

Вінницький національний технічний університет  
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії  
Кафедра обчислювальної техніки

## **Пояснювальна записка**

до магістерської кваліфікаційної роботи  
магістра

на тему «Мікроконтролерні засоби керування сучасними мультимедійними  
системами»

Виконав: студент 2 курсу, групи 2КІ-20м  
напряму підготовки (спеціальності)  
123 — «Комп'ютерна інженерія»  
\_\_\_\_\_ Воронюк Д. О.

Керівник: к.т.н., доц. каф. ОТ  
\_\_\_\_\_ Савицька Л. А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

Опонент: д.т.н., проф., зав. каф ЗІ  
\_\_\_\_\_ Кондратенко Н.Р.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**Допущено до захисту**  
Завідувач кафедри ОТ  
д.т.н., проф. Азаров О.Д.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

Вінниця 2021

Вінницький національний технічний університет  
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії  
Кафедра обчислювальної техніки  
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр  
Спеціальність 123 — «Комп'ютерна інженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри  
обчислювальної техніки  
\_\_\_\_\_ проф., д.т.н. О.Д. Азаров

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**З А В Д А Н Н Я**

**НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Воронюку Дмитру Олександровичу

1 Тема роботи «Мікроконтролерні засоби керування сучасними мультимедійними системами», керівник роботи Савицька Людмила Анатоліївна, к.т.н., доцент, затверджені наказом вищого навчального закладу від 24.09.2021 р. №227

2 Строк подання студентом роботи 15.12.2021 р.

3 Вихідні дані до роботи — аудіо сигнал який поступає з SD карти або через безпроводний інтерфейс.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): вступ, огляд і аналіз існуючих методів керування мультимедійних систем, розробка структурної схеми приладу, огляд та вибір структурних компонентів, розробка схеми електричної функціональної апаратної платформи, розрахунок економічної доцільності створення апаратної платформи.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): структурна схема, схема підключення Bluetooth модуля, схема підключення Wi-Fi модуля, схема підключення дисплейного модуля, схема підключення SD карти та інфрачервоного приймача.

6 Консультанти розділів роботи представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 — Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1,2,3	Савицька Л. А., к.т.н., доцент		
4	Лесько О. Й., к.е.н., професор		

7 Дата видачі завдання 07.09.2021 р.

8 Календарний план наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 — Календарний план

№	Назва етапів виконання магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Постановка задачі роботи	07.09.21	
2	Огляд існуючих методів керування мультимедійними системами	08.09-09.09.21	
3	Аналіз та вибір методів керування мультимедійними системами	10.09-18.09.21	
4	Огляд та вибір технологій системи керування мультимедійними системами	19.09-01.10.21	
5	Розробка структурної схеми системи керування мультимедійними системами	12.10-22.10.21	
6	Огляд та вибір структурних компонентів	22.10-31.10.21	
7	Розробка схеми електричної функціональної апаратної платформи	11.11-16.11.21	
8	Розрахунок економічної частини роботи	17.11-30.11.21	
9	Оформлення пояснювальної записки та ілюстративного матеріалу	01.12-06.12.21	
10	Аналіз виконання роботи, висновки, додатки	07.12-06.12.21	
11	Перевірка якості виконання магістерської роботи та усунення недоліків	15.12.21	

Студент \_\_\_\_\_ Воронюк Д. О.

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Савицька Л. А.

## АНОТАЦІЯ

УДК 004.42

Воронюк Д.О. Мікроконтролерні засоби керування сучасними мультимедійними системами. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 123 – комп'ютерна інженерія, освітня програма – комп'ютерна інженерія. Вінниця: ВНТУ, 2021. 135с.

На укр.мові. Бібліогр.: 40 назв; рис.: 15 ; табл. 0.

Дана магістерська робота присв'ячена засобам мікроконтролерного керування сучасними мультимедійними системами. В роботі був проведений аналіз відомих методів та новітніх технологій що відповідають якості на рівні Ні-Fi.

У роботі було розроблено апаратну платформу мікроконтролерного керування сучасними мультимедійними системами, з використанням безпроводних інтерфейсів Wi-Fi та Bluetooth, а також за допомогою інфрачервоного пульта управління.

В магістерській роботі були також виконані економічні розрахунки по визначенню доцільності розробки системи мікроконтролерного керування сучасними мультимедійними системами.

Ключові слова: мультимедійні технології, бездротовий зв'язок, Bluetooth, Wi-Fi.

## ANNOTATION

Voronyuk D. O. Microcontroller controls for modern multimedia systems. Master's thesis in specialty 123 - computer engineering, educational program - computer engineering. Vinnytsia: VNTU, 2021. 135p.

In Ukrainian. Bibliogr .: 40 titles; fig .: 15; table 0.

This master's thesis is devoted to the means of microcontroller control of modern multimedia systems. The analysis of known methods and selection of the newest technologies corresponding to quality at the level of Hi-Fi was carried out in the work.

The hardware platform of microcontroller control of modern multimedia systems was developed in the work, with the use of wireless interfaces Wi-Fi and Bluetooth, as well as with the help of infrared control panel.

In the master's thesis, economic calculations were also performed to determine the feasibility of developing a microcontroller control system for modern multimedia systems.

Keywords: multimedia technologies, wireless communication, Bluetooth.

## ЗМІСТ

<b>СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ .....</b>	<b>8</b>
<b>ВСТУП.....</b>	<b>9</b>
<b>1 ТЕХНІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РОЗРОБКИ.....</b>	<b>12</b>
1.1 Обґрунтування актуальності теми .....	12
1.2 Суть технічної проблеми та шляхи її вирішення.....	13
1.3 Сучасні тенденції розвитку в області комп'ютерних засобів відтворення звуку.....	18
1.4 Безпроводні засоби управління мультимедіа Bluetooth та Wi-fi.....	20
1.5 Управління мультимедіа за допомогою ІЧ пульта .....	27
1.6 Огляд та аналіз аналогів на ринку .....	32
1.6.1 Акустична система Triangle AIO 3 Silver .....	32
1.6.2 Бездротова аудіосистема Sonos Move.....	34
<b>2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ .....</b>	<b>36</b>
2.1 Аналіз технологій передачі аудіо потоків через Bluetooth .....	36
2.2 Технологія DLNA.....	38
2.3 Аналіз можливих підходів та розробка структурної схеми пристрою..	41
<b>3 РОЗРОБКА АПАРАТНОЇ ПЛАТФОРМИ.....</b>	<b>44</b>
3.1 Вибір мікроконтролерної платформи .....	44
3.2 Вибір Bluetooth модуля та його підключення .....	46
3.3 Вибір Wi-Fi модуля та його підключення .....	49
3.4 Вибір та підключення OLED дисплея.....	53
3.5 Організація підключення ІЧ приймача та microSD карти до мікроконтролера.....	56
<b>4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ СТВОРЕННЯ АПАРАТНОГО ЗАСОБУ МІКРОКОНТРОЛЕРНОГО КЕРУВАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИМИ СИСТЕМАМИ.....</b>	<b>59</b>
4.1 Проведення комерційного та технологічного аудиту науково-технічної розробки .....	60
4.2 Розрахунок витрат на здійснення науково-дослідної роботи.....	65
4.2.1 Витрати на оплату праці.....	65

					<i>08-23.МКР.018.00.000 ПЗ</i>		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Воронюк Д.О.				Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Савицька Л.А.				6	95	
Рецензент	Лужецький В.А.				<b>ВНТУ, гр. 2КІ-20м</b>		
Н. Контроль	Швець С.І.						
Затверджую	Азаров О.Д.						
					<i>Мікроконтролерні засоби керування сучасними мультимедійними системами Пояснювальна записка</i>		

4.2.2 Відрахування на соціальні заходи.....	67
4.2.3 Сировина та матеріали.....	67
4.2.4 Розрахунок витрат на комплектуючі .....	68
4.2.5 Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт .....	68
4.2.6 Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт .....	68
4.2.7 Амортизація обладнання, програмних засобів та приміщень.....	69
4.2.8 Паливо та енергія для науково-виробничих цілей .....	69
4.2.9 Службові відрядження.....	70
4.2.10 Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації .....	70
4.2.11 Інші витрати.....	71
4.2.12 Накладні (загальновиробничі) витрати .....	71
4.3 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки за її можливої комерціалізації потенційним інвестором .....	72
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	78
<b>ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ</b> .....	80
<b>ДОДАТОК А</b> Технічне завдання .....	84
<b>ДОДАТОК Б</b> Структурна схема пристрою .....	87
<b>ДОДАТОК В</b> Параметри платформ STM32 .....	88
<b>ДОДАТОК Г</b> Технічні характеристики STM32F103C8T6.....	89
<b>ДОДАТОК Д</b> Схема підключення Bluetooth модуля.....	90
<b>ДОДАТОК Е</b> Схема підключення Wi-Fi модуля.....	91
<b>ДОДАТОК Є</b> Схема підключення OLED дисплейного модуля .....	92
<b>ДОДАТОК Ж</b> Схема підключення SD карти та IR модуля.....	93
<b>ДОДАТОК И</b> Схема електрична функціональна пристрою.....	94
<b>ДОДАТОК К</b> Протокол перевірки навчальної роботи .....	95

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

МК — мікроконтроллер,

ЕОМ — електронна обчислювальна машина,

DLNA — Digital Living Network Alliance,

UART — Universal asynchronous receiver/transmitter,

SPI — Serial Peripheral Interface



## ВСТУП

Сучасне суспільство характеризується швидким поширенням інформації та вдосконаленням інформаційних технологій. Отже, модернізація існуючих та розвиток нових комп'ютерних технологій стають невід'ємною частиною сьогодення.

Однією з комп'ютерних технологій, які найшвидше розвиваються [1], яка сьогодні охоплює майже всі галузі, є комп'ютерні мультимедійні технології, які поєднують як традиційну статичну візуальну інформацію (текст, графіка), так і [1] динамічну (мова, музика, відеокліпи, анімація) тощо). Сучасні мультимедійні засоби надають широкий спектр інформації, використовуючи різноманітне програмне та апаратне забезпечення, щоб максимально ефективно впливати на користувача, який став одночасно читачем/користувачем інформації, а також слухачем і глядачем.

Мультимедійні технології відкривають абсолютно новий рівень обробки інформації та інтерактивної взаємодії людини з комп'ютером, стаючи однією з нових технологічних форм інформаційного суспільства [2]. Характерною особливістю сучасних мультимедійних технологій є їх здатність [3] не тільки виробляти продукт, призначений для використання, а й опосередковано впливати на користувача. Нові види обробки та доставки інформації, нові способи доступу до інформації дозволяють нам диференціювати нашу культуру, сприяти глобальному обміну культурними цінностями, інформацією та знаннями, сприяють більш інтенсивному спілкуванню між людьми.

Завдяки мультимедійним технологіям одночасно реалізується безліч різних [4] потреб — спілкування, розваги, навчання, споживання товарів і т.д. Це стає можливим завдяки специфічним властивостям мультимедійної системи, що має засоби для швидкого і широкого поширення найрізноманітнішої інформації, а також для встановлення діалогу, залучення в дискусію широкого кола людей, що досягається за рахунок такого властивості, як інтерактивність.

Ці особливості мультимедійних технологій зумовлені головним чином тим, що вони дозволяють легко сприймати людину за допомогою природного способу подання інформації в людській і звуковій формі. Відповідно, мультимедійні засоби включають широкий спектр інтерфейсів, як інтерфейсів введення (камера, мікрофон, сенсорний екран тощо), так і вихідних інтерфейсів (дисплеї, джерела звуку тощо).

**Об'єктом дослідження** є процеси керування та передачі інформації за допомогою безпроводних технологій.

**Предметом дослідження** є засоби керування та передачі інформації високої якості через безпроводні інтерфейси на базі мікроконтролера STM32F103C8T6 та цифрових інтерфейсів підключення UART, I2C та SPI.

**Наукова новизна** цієї теми полягає у створенні ефективної системи із зручним функціоналом, керування та передачі якісного сигналу, за допомогою використання сучасного кодека передавання інформації AptX HD, який відрізняється відмінною якістю – на рівні Hi-Res, та технології DLNA.

**Метою роботи** є вдосконалення сучасної системи керування мультимедіа, спрямоване на спрощення його виготовлення і зменшення вартості.

Для досягнення поставленої мети в проекті мають бути вирішені такі задачі:

- аналіз можливих підходів до побудови сучасної системи керування мультимедіа.
- визначення структурної побудови сучасної системи керування мультимедіа.
- вдосконалення схеми електричної принципової сучасної системи керування мультимедіа.

**Практична цінність роботи** полягає в створенні керування мультимедійними системами з використанням сучасних технологій, який відрізняється функціоналом від аналогів.

**Апробацію** результатів роботи здійснено на 50-й Науково-технічній конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету та на Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2021)».

Матеріали магістерської роботи **опубліковані** у [5].

# 1 ТЕХНІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РОЗРОБКИ

## 1.1 Обґрунтування актуальності теми

Однією із провідних тенденцій інформатизації сучасного суспільства є розвиток мультимедійних технологій, їх проникнення в різні сфери суспільного життя: виробництво, торгівлю, науку, освіту, культуру масового споживання. Ці технології забезпечують багатий зміст і форму, комбінацію різних типів тексту, графіки, звуку, відео, фотографічної інформації та різні способи їх вилучення. Ці технології не тільки роблять комп'ютерну взаємодію більш природною для користувачів, а й створюють принципово новий рівень обробки інформації та інтерактивної взаємодії людини з комп'ютером [4].

Наприклад, в освіті мультимедійний комп'ютер є універсальним навчальним або інформаційним засобом практично для будь-якої сфери знань і людської діяльності. При цьому учні не тільки чують і бачать дидактичний матеріал, а й активно беруть участь в управлінні його поданням, повертаючись до малозрозумілих або найцікавіших розділів. У медицині мультимедійні технології забезпечують розробку методів операцій, полегшують роботу з каталогами ліків тощо. У сфері бізнесу, наприклад, нерухомості, вони дозволяють створювати каталоги, які дають можливість покупцеві побачити будинок на екрані з різних ракурсів, зробити інтерактивний відеоекскурс по всім приміщенням, переглянути плани та креслення. У військовій сфері мультимедійні засоби дають змогу переносити на інтерактивні відеодиски всю технічну, експлуатаційну та навчальну документацію з усіх систем зброї, створення та масове використання тренажерів на основі таких дисків [6].

Ви отримуєте практично миттєвий доступ до кожного зображення видаленого матеріалу, можливість «електронно» налаштувати діалог з точністю до зображення. Бути об'єктом різноманітних відеоефектів, накладень і перетворень зображень, звукових маніпуляцій, «складання» саундтреків із звуків із різних зовнішніх джерел звуку, із звукового банку, із програм звукових ефектів [7].

Нарешті, без мультимедійних технологій реалізація систем віртуальної чи альтернативної реальності неможлива. За допомогою спеціального обладнання отримується можливість опинитися в комп'ютерному або змодельованому світі, відчуті в ньому, наприклад, побачити витягнуту руку, взяти віртуальний об'єкт і відчуті його вагу [8].

Як видно з аналізу різноманітності сфер застосування мультимедійних технологій, йдеться насамперед про забезпечення взаємодії з користувачем через органи зору та слуху. Незважаючи на те, що більшість зовнішньої інформації ми сприймаємо візуально, звукові образи для нас важливі не менше, а часто навіть більше. Наприклад, сюжет фільму зникає без звуку, а з одним звуком залишається чітким. Виходячи з усього вищесказаного, удосконалення системи керування мультимедійними засобами з метою розширення можливостей її використання для озвучування в мультимедійних додатках є актуальним технічним завданням.

## 1.2 Суть технічної проблеми та шляхи її вирішення

Сьогодні мультимедійні технології є одним з найбільш перспективних і популярних напрямків інформатики. Їхня мета — створити продукт, який містить колекції зображень, тексту та даних, що супроводжуються звуком, відео, анімацією та іншими візуальними ефектами, а також включає інтерактивний інтерфейс та інші елементи керування. Таким чином, мультимедіа – це набір апаратних і програмних засобів, які дозволяють людині спілкуватися з комп'ютером за допомогою різних природних середовищ, таких як звук, відео, графіка, текст, анімація тощо [9]. В результаті їх можна ефективно використовувати в багатьох сферах: освіта, наукова діяльність, торгівля, послуги та розваги, військова справа. Саме тому мультимедійні технології на сьогодні є одним із найперспективніших напрямків інформаційних технологій, який динамічно розвивається.

Мультимедійні технології дозволяють змістовно та гармонійно інтегрувати різні види інформації. Це можливо завдяки тому, що інформація може бути представлена в різних формах за допомогою комп'ютера:

- зображення, включаючи відскановані фотографії, малюнки, карти та слайди;
- записи голосу, звукові ефекти та музика;
- відео, складні відеоефекти;
- анімація та анімаційне моделювання.

Для побудови мультимедійної системи потрібні додаткові апаратні засоби: аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі для перетворення аналогових аудіо- та відеосигналів у цифровий формат і навпаки, відеопроектори, різноманітні декодери, спеціалізовані інструменти для стиснення даних у файли прийнятної розміру. і так далі. При цьому, як правило, всі пристрої, що відповідають за звук, об'єднуються в так звані звукові карти, а за відео — на відеокарту.

Основною ознакою, що відрізняє комп'ютерну мультимедійну систему, є важливіша роль, що відводиться звуковій інформації. Тому звукова карта використовується в поєднанні з динаміками або навушниками, щоб отримати повний звук. Переважним є бездротовий метод передачі сигналу між комп'ютером і акустичною системою. Такий підхід забезпечує більшу зручність і гнучкість використання. У цьому плані ринок пропонує широкий асортимент колонок з бездротовим інтерфейсом. Однак співвідношення функціональність/ціна у них залишається відносно невеликим: доступні вироби для масового використання характеризуються середніми технічними параметрами і, навпаки, функціонально краще — мають високу вартість. Виходячи з усього вищесказаного, актуальним технічним завданням є удосконалення підсилювача звуку для мультимедійних комп'ютерних систем з метою розширення можливостей його використання звуку в мультимедійних додатках.

Сьогодні основними бездротовими технологіями малої дії є Bluetooth, ZigBee, Wi-Fi і 434/868 МГц.

Стандарт Bluetooth є компромісним з точки зору співвідношення економія / діапазон / швидкість. За функціоналом і застосуванням в різних додатках він має найбільшу кількість перетинів з іншими стандартами групи Short Range RF. Основною ідеєю Bluetooth [9] було створення універсального, надійного і дуже дешевого радіоінтерфейсу для бездротового доступу. Технологія Bluetooth дозволяє підключатися до різноманітних професійних і домашніх пристроїв у режимах мовлення, даних і мультимедіа, забезпечуючи при цьому його електромагнітну сумісність з іншим домашнім або офісним обладнанням.

Аналізуючи поточний стан технології Bluetooth, можна вказати на плюси і мінуси.

До переваг стандарту можна віднести:

- високий рівень стандартизації та сумісності з іншими Bluetooth-пристроями різних виробників;
  - захист переданих даних;
  - низькі витрати;
  - велика дальність (до 1000 м);
- універсальність і широкий вибір модулів для різних завдань.

До недоліків можна віднести:

- відносно високе енергоспоживання (робота від автономних джерел енергії не завжди можлива). Очікується, що нова версія специфікації Bluetooth 4.0 буде видалена;
- відносно низька швидкість передачі даних (до 1 Мбіт/с). Фактична швидкість обміну даними зазвичай обмежена пропускнуою здатністю зовнішніх апаратних інтерфейсів модуля.

Стандарт бездротової передачі даних Wi-Fi був створений спеціально для підключення кількох комп'ютерів до однієї локальної мережі. Його переваги включають:

- висока швидкість передачі даних;
- компактність;
- велика кількість модулів для різних завдань;
- високий рівень стандартизації та сумісності між пристроями Wi-Fi різних виробників;
- захист переданих даних.

Основними недоліками є:

- висока енергоємність і неможливість тривалої роботи від автономних джерел енергії;
- відносно висока ціна (порівняно з Bluetooth і ZigBee).

Стандарт бездротового зв'язку ZigBee в основному використовується там, де діапазон прямої лінії зв'язку недостатньо великий і його потрібно збільшити, зберігаючи низьке споживання енергії. Характерні особливості цього стандарту дозволяють:

- створювати комплексні мережеві рішення з автоматичною маршрутизацією, повторною передачею пакетів даних та автоматичним відновленням мережі у разі відмови окремих вузлів;
- забезпечити високий рівень захисту переданих даних;
- гнучко налаштовувати вузли мережі;
- підтримувати від кількох сотень до кількох тисяч вузлів в одній мережі;
- отримати швидкість передачі даних 250 кбіт/с по радіоканалу.

Переваги ZigBee:

- захист переданих даних;
- підтримка складних бездротових мереж;
- наднизьке енергоспоживання (час роботи батареї можливий до 10 років).

Недоліки:



- недостатній рівень стандартизації та відсутність єдиної програмно-апаратної платформи для розробки складних додатків;

- низька швидкість передачі даних. Більшість трафіку ZigBee споживається пакетами, що містять інформацію про адресу, пакетами синхронізації тощо; корисна швидкість передачі даних становить близько 30 кбіт/с.

