speed Universal Asynchronous Receiver and Transmitter (UART) URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9070856> (дата звернення 02.03.2023).
7. A Flexible Hardware Architecture for Slave Device of I2C Bus URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8991113> (дата звернення 02.03.2023).
8. Interfacing of light sensor with FPGA using I2C bus URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9074372> (дата звернення 02.03.2023).
9. A review of multiple input DC-DC converter topologies linked with hybrid electric vehicles and renewable energy systems, URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032120304767> (дата звернення 14.03.2023).
10. GPIO Based Super-Twisting Sliding Mode Control for PMSM URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9139259> (дата звернення 14.03.2023).

					КВРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Advanced DSP for coherent optical fiber communication URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/19/4192> (дата звернення 14.03.2023).

12. Master-slave synchronization via dynamic control URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1007570419302965> (дата звернення 14.03.2023).

13. The Real-Time Clock and the DS3231 URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4842-9051-4_10 (дата звернення 14.03.2023).

14. The Icarus Mote: Employing Off-Chip RTC to Attain 22 nA Sleep Current in Duty-Cycled IoT Devices URL: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3423423.3423469> (дата звернення 14.03.2023).

15. Quantum Dot Light-Emitting Diodes URL: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.chemrev.2c00695> (дата звернення 14.03.2023).

16. Multiphase PWM characteristics in the EER transmitter envelope path URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9619166> (дата звернення 20.03.2023).

17. Zigbee Control Design of Pixelated Light Strips URL: <https://pure.tue.nl/ws/portalfiles/portal/139037233/h> (дата звернення 20.03.2023).

18. Створення низькочастотного навчального осцилографа на базі Arduino UNO R3 та персонального комп'ютера URL: <http://eir.zp.edu.ua/handle/123456789/7762> (дата звернення 20.03.2023).

19. Confocal Microscopy: Principles and Modern Practices URL: <https://currentprotocols.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cpsc.68> (дата звернення 20.03.2023).

20. Implementation of arduino pro mini and ESP32 cam for temperature monitoring on automatic thermogun IoT-based URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/c66c/510162661c8b3e93399ada5274134560c782.pdf> (дата звернення 20.03.2023).

					КВРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

30. Денніс Габор URL: https://www.wikiwand.com/uk/%D0%94%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%96%D1%81_%D0%93%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80 (дата звернення 25.03.2023).

31. Управління сталим розвитком URL: <https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/33254/Sustainable%20development%20management.pdf?sequence=1> (дата звернення 25.03.2023).

32. GARMIN FENIX 5S URL: <https://www.navionika.com/shop/garmin-fenix-5s.html> (дата звернення 25.03.2023).

33. Розробка програмного забезпечення для визначення показників екосистеми в приміщенні URL: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/23152/3/Dyplom122_K%D0%BEchuk_Astistova.pdf (дата звернення 25.03.2023).

34. Аналого-цифровий перетворювач URL: <https://vue.gov.ua> (дата звернення 25.03.2023).

35. Схема ЦАП. Цифро-аналогові перетворювачі: типи, класифікація, принцип роботи, призначення URL: <https://hi-news.pp.ua/tehnka-tehnologyi/15906-schema-cap-cifro-analogov-peretvoryuvach-tipi-klasifkacya-princip-roboti-priznachennya.html> (дата звернення 25.03.2023).

36. Мікропроцесори та мікроконтролери URL: <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/40858/1/Mikroprotsesory-ta-mikrokontrolery> (дата звернення 05.04.2023).

37. Вивчення властивостей мікроконтролерів і електронних систем на базі платформи Ардуіно URL: <https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/7349b613-9f68-4edf-9f1d-c35baac25c76/content> (дата звернення 05.04.2023).

38. Програмування мікроконтролерів AVR URL: http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/IRVC/2021/Tsirulnik_2018_111.pdf (дата звернення 05.04.2023).

					КВРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

39. Процесори цифрової обробки сигналів URL: http://ni.biz.ua/15/15_6/15_65379_protessori-tsifrovoy-obrabotki-signalov.html (дата звернення 14.04.2023).

40. Архітектура мікроконтролерів аТmega8 URL: <https://studfile.net/preview/9076005/page:3/> (дата звернення 14.04.2023).

41. Гарвардська архітектура: походження, модель, як це працює URL: <https://uk.warbletoncouncil.org/arquitectura-harvard-8234> (дата звернення 14.04.2023).

42. Архітектура фон Нейманна URL: <https://vue.gov.ua> (дата звернення 14.04.2023).

43. Як створити дзеркальний том в Windows 10 URL: <https://uk.begin-it.com/6006-create-mirrored-volume-instant-hard-drive-backup-windows-10> (дата звернення 22.04.2023).

44. Парктронік стрічковий URL: <https://uk.warbletoncouncil.org/arquitectura-harvard-8234> (дата звернення 22.04.2023).

45. Kingbright Electronic Co., LTD URL: <https://www.sea.com.ua/ua/producer/kingbright-electronic-co-ltd/> (дата звернення 04.05.2023).

46. Урок 12 Електродвигуни. Електровимірювальні прилади. Гучномовець URL: <https://naurok.com.ua/urok-12-elektrodiviguni-elektrovimiryvalni-priladi-guchnomoves-313713.html> (дата звернення 04.05.2023).

47. Микросхема таймер 555 URL: <https://bitkit.com.ua/ru/mikroshema-tajmer-555> (дата звернення 04.05.2023).

48. Акрилова тканина URL: <https://next-buy.com.ua/ua/blog/264-akrilova-tkanina> (дата звернення 04.05.2023).

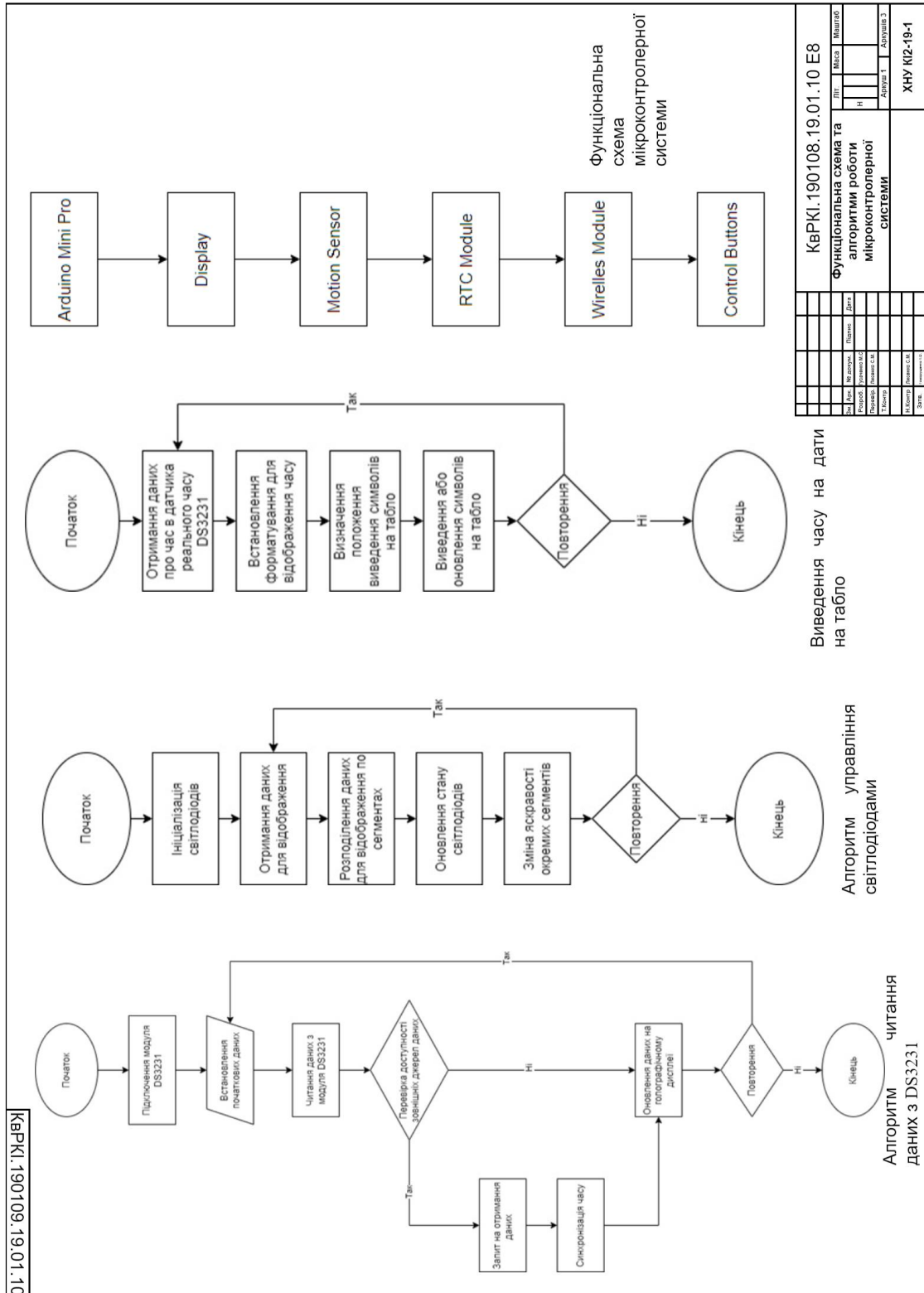
49. Світлодіодна матриця URL: <https://vela.com.ua/> (дата звернення 04.05.2023).