На практиці [10] трапляються ситуації, коли жоден із існуючих РЧ-стандартів бездротового зв'язку малої дальності не відповідає вимогам програми розробки. Спеціально для таких випадків група діапазонів радіочастот 434/868 МГц, в яких немає стандартів бездротового зв'язку, відкрита для вільного використання світу. Пристрої передачі даних на цих РЧ мають такі характеристики:

- відсутність стандартизації. Кожен розробник може створити власний стек протоколів для взаємодії між радіоприроями;

- великий вибір комплектуючих. Розробник завжди може вибрати компоненти, які найбільше відповідають вимогам проекту за ціною, ступенем інтеграції, способом монтажу тощо;

- великий радіус дії порівняно з пристроями 2,4 ГГц. РЧ радіохвилі менш інтенсивно загасають при поширенні в різних середовищах і краще обходять фізичні перешкоди;

- відносно низька швидкість порівняно з пристроями 2,4 ГГц.

Переваги короткого діапазону RF 434/868 МГц:

- дальність дії (до 10 км);

- наднизьке енергоспоживання (час роботи батареї можливий до 10 років);

- можливість постійно розвивати власний стек.

Недолік — швидкість передачі даних (до кількох десятків кбіт/с).

Цей огляд показує, що всі стандарти Short Range RF Group багато в чому перетинаються і прагнуть конкурувати один з одним в однакових практичних застосуваннях і сегментах ринку. Однак стандарт Bluetooth є компромісним з

точки зору дальності / швидкості / економії. Крім того, Bluetooth близький до всіх трьох стандартів. З огляду на це, технологія Bluetooth є найперспективнішою з точки зору застосування в переважній більшості проектів і тому буде використовуватися в пристрої, що розробляється [9].

### 1.3 Сучасні тенденції розвитку в області комп'ютерних засобів відтворення звуку

Сьогодні звук став невід'ємною частиною використання комп'ютера. Для звукових карт IBM із сумісних комп'ютерів спостерігаються такі тенденції [11].

По-перше, для відтворення звуку замість частотної модуляції (FM), яка використовує все більше табличного синтезу (форми хвилі) або WT, отриманий таким чином сигнал більше схожий на звук реальних інструментів, ніж синтез FM. Використовуючи відповідні алгоритми, навіть один тон музичного інструменту може відтворити все інше, тобто відновити повне звучання. Зразки цих сигналів зберігаються на енергонезалежних запам'ятовуючих пристроях, або програмне забезпечення завантажується в оперативну пам'ять звукової карти [12].

На дешевших платівках частіше зустрічається частотно-модульований синтез із синусоїдальними коливаннями, що призводить до неточних звуків інструментів, звукових дисплеїв та гуркоту ігор останнього покоління. Синтез вбудованого чіпа зберігає попередньо оцифровані зразки звучання музичних інструментів і звукові ефекти. В результаті звукозаписи виходять більш природними та виразними [11], [12].

Ensoning був синтезований в 1984 році як піонер у виробництві WT. Незабаром ром WT синтезують багато таких відомих компаній, як Emu, Korg, Roland і Yamaha. Фірмові виробники звукових карт додають синтез WT двома способами: або вставляючи його в звукову карту свого чіпа, або фактично використовуючи його як дочірню карту. Інакше звукова карта дешевше, але загальна головна і підлегла запис [12].

По-друге, це сумісність звукових карт. Справді, кілька основних стандартів для звукових карт виникли за відносно коротку історію розвитку мультимедіа. Тому майже всі ігрові та розважальні звукові карти сумісні з Adlib і Sound Blaster. Усі звукові картки, орієнтовані на візитні картки, як правило, сумісні зі звуковою системою Microsoft MS Windows [13].

По-третє, сучасні звукові карти мають такий компонент, як цифровий сигнальний процесор (DSP). Розпізнавання мовлення, 3D-звук, синтез WT, стиснення та декомпресія аудіосигналів — усе це входить до складу цього пристрою. Однак кількість звукових карт, оснащених DSP, не дуже велика. Причина в тому, що такий потужний інструмент можна використовувати лише для вирішення точно визначених проблем. На сьогоднішній день Texas Instruments є одним з найвідоміших виробників потужних DSP. Варто відзначити, що через високу ціну обладнання DSP відразу встановлюється лише на професійні музичні карти [12].

По-четверте, тенденція інтегрувати функції звукової карти безпосередньо на материнську плату стає все більш стабільною. Однак такий підхід не впливає на ринок звукових карт. Основною проблемою вбудованих пристроїв обробки звуку є обмежені ресурси комп'ютерної системи, сумісної з IBM PC. Корінь проблеми потенційно полягає в можливості конфліктів між каналами прямого доступу до пам'яті. Прикладом плати з вбудованим звуком є материнська плата OPTi495 SLC, яка використовує 16-розрядний стереокодек AD 1848 від ANALOG DEVICES [12], [13].

По-п'яте, виробники, які шукають більш природне відтворення звуку, використовують технологію об'ємного або 3D-звуку. Гучність звуку на сьогоднішній день є найпопулярнішим напрямком у відтворенні звуку. Фактично використання ефектів об'ємного звучання значно розширює звуковий простір [12].

В шосте, практично всі звукові карти мають вбудований інтерфейс для підключення приводу CD-ROM. В основному використовуються диски різних фірм - Sony, Panasonic / Matsushita і Mitsumi. Хоча Sony вважається лідером у

цій галузі. також є карти та блоки, які підтримують стандартний інтерфейс ATA (IDE). Останній використовується для комп'ютерів з жорсткими дисками [12], [13].

У сьомих, використовуйте на картах режим DualDMA, що означає прямий доступ до подвійної пам'яті, тож ви можете використовувати два канали DMA для одночасного запису та відтворення [14].

#### 1.4 Безпроводні засоби управління мультимедіа Bluetooth та Wi-fi

Технологія Bluetooth найчастіше використовується в мобільних телефонах, а також відома пересічному споживачеві як зручний спосіб підключення домашньої та офісної електроніки. Більшість профілів в першу чергу орієнтовані на вирішення цих проблем. Зараз кількість профілів досягає трьох десятків, у тому числі:

Advanced Audio Distribution Profile (A2DP) — для передачі двоканального стереопотоку аудіо, наприклад музики, на бездротову гарнітуру або інший пристрій;

Audio / Video Remote Control Profile (AVRCP) — для передачі зображення між пристроями;

Базовий профіль друку (BPP) — дозволяє надсилати на принтер текст, електронні листи, візитні картки та інші елементи;

Профіль Hands-Free (HFP) — підключається до бездротової гарнітури та телефону;

Human Interface Device Profile (HIDP) — для підтримки пристроїв з HID (Human Interface Device), таких як миші, джойстики, клавіатури;

SIM Access Profile (SAP) — дозволяє отримати доступ до SIM-картки телефону;

Dial-up Networking Profile (DUN) — забезпечує стандартний доступ до Інтернету або іншої телефонної служби через Bluetooth;

Video Distribution Profile (VDP) — дозволяє транслювати відео;

Serial Port Profile (SPP) — емулює послідовний порт, що дозволяє замінити стандартне бездротове з'єднання RS-232.

Однак ринок Bluetooth не обмежується домашніми та офісними програмами. У промислових [15]системах ця технологія все частіше використовується як заміна проводів в розширеному інтерфейсі RS-232 (Recommended Standard 232 — стандарт для послідовної синхронної та асинхронної двійкової передачі даних між терміналом і пристроєм зв'язку).

Радіостанції розширення на основі модулів Bluetooth з підтримкою SPP забезпечують «прозору» передачу даних за послідовним протоколом та швидкий введення/виведення даних та керуючих сигналів у режимі реального часу. Однак слід зазначити, що поняття «реальний час» в даному випадку є дещо умовним, оскільки час проходження інформації по всіх рівнях стеку Bluetooth може бути різним для різних модулів і досягати 35 мс.

Системи Bluetooth належать до класу взаємосумісних відкритих систем.

Пристрої Bluetooth — це фізично мікросхеми, які забезпечують зв'язок у діапазоні 2,4 ГГц. Ця лінія в більшості європейських країн і в США належить до групи обладнання для промислового, наукового та медичного застосування — ISM (Industrial, Pacific, Medical). Для його роботи не потрібна ліцензія. Площа кристала в пристроях Bluetooth не перевищує квадратного сантиметра, а споживана потужність дуже мала (від 1 мВт до 2,5 мВт). Пристрої забезпечують зв'язок на відстані до 10 метрів, а при збільшенні потужності до від 100 мВт до 100 м.

Технологія Bluetooth використовує метод розповсюдження спектру зі стрибкоподібними змінами частоти (FHSS). Виділений діапазон частот розділений на 79 каналів, які перемикаються 1600 разів на секунду. Цей механізм забезпечує надійний захист від перешкод і передбачувану передачу даних. У Bluetooth версії 2.0 цей механізм було вдосконалено, дозволяючи повністю скористатися перевагами стандарту.

Передача даних здійснюється двома способами: через синхронний і асинхронний канал зв'язку. Синхронний канал передає дані в обох напрямках

із пропускною здатністю 64 кілобіт на секунду і розроблений спеціально для передачі голосу. Асинхронний канал даних досягає максимальної швидкості 721 кілобіт на секунду в одному напрямку і 57,6 кілобіт на секунду в іншому напрямку. При симетричній передачі по цьому каналу швидкість 432,6 кілобіт на секунду досягається в обох напрямках. В цілому продуктивність Bluetooth в початкових версіях становила близько 1 МБ/с.

Завдяки специфікації 2.0 + Enhanced Data Rate можна втричі збільшити швидкість передачі даних Bluetooth. Завдяки цьому стандарту швидкість передачі досягає 3 МБ/с. Це дозволяє передавати 240 КБ на секунду між двома пристроями. Специфікація 2.1 + EDR стала ще зручнішою, тому підключати пристрої набагато простіше (спарювання). Крім того, пристрої, що використовують Bluetooth 2.1 + EDR, стали більш енергоефективними.

Сучасні архітектурні рішення модуля Bluetooth розроблені на основі низької вартості, низького споживання енергії та невеликого розміру мікросхеми. Кожен пристрій має унікальну 48-бітну мережеву адресу, яка сумісна зі стандартним форматом терміналу IEEE 802 LAN. Якщо приймач і контролер зв'язку є спеціалізованими мікросхемами, то контролери зв'язку реалізовані на стандартних мікроконтролерах або їх функції підтримуються центральними процесорами кінцевих пристроїв, таких як ноутбуки. Основним нововведенням тут є однокристальний трансивер, який поєднує в собі високочастотну схему та схему обробки цифрового потоку на одному кристалі кремнію [16].

Для бездротових рішень Bluetooth доступні різні модулі Bluetooth. На відміну від модулів ZigBee, рішення Bluetooth не розраховані на місяці автономної роботи. Модулі Bluetooth можуть передавати голосові та цифрові дані на відстань 10-100 метрів. Завдяки стандартним інтерфейсам модулі Bluetooth можна легко інтегрувати в пристрої різного призначення. Практично всі модулі Bluetooth підтримують режим послідовного порту і можуть використовуватися для заміни кабелю RS-232. Існуюче програмне забезпечення пристрою не потребує оновлення.

Bluetooth надає послуги з'єднання "точка-точка" для двох пристроїв Bluetooth або "точка-багато точок". В останньому випадку пристрої Bluetooth можуть з'єднуватися між собою та утворювати мережі пікомереж, коли один із пристроїв є Master, Seven – Slave. Кілька піків можуть перекриватися, утворюючи дисперсійну мережу з 256 пристроями. Після підключення до Reach кожен підпорядкований пристрій отримує від майстра пакет, що містить Global\_ID, який використовується для визначення порядкового номера налаштування частоти, а також трибітну адресу AMA (Active Member Address) для зв'язку з сусідами.

Зв'язок між модулем і хост-драйвером відбувається через високошвидкісний інтерфейс USB або інтерфейс UART (Універсальний асинхронний приймач / передавач) / РСМ (імпульсно-кодова модуляція). Хост надсилає команди і у відповідь отримує повідомлення від модуля про їх виконання. Менеджер зв'язку встановлює необхідну конфігурацію цього інтерфейсу [17].

Використання компонентів OEM (Original Equipment Manufacturer) комерційних або промислових модулів температури Bluetooth можна вважати швидким способом інтеграції бездротового зв'язку Bluetooth у пристрій розробки. Оскільки Bluetooth працює в тому ж діапазоні частот, що й IEEE802.11 (WiFi), багато виробників чіпсетів Bluetooth забезпечують співіснування з інфраструктурою Wi-Fi (співіснування Bluetooth-WiFi).

Технологія Bluetooth є ідеальним рішенням для мобільних пристроїв, комп'ютерів, КПК, слухових апаратів, діагностичних пристроїв тощо [18].

Сьогодні бездротовий зв'язок став звичним явищем для телемедицини. Використовується в лікарняних телеметричних системах і реанімаційних системах. Він все частіше використовується в аудіоіндустрії. За допомогою цієї технології можна не тільки організувати бездротовий зв'язок між ноутбуком, мобільним телефоном або КПК, а й підключити периферійні пристрої, такі як: клавіатура, аудіонавушники, веб-камера, розширювач радіосигналу, адаптер для принтера bluetooth тощо.

Bluetooth підтримують такі гіганти сучасної індустрії, як Ericsson, IBM, Microsoft, Nokia, Motorola, Intel, Toshiba. Це забезпечує інновації, стабільність і фінансування нових розробок.

Усі бездротові стандарти — від інфрачервоного зв'язку до GPRS (General Packet Radio Service) — мають власні сертифікати, міжнародні правила, описані в супровідній документації. У свій час вони розроблялися централізовано та координувалися з кількома органами влади. Це означає, що будь-який виробник за згодою відповідної організації або без неї (як у випадку з GSM та CDMA) (як у випадку Bluetooth чи Wi-Fi) може інтегрувати модулі на основі цих технологій у свої продукти. При цьому гарантується сумісність продукту з пристроями, які підтримують ці єдині правила.

Модулі Bluetooth поділяються на три класи залежно від потужності випромінювання. Модулі класу 1 (Peer менше 100 мВт), які в основному використовуються на промислових підприємствах, мають радіус дії до 100 м. Пристрої класу 2 (Peer менше 2,5 мВт) працюють на відстані до від 15 до 20 м. Клас 3 (P менше 1 мВт) виробу, які зазвичай використовуються в мобільних домашніх пристроях, мають радіус дії від 3 до 5 м.

Ще одна вимога — простота використання. Готові пристрої Bluetooth повністю відповідають цій вимозі. Більшість модулів є цілісними пристроями і для підключення вимагають мінімум зовнішніх компонентів. Bluetooth найчастіше використовується для пристроїв для емуляції звичайного асинхронного послідовного порту (UART). Єдина відмінність полягає в тому, що спочатку потрібно встановити з'єднання через радіо, а потім модуль Bluetooth використовується майже як звичайний нуль-модемний кабель.

З апаратної точки зору підключення модуля дуже просте — антена підключається до виходу RF, підключається UART, відповідний вихід підключається до джерела 3В (залежно від моделі) і на час перемикання мс. Підключаючи висновки послідовного інтерфейсу, слід пам'ятати, що крім ліній прийому/передачі (Rx/Tx) необхідно використовувати апаратні лінії керування потоком (CTS/RTS). Це необхідно, щоб виключити можливість



втрати інформації при переповненні внутрішнього буфера модуля в разі затримки передачі інформації по радіоканалу, викликані повторним виявленням помилки або затримкою перемикання каналів. Універсальний вихід GPIO7, до якого можна підключити світлодіод, використовується для індикації стану модуля (Підключити або Відключити). Виходи GPIO0 і GPIO1 призначені для індикації стану радіосигналів на маршруті (прийом/передача).

У більшості випадків різні модулі різних виробників відрізняються за класом, версією протоколу, внутрішнім програмним забезпеченням або типом корпусу, але логіка роботи з ними залишається незмінною. Розширене внутрішнє програмне забезпечення деяких модулів дозволяє більш гнучко конфігурувати ці пристрої. Для таких цілей існують спеціалізовані засоби, які працюють на персональному комп'ютері з операційними системами сімейства Windows. Модулі налаштовані на послідовному порту, і сам модуль не повинен перебувати в стані Connect. Користувач може ввести назву пристрою, вибрати режим Master або Slave, налаштувати асинхронний послідовний інтерфейс. Можна встановити режим підключення - з автентифікацією, в парному режимі, з шифруванням даних або без цих параметрів. Ця конфігурація зберігається у внутрішній пам'яті модуля Flash. Модуль можна налаштувати через послідовний інтерфейс за допомогою набору AT-команд. Це означає, що модуль можна налаштувати в будь-який момент під час роботи за допомогою стандартного мікроконтролера [19].

Технологія Bluetooth тепер відповідає всім основним вимогам до бездротової передачі даних навіть у важких промислових умовах. Масове використання зробило його найдешевшою технологією сьогодні. Модулі Bluetooth забезпечують надійну передачу інформації в умовах високих рівнів електромагнітного випромінювання різної природи, мають низьку вартість, низьке енергоспоживання, прості у використанні. Вони забезпечують віддалений доступ до пристроїв і механізмів, з якими кабельний зв'язок неможливий або утруднений. Bluetooth вже вбудований у багато сучасних пристроїв — ноутбуки, КПК, телефони і має вбудовану підтримку в

найпоширеніших операційних системах. Це полегшує інтеграцію цієї технології в системи бездротового керування та збору інформації.

Як би це не здавалося дивним, але технологій передачі HD-відео та звуку досить велика кількість (тут і далі під HD-відео та звуком мається на увазі не просто файли музики та кіно, але робота програм у реальному часі та високій роздільній здатності) і всі вони в поточній нотатки не помістяться. А оскільки будь-якому технічному розуму, яких більшість на нашому ресурсі, потрібна точність і категоричність, то якщо тема виявиться цікавою, в кінці я підведу підсумок всіх нотаток загальною табличкою, в якій зведу всі бездротові стандарти та їх численні характеристики. Як я вже помітив раніше, мозок читача хоч і технічний, але не гумовий як першопрестольна і, щоб обмежити явище багатобукаф (Господи, хоча стаття і так вийшла величезною!), почнемо ми з найдоступнішої технології бездротової передачі відео та звуку – передача по Wi-Fi.

Переваги:

- більшість комп'ютерів (та не тільки їх) мають Wi-Fi — не потрібно підключати окремий передавач, все, що потрібно для трансляції, вже є;
- можна використовувати не лише для бездротової передачі відео і звуку, але й для отримання доступу до мережі;
- через широку поширеність звертає на себе увагу найбільших компаній IT-індустрії, таких як Intel, Apple, Qualcomm, Cavium Networks.

На цьому нечисленні, але значущі переваги закінчуються.

Недоліки:

- бездротова передача відео та звуку забиває/віднімає частину ефіру прямого призначення вайфаю — доступу в мережу;
- роботі вашої мережі можуть заважати навколишні Wi-Fi мережі, яких щороку стає все більше;
- для того, щоб HD-відео та звук поміщалися у смугу пропускання Wi-Fi, потрібно «стиснути» їх відповідним кодеком (в більшості випадків — h.264), що дає (власне кажучи, несуттєву) втрату якості;

- потреба в стисненні народжує потребу в програмному забезпеченні, який може працювати на одній, та не працювати на іншій ОС/платформі;
- через потребу в софті працюватиме тільки на ПК-подібному залізі — передача від ігрових (Xbox360,PS3)/супутникових (НТВ+)/ телевізійних (БілайнТВ, Акадо) приставок відпадає (за деяким винятком, де світло зійшлося клином і на приставці є можливість запускати сторонній софт і сам подібний софт під неї написаний, можливість чому — 0,01%, а незалежні від комп'ютера передавачі не дуже поспішають випускати);
- робота кодека зі стиснення контенту вимагає апаратних ресурсів, причому чималих;
- через роботу кодека передача сигналу має затримку на дельту часу, який йде на стиск (від 20мс до 2 секунд, залежно від відстані та потужності стискаючої апаратури).

### 1.5 Управління мультимедіа за допомогою ІЧ пульта

Більшість сучасної побутової електронної апаратури має пульт дистанційного керування, що використовує інфрачервоне (ІЧ) випромінювання як спосіб передачі інформації. ІЧ канал передачі даних використовується в деяких пристроях та системах мультимедіа.

Інфрачервоне, або теплове випромінювання — це електромагнітне випромінювання, яке випромінює будь-яке нагріте до певної температури тіло. ІЧ-діапазон лежить в області спектру, найближчій до видимого світла, в його довгохвильовій частині і займає область приблизно від 750 нм до 1000 мкм. Інфрачервоне випромінювання складає більшу частину випромінювання від лампочок, приблизно половину сонячного випромінювання. Оптичні властивості речовин в інфрачервоному випромінюванні відрізняються від їх властивостей у світлі. Наприклад, деякі скла непрозорі для інфрачервоних променів, а парафін, на відміну від видимого світла, пропускає інфрачервоне випромінювання і використовується для виготовлення інфрачервоних лінз. Для її оформлення використовуються теплові та фотоелектричні приймачі та

спеціальні фотоматеріали. Крім нагрітих тіл, найбільш поширеним джерелом інфрачервоних променів є твердотільні випромінювачі — для реєстрації використовуються інфрачервоні світлодіоди, інфрачервоні лазери, фотодіоди, фоторезистори або болометри. Деякі особливості інфрачервоного випромінювання дозволяють зручно використовувати його в пристроях передачі даних:

- інфрачервоні фіксовані випромінювачі (ІЧ світлодіоди) компактні, практично інерційні, економічні та дешеві;
- іч-приймачі невеликі і до того ж дешеві;
- іч-промені не відволікають людину завдяки її непомітності;
- незважаючи на переважання інфрачервоних променів і високий рівень «фону», джерел імпульсних перешкод в інфрачервоному діапазоні мало;
- інфрачервоне випромінювання малої потужності не впливає на здоров'я людини;
- іч-промені добре відбиваються від більшості матеріалів (стін, меблів);
- інфрачервоне випромінювання не проникає через стіни і не заважає іншим подібним приладам.

Усе це дозволяє успішно використовувати ІЧ спосіб передачі у багатьох пристроях. ІЧ-передавачі та приймачі використовуються в побутовій та промисловій електроніці, комп'ютерній техніці, системах безпеки, системах дистанційної передачі даних по оптичному волокну. Розглянемо більш детально роботу систем управління (пультів) побутової електроніки.

Інфрачервона панель керування одним натисканням кнопки надсилає закодований пакет, а приймач, встановлений в керованому пристрої, отримує його та виконує необхідні дії. Для передачі логічної послідовності пульт дистанційного керування формує імпульсний пакет ІЧ-променів, інформація якого модулюється або кодується довжиною або фазою компонентів пакетних імпульсів. Перший пристрій керування використовував послідовність коротких імпульсів, кожен з яких був частиною корисної інформації. Пізніше,

однак, почав застосовуватися метод модуляції постійної частоти логічною послідовністю, що призводить до випромінювання простору не окремими імпульсами, а й пакетами імпульсів певної частоти. Дані вже передаються відповідно до закодованої тривалості та положення цих частотних пакетів. ІЧ-приймач приймає таку послідовність і виконує демодуляцію для отримання огинаючої. Цей спосіб передачі та прийому характеризується високою завадостійкістю, оскільки приймач, налаштований на частоту передавача, більше не реагує на перешкоди іншої частоти. Сьогодні для прийому ІЧ-сигналу зазвичай використовується спеціальна мікросхема, яка об'єднує фотоприймач, смуговий підсилювач, налаштований на певну несучу частоту, підсилювач АРУ і детектор для отримання огинаючої сигналу. Крім електричного фільтра, такий чіп містить оптичний фільтр, налаштований на частоту прийнятого ІЧ-випромінювання, що дає можливість максимально використовувати переваги світлодіодного випромінювача, спектр випромінювання якого має малу ширину. Завдяки таким технічним рішенням можна отримати корисний сигнал з низьким споживанням на тлі інфрачервоного випромінювання від інших джерел, побутової техніки, радіаторів опалення тощо. Робота сучасних інфрачервоних приладів керування відносно надійна за можливостями виконання та ступінь втручання.

Передавач ІЧ сигналу, ІЧ пульт, найчастіше має живлення від батарейки або акумулятора. Отже, його споживання має бути максимально низьким. З іншого боку, сигнал, що випромінюється, повинен бути значною потужністю для забезпечення великої дальності передачі. Такі протилежні за енергетичними витратами завдання успішно вирішуються способом передачі коротких кодованих імпульсних пакетів. У проміжках між передачами пульт мало споживає енергії. Завдання пульта дистанційного керування — запитувати кнопки клавіатури, кодувати інформацію, модулювати опорну частоту та виводити сигнал на передавач. Для дистанційного керування доступні різні спеціалізовані мікросхеми, але для цієї мети можна використовувати сучасні універсальні мікроконтролери, такі як AVR або PIC.

Основною вимогою до таких мікроконтролерів є наявність режиму сну вкрай малої потужності і можливість відчутти натискання кнопок в цьому стані.

ІЧ-випромінювач випромінює інфрачервоні промені струмом збудження. Струм на емітері зазвичай перевищує можливості мікроконтролера, тому на один транзистор встановлюється найпростіший драйвер для формування необхідного струму. Щоб зменшити втрати на вибір транзистора, необхідно звернути увагу на його коефіцієнт посилення по струму —  $\beta$  або  $h_{21}$ . Чим вище цей коефіцієнт, тим вище ефективність пристрою. Сучасні передавачі використовують польові або КМОП транзистори, ефективність яких на частотах можна вважати граничною.

Ця схема не позбавлена недоліків, особливо при зниженні рівня заряду акумулятора знижується потужність випромінювання, що зменшує дальність дії. Для зменшення залежності напруги живлення можна використовувати найпростіший стабілізатор струму.

Більшість передавачів працюють на частоті від 30 до 50 кГц. Цей діапазон частот був обраний історично при створенні перших таких пристроїв. Вибрано область з найменшим рівнем перешкод. Крім того, були враховані обмеження на базу елементів. Пізніше, у міру стандартизації та розширення обладнання за допомогою цього методу керування, перехід на інші частоти стало недоцільним.

Щоб збільшити потужність імпульсу передавача і, таким чином, його діапазон, сигнал основної частоти відрізняється від меандра і має робочий цикл від 3 до 6. Тому потужність імпульсу збільшується, зберігаючи або навіть зменшуючи середню потужність. Імпульсний струм світлодіода вибирається виходячи з його прохідних значень і може досягати одного або декількох ампер. Імпульсний струм більшості ІЧ-пультів не перевищує 100 мА. Однак, оскільки опорна частота має низький коефіцієнт заповнення і тривалість кодованого пакета не перевищує від 20 до 30 мс, середній струм при натисканні кнопки не перевищує одного міліампера. Збільшення світлодіодного імпульсного струму пов'язано зі зниженням ефективності та

скороченням терміну служби. Сучасні інфрачервоні світлодіоди мають ККД від 100 до 200 мВт випромінюваної енергії при силі струму 50 мА. Допустимий середній струм не повинен перевищувати від 10 до 20 мА. Блок живлення світлодіодів повинен мати RC-фільтр, який зменшує вплив імпульсних перешкод на блок живлення мікроконтролера. Асортимент світлодіодів для ІЧ-панелей більшості побутової техніки має максимум в діапазоні 940 нм.

Тривалість одного пакета опорної частоти для надійного прийому становить не менше 15 і трохи більше 200 періодів. Під час передачі кодованого пакета передавач спочатку генерує преамбулу, яка являє собою один або кілька пакетів опорної частоти, і дозволяє приймачу встановити бажаний рівень посилення та фон. Закодовані пакетні дані передаються у вигляді нулів і одиниць, які визначаються тривалістю або фазою (відстанню між сусідніми пакетами). Загальна тривалість зашифрованого пакета часто становить від кількох біт до кількох десятків байтів. Порядок, стартова позначка та кількість даних визначаються форматом відправлення.

Приймач ІЧ сигналу зазвичай має у своєму складі власне приймач ІЧ випромінювання та мікроконтролер. Мікроконтролер розкодує сигнал, що приймається, і виконує необхідні дії. Оскільки приймач здебільшого встановлюється в апаратурі з мережевим харчуванням, його споживання не суттєво. Мікроконтролер найчастіше виконує інші сервісні функції у пристрої і є його центральним логічним пристроєм.

Інфрачервоний приймач найчастіше виконується у вигляді окремого інтегрованого модуля, який розташований за передньою панеллю керованого пристрою. На передній панелі є вікно для інфрачервоних променів. Як правило, такий чіп має три виводи — силовий, сумарний і вихідний сигнал. Виробники електронних компонентів пропонують ІЧ-приймачі різних типів і конструкцій. Однак принцип їх роботи схожий. Всередині цього чіпа знаходиться:

— фотоприймач — фотодіод;

- інтегруючий підсилювач, який передає корисний сигнал на фоновому рівні;
- бмежувач, який виводить сигнал на логічний рівень;
- смуга пропускання, налаштована на частоту передавача;
- демодулятор — детектор, який посиляє корисний сигнал огинаючої.

Корпус такого приймача виготовлений з матеріалу, який виконує роль додаткового фільтра, що пропускає ІЧ-промені певної довжини хвилі. Сучасні інтегровані приймачі дозволяють приймати корисний сигнал тільки на фоновому рівні, який в кілька десятків разів вище і навіть відчувати частотні послідовності, вони мають від 4 до 5 періодів.

Живлення приймача випромінювання має бути виконано з фільтром RC для збільшення чутливості. Мікроконтроллер виробляє перешкоду широкого діапазону на лініях живлення, що може вплинути на роботу приймача [20].

## 1.6 Огляд та аналіз аналогів на ринку

Для визначення доцільності розробки пристрою керування мультимедіа потрібно провести аналіз існуючих аналогів на ринку. До аналогів можна віднести:

- акустична система Triangle AIO 3 Silver;
- бездротова аудіосистема Sonos Move.

### 1.6.1 Акустична система Triangle AIO 3 Silver

Triangle AIO 3 — це дуже гнучка в налаштуванні колонка, яка [21]працює по Wi-Fi, а також підтримує AirPlay та aptX Bluetooth.

В наявності порт USB, який можна використовувати також для заряджання мобільних пристроїв, оптичний цифровий вхід та аналоговий вхід на міні-джеку. Є тут і порт Ethernet, який можна використовувати на додаток до модуля Wi-Fi. Файлові формати, що підтримуються, включають FLAC 24/192, а також всі основні види стислих аудіофайлів.



Корпус Triangle AIO 3 виготовлений з дерева та алюмінію та покритий натуральною тканиною скандинавського виробництва. Керувати апаратом можна за допомогою мобільного додатка від LinkPlay, в який вбудовані тисячі радіостанцій та безліч музичних сервісів.



Рис. 1.1 — Зовнішній вигляд Triangle AIO 3

Технічні характеристики:

- виробник Triangle;
- тип пристрою акустика стаціонарна;
- бездротове підключення;
- тип бездротового підключення Bluetooth, DLNA, Wi-Fi;
- призначення для домашнього кінотеатру, для дому та офісу;
- формат акустики ьноблок;
- дисплей відсутній;
- FM-радіо є;
- пульт ДК є;
- роз'єм входу-виходу 3.5 mm, RJ45 Ethernet, optical, USB;

- підтримки аудіо форматів немає;
- підтримка носіїв карта пам'яті;
- пихідна потужність 45 Вт.

### 1.6.2 Бездротова аудіосистема Sonos Move

Sonos відтворює всі найпопулярніші потокові [22]сервіси, інтернет-радіо на запит, ваші улюблені подкасти та аудіокниги, ваша колекція завантажень — все, що ви любите слухати. Компактний і універсальний дизайн Sonos Move ідеально підходить для приміщень з обмеженим простором. Використовуйте вбудований голосовий помічник Amazon Alexa для керування музикою та пристроями «вільні руки». Sonos Move є частиною звукової системи Sonos, тому ви можете легко додати додаткові динаміки, щоб заповнити кожную кімнату вашого будинку звуком.

Особливості:

- час роботи акумулятора до 10 годин. Поповнення годин роботи — за допомогою зарядного пристрою у приміщенні або через USB-C в дорозі; має вологозахист;
- голосове керування за допомогою Amazon Alexa та Google Assistant;
- керування за допомогою програми Sonos. Підтримує протокол AirPlay 2;
- має підтримку 72 музичних сервісів.

Технічні характеристики:

- виробник Sonos;
- тип пристрою акустика портативна;
- бездротове підключення;
- тип бездротового підключення Bluetooth, Wi-Fi, Airplay 2;
- призначення для дому та офісу, в дорогу та подорожі;
- формат акустики моноблок;
- дисплей немає;
- FM-радіо немає;

- пульт ДУ немає;
- роз'єми входу-виходу немає;
- підтримка аудіо форматів немає;
- підтримка носіїв немає;
- додатково Google Assistant, Amazon Alexa, IP56.

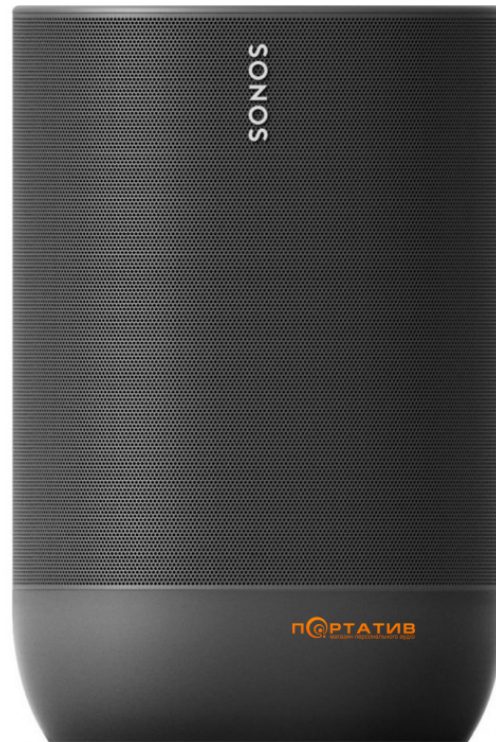


Рис. 1.2 – Зовнішній вигляд Sonos Move

Проведений аналіз ринку аналогів показав, що виготовлення власного пристрою є доречним з ряду наступних переваг:

- розроблена система є гнучкою для удосконалення;
  - виготовлення власного пристрою є в рази дешевшим ніж придбання готового пристрою;
  - пристрій має функціонал відповідно до індивідуального завдання;
- використання новаційних технологій для зручності у використанні.

З отриманих результатів можемо зробити висновок про те, що розроблена система керування мультимедіа може конкурувати з аналогічними доступними пристроями.

## 2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ

### 2.1 Аналіз технологій передачі аудіо потоків через Bluetooth

Bluetooth не має великої пропускної здатності, тому для його ефективного використання при передачі аудіо передбачається, що аудіодані повинні передаватися в стисненому вигляді. Такі алгоритми, як SBC, MP3, AAC, ATRAC і aptX, можна використовувати для стиснення аудіо при передачі через Bluetooth.

Алгоритм SBC — це цифровий аудіокодер і декодер, який використовується для створення потоку даних, який передає аудіо через Bluetooth на аудіопристрій. наприклад, навушники або колонки. Він був розроблений для отримання прийнятної якості звуку при середній швидкості передачі даних. При цьому алгоритм SBC забезпечує достатню обчислювальну потужність при низькій обчислювальній потужності та вимогах до пропускної здатності Bluetooth. Починаючи з 1.3DP, кодек низької складності піддіапазонів підтримується кодеком за замовчуванням, тому його реалізація є обов'язковою для пристроїв, які підтримують цей профіль. Інші кодеки можна запускати через A2DP разом із SBC [23].

Алгоритм SBC підтримує моно та стереопотоки, певні частоти дискретизації до 48 кГц. Кодек не має обмежень бітрейту, хоча виробники зазвичай використовують максимальний бітрейт 342 кбіт/с для моно і 345 кбіт/с для стереопотоків. Він використовує 4 або 8 піддіапазонів, адаптивний алгоритм розподілу бітів у поєднанні з адаптивним блоком квантування PCM. Обробка звуку SBC має багато спільного зі стисненням MP3, але має інші пріоритети: головне завдання не стільки мінімізувати втрати звуку, скільки спростити обчислення. Наприклад, частоти вище 14 кГц під час перетворення просто обриваються, що призводить до помітного звуження діапазону частот. Сьогодні SBC вільний для використання та впровадження в додатках Bluetooth, що робить його найбільш поширеним серед виробників [24].

Advanced Audio Coding (AAC) — це аудіостандарт для цифрового стиснення звуку з втратами. Це безкоштовний ліцензований стандарт для

Youtube, Sony Playstation 3 і поширений (на основі) технології Apple. Завдяки більш складним алгоритмам, AAC зберігає більше музичної інформації не тільки в порівнянні з SBC, але і з MP3. Однак кодек AAC вимагає значної обчислювальної потужності [24].

LDAC – це технологія кодування звуку для передачі аудіо високої чіткості. Він відрізняється від усіх інших Bluetooth-сумісних стандартів кодування аудіо. За допомогою LDAC ви можете передавати високоякісний звук високої чіткості з максимальною швидкістю до 990 кбіт/с. Це приблизно в три рази більше даних, ніж, наприклад, базовий кодек SBC зі швидкістю передачі даних 328 кбіт/с. Технологія LDAC підтримує три рівні якості звуку: високий (990 кбіт/с), стандартний (660 кбіт/с) і так званий «пріоритет підключення» (330 кбіт/с) на частоті 96 кГц / 24 біта. Слід зазначити, що LDAC є торговою маркою Sony, саме вони її розробили та поширили на ринку [24].

Аудіокодек aptX використовується для споживчих, автомобільних та бездротових аудіододатків, таких як потокове передавання стереоаудіо в режимі реального часу через з'єднання Bluetooth A2DP між «джерелом» пристроєм (наприклад, смартфоном, планшетом або ноутбуком) та аксесуарами (наприклад, як стереодинамік Bluetooth), гарнітура або навушники). Щоб отримати якісний звук, який забезпечує технологія aptX, кодування аудіо aptX має підтримуватися як передавачем, так і приймачем. Однією з основних переваг aptX є здатність Bluetooth передавати MP3 і AAC без подальшої обробки, а отже, без погіршення звуку [24].

Кодек aptX забезпечує передачу аудіо з бітрейтом до 352 кБ/с, не ріже високі частоти, розширює діапазон частот до 10 Гц — 22 кГц. Однак висока складність використовуваних алгоритмів вимагає високої обчислювальної потужності в порівнянні з базовим SBC. Тому кодування aptX найчастіше підтримується в сегменті пристроїв преміум-класу.

AptX-HD (більш відомий як aptX Lossless) має швидкість 576 кбіт/с. Він забезпечує аудіо високої чіткості з частотою дискретизації до 48 кГц і роздільною здатністю до 24 біт. Формат без втрат дозволяє використовувати

«гібридну» схему кодування для програм, де середня або пікова швидкість стиснення даних має бути обмежена певним рівнем. Іншим масштабованим параметром в aptX-HD є затримка кодування. Він може динамічно обмінюватися іншими параметрами, такими як рівні стиснення та складність обчислень. Час затримки кодека aptX-HD можна масштабувати до 1 мс для аудіосигналу в діапазоні 48 кГц, залежно від налаштувань інших параметрів, що налаштовуються [24].

Аналіз показує, що базовою технологією стиснення звуку для його передачі через Bluetooth є кодування SBC, яке підтримується за замовчуванням. Однак SBC є застарілим і неефективним. Формати MP3, AAC і ATRAC належать до наступного покоління: вони забезпечують кращу якість звуку, але їх використання захищено авторським правом (відповідно Technicolor, Apple і Sony). Формат aptX є найсучаснішим, що дозволяє кодувати звук без втрат, але запатентований (Qualcomm) [25].

## 2.2 Технологія DLNA

Технологія DLNA буквально розуміється як Digital Living Network Alliance, що означає «Альянс домашньої цифрової мережі». Рішення користується заслуженою популярністю, особливо завдяки виходу на ринок функціональних Smart TV та ігрових приставок останнього покоління.

Ця технологія дозволяє об'єднати домашні ПК, смартфони, ноутбуки, телевізори та інші пристрої з підтримкою DLNA в єдину локальну групу для швидкого доступу та взаємодії з даними різних розмірів і форматів. Простіше кажучи, щоб ділитися фільмами, музикою та фотографіями.

Таке рішення стало дуже зручним і забезпечує максимальний комфорт у процесі роботи з контентом. Істотною перевагою є майже повна автоматизація всіх мережевих налаштувань, завдяки чому ця технологія доступна і проста у використанні кожному користувачеві без потреби в спеціальних знаннях. DLNA забезпечує зручний перегляд фільму, завантаженого з Інтернету на комп'ютер або планшет, на великому екрані телевізора, крім необхідності

безпосереднього підключення до пристрою відображення або запису файлу на медіа. Так само легко друкувати на сумісному принтері безпосередньо з камери з підтримкою DLNA. Це дозволяє уникнути завантаження фотографій на комп'ютер, а процес швидкий і доступний.

Технологія DLNA частково використовує протоколи UPnP і являє собою набір специфічних стандартів, які дозволяють приймати і передавати, а також відтворювати і відображати різноманітний мультимедійний контент між сумісними пристроями. Ця передача здійснюється через домашню IP-мережу LAN і дозволяє переглядати зображення, слухати музику, дивитися відео в реальному часі та виконувати інші операції, які функціонально доступні для пристроїв у спільній мережі.

Саме з'єднання може бути реалізовано через з'єднання Ethernet через дріт і бути повністю бездротовим через Wi-Fi. Кожен пристрій, підключений до такої мережі, отримує свою індивідуальну адресу[26].

Щоб підключити цифрові пристрої за допомогою DLNA, ви повинні підтримувати ці пристрої за допомогою цієї технології. Пристрої, сумісні з DLNA, сертифіковані та мають відповідний логотип DLNA CERTIFIED. Якщо у вас є такі пристрої, останньою ланкою буде наявність роутера (через який буде відбуватися підключення) або проводів для підключення Ethernet.

Нещодавно ми писали про бездротову технологію Miracast. Вони в чомусь схожі, за допомогою Miracast ви також можете відображати зображення зі свого телефону, планшета, ноутбука, але з DLNA ми можемо дивитися лише певний контент (фільми, фотографії, слухати музику), а Miracast відображає все, що ми бачимо на екрані. А щоб DLNA працювала, пристрої мають бути підключені через один маршрутизатор, безпосередньо через мережевий кабель або через Wi-Fi Direct. У Miracast пристрої підключаються безпосередньо за допомогою бездротової технології.