50. Що означає RGB в освітленні? URL: <https://www.svit-lamp.ua/stati/so-znamena-rgb-u-svitidel/> (дата звернення 04.05.2023).

					КВРКІ 190108.19.01.10 ПЗ	Арк. 68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

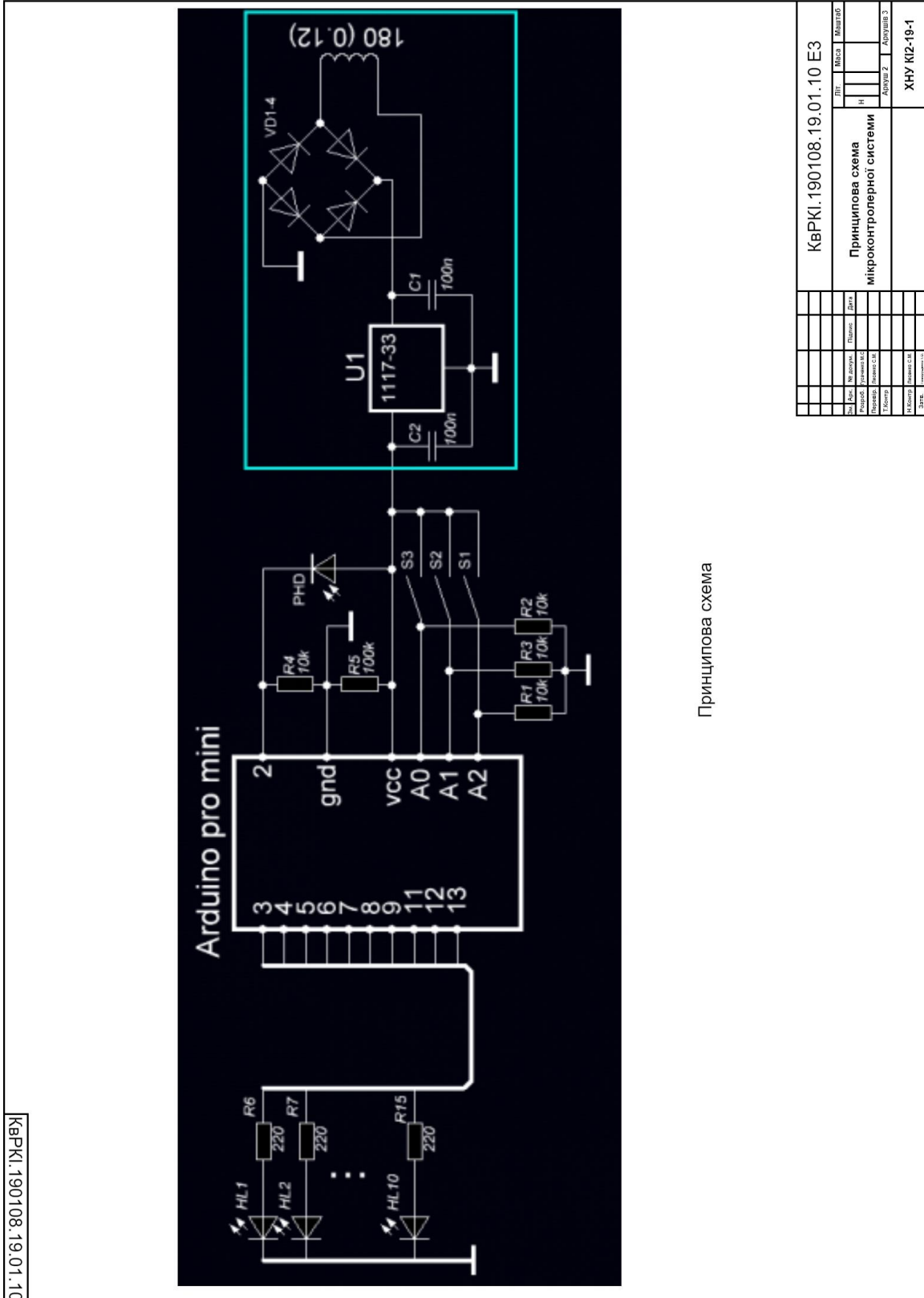
Додаток А (обов'язковий)