Усі пристрої з підтримкою DLNA поділяються на три категорії.

Перший включає в себе пристрій домашньої мережі. До них належать мережеве сховище, телевізори, медіаплеєри, стереосистема та принтери.

Друга категорія — мобільні портативні пристрої. Це включає різноманітні мобільні пристрої, включаючи смартфони, портативні музичні плеєри, відеокамери та фотоапарати, планшети тощо.

Третя категорія — пристрої для домашньої взаємодії. Такі пристрої дозволяють передавати контент і мають підтримку реалізації інших стандартів зв'язку.

Варто відзначити, що можливості DLNA на мобільних пристроях дуже обмежені. Розглянемо докладніше роботу DLNA на прикладі сумісного ноутбука і Smart TV, підключених через домашню мережу через роутер.

Спочатку потрібно переключити пристрої та виконати необхідні налаштування мережі. Кінцевим результатом буде те, що телевізор отримає доступ до файлів, що зберігаються на вашому ноутбуці в стандартних папках користувача «мої відео / аудіо / фотографії». Виробники обладнання часто пропонують спеціальну програму, яка дозволяє керувати цими файлами за допомогою пульта дистанційного керування телевізора. Якщо ви не бажаєте зберігати доступний вміст у цих папках за замовчуванням, необхідно перетворити свій комп'ютер на домашній медіа-сервер за допомогою іншої програми (Home Media Server (UPnP, DLNA, HTTP) — хороша програма). Надає вміст з вашого комп'ютера або планшета на інші DLNA-пристрої у вашій домашній мережі.

Використовуйте технологію DLNA на телевізорах та інших пристроях

Технологія DLNA широко використовується багатьма виробниками цифрових пристроїв, але вона має різні назви. У список входять бренди Intel, Sony, Matsushita, Microsoft, Nokia, Philips, Hewlett-Packard, Samsung та багато інших. Корейська Samsung називає цю технологію AllShare, її конкурент LG — SmartShare. Philips вибрав щось подібне до Simple Share і відомої технології Apple під назвою DLNA як AirPlay [27].



### 2.3 Аналіз можливих підходів та розробка структурної схеми пристрою

Найкращим шляхом до побудови управління мультимедійної аудіосистеми є використання готових спеціалізованих модулів, які забезпечують управління системою та обробку даних.

Джерелом медіа є ПК чи мобільний телефон який передає інформацію по бездротовому зв'язку.

З проведеного аналізу зрозуміло що потрібно обирати Bluetooth модуль який підтримує кодек Aptx-hd, для найменшого стиснення інформації при передачі даних, яке впливає на остаточну якість медіафайлів які передаються на мікроконтролер.

Не можна недооцінювати зручність використання технології DLNA. На сучасному ринку можна побачити зростаючу кількість пристроїв різних брендів з підтримкою DLNA, багато виробників по всьому світу постійно працюють над удосконаленням технологій і програмного забезпечення, тому на сьогодні DLNA є однозначно актуальним і дуже перспективним рішенням для управління мультимедійними системами.

Різноманітні периферійні пристрої, які оснащені сучасними мікроконтролерами, дозволяють реалізувати взаємодію з іншими зовнішніми пристроями без додаткових апаратних витрат і таким чином досягти максимальної ефективності у вирішенні завдань управління.

Сучасні мікроконтролери мають різноманітні порти введення-виводу, таймери та послідовні інтерфейси. Крім того, в даний час існують мікроконтролери з вбудованими 10/100 Мбіт/с Ethernet, CAN, USB, РЧ передавачами та драйверами графічних пристроїв. Використання мікроконтролерів не тільки скорочує та спрощує процес розробки, але й знижує вартість кінцевого рішення.

Іншою альтернативою використання окремого мікроконтролера є використання готових модулів мікроконтролера – так званих одноплатних комп'ютерів. Одноплатні комп'ютери – це повноцінні мікрокомп'ютери, які містять все необхідне для швидкої реалізації необхідних технічних рішень на

одній платі. Як правило, це процесор, графічне ядро, USB та мережеві інтерфейси — як дротові, так і бездротові. Такі пристрої можуть мати різноманітні відеовиходи: від VGA або композитного відео до сучасних HDMI. Дуже часто такі рішення є максимально повними і вимагають мінімальних витрат на розробку [28].

Управління мікроконтролером здійснюється за допомогою кнопок, Wi-fi, Bluetooth та ІЧ пульта.

Різні виробники побутової техніки використовують у своїх продуктах різні ІЧ-панелі керування. Оскільки пульт дистанційного керування потрібен лише для зв'язку з певним пристроєм, він створює послідовність даних, унікальну для його типу пристрою. Крім команди керування, передані дані містять адресу пристрою, дані аутентифікації та іншу службову інформацію. Крім того, різні виробники використовують різні способи сортування даних і різні способи передачі логічних станів. Найпоширенішими способами кодування інформаційних бітів є зміна тривалості паузи між пакетами (інтервальний метод) і кодування комбінацій станів (двофазний метод). Однак існують способи кодування бітів інформації за тривалістю, комбінацією тривалості та паузи тощо. Найпоширеніші формати передачі:

- протокол Philips RC5;
- протокол NEC однойменної компанії.

Формати RC-5 і NEC використовуються багатьма виробниками електроніки. Деякі виробники розробили власний стандарт, але більшість використовує його самостійно.

Вивід інформації відбувається за допомогою дисплею.

Дисплеї можна розділити на:

- сегментні (такі, як на цифровому годиннику);
- алфавітно-цифрові;
- графічні.

Сегментні використовуються для [29] індикації найпростіших величин, наприклад: температура, час, кількість обертів. Такі використовуються в

калькуляторах та на бюджетній побутовій техніці і досі. Інформація відображається шляхом засвічення певних символів.

Вони можуть бути як рідкокристалічними, так і світлодіодними. Алфавітно-цифрові дисплеї можна зустріти на старій побутовій техніці, іграшках, промисловій техніці та інше. Їх ще називають знаковим, текстовими, символічними. Складаються із набору великих пікселів. Можуть бути виконані за LCD, TFT та OLED-технологією.

До графічних дисплеїв можна віднести навіть монітор або екран смартфона, особливих пояснень я гадаю не потрібно.

Зчитування mp3 файлів з карти мікро SD відбувається через протокол SPI. Сьогодні SD-картки використовуються усюди. Вони встроюються в ноутбуки, планшети, телефони, відеокамери, роутери, фоторамки, диктофони, електронні книги, mp3-плеєри, одноплатні комп'ютери і навіть квадрокоптери — словом, вони скрізь. Часто про них думають, як щодо повільних пристроїв, здатних зберігати пару гігабайт інформації. Однак у наші дні вже доступні SD-картки об'ємом 512 Гб та швидкістю читання-запису 90 Мбайт/сек (не мегабіт!). Теоретично обсяг збереженої інформації обмежений 2 Тб. А чим ще прекрасні SD-картки, це тим, що з ними можна працювати по простому протоколу, заснованому на SPI.

З врахуванням проведеного аналізу приходимо до загальної структурної схеми пристрою, що наведена у додатку Б.

## 3 РОЗРОБКА АПАРАТНОЇ ПЛАТФОРМИ

### 3.1 Вибір мікроконтролерної платформи

Мікроконтролер — це мікрочіп або плата мікрочіпа для вирішення клієнтських частин проектів IoT. Зазвичай ви можете програмувати мікроконтролери, використовуючи мову програмування високого рівня, таку як C, C ++, Python тощо. Деякі проекти IoT найлегше обробляються мікроконтролерами. Вони підтримують багато стандартів введення та виведення, працюють із меншим [30] споживанням енергії та дешевші, ніж мікрокомп'ютери. Недоліком є менша обчислювальна потужність і відсутність операційної системи за замовчуванням.

STM32 — це платформа на базі мікроконтролерів на базі STMicroelectronics ARM, різноманітних модулів і периферійних пристроїв, а також програмних рішень (IDE) для роботи з апаратним забезпеченням. Рішення на базі Stm активно використовуються завдяки продуктивності мікроконтролера, його вдалій архітектурі, низькому енергоспоживанню та невисокій вартості. На даний момент STM32 вже складається з кількох ліній різного призначення [30].

Для розробки обладнання в цьому проекті було вирішено використовувати платформу на базі STM32, оскільки призначення цих платформ пов'язане з якісною обробкою звуку.

Рисунок з параметрами платформ STM32 наведено в Додатку Б.

Розглянемо переваги використання платформ STM32:

- низькі витрати;
- простота використання;
- великий вибір середовищ розробки;
- змінні мікросхеми якщо у вас немає ресурсів одного

мікроконтролера, ви можете замінити його на більш потужний без заміни схеми і плати;

- висока продуктивність;
- зручна настройка мікроконтролера.

Поряд з перевагами платформ STM, вони мають і свої незначні недоліки:

- високий поріг входу;
- наразі не так багато літератури про STM32;
- більшість створених бібліотек застаріли, простіше створити власні.

За технічними характеристиками Arduino програє STM32. Тактова частота мікроконтролерів Arduino нижче — 16 МГц в порівнянні з 72 МГц STM32. Кількість знахідок GPIO в STM32 більша. Об'єм пам'яті в STM32 також вищий. Не кажучи вже про STM32 pin-to-pin сумісність — немає необхідності міняти плату, щоб замінити один продукт на інший. Але конкуренти Arduino не можуть повністю замінити його. В основному це пов'язано з високим порогом входу — для роботи з STM32 необхідно мати основу. Плати Arduino є більш поширеними, і якщо у користувача є проблема, ви можете знайти рішення на форумах. Для розширення Arduino були створені різні щити та модулі. Незважаючи на переваги, виграє співвідношення ціна/якість STM32 [30].

Для проекту була обрана платформа STM32F103C8T6.

Розробна плата мінімальної конфігурації з мікроконтролером ARM Cortex-M3 STM32F103C8T6. Плата містить всі необхідні елементи для початку роботи з даними сімейства мікроконтролерів. Для програмування контролера необхідно використовувати програматор ST-Link.

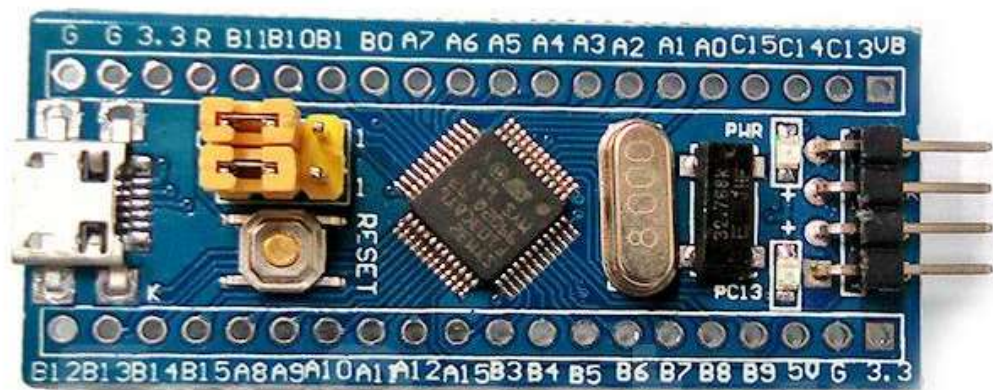


Рисунок 3.1 — Зовнішній вигляд STM32F103C8T6.

Зручне розташування виходів дозволяє використовувати його без розпаювання плати макету і програмувати, не знімаючи її з плати макету.

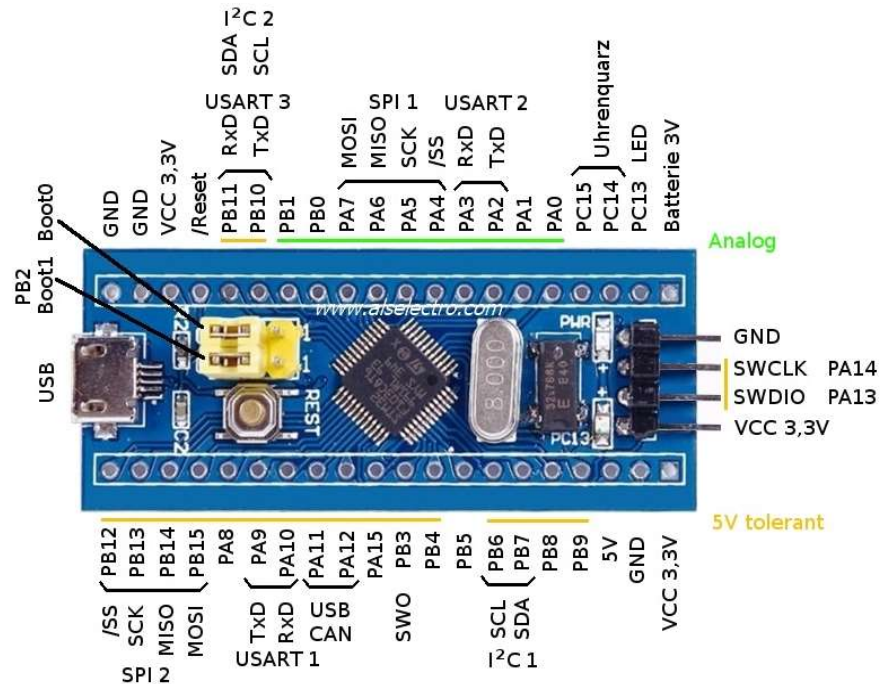


Рисунок 3.2 — Позначення виходів платформи STM32F103C8T6.

Технічні характеристики наведені в додатку Г.

### 3.2 Вибір Bluetooth модуля та його підключення

Ми будемо використовувати модуль CSR8675 як модуль Bluetooth.

Вбудований модуль Bluetooth F-3009 Qualcomm CSR8675 для прийому аудіосигналу з підтримкою кодеків Bluetooth 5.0, TWS, cVc, aptX, aptX Low Latency, aptX HD, MP3, AAC, SBC.

CSR8675 містить 24-розрядний цифровий сигнальний процесор [31] з частотою 120 МГц, процесор флеш-пам'яті, високопродуктивний стереокодек, підсистема керування живленням, світлодіодні драйвери та елементи керування РК-дисплеєм, а також вхід для ємнісного сенсорного датчика. Кодеки AptX, aptX Low Latency, aptX HD, MP3, AAC і SBC підтримуються для покращення якості звуку під час передачі аудіо через Bluetooth. Технологія шумозаглушення QVcomm восьмого покоління від Qualcomm обробляє звук і мову з двох вбудованих мікрофонів. Еталонні навушники на новому чіпі здатні

відтворювати музику протягом 12 годин з можливістю придушення шуму до -23 дБ. CSR8675 працює через Bluetooth 5.0. CSR8675 сертифіковано Apple MFi та Apple ANCS для безперебійного зв'язку з пристроями iOS та Android.

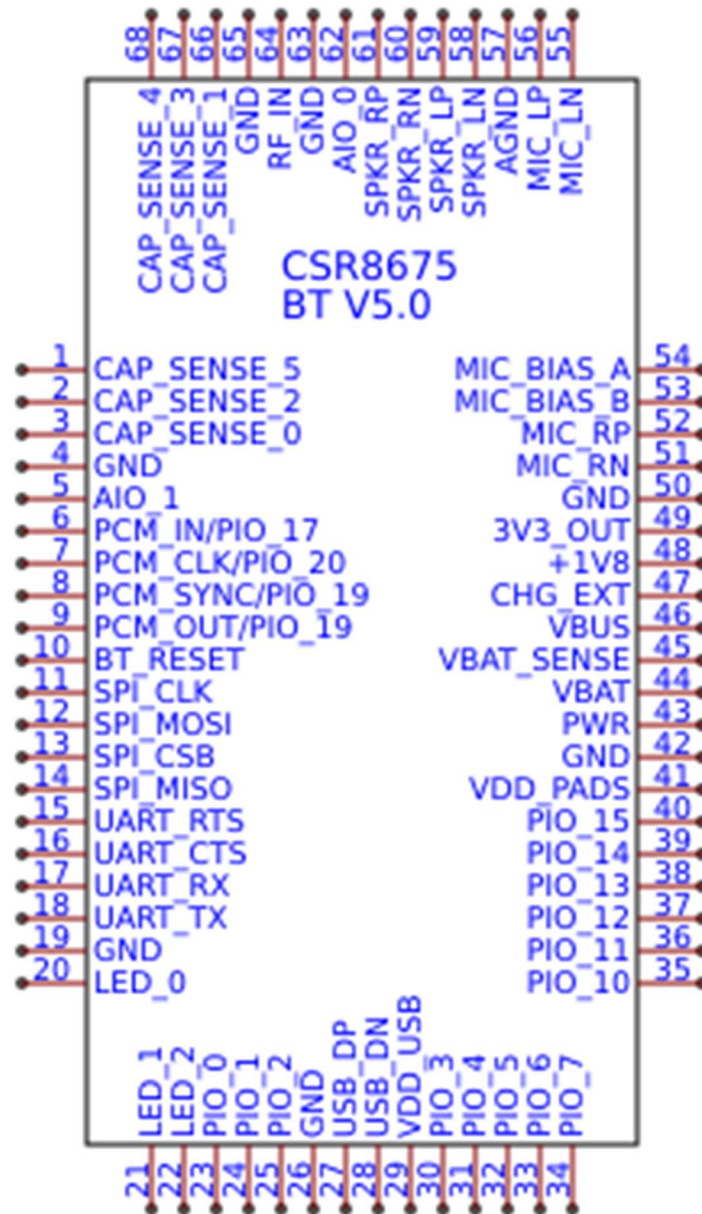


Рисунок 3.3 — Bluetooth модуль CSR8675 з позначенням виходів

Характеристики CSR8675 модуля:

- Bluetooth версія 5.0;
- Bluetooth чіп CSR 8675;
- мікросхема ЦАП PCM5102A;

- Bluetooth дальність 15 м;
- Bluetooth протокол A2DP / AVRCP;
- робоча напруга 3.6 — 5.5 В;
- робоча частота 2.402 ~ 2.480 ГГц;
- кодеки AAC / SBC / aptx™ / aptx™ low latency / aptx™ HD;
- вхід харчування MicroUSB;
- вихід 3.5 мм;

З усіх аналогів вибрано модуль Bluetooth на основі CSR8675. Модуль має найвищу якість і надійність, що впливає на термін служби всього пристрою.

Він також підтримує інноваційний інформаційний кодек AptX HD [31], який є кращим за своїх конкурентів. Можливість оновлення пристроїв за допомогою максимальної кількості аналогових інтерфейсів і використання Bluetooth 5.0, що також є не менш важливим критерієм при побудові мультимедійних аудіосистем, а переважна більшість аналогів не мають цієї технології.

Для організації управління та передачі медіафайлів по Bluetooth використовуємо інтерфейс UART.

Універсальний асинхронний [32]приймач (Univrsal Asynchronos Reciever-Transmitter) — це фізичний пристрій прийому та передачі даних по двох дротах. Воно дозволяє двом пристроям обмінюватись даними на різних швидкостях. У специфікацію UART не входять аналогові рівні, на яких ведеться спілкування між пристроями, UART це протокол передачі одиниць і нулів, електричну специфікацію на себе беруть інші стандарти, такі як TTL (transistor-transistor logic — транзисторно-транзисторна логіка), RS-232, RS-422, RS-485 та інші (RS [англ. recommended standard] — рекомендований стандарт). На даний момент у мікроконтролерах використовується переважно TTL (або точніше CMOS) UART для з'єднання не більше двох пристроїв. У прикладах ми часто називаємо його послідовним портом.

У кожного пристрою, що підтримує UART, зазвичай позначені два



виходи: RX і TX. TX — означає transmit (передаю), RX — receive (приймаю). Звідси стає зрозуміло, що RX одного пристрою потрібно підключати до TX іншого. Якщо Ви підключите RX одного пристрою до RX іншого, то обидва пристрої слухатимуть один одного, ви з'єднали їх входи. Якщо з'єднати TX і TX — це вже небезпечніше, це виходи низького опору пристроїв і якщо на одному буде логічна одиниця, а на другому нуль — по дроту піде струм короткого замикання (це залежить від конкретної програмної або апаратної реалізації). Хоча у сучасних чіпах від цього є захист, про всяк випадок, не варто на неї орієнтуватися. Також необхідно об'єднати референсні рівні двох пристроїв (GND-GND), якщо не мається на увазі гальванічна розв'язка.

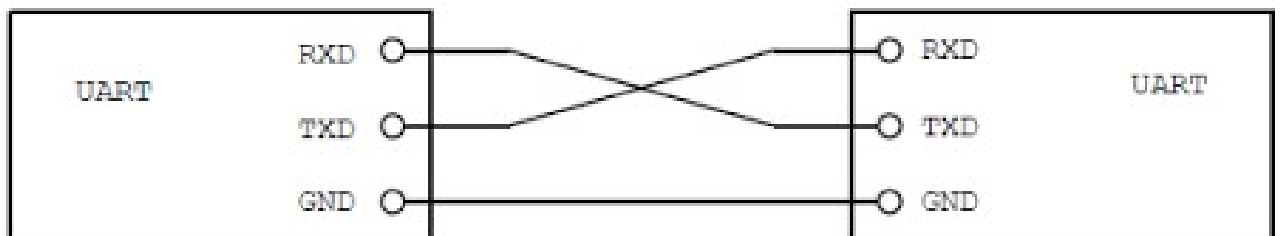


Рисунок 3.4 — Схема підключення по інтерфейсу UART

Схема підключення Bluetooth модуля до мікроконтроллерної платформи знаходиться у додатку Д.

### 3.3 Вибір Wi-Fi модуля та його підключення

В якості Wi-Fi модуля будемо використовувати модуль

Wi-Fi модуль [33] що випускається компанією Espressif Systems — китайською компанією із Шанхаю. Він являє собою мережеве рішення з Wi-Fi-трансівером на борту плюс можливість виконання додатків, що записуються в його пам'ять.

Існує безліч модифікацій плат, які називаються зазвичай від ESP-01 до ESP-12. Сьогодні вже з'явилися ще інші назви плат від сторонніх розробників. Відмінності в платах полягає в основному в портах введення-виводу, кількості

флеш-пам'яті, виду конекторів тощо. Процесор - той самий, отже з погляду програмування немає значення яку плату програмувати.

Специфікація ESP8266:

- напруга живлення: 3,3 В;
- енергоспоживання: від 10 мкА до 170 мА;
- флеш-пам'ять: до 16 мб максимум (зазвичай 512 кб);
- процесор: Tensilica L106, 32 біта;
- швидкість процесора: від 80 до 160 МГц;
- ОЗП: 32 кб + 80 кб;
- порти введення-виведення загального призначення: 17  
(мультиплексовані з іншими функціями);
- АЦП: 1 введення з роздільною здатністю 1024;
- підтримка 802.11: b/g/n/d/e/i/k/r;
- максимальна кількість підключень TCP: 5.



Рисунок 3.5 — Зовнішній вигляд Wi-Fi модуля ESP8266

Зі специфікації видно, що питання як довго працюватиме ESP8266 від батарейок не може бути легко визначений. Споживана потужність знаходиться в дуже широкому діапазоні - при повній передачі потужності вона становить 170 міліампер, а в режимі сну - всього 10 мікроампер!

ESP8266 призначений для використання підключеного до нього модуля пам'яті і зазвичай є флеш-пам'яттю. Нагадаємо, що кількість циклів перезапису на таку пам'ять становить 10000 разів. Це цілком достатньо для випадків коли програма записує в пам'ять свої налаштування або веде якийсь лог даних, але якщо ваша програма записує свої дані занадто швидко, пам'ять незабаром перестане працювати.

Для організації управління та передачі медіафайлів по Wi-Fi використовуємо інтерфейс SPI.

Назва інтерфейсу SPI є аббревіатурою від “Serial Peripheral Bus”, що можна перекласти як “шина для [34]підключення периферійних пристроїв”. Звідси випливає її головне призначення — зв'язати один головний пристрій — Ведучий (Master) — з одним або декількома Ведомими (Slave). Ведучий у цьому інтерфейсі завжди один, тільки він керує всім процесом і він може формувати тактові імпульси. Якщо в нашому випадку Ведучим завжди є мікроконтролер (цю роль може виконувати і комп'ютер, але це інша історія), то в переважній більшості випадків є саме периферичні пристрої. Датчики, дисплеї, мікросхеми ЦАП та АЦП, RFID-рідери, модулі бездротового зв'язку, включаючи приймач-передавачі WiFi та Bluetooth, GPRS-адаптери тощо. Для зв'язку контролерів та/або комп'ютерів зазвичай не використовується, але взагалі це можливо, і такий приклад ми розглянемо нижче. Особливо цей інтерфейс потрібний там, де потрібна висока швидкість передачі даних і не менш висока надійність. SPI саме такий, він найшвидший з усіх наявних у нашому розпорядженні і найлегший з погляду споживаних ресурсів. Розплатою за це є використання більшої кількості дротів, ніж для інших інтерфесів. Тут потрібно аж 3 штуки тільки безпосередньо для передачі даних, не дарма ж його друге ім'я 3-wire. А саме:

- MOSI - Master Output Slave Input (Ведучий передає, Ведений приймає);
- MISO - Master Input Slave Output (Ведучий приймає, Ведений передає);
- SCLK, інакше SCK – serial clock (тактовий сигнал).

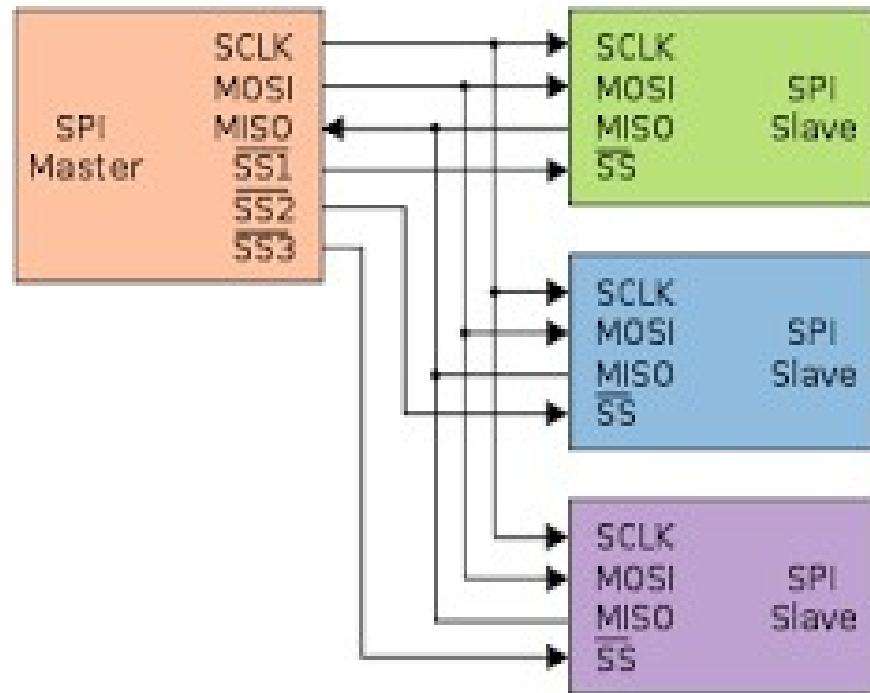


Рисунок 3.6 — Схема підключення по інтерфейсу SPI

Як ми бачимо, в даному протоколі є ознаки обох відомих нам інтерфейсів, від UART дісталися дві незалежні шини на вхід і на вихід, від i2c - тактовий сигнал, для надійної синхронізації, так що можна приблизно уявити собі загальний принцип роботи SPI, але в ньому є кілька специфічних рішень.

Три дроти — це вже рекорд марнотратства, але нам цього мало. Для коректної роботи з'єднання потрібно ще кілька. Так як пристроїв до шини можна підключити одночасно кілька, але при цьому вони не мають унікальних ідентифікаторів, як, наприклад, в i2c, значить потрібен якийсь спосіб відрізнити одне від одного. Ведучий повинен точно знати, кому він надсилає дані та від кого їх приймає. Для цього до протоколу додано провід SS - Slave Select.

Схема підключення Wi-Fi модуля до мікроконтролерної платформи знаходиться у додатку Е.

### 3.4 Вибір та підключення OLED дисплея

В якості дисплейного модуля будемо використовувати [35]модуль SSD1306.

SSD1306 це однокристальний CMOS драйвер матричних індикаторів OLED/PLED, поєднаний із графічним контролером. Він обробляє матрицю з 128 сегментів та 64 загальних сигналів. Ця мікросхема розроблена для OLED-панелей із загальним катодом (Common Cathode type OLED). На основі SSD1306 найбільшого поширення набули монохромні індикатори 96x16, 128x32 і 128x64 пікселів. Такі індикатори можна купити на AliExpress та Ebay у вигляді готового модуля, забезпеченого інтерфейсом I2C або SPI.

SSD1306 має вбудоване керування контрастністю, ОЗУ екрану та генератор. Все це зменшує кількість необхідних зовнішніх компонентів та загальне енергоспоживання. Управління яскравістю має 256 градацій. Дані та команди відправляються від MCU через апаратно вибраний інтерфейс. Це може бути паралельний інтерфейс сумісний 6800/8080 MCU, I2C або SPI. Контролер SSD1306 підходить для багатьох програм портативних пристроїв, такі як додатковий індикатор для телефону, MP3 плеєр, калькулятор і т.п.

Технічні характеристики:

- матрична панель 128 x 64 пікселів;
- живлення VDD = 1.65V.. 3.3V для логіки мікросхеми, VCC = 7V.. 15V для живлення сегментів панелі;
- параметри матричного дисплея керуюча вихідна напруга для OLED 15V максимум, максимальний струм сегменту 100 мкА, загальний струм 15 мА, що впливає, 256 ступенів управління струмом контрастності та яскравості;
- вбудована буферна пам'ять (SRAM) екрану 128 x 64 біт;
- інтерфейс підключення до MCU 8-бітний 6800/8080 паралельний

інтерфейс, 3/4 провідний SPI, I2C;

— безперервна функція прокручування графіки екрана у горизонтальному та вертикальному напрямках, яка може використовуватися для рівномірного зносу сегментів;

— сигнал синхронізації запису в RAM;

— програмована частота кадрів (Frame Rate) та коефіцієнт мультиплексування (Multiplexing Ratio);

— перепризначення рядків (Row Re-mapping) та стовпців (Column Re-mapping);

— вбудований генератор;

— розведення чіпа для COG (Chip On Glass, чіп на склі) та COF (Chip On Film, чіп на гнучкому шлейфі);

— широкий діапазон робочих температур:  $-40 \dots 85^{\circ}\text{C}$

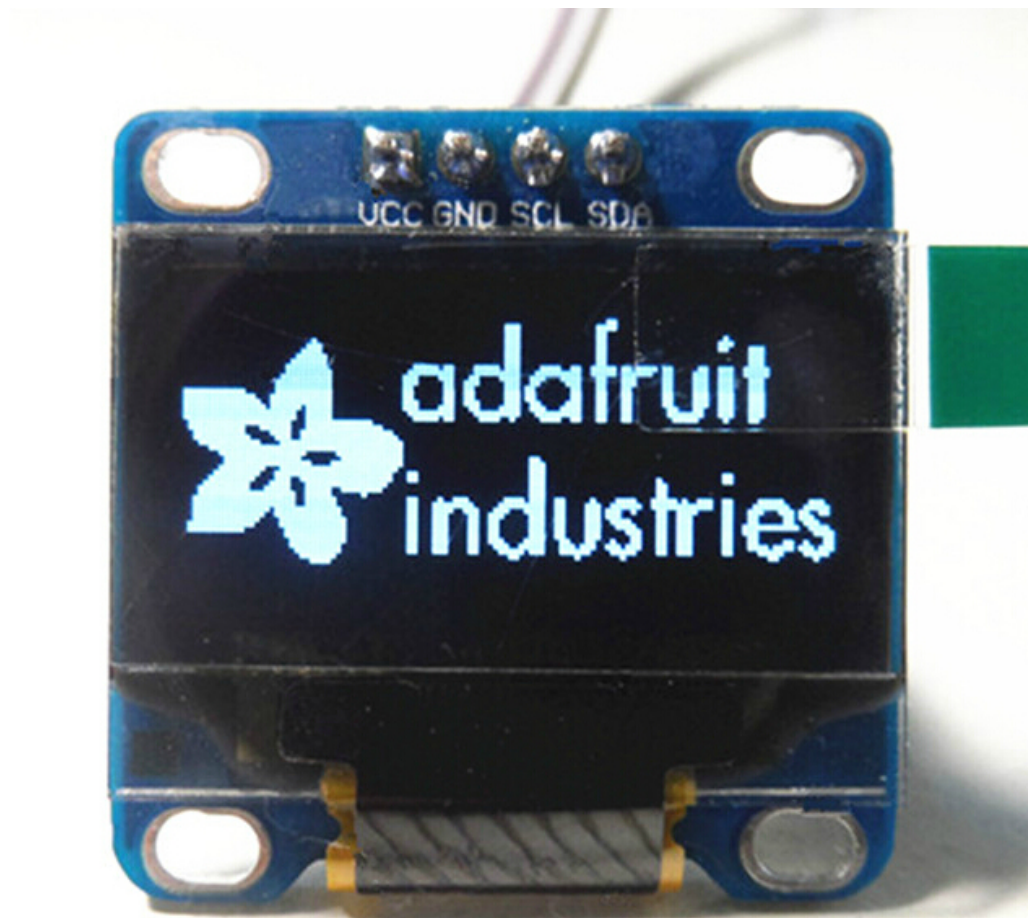


Рисунок 3.7 — Зовнішній вигляд OLED дисплея SSD1306

Для підключення обраного дисплею найкращим варіантом I2C.

I2C (Inter-Integrated Circuit) — послідовна шина даних для зв'язку інтегральних схем, що використовує дві двонаправлені лінії зв'язку (SDA та SCL). Використовується для з'єднання низькошвидкісних периферійних компонентів з материнською платою, системами, що вбудовуються, і мобільними телефонами.

Іноді цю шину називають "квадратичною" або "квадратною" або "Ай-Ту-Сі"

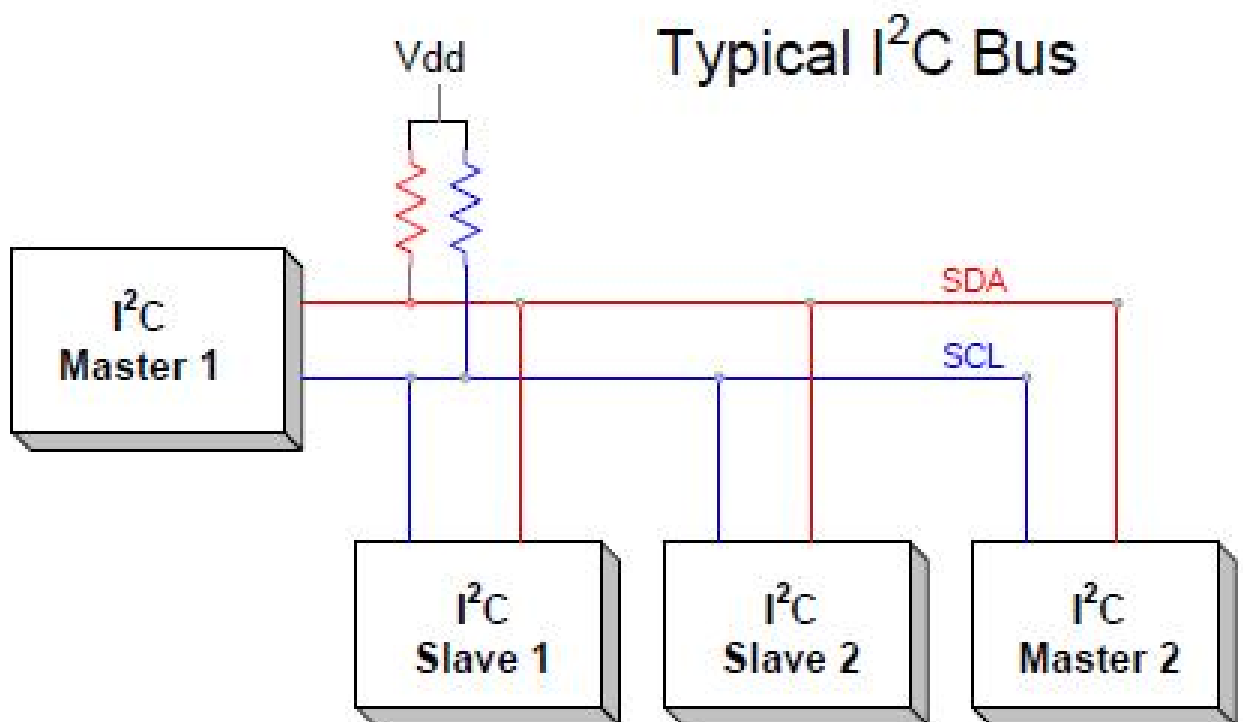


Рисунок 3.8 — Принцип роботи I2C

Мікроконтролер на рис.3.8 - це провідний елемент (Master1) — ним може бути процесор. На малюнку представлено 3 ведених периферійних елементи Slave Як Slave можуть бути пам'ять, ЦАП, АЦП та ін. До шини може бути підключено до 127 пристроїв.

Процесор із пам'яттю з'єднаний у цьому випадку по двох шинах:

SDA (Serial DATA) — шина послідовної передачі даних. Дані щодо цієї шині можуть передаватися у двох напрямках.

SCL (Serial Clock) — шина по якій йде тактування шини даних. Шина синхронізації даних. Вона також визначає, у який момент куди підуть дані. У схемі Master-Master першим бітом визначається хто займе головну роль.

Швидкість передачі даних. Оскільки передаються по 1 біту за 1 такт, швидкість передачі даних становить  $1/8$  від тактової частоти.

Схема підключення дисплейного OLED модуля до мікроконтролерної платформи знаходиться у додатку Є.

### 3.5 Організація підключення ІЧ приймача та microSD карти до мікроконтролера

Інфрачервоний приймач дозволить на відстані керувати вашим мікроконтролером або іншими електронними приладами за допомогою ІЧ передавача або простого ІЧ-пульта. Його завдання — прийом сигналів з пульта керування та розшифровка кодів з його кнопок. Пульт управління в цій зв'язці може бути будь-яким.

ІЧ приймач складається з смугового фільтра, PIN-фотодіода, амплітудного детектора, підсилювача, вихідного транзистора та інтегруючого фільтра. Коли інфрачервоне випромінювання потрапляє на PIN-фотодіод, виникає струм. Виниклий сигнал йде на підсилювач, а потім прямує на смуговий фільтр. Його завдання полягає у фільтрації сигналу від шуму, що можуть створювати різні прилади. Далі відфільтрований сигнал йде на три елементи датчика, що залишилися.

Смужний фільтр має встановлену частоту: 30, 33, 36, 38, 40, 56 кГц. Щоб сигнал пройшов, пульт дистанційного керування повинен бути налаштований на ту саму частоту, що й фільтр.

Управління полягає у передачі ІЧ пультом команд даному приймачеві. Щоб команди з пульта розпізнавали Arduino, необхідно знати шістнадцятковий код кожної кнопки пульта виду 0x (код кнопки). Далі в скетчі для Ардуїно прописуємо всі дії, які повинні будуть виконувати кнопки.

Корпус приймача має спеціальний оптичний захисний фільтр, що



допомагає уникнути зайвих перешкод, які походять від електромагнітних зовнішніх полів.

Оброблений сигнал набуває вигляду імпульсів заданої частоти і тривалості.

Для проекту було вирішено використати ІЧ датчик VS1838B в силу його простоти та відповідності до потреби користувача.

Після того як ми підключили ІЧ датчик, виконаємо підключення microSD карти через протокол SPI що є найкращим варіантом.

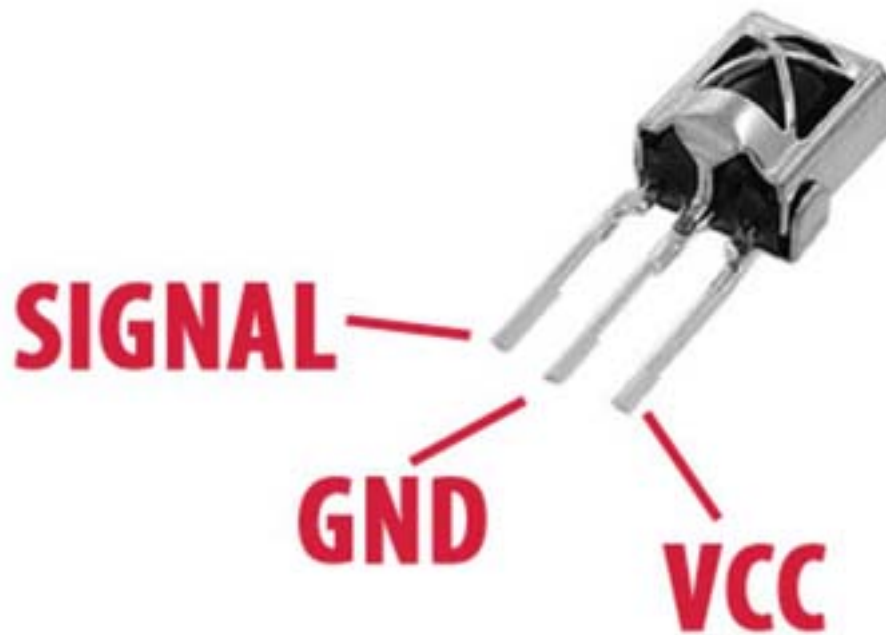


Рисунок 3.9 — Виходи датчика VS1838B

Стандарт SPI визначає лише фізичний лінк, але не сам [36]протокол обміну даними. Реалізація SD Memory Card SPI використовує безліч набору команд протоколу SD Memory Card. Перевага режиму SPI в тому, що можна використовувати стандартний хост, знижуючи до мінімуму зусилля на розробку та витрати на залізо. Недолік полягає в тому, що швидкість доступу

до даних картки у режиму SPI менша, ніж у традиційного режиму SD (це і зрозуміло, тому що для передачі даних використовується лише 1 розряд даних та 1 апаратний сигнал вибірки CS на кожную картку). Детальний опис фізичного підключення картки SD через SPI, опис цоколівки висновків картки та приклади схем підключення картки див. у статті.