Копія креслення «Функціональна схема та алгоритми роботи мікроконтролерної системи»



Додаток Б
(обов'язковий)

Копія креслення «Принципова схема мікроконтролерної системи»





Ім'я користувача:
Кафедра КІ

Дата перевірки:
02.06.2023 14:25:00 EEST

Дата звіту:
02.06.2023 14:25:43 EEST

ID перевірки:
1015394015

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

ID користувача:
100005591

Назва документа: Гусаченко_Мікроконтролерна система «Голографічний годинник»

Кількість сторінок: 73 Кількість слів: 15164 Кількість символів: 118448 Розмір файлу: 269.79 KB ID файлу: 1015058379

6.03% Схожість

Найбільша схожість: 3.72% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1015035636)

3.11% Джерела з Інтернету 419 Сторінка 75

4.78% Джерела з Бібліотеки 255 Сторінка 77

0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

Не знайдено жодних посилань

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 10

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 4.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. **Помилко в документах: 13%**

ID: 114577 Назва: БКР Мікроконтролерна система «Голографічний годинник» Додано в БД: 2023-06-02 Автора: М.С. Гусаченко Керівники: Т. О. Говорущенко Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	108562	925	4447 (4%)	40 (4%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

Завідувачу кафедри КПС
д-р.техн.наук, проф. Говорущенко Т. О.

Гусаченка Миколи Сергійовича

ІІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи КІ2-19-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

31.05.2023

дата



підпис

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Гусаченко Микола Сергійович

Тема: Мікроконтролерна система «Голографічний годинник»

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 55

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Метою кваліфікаційної роботи є мікроконтролерна система керування радіорозетками

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню.

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: В першому розділі кваліфікаційної роботи проведено дослідження предметної області, пов'язаної з голографічним годинником, а також поставлена задача розробки мікроконтролерної системи для його реалізації. Отримано важливі відомості про голографію та існуючі годинники, що допоможе в подальшій розробці системи. Проведено детальний аналіз та розробка алгоритмів для відтворення голографічних зображень та імплементації функціональності годинника.

В другому розділі кваліфікаційної роботи проведено проектування системи, включаючи визначення функціональних вимог, вибір апаратних компонентів та розробку архітектури. Це дозволило створити загальне уявлення про систему та підготувати основи для подальшої реалізації та програмування мікроконтролерної системи голографічного годинника.

В третьому розділі кваліфікаційної роботи було успішно реалізовано програмне та апаратне забезпечення системи. Були розроблені та імplementовані необхідні алгоритми для відтворення голографічних зображень та функціональності годинника. Після завершення реалізації було проведено тестування, що підтвердило працездатність та відповідність системи поставленим вимогам. У наступному

розділі буде розглянуто оцінку продуктивності та можливості подальшого розширення системи.

4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи: здійснений неповний аналіз мікроконтролерної системи «Голографічний годинник».

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації.

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

8. Інші зауваження: _____

9. Оцінка дипломної роботи: добре, 4.5 В

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) Доцент кафедри інженерії програмного забезпечення, к.т.н., доц. Гурман І.В.

“30” травня 2023 р.

 (підпис)

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованою системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Мікроконтролерна система керування радіорозетками

Автор: Гусаченко Микола Сергійович

Спеціальність: 123 – Комп'ютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Лисенко Сергій Миколайович, д.т.н, професор

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

- 1) запозичення, які викладені в розділах аналізу наявних аналогів та прототипів, не пов'язані безпосередньо з моїм дослідженням і не стосуються отриманих результатів;
- 2) всі цитовані джерела є фрагментарними або мають належним чином оформлені посилання;
- 3) окремі співпадиння, виявлені у тексті, є загальноприйнятними фразами або виразами, оскільки система посилається на збіг з певними джерелами лише на один фрагмент речення;
- 4) в якості запозичень в окремих місцях системою зафіксовано послідовності програмного коду, які є вхідними даними до програмно-технічного засобу і не можуть розглядатися як об'єкт авторських прав і, відповідно, їх порушення;
- 5) усі виявлені системою ознаки модифікації тексту включають комбінації латинських символів з україномовними скороченнями індексів у формулах. Однак ці модифікації не впливають на зміст тексту.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 6.03% і адресується до 419 першоджерела, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КПС



С. М. Лисенко

С. М. Лисенко

Т. О. Говорущенко