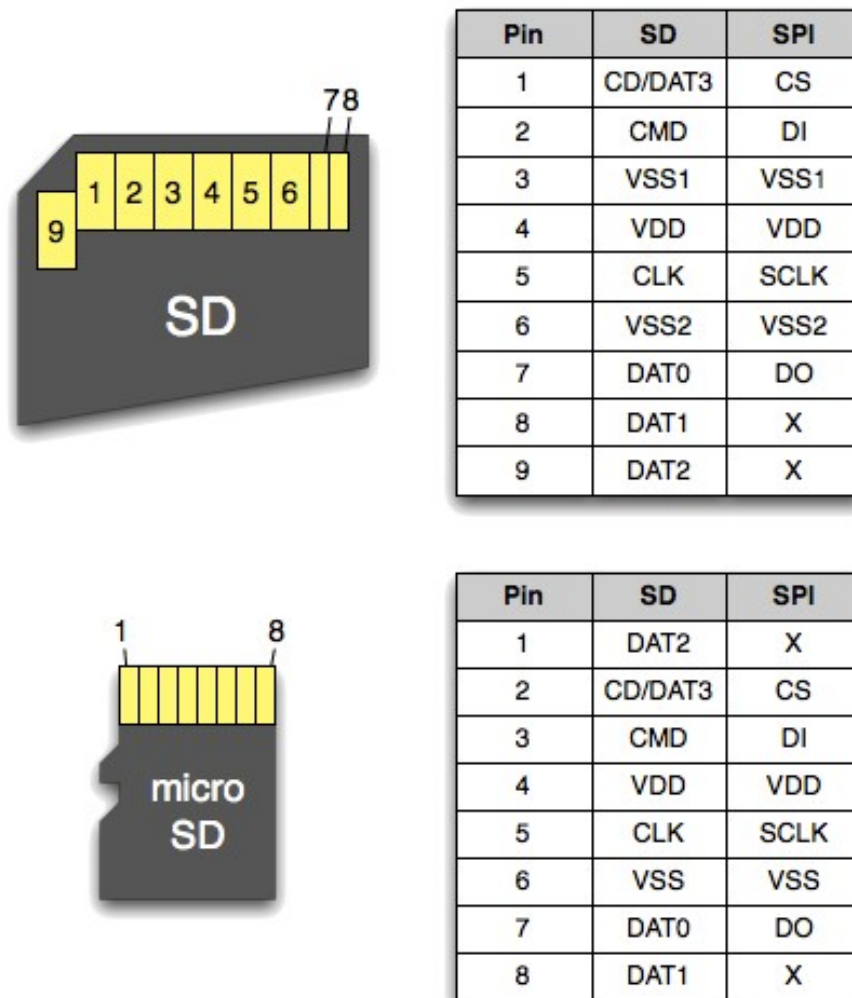


Рисунок 3.10 — Розпіновка контактів SD та microSD карт.

Схема підключення ІЧ приймача та microSD карти до мікроконтролерної платформи наведена у додатку Ж.

Після підключення всіх модулів, за допомогою програми Slan 7 змодельємо загальну електричну функціональну схему використовуючи способи описані в данному розділі.

Схема пристрою електрична функціональна знаходиться у додатку И

## 4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ СТВОРЕННЯ АПАРАТНОГО ЗАСОБУ МІКРОНТРОЛЕРНОГО КЕРУВАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИМИ СИСТЕМАМИ

Дослідження завжди дорогі. Ці витрати на виробництво та реалізацію товарів необхідно постійно зменшувати, оскільки це прогрес будь-якого виробництва. На основі економічних розрахунків [37] можна продемонструвати рентабельність та ефективність впровадження результатів досліджень у виробництво, тобто комерціалізація наукових досліджень. Дана магістерська кваліфікаційна робота відноситься до розряду прикладної науково-технічної роботи. Прогнозується виведення науково-технічної розробки на ринок із залученням потенційним інвестором. Дану послідовність приведено на рисунку 4.1.

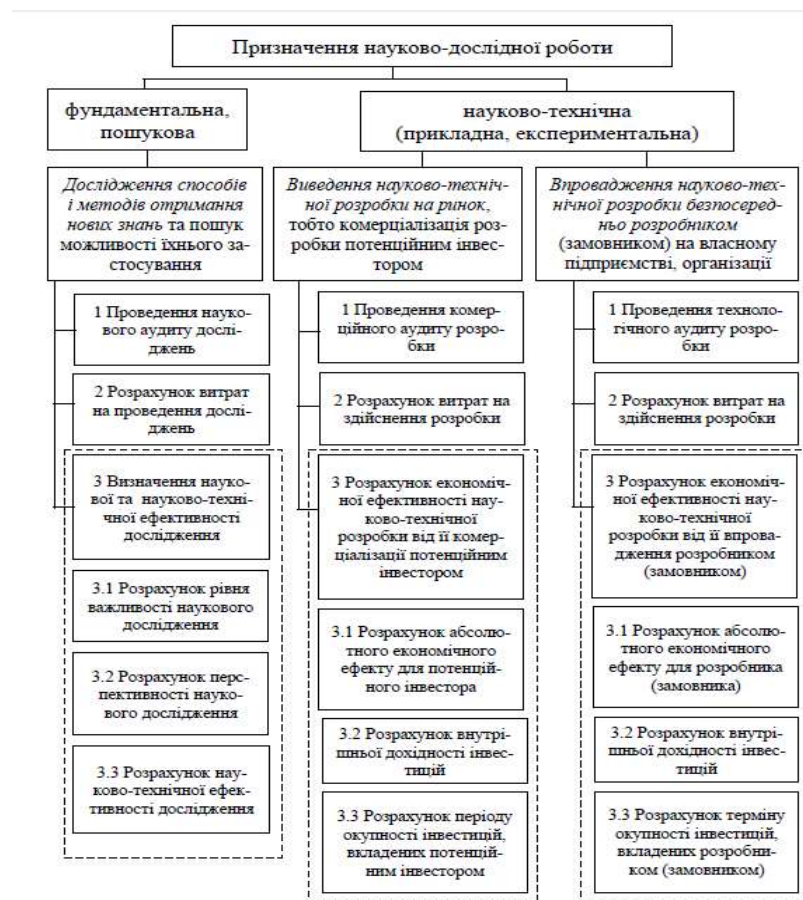


Рисунок 4.1 — Складові економічної частини магістерської кваліфікаційної роботи

Економічна частина цієї магістерської роботи буде поділена на такі елементи. Усі подальші економічні розрахунки будуть розглянуті у згаданих розділах економічної частини.

#### 4.1 Проведення комерційного та технологічного аудиту науково-технічної розробки

Метою оцінки потенціалу комерційного розвитку є оцінка потенціалу комерційного розвитку, що впливає з науково-технічних досліджень. За результатами оцінки робляться висновки про напрямки (особливості) організації в майбутньому її впровадження з урахуванням встановленої оцінки. Комерційний потенціал інвестицій буде оцінюватись відповідно до дванадцяти критеріїв, наведених у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 — Оцінювання комерційного потенціалу розробки

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

Продовження таблиці 4.1

5	Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати на рівні експлуатаційних витрат аналогів	Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в аналогів
Ринкові перспективи					
6	Ринок малий і не має позитивної динаміки	Ринок малий, але має позитивну динаміку	Середній ринок з позитивною динамікою	Великий стабільний ринок	Великий ринок з позитивною динамікою
Практична здійсненність					
7	Активна конкуренція великих компаній на ринку	Активна конкуренція	Помірна конкуренція	Незначна конкуренція	Конкурентів немає
8	Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї	Необхідно наймати фахівців або витратити значні кошти та час на навчання наявних фахівців	Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх штату	Необхідне незначне навчання фахівців	Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї
9	Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні.	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування відсутні	Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Не потребує додаткового фінансування
10	Необхідна розробка нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у військово-промисловому комплексі	Потрібні дорогі матеріали	Потрібні досяжні та дешеві матеріали	Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовуються у виробництві
11	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності інвестицій більше 10-ти років	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності інвестицій більше 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій від 3-х до 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій менше 3-х років

## Закінчення таблиці 4.1

12	Необхідно регламентні документи та велика кількість дозвільних документів на виробництво продукту	Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту	Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу	Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту
----	---	---	---	--	---

На основі таблиці різні експерти, у нашому випадку викладачі кафедри ОТ визначають різні результати. Результати цієї оцінки комерційного потенціалу узагальнено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 — Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки

Критерії	Експерт (ПІБ, посада)		
	1 Семеренко В. П., к.т.н., доц. кафедри ОТ	2 Савицька Л. А., к.т.н., доц. кафедри ОТ	3 Крупельницький Л.В., к.т.н., доц. кафедри ОТ
	Бали:		
1. Технічна здійсненність концепції	3	2	3
2. Ринкові переваги (наявність аналогів)	4	2	4
3. Ринкові переваги (ціна продукту)	3	3	3
4. Ринкові переваги (технічні властивості)	3	4	3
5. Ринкові переваги (експлуатаційні витрати)	2	3	3
6. Ринкові перспективи (розмір ринку)	3	4	4
7. Ринкові перспективи (конкуренція)	3	3	3
8. Практична здійсненність (наявність фахівців)	3	3	2
9. Практична здійсненність (наявність фінансів)	2	3	3

Закінчення таблиці 4.2

10. Практична здійсненність (необхідність нових матеріалів)	1	4	2
11. Практична здійсненність (термін реалізації)	3	4	3
12. Практична здійсненність (розробка документів)	3	3	3
Сума балів	$СБ_1 = 35$	$СБ_1 = 38$	$СБ_1 = 36$
Середньо-арифметична сума балів $СБ_C$	$СБ_C = \frac{\sum_1^3 СБ_i}{3} = \frac{35 + 38 + 36}{3} = 36,3$		

Відповідно до таблиці 4.2, а також відповідно до рекомендацій, наведених у таблиці 4.3, можна зробити висновок про рівень потенціалу комерційного розвитку [38].

Таблиця 4.3 — Рівні комерційного потенціалу розробки

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

З урахуванням середніх арифметичних балів  $СБ_C = 36,3$ , які були визначені експертами, можна зробити висновок, що рівень комерційного потенціалу цієї розробки буде вище середнього.

Акустичну систему Triangle AIO 3 Silver було використано для порівняння властивостей. Дана акустична система має перевагу в тому, що в ній є режим FM радіо та підтримує USB носії, але, немає графічного інтерфейсу.

Нова розробка, навпаки, має OLED дисплей, що додає зручності у використанні але не підтримує режим FM радіо та USB носії.

Також, ще один аналог Sonos Move має більш обмежений функціонал ніж розроблений пристрій тому що не маю пульта дистанційного керування, дисплею та підтримки зовнішніх носіїв, але, на заміну має вологозахист, технології Google Assistant та Amazon Alexa.

Порівня розробки з її аналогами приведено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 — Порівняння характеристик розробки із аналогом

Показники	Розробка	Аналог1	Аналог2
Функціонал	9	8	7
Простота використання	8	7	9
Надійність	8	8	8
Метод розповсюдження	8	7	6
Інтерфейс	9	8	7

Продукт буде просуватися за допомогою реклами в соціальних мережах, пошукових системах та багатьох інших джерелах Інтернету. Використовуючи аналітику цих сервісів, можна буде націлити рекламу на цільову групу обожнювачів мультимедіа.

Продукт також може бути використаний в безлічі сфер адже мультимедійні технології є актуальною темою сьогодення як серед споживачів так і серед розробників.

Новизна дослідження полягає створенні ефективної системи в зручному функціоналі, керування та передачі якісного сигналу, за допомогою використання сучасного кодека передавання інформації AptX HD, якість якого є однією з найвищих — на рівні Hi-Res, та технології DLNA.

Виходячи з результатів цього порівняння, можна з упевненістю сказати, що новий дизайн є конкурентоспроможним, оскільки в деяких аспектах в ньому переважає один з найкращих аналогів на ринку. Даний рівень



було досягнуто за рахунок покращення та/або розширення функціональних можливостей нової науково-технічної розробки порівняно з аналогічними розробками, існуючими в цей час на ринку.

#### 4.2 Розрахунок витрат на здійснення науково-дослідної роботи

У магістерській роботі розглядається апаратна платформа управління мультимедіа, але значну частину витрат складають витрати на розробку, а не на виробництво та відтворення [38]. Відповідно, є певна специфіка розрахунків.

##### 4.2.1 Витрати на оплату праці

Основна заробітна плата розробників, що працюють над проектом, визначена у формулі 4.1:

$$Z_o = \sum_{i=1}^k \frac{M_{ni} \cdot t_i}{T_p}, \quad (4.1)$$

де  $k$  — кількість посад дослідників, залучених до процесу досліджень;

$M_{ni}$  — місячний посадовий оклад конкретного дослідника, грн;

$T_p$  — середня кількість робочих днів в місяці,  $T_p = 21 \dots 23$  дні; обрано 22 дні;

$t_i$  — кількість днів роботи конкретного дослідника, дн.

Над створенням розробки працював менеджер проекту та інженер програмного забезпечення, тому ми виконаємо для данх працівників усі необхідні розрахунки, та після чого вносимо їх до таблиці 4.5:

$$Z_{o.k.} = \frac{16500 \cdot 8}{22} = 6000(\text{грн}),$$

$$Z_{o.v.} = \frac{11000 \cdot 44}{22} = 22000(\text{грн}).$$

Таблиця 4.5 — Витрати на заробітну плату дослідників

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн.	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн.
Керівник проекту	16500	750	8	6000
Старший інженер-схемотехнік	11000	500	44	22000
Всього				28000

Витрати на основну заробітну плату робітників за відповідними найменуваннями робіт відсутні, тобто  $Z_p = 0$ . Додаткова винагорода ( $Z_{\text{дод.}}$ ) усіх розробників та працівників, які брали участь у цьому етапі роботи, обчислюється як 10 ... 12% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою 4.2:

$$Z_{\text{дод.}} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{N_{\text{дод.}}}{100\%}, \quad (4.2)$$

де  $N_{\text{дод.}}$  — норма нарахування додаткової заробітної плати.

$$Z_{\text{дод.к.}} = \frac{10 \cdot 6000}{100} = 600 \text{ (грн)},$$

$$Z_{\text{дод.в.}} = \frac{10 \cdot 22000}{100} = 2200 \text{ (грн)},$$

$$Z_{\text{дод.}} = Z_{\text{дод.к.}} + Z_{\text{дод.в.}} = 2800 \text{ (грн)}.$$

#### 4.2.2 Відрахування на соціальні заходи

Заробітна плата робітників відсутня, тому  $Z_p = 0$ . Нарахування на заробітну плату дослідників та нарахування на заробітну плату працівників, які брали участь у цьому етапі роботи, розраховується як 22% від суми основної та додаткової заробітної плати дослідників і робітників за наступною формулою 4.3:

$$Z_n = (Z_o + Z_p + Z_{\text{дод}}) \cdot \frac{H_{\text{зп}}}{100\%}, \quad (4.3)$$

де  $H_{\text{зп}}$  — норма нарахування на заробітну плату.

$$Z_n = (28000 + 0 + 2800) \cdot \frac{22\%}{100\%} = 6776 \text{ (грн.)}$$

#### 4.2.3 Сировина та матеріали

Витрати на матеріали ( $M$ ), у вартісному вираженні розраховуються окремо по кожному виду матеріалів за наступною формулою 4.4:

$$M = \sum_{j=1}^n H_j \cdot C_j \cdot K_j - \sum_{j=1}^n V_j \cdot C_{\text{в}j}, \quad (4.4)$$

де  $H_j$  — кількість матеріалу  $j$ -го виду, шт.;

$n$  — кількість видів матеріалу;

$C_j$  — ціна матеріалу  $j$ -го виду, грн.;

$K_j$  — коефіцієнт транспортних витрат,  $K_j = (1,1 \dots 1,15)$ , обираємо  $K_j 1,15$ ;

$V_j$  — маса відходів  $j$ -го найменування, кг.;

$C_{\text{в}j}$  — вартість відходів  $j$ -го найменування, грн/кг.

Результати розрахунків занесено до таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 — Витрати на матеріали

Найменування комплектуючих	Ціна за 1 штуку, грн	Кількість матеріалу, штук	Величина відходів, кг	Ціна відходів, грн/кг	Вартість витраченого матеріалу, грн
Ручка	30,00	1	0,06	1,80	29,89
Карта пам'яті	650,00	1	0	0,00	650,00
Пачка офісного папіру	176,00	1	0,5	2,50	86,25
Всього (з урахуванням транспортних витрат)					881,06

#### 4.2.4 Розрахунок витрат на комплектуючі

При дослідженні апаратної платформи не виникає потреба в додаткових компонентах тому і не спричиняє витрат на компоненти та  $K_v = 0$ .

#### 4.2.5 Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт

Спецустаткування для проведення експериментальних робіт по створенню апаратної платформи управління мультимедіа не має потреби залучати.

#### 4.2.6 Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт

Програмне забезпечення для створення програмного забезпечення апаратної платформи управління мультимедіа використовується таке, що є у вільному розповсюдженні, тому витрати на придбання такого забезпечення відсутні.

#### 4.2.7 Амортизація обладнання, програмних засобів та приміщень

В спрощеному вигляді амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання, приміщень та програмному забезпеченню тощо можуть бути розраховані з використанням прямолінійного методу амортизації за формулою (4.5)

$$A_{\text{обл}} = \frac{Ц_{\text{б}}}{T_{\text{в}}} \cdot \frac{t_{\text{вик}}}{12}, \quad (4.5)$$

Таблиця 4.7 — Амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн.	Строк корисного використання, років	Термін використання, місяців.	Амортизаційні відрахування, грн
ЕОМ	11000	2	2	916,67
Приміщення	100000	20	2	833,33
Всього				1750

#### 4.2.8 Паливо та енергія для науково-виробничих цілей

Витрати на силову електроенергію ( $B_e$ ) розраховують за формулою 4.6:

$$B_e = \sum_{i=1}^n \frac{W_{yi} \cdot t_i \cdot C_e \cdot K_{\text{впі}}}{\eta_i}, \quad (4.6)$$

де  $W_{yi}$  — встановлена потужність обладнання на певному етапі розробки, кВт;

$t_i$  — тривалість роботи обладнання на етапі дослідження, год.;

$C_e$  — вартість 1 кВт-години електроенергії, грн, (вартість електроенергії визначається за даними енергопостачальної компанії),  $C_e = 4,62$  [39];

$K_{вп}$  — коефіцієнт, що враховує використання потужності,  $K_{вп} < 1$ ; обираємо

$\eta$

$$B_e = \sum_{i=1}^1 \frac{0,07 \cdot 352 \cdot 4,62 \cdot 0,7}{0,8} = 100,52 \text{ (грн.)}$$

Проведені розрахунки необхідно звести до таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 — Витрати на електроенергію

Найменування обладнання	Встановлена потужність, кВт	Тривалість роботи, год	Сума, грн
ЕОМ	0,07	352	100,52
Всього			100,52

#### 4.2.9 Службові відрядження

Під час розробки апаратної платформи відрядження штатних працівників, працівників організацій, які працюють за договорами цивільно-правового характеру, магістрів, зайнятих розробленням досліджень, відрядження, пов'язані з проведенням випробувань машин та приладів, а також витрати на відрядження на наукові з'їзди, конференції, наради, пов'язані з виконанням конкретних досліджень, не плануються.

#### 4.2.10 Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації

Витрати за статтею «Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації» не плануються, так як у цьому немає потреби.

#### 4.2.11 Інші витрати

Витрати за статтею «Інші витрати» розраховуються як 50...100% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою 4.7:

$$I_{\text{в}} = (Z_{\text{о}} + Z_{\text{р}}) \cdot \frac{N_{\text{ів}}}{100\%}, \quad (4.7)$$

де  $N_{\text{ів}}$  — норма нарахування за статтею «Інші витрати».

$$I_{\text{в.к.}} = 6000 \cdot \frac{50\%}{100\%} = 3000 \text{ (грн.)},$$

$$I_{\text{в.в.}} = 22000 \cdot \frac{50\%}{100\%} = 11000 \text{ (грн.)},$$

$$I_{\text{в}} = I_{\text{в.к.}} + I_{\text{в.в.}} = 14000 \text{ (грн.)}.$$

#### 4.2.12 Накладні (загальновиробничі) витрати

Витрати за статтею «Накладні (загальновиробничі) витрати» розраховуються як 100...150% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою 4.8:

$$V_{\text{нзв}} = (Z_{\text{о}} + Z_{\text{р}}) \cdot \frac{N_{\text{нзв}}}{100\%}, \quad (4.8)$$

де  $N_{\text{нзв}}$  — норма нарахування за статтею «Накладні (загальновиробничі) витрати».

Беремо норму нарахування 100%.

$$V_{\text{нзв.к.}} = 6000 \cdot \frac{100\%}{100\%} = 6000 \text{ (грн.)},$$

$$V_{\text{нзв.в.}} = 22000 \cdot \frac{100\%}{100\%} = 22000 \text{ (грн.)},$$

$$V_{\text{нзв}} = V_{\text{нзв.к.}} + V_{\text{нзв.в.}} = 28000 \text{ (грн.)}.$$

Витрати на проведення науково-дослідної роботи розраховуються як сума всіх попередніх статей витрат за формулою 4.9:

$$V_{\text{заг}} = Z_o + Z_p + Z_{\text{дод}} + Z_n + M + K_v + V_{\text{спец}} + V_{\text{прг}} + A_{\text{обл}} + V_e + V_{\text{св}} + V_{\text{сп}} + I_v + V_{\text{нзв}}. \quad (4.9)$$

У нашому випадку:

$$Z_p = 0, K_v = 0, V_{\text{спец}} = 0, V_{\text{прг}} = 0, V_{\text{св}} = 0, V_{\text{сп}} = 0, \text{ тому отримаємо:}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{заг}} &= 28000 + 2800 + 6776 + 881,06 + 1750 + 100,52 + 14000 + 280 \\ &= 82307,78 \text{ (грн)}. \end{aligned}$$

Загальні витрати ЗВ на завершення науково-дослідної роботи та оформлення її результатів розраховуються за формулою 4.10:

$$\begin{aligned} & \text{ЗВ} \\ &= \frac{V_{\text{заг}}}{\eta}, \end{aligned} \quad (4.10)$$

де  $\eta$  — коефіцієнт, який характеризує етап (стадію) виконання науково-дослідної роботи, обираємо  $\eta = 0,5$ .

$$\text{ЗВ} = \frac{82307,78}{0,5} = 164615,56 \text{ (грн)}.$$

4.3 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки за її можливої комерціалізації потенційним інвестором

Розробка чи суттєве вдосконалення апаратної платформи (пристрою) для використання масовим споживачем.

Для всіх наведених випадків можливе збільшення чистого прибутку у потенційного інвестора  $\Delta\Pi_i$  для кожного із років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки [40], розраховується за формулою 4.11:

$$\Delta\Pi_i = (\pm\Delta C_o \cdot N \cdot C_o \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\theta}{100}\right) \quad (4.11)$$



де  $\pm\Delta\Pi_0$  — зміна основного якісного показника від впровадження результатів науково-технічної розробки в аналізованому році;

$N$  — основний кількісний показник, який визначає величину попиту на аналогічні чи подібні розробки у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки;

$\Pi_0$  — основний якісний показник, який визначає ціну реалізації нової науково-технічної розробки в аналізованому році,  $\Pi_0 = \Pi_6 \pm \Delta\Pi_0$ ;

$\Pi_6$  — основний якісний показник, який визначає ціну реалізації існуючої (базової) науково-технічної розробки у році до впровадження результатів;

$\Delta N$  — зміна основного кількісного показника від впровадження результатів науково-технічної розробки в аналізованому році;

$\lambda$  — коефіцієнт, який враховує сплату потенційним інвестором податку на додану вартість, у 2021 році ставка податку на додану вартість становить 20%, а коефіцієнт  $\lambda=0,8333$ ;

$\rho$  — коефіцієнт, який враховує рентабельність інноваційного продукту ( )  
 $\vartheta$  — ставка податку на прибуток, який має сплачувати потенційний інвестор, у 2021 році  $\vartheta=18\%$ .

с В результаті впровадження результатів наукових розробок поліпшується якість апаратної платформи, що дозволяє подорожчати за його впровадження, з кількість потенційних користувачів ресурсу збільшиться — у перший рік — на 110 одиниць, на другий рік — ще на 450 одиниць, на третій рік — ще 550 штук.

) Ми прогнозуємо щорічний приріст чистого прибутку компанії від впровадження результатів наукових розробок щодо вихідного стану. Збільшення чистого прибутку підприємства  $\Delta\Pi_1$  за перший рік складе:

$$\rho \Delta\Pi_1 = [1100 \cdot 0 + (3500 + 1100) \cdot 110] \cdot 0,8333 \cdot 0,26 \cdot \left(1 - \frac{18\%}{100\%}\right) = 89895,74 \text{ (грн).}$$

к

о

м

е

н

Збільшення чистого прибутку компанії  $\Delta\Pi_i$  на другий рік (порівняно з базовим, тобто роком, що передує впровадженню результатів наукових досліджень) складе:

$$\begin{aligned}\Delta\Pi_2 &= [1100 \cdot 0 + (3500 + 1100) \cdot (110 + 450)] \cdot 0,8333 \cdot 0,26 \cdot \left(1 - \frac{18\%}{100\%}\right) = \\ &= 457651,03 \text{ (грн)}.\end{aligned}$$

Збільшення чистого прибутку підприємства  $\Delta\Pi_i$  на третій рік складе:

$$\begin{aligned}\Delta\Pi_3 &= [1100 \cdot 0 + (3500 + 1100) \cdot (110 + 450 + 550)] \cdot 0,8333 \cdot 0,26 \cdot \left(1 - \frac{18\%}{100\%}\right) = \\ &= 1088599,38 \text{ (грн)}.\end{aligned}$$

Далі розраховують приведену вартість збільшення всіх чистих прибутків ПП, що їх може отримати потенційний інвестор від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки 4.12:

$$ПП = \sum_{i=1}^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1 + \tau)^t}, \quad (4.12)$$

де  $\Delta\Pi_i$  — збільшення чистого прибутку у кожному з років, протягом яких виявляються результати впровадження науково-технічної розробки, грн;

$T$  — період часу, протягом якого очікується отримання позитивних результатів від впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, роки;

$\tau$  — ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні,  $\tau = 0,05 \dots 0,15$ , обираємо  $\tau = 0,1$ ;

$t$  — період часу (в роках) від моменту початку впровадження науково-технічної розробки до моменту отримання потенційним інвестором додаткових чистих прибутків у цьому році.

$$\begin{aligned}ПП &= \frac{89895,74}{(1 + 0,1)^1} + \frac{457651,03}{(1 + 0,1)^2} + \frac{1088599,38}{(1 + 0,1)^3} = 81723,4 + 378223,99 + 817880,83 = \\ &= 1277828,22 \text{ (грн.)}\end{aligned}$$

Далі розраховують величину початкових інвестицій  $PV$ , які потенційний інвестор має вкласти для впровадження і комерціалізації науково-технічної розробки. Для цього можна використати формулу 4.13:

$$PV = k_{\text{інв}} \cdot ЗВ, \quad (4.13)$$

де  $k_{\text{інв}}$  — коефіцієнт, що враховує витрати інвестора на впровадження науково-технічної розробки та її комерціалізацію, які можуть бути витрати на підготовку приміщень, розробку технологій, навчання персоналу, маркетингові заходи тощо, зазвичай  $k_{\text{інв}}=2\dots5$ , але може бути і більшим, обираємо  $k_{\text{інв}} = 2$ ;

$ЗВ$  — загальні витрати на проведення науково-технічної розробки та оформлення її результатів, грн.

$$PV = 2 \cdot 164615,56 = 329231,12 \text{ (грн.)}$$

Тоді абсолютний економічний ефект  $E_{\text{абс}}$  або чистий приведений дохід для потенційного інвестора від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки становитиме 4.14:

$$E_{\text{абс}} = \text{ПП} - PV \quad (4.14)$$

де  $\text{ПП}$  — приведена вартість зростання всіх чистих прибутків від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, грн;

$PV$  — теперішня вартість початкових інвестицій, грн.

$$E_{\text{абс}} = 1277828,22 - 329231,12 = 948597,1 \text{ (грн.)}$$

Внутрішня економічна дохідність інвестицій  $E_{\text{в}}$ , які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки, розраховується за формулою 4.15:

$$E_{\text{в}} = \sqrt[t_{\text{ж}}]{1 + \frac{E_{\text{абс}}}{PV}} - 1, \quad (4.15)$$

де  $E_{\text{абс}}$  — абсолютний економічний ефект вкладених інвестицій, грн;

$PV$  — теперішня вартість початкових інвестицій, грн;

$T_{ж}$  — життєвий цикл науково-технічної розробки, тобто час від початку її розробки до закінчення отримання позитивних результатів від її впровадження, роки.

$$E_B = \sqrt[3]{1 + \frac{948597,1}{329231,12}} - 1 = 0,57$$

Далі визначають бар'єрну ставку дисконтування  $\tau_{\min}$ , тобто мінімальну внутрішню економічну дохідність інвестицій, нижче якої кошти у впровадження науково-технічної розробки та її комерціалізацію вкладатися не будуть.

Мінімальна внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій  $\tau_{\min}$  визначається за формулою 4.16:

$$\tau_{\min} = d + f, \quad (4.16)$$

де  $d$  — середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках, в 2021 році в Україні  $d = 0,9...0,12$ , обираємо  $d = 0,11$ ;

$f$  — показник, що характеризує ризикованість вкладення інвестицій; звичай величина  $f=0,05...0,5$ , але може бути і значно вищою, обираємо  $f = 0,2$ ;

$$\tau_{\min} = d + f = 0,11 + 0,2 = 0,31\%$$

Величина  $E_B > \tau_{\min}$ , отже інвестор може бути зацікавлений у фінансуванні цього дослідження.

Далі розраховуємо період окупності інвестицій  $T_{ок}$ , які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки за формулою 4.17:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_B}, \quad (4.17)$$

де  $E_B$  — внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій.

$$T_{\text{ок}} = \frac{1}{0,57} = 1,8 \text{ року}$$

Оскільки  $T_{\text{ок}} = 1,8$  року, тоді розвиток доречний.

## ВИСНОВКИ

Близько 80% усієї інформації про зовнішній світ ми сприймаємо за допомогою зору і менше 20% за допомогою слуху. Проте без цих 20% обійтися неможливо. Існує досить багато мультимедійних програм, де звук стоїть на першому місці і саме він задає тон усьому твору. Наприклад, найчастіше відеокліп роблять під конкретну пісню, а чи не пишуть пісню під відео. Тому у виразі "аудіовізуальний ряд" саме слово "аудіо" стоїть на першому місці.

Важливо відзначити, що система повинна забезпечувати можливість експерименту, так щоб користувач міг подивитися, чи цей ефект підходить до даного місця. Система також повинна дозволяти точно поєднувати звукові ефекти зі звуковим контекстом, регулювати панораму тощо.

Якщо говорити про звукову складову мультимедіа, то тут є два аспекти: з погляду споживача і з точки зору творця. Очевидно, для споживачів цікавий саме аспект створення мультимедіа-контенту, оскільки він якраз і створюється за допомогою комп'ютерної техніки.

У першому розділі магістерської роботи було виконано аналіз методів і засобів бездротового управління мультимедійними системами, такі як Bluetooth та WiFi а також управління за допомогою ІЧ пульта. Виконано огляд та аналіз існуючих аналогів на ринку.

У другому розділі магістерської роботи проаналізовано та обрано структурні частини пристрою, а також технологію WiFi — DLNA, та найкращого серед доступних Bluetooth кодеку — Aptx HD, побудовано структурну схему пристрою.

У третьому розділі магістерської роботи було обрано мікроконтролерну платформу для організації пристрою, обрано Bluetooth, WiFi, та дисплейний OLED модулі. Визначено схемотехнічні методи та інтерфейси підключення модулів, micro SD карти та ІЧ датчика, після чого в програмі Splan7 змодельовано схему електричну функціональну мікроконтролерної системи керування мультимедіа.

У четвертому розділі магістерської кваліфікаційної роботи було виконано обґрунтування доцільності розробки нового наукового вирішення представленої проблеми управління сучасними мультимедійними системами, здійснено розрахунок потрібних економічних затрат, що необхідні для реалізації запропонованих засобів управління сучасними мультимедійними системами і позначено комерційні переваги впровадження створеного апаратного продукту як засобу мікроконтролерного управління сучасними мультимедійними системами.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Современные технологии [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>.
2. Борисов А.Л. Основы мультимедиа-технологий / А. Л. Борисов, И.И. Емельянова: учебное пособие. — Тверь, 2011. — 223с.
3. Волкова Е. А. Мультимедиа технологии: Учебно-методическое пособие / Е. А. Волкова. — Нижний Тагил : НТГСПИ (ф) РГППУ, 2016 — 100 с.
4. Елифанов, С.В. Роль мультимедиа-технологий в современном обществе / С.В. Елифанов / Современная наука: теоретический и практический взгляд: сборник статей Международной научно-практической конференции. — М.: 2016. — С.31-33.
5. Аналіз сучасних технологій бездротової передачі звуку в мультимедійних системах [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2021/paper/view/12732/10685>.
6. Мультимедиа технологии: описание и основные возможности [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://refdb.ru/look/2877127.html>.
7. Зуенок А. В. Использование мультимедийных технологий в учебном процессе / А. В. Зуенок, А. А. Казакова // Информационные технологии в образовании, науке и производстве : IV Международная научно-техническая интернет-конференция, 18-19 ноября 2016 г. Секция Современные информационные технологии в преподавании технических и гуманитарных дисциплин [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rep.bntu.by/handle/data/27264?show=full>.
8. Артамонов Б. Н. Основы современных компьютерных технологий / Артамонов Б.Н. [и др] — Учебное пособие — СПб.: КОРОНА принт, 2003 — 448с.
9. Примеры использования мультимедиа устройств в компьютере. Понятие «мультимедиа» [Электронный ресурс]. Режим доступа:



<https://otkrytkanadom.ru/primery-ispolzovaniya-multimedia-ustroistv-v-kompyutere-ponyatie/>.

10. Примеры использования мультимедиа устройств в компьютере. Понятие «мультимедиа». [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://otkrytkanadom.ru/primery-ispolzovaniya-multimedia-ustroistv-v-kompyutere-ponyatie/>. Дата звернення: Вересень 14, 2021.

11. Аникин А. Обзор современных технологий беспроводной передачи данных в частотных диапазонах ISM (Bluetooth, ZigBee, Wi-Fi) и 434/868 МГц // Беспроводные технологи. — 2011. — №4. — С. 6 — 12.

12. Рестович А., Стоян И., Чубич И. Bluetooth-технология беспроводной связи и ее применение // Ericsson Nikola Tesla d.d. REVIJA. 18/2005/1.

13. Аппаратные и программные средства мультимедиа [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://slutskmedkol.by/Informac\\_tehnologii/Multimedia.html](http://slutskmedkol.by/Informac_tehnologii/Multimedia.html).

14. Аппаратные средства мультимедиа [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sites.google.com/site/multitehnologii/fyvfvafa/3-apparatnye-sredstva-multimedia>.

15. Звуковые системы IBM PC [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://help4students.ru/product/%D0%B7%D0%B2%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5-%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B-ibm-pc/>.

16. Федоров В. Модули Bluetooth в промышленных приложениях и системах сбора информации. — Москва: Электронное издание «Компоненты и технологии», 2007.

17. Попов М. Применение Bluetooth в радиолюбительских устройствах // Радио. — 2010. — № 6. — 64 с.

18. Курт Ф. Bluetooth: решения на все или почти все случаи жизни. Москва: Электронное издание «Компоненты и технологии». — 2004. — № 3.

19. А. Рестович, И. Стоян, И. Чубич. Bluetooth технология беспроводной связи и ее применение. — Загреб, Хорватия: Эрикссон Никола Тесла, 2005 — 86с.
20. Принцип действия ИК пульта управления [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://led-displays.ru/ir\\_remote\\_theory.html](https://led-displays.ru/ir_remote_theory.html).
21. Акустична система Triangle AIO 3 Silver [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://portativ.ua/product\\_22396.html#attributes](https://portativ.ua/product_22396.html#attributes).
22. Бездротова аудіосистема Sonos Move [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://portativ.ua/product\\_24999.html#attributes](https://portativ.ua/product_24999.html#attributes).
23. Кодеки SBC, AAC, LDAC [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://quauty.pro/uk/blog-cat-ua/shho-take-kodek-sbc-aac-ta-ldac/>.
24. Що таке AptX [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://quauty.pro/uk/blog-cat-ua/shho-take-aptx-ta-aptx-hd/>.
25. Форматы сжатия звука. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.compdoc.ru/comp/audio/compression\\_formats](http://www.compdoc.ru/comp/audio/compression_formats).
26. Беспроводная передача звука и видео HD [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/138670>.
27. Технология DLNA [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://help-wifi.com/o-besprovodnyx-texnologiyah/texnologiya-dlna-ispolzovanie-dlna-na-televizorax-smart-tv-i-drugix-ustrojstвах>.
28. Одноплатные компьютеры: что, зачем и почему. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gagadget.com/how-it-works/17056-odnoplattyie-kompyuteryi-что-zachem-i-pochemu>.
29. Какие бывают дисплеи к ардуино [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://electric.info/microcontroller/1496-kakie-byvayut-displei-dlya-arduino-i-kak-ih-podklyuchit.html>.
30. Микроконтроллеры STM 32 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.compel.ru/lib/53954>.
31. Модуль CSR8675 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://bigl.ua/p1127594761-audio-modul->

qualcomm?gclid=CjwKCAjw\_qb3BRAVEiwAvwq6VqfsNBuft7zDZzpdhgh5u2e8z6psi-1w\_9w3i7ee9Ad7x6hPADO\_xhoCofkQAvD\_BwE.

32. Інтерфейс UART [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://wiki.iarduino.ru/page/serial-protocols-uart/>.

33. Знакомимся с модулем ESP8266 [Електронний ресурс]. Режим доступу:

<https://hobbytech.com.ua/%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D0%BC%D1%81%D1%8F-%D1%81-%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D0%B5%D0%BC-esp8266-%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BD%D0%B5%D0%B5>

34. Інтерфейс передачі даних SPI [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/interfeys-peredachi-dannykh-spi/>.

35. OLED дисплей SSD1306 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://microsin.net/adminstuff/hardware/ssd1306-oled-controller.html>.

36. Підключення SD карти по SPI [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://microsin.net/programming/file-systems/sd-specifications-part-1-physical-layer-simplified-specification-ver-200-spi-mode.html>.

37. Методичні вказівки до виконання економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт / Уклад. : В. О. Козловський, О. Й. Лесько, В. В. Кавецький. — Вінниця : ВНТУ, 2021. — 42 с

38. Адлер О.О. Методичні вказівки до підготовки та написання курсової роботи з дисципліни «Економічне обґрунтування інноваційних рішень» / Уклад. О.О.Адлер, І.В.Причепа, Н.М.Тарасюк. — Вінниця: ВНТУ, 2014. — 38 с.

39. Тарифи на електроенергію [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://index.minfin.com.ua/tarif/electric.php>. Дата звернення: Листопад 30, 2021.

40. Кавецький В. В. Економічне обґрунтування інноваційних рішень: Практикум / В.В.Кавецький, В.О.Козловський, І.В.Причепа. — ВНТУ, 2013. — 110 .

## ДОДАТОК А

Міністерство освіти та науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії  
Кафедра обчислювальної техніки

### ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ОТ

\_\_\_\_\_ проф., д.т.н. О. Д. Азаров

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

### ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи  
«Мікроконтролерні засоби керування сучасними мультимедійними  
системами»

08-23.МКР.018.00.000 ТЗ

Науковий керівник: к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Савицька Л.А.

Магістрант групи 2КІ-20м

\_\_\_\_\_ Воронюк Д.О.

Вінниця 2021

## 1 Підстава для виконання магістерської кваліфікаційної роботи (МКР)

1.1 Актуальність даного дослідження визначається необхідністю вирішення основних проблем керування сучасними мультимедійними системами.

1.2 Наказ про затвердження теми магістерської кваліфікаційної роботи.

## 2 Мета і призначення МКР

2.1 Мета магістерської роботи полягає у підвищенні ефективності керування сучасними мультимедійними системами.

2.2 Призначення розробки — виконання магістерської кваліфікаційної роботи.

## 3 Вихідні дані для виконання МКР

Виконати розробку апаратної системи мікроконтролерного керування сучасними мультимедійними системами. Схеми підключення модулів та інших елементів, а також схему електричну функціональну представити в додатках до роботи.

## 4 Вимоги до виконання МКР

МКР повинна задовольняти такі вимоги:

— запропонувати нові підходи для реалізації апаратної системи мікроконтролерного керування сучасними мультимедійними системами;

— розробити структурну схему мікроконтролерного керування сучасними мультимедійними системами;

— вхідні дані — аудіо сигнал який поступає з SD карти або через безпроводний інтерфейс.

## 5 Етапи МКР

Очікувані результати роботи знаходяться в таблиці А.1

Таблиця А.1 — Етапи виконання роботи

№	Назва етапу	Термін виконання		Очікувані результати
		початок	кінець	
1	Аналіз завдання. Вступ	07.09.21	9.09.21	Вступ
2	Аналіз літературних джерел для розпізнавання особи	10.09.21	16.09.21	розділ 1
3	Розробка технічного завдання	17.09.21	18.09.21	Технічне завдання
3	Розробка структури системи мікроконтролерного керування сучасними мультимедійними системами.	19.09.21	21.10.21	Розділ 2, розробка структури
4	Огляд та вибір структурних компонентів	22.10.21	31.10.21	Розділ 3, розробка схеми
5	Моделювання схеми електричної функціональної.	01.11.21	16.11.21	Розділ 3
6	Розробка економічної частини	17.11.21	30.11.21	Розділ 4
7	Оформлення пояснювальної записки	01.12.21	15.12.21	ПЗ, презентація

## 6 Матеріали

Подаються до захисту МКР — пояснювальна записка МКР, ілюстративні та графічні матеріали, протокол попереднього захисту МКР на кафедрі, відзив наукового керівника, відзив рецензента, протоколи складання державних екзаменів, анотації до МКР українською та іноземною мовами, довідка про відповідність оформлення МКР діючим вимогам.

## 7 Порядок контролю виконання та захисту МКР

Виконання етапів розрахункової та графічної документації МКР контролюється науковим керівником згідно зі встановленими термінами. Захист МКР відбувається на засіданні Державної екзаменаційної комісії, затвердженою наказом ректора.

## 8 Вимоги до оформлення МКР

Вимоги викладені в ДСТУ 3008:2015 та положення ВНТУ про КМКР -2021.

Технічне завдання до виконання отримав \_\_\_\_\_ Воронюк Д. О.

## ДОДАТОК Б

### Структурна схема пристрою

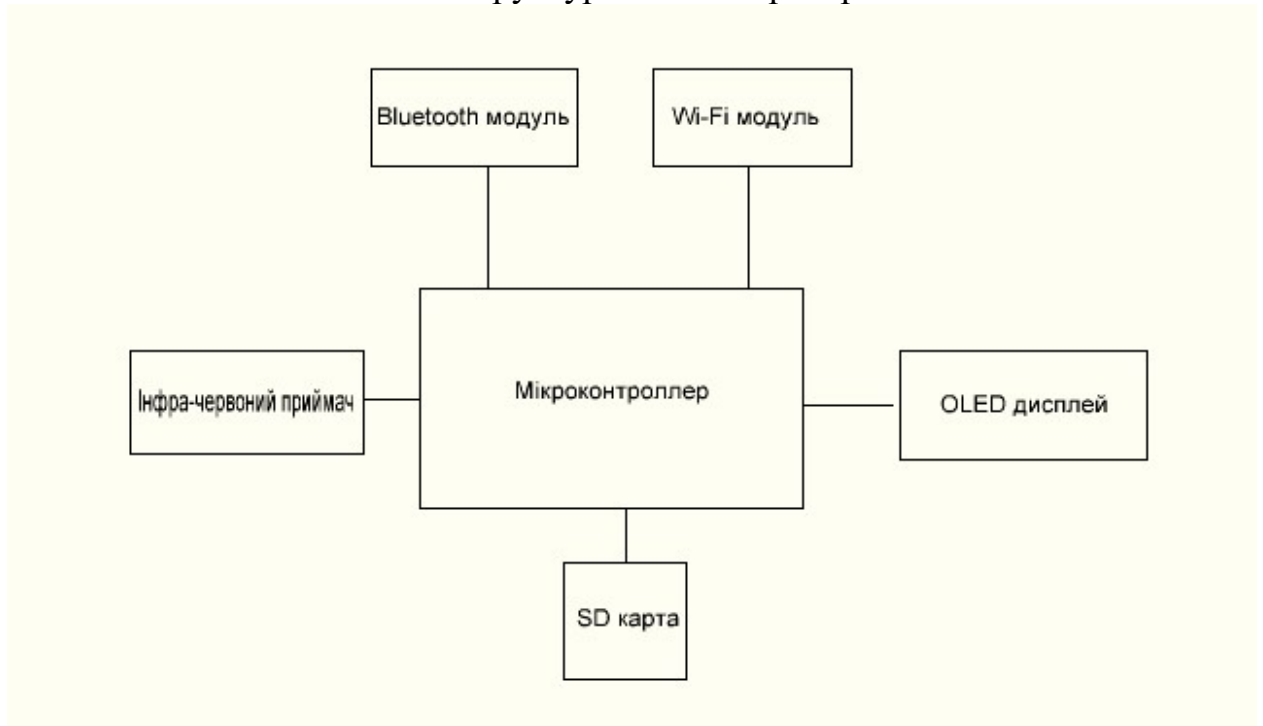


Рисунок Б.1 — Структурна схема пристрою

## ДОДАТОК В

### Параметри платформ STM32

<b>STM32F07/STM32F217</b>												
Cortex-M3 120MHz	up to 128 KB SRAM	up to 1MB FLASH	3xADC 12 bit (0,5us)	2xDAC 12 bit	2 timers motor control	USB 2.0 OTG FS	USB 2.0 OTG FS/HS	2xCAN 2.0B	FSMC	Ethernet IEEE 1588	Camera interface	Random Generator
<b>STM32F05/STM32F215</b>												
Cortex-M3 120MHz	Up to 128KB SRAM	Up to 1MB FLASH	3xADC 12 bit (0,5us)	2xDAC 12 bit	2 timers motor control	USB 2.0 OTG FS/HS	2xCAN 2.0B	FSMC	Random Generator	Crypto/Hash processor		
<b>STM32F105/STM32F107 «Connectivity Line»</b>												
Cortex-M3 72MHz	Up to 64KB SRAM	Up to 256KB FLASH	2xADC (1 us)	2xDAC 12 bit	1 timer motor control	USB 2.0 OTG FS	2xCAN 2.0B	2xI <sup>2</sup> S audio class	Ethernet IEEE 1588 (Only in STM32F107)			
<b>STM32F103 «Performance Line»</b>												
Cortex-M3 72MHz	Up to 96KB SRAM	Up to 1MB FLASH	2/3x12 DAC (1 us)	2xDAC 12 bit	1 timer motor control	USB FS	CAN 2.0B	2xI <sup>2</sup> C	SDIO	FSMC		
<b>STM32F102 «USB Access Line»</b>												
Cortex-M3 48MHz	Up to 16KB SRAM	Up to 128KB FLASH	ADC 12 bit (1 us)	USB FS								
<b>STM32F101 «Access Line»</b>												
Cortex-M3 36MHz	Up to 8 KB SRAM	Up to 1MB FLASH	ADC 12 bit (1 us)	2xDAC 12 bit	FSMC							
<b>STM32F100 «Value Line»</b>												
Cortex-M3 24MHz	Up to 32KB SRAM	Up to 512KB FLASH	ADC 12 bit (1.2 us)	2xDAC 12 bit	1 timer motor control	CEC(HDMI)						
<b>STM32L152 «Ultra Low Power Line»</b>												
Cortex-M3 32MHz	Up to 128KB FLASH	Up to 16KB SRAM	Reset BOR PVD	EEPROM 4KB	RTC 32KHz osc	MSI 64KHz- 4MHz	DMA	ADC 12 bit 1us, 24 channels	2x DAC 12 bit	MPU ETM	USB FS	LCD 8x40
<b>STM32L151 «Ultra Low Power Line»</b>												
Cortex-M3 32MHz	Up to 128KB FLASH	Up to 16KB SRAM	Reset BOR PVD	EEPROM 4KB	RTC 32KHz osc	MSI 64KHz- 4MHz	DMA	ADC 12 bit 1us, 24 channels	2x DAC 12 bit	MPU ETM	USB FS	
<b>STM32W108 «RF (ZigBee) Line»</b>												
Cortex-M3 24MHz	8KB SRAM	128KB FLASH	ADC 12 bit	USCI (UART/SPI/TWI)	AES128	IEEE 802.15.14 radio RF and Baseband						

Рисунок В.1 — Параметры платформ STM32



## ДОДАТОК Г

### Технічні характеристики STM32F103C8T6

Модель — STM32F103C8T6.

Ядро — ARM 32 Cortex-M3.

Режим налагодження — SWD.

Робоча частота — 72 МГц.

Пам'ять програм — 64 КБ.

Пам'ять даних — 20 КБ.

Напруга живлення — 2.0-3.6 В.

Кварцовий резонатор — 8 МГц і 32768 кГц.

Роз'єми — міні-USB для живлення плати і зв'язку з комп'ютером (не для програмування)

Розмір — 5.3 x 2.2 см.

## ДОДАТОК Д

### Схема підключення Bluetooth модуля

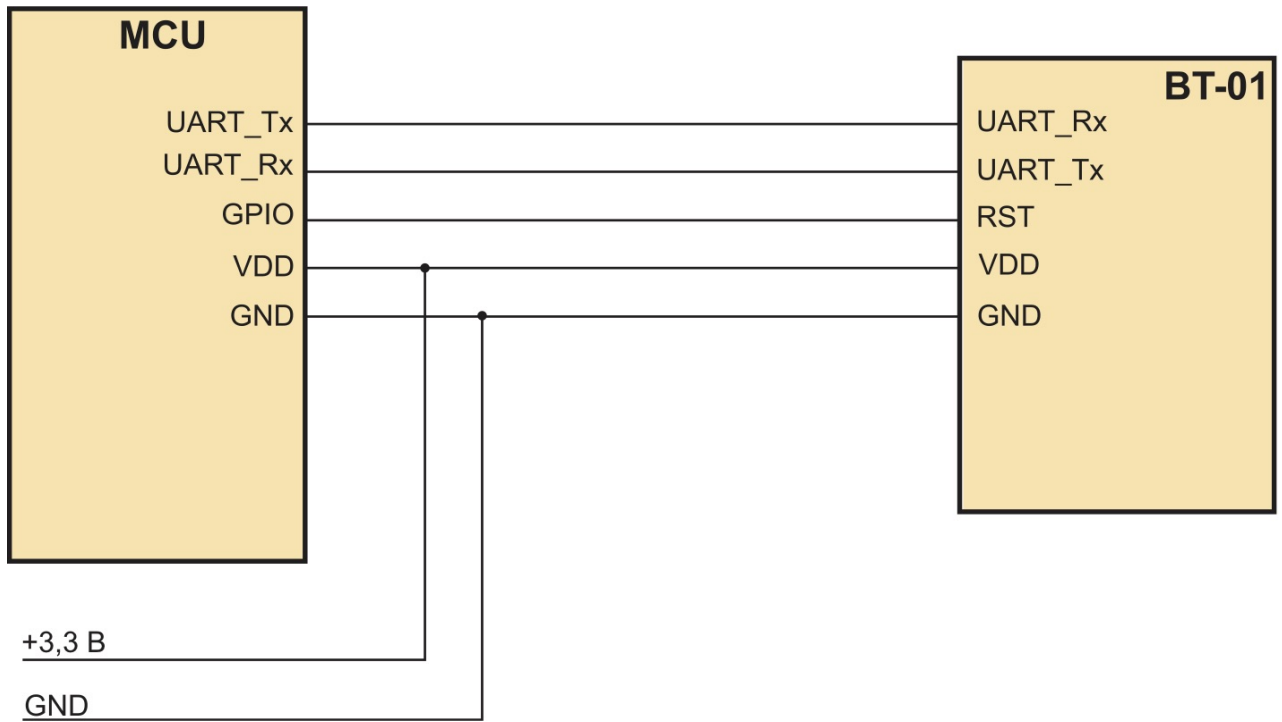


Рисунок Д.1 — Схема підключення Bluetooth модуля



## ДОДАТОК Є

### Схема підключення OLED дисплейного модуля

Vcc	+3.3V. Допустимое напряжение — от 3.3В до 5В
GND	GND
SCL	PB6
SDA	PB7

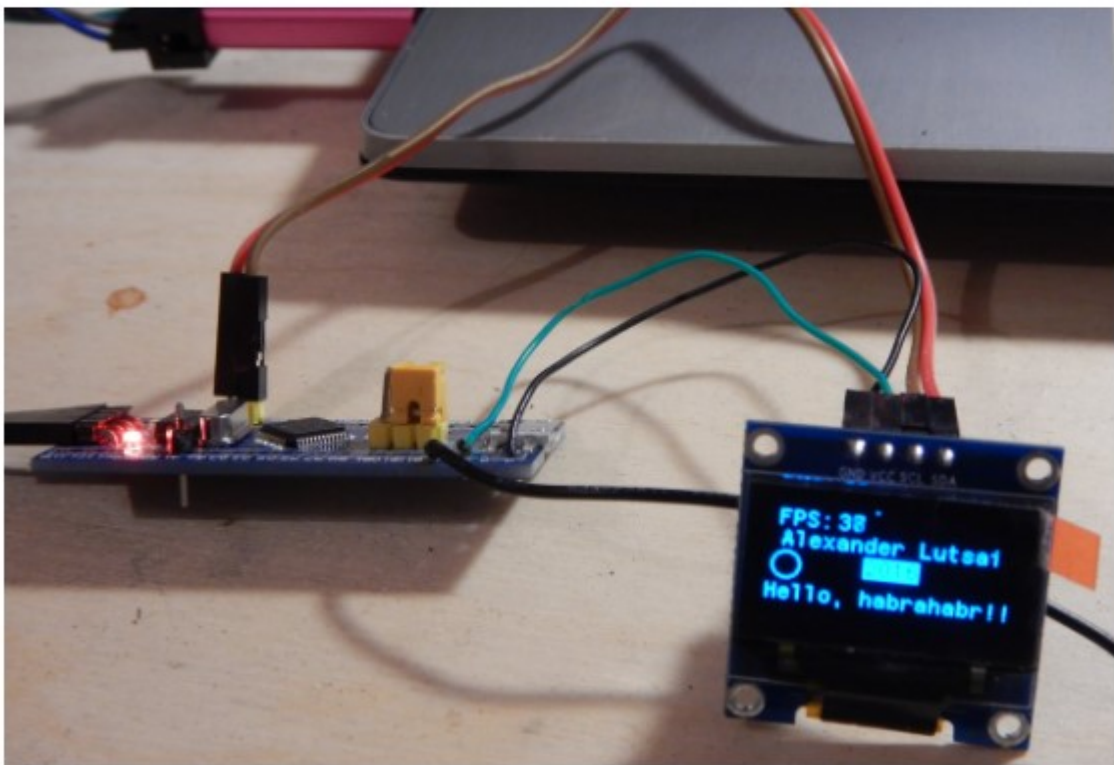


Рисунок Є.1 — Схема підключення OLED дисплейного модуля

## ДОДАТОК Ж

### Схема підключення SD карти та IR модуля

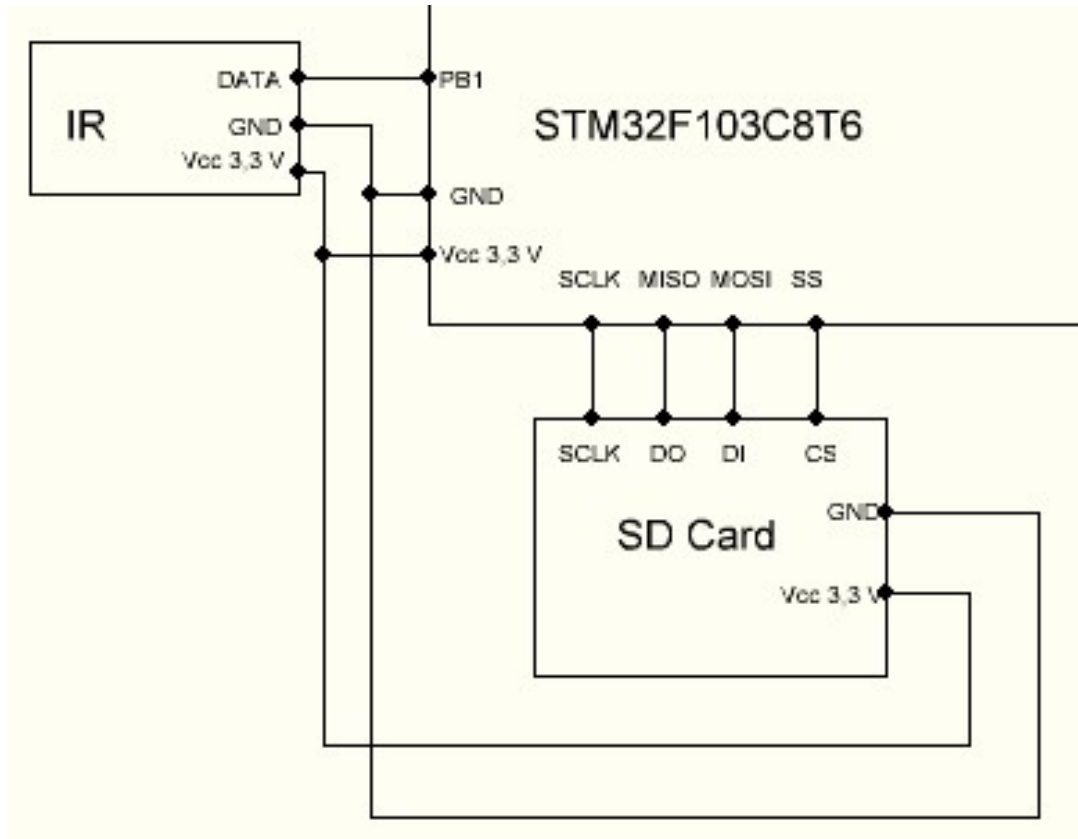


Рисунок Ж.1 — Схема підключення SD карти та IR модуля

## ДОДАТОК И

### Схема електрична функціональна пристрою

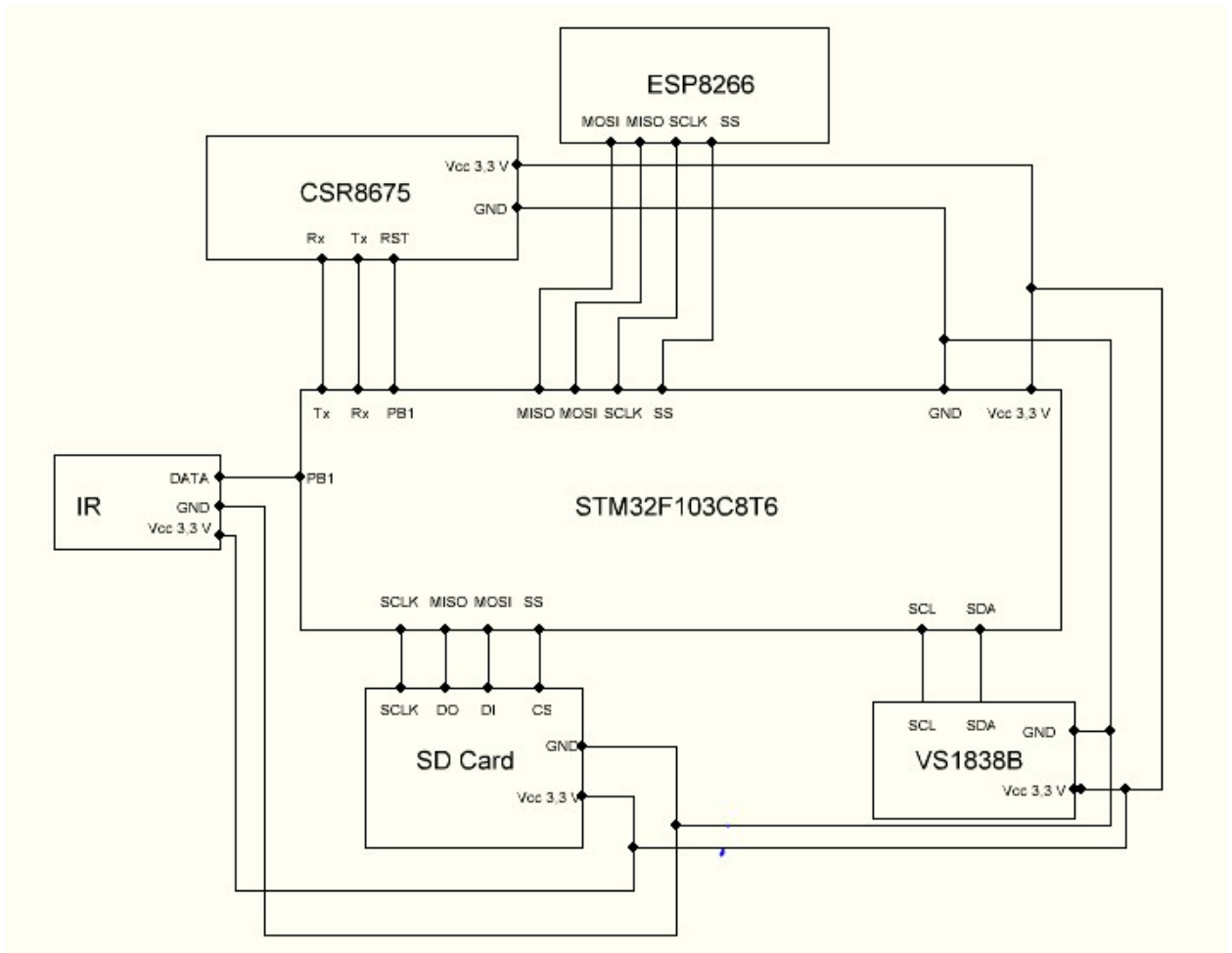


Рисунок И.1 — Схема електрична функціональна пристрою

## ДОДАТОК К

### Протокол перевірки навчальної (кваліфікаційної) роботи

#### ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ НАВЧАЛЬНОЇ (КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ) РОБОТИ

Назва роботи: Мікроконтролерні засоби керування сучасними мультимедійними системами.

Тип роботи магістерська кваліфікаційна робота

(кваліфікаційна робота, курсовий проєкт (робота), реферат, аналітичний огляд, інше (визначити))

Підрозділ кафедра обчислювальної техніки

(кафедра, факультет (інститут), навчальна група)

Науковий керівник к.т.н., доц. Савицька Л.А.

(прізвище, ініціали, посада)

#### Показники звіту подібності

Plagiat.pl (StrikePlagiarism)		Unicheck	
КП1		Оригінальність	86,5
КП2			
Тривога/Білі знаки	/	Схожість	13,5

#### Аналіз звіту подібності (відмінити подібне)

- Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності і відсутності самостійності її автора. Робот направити на доопрацювання.
- Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Заявляю, що ознайомлений(-на) з повним звітом подібності, який був згенерований Системою щодо роботи (додається)

Автор \_\_\_\_\_

(підпис)

Воронюк Д. О.

(прізвище, ініціали)

#### Опис прийнятого рішення

Ступінь оригінальності роботи відповідає вимогам, що висуваються до МКР

Особа, відповідальна за перевірку \_\_\_\_\_

(підпис)

Захарченко С.М.

(прізвище, ініціали)

Експерт \_\_\_\_\_

(за потреби) (підпис)

(прізвище, ініціали)