

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ «ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

КУРСОВИЙ ПРОЄКТ

на тему:

«Виготовлення на платі Arduino парктроніка для визначення “сліпої зони” до 10см з виведенням інформації на OLED- дисплей, світлодіод і зумер з використанням лазерного дальноміра»

Виконала студентка групи ІП-42

Каріна ПОЛІЩУК

Керівник проєкту:

Остап ЮНАК

Курсовий проєкт перевірений

і допущений до захисту

“ ____ ” _____ 2025 р.

Курсовий проєкт при захисті оцінений

**ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні циклової комісії

«Фундаментальної підготовки»

Протокол № ____ від _____ 2025 р.
Голова комісії

_____ Богдан ПЕЛЕЩАК

ЗАВДАННЯ

на курсовий проєкт

Поліщук Каріні Олександрівні

(прізвище, ім'я та по батькові)

з навчальної дисципліни: ПРОГРАМНО-АПАРАТНІ ЗАСОБИ INTERNET-РЕЧЕЙ

Студент групи: **ІІІ-42**

1. Тема проєкту: Виготовлення на платі Arduino парктроніка для визначення “сліпої зони” до 10см з виведенням інформації на OLED- дисплей, світлодіод і зумер з використанням лазерного дальноміра.

2. Дата видачі завдання: _____ ”14” жовтня 2025 р

3. Термін здачі курсового проєкту: _____ ”09” грудня 2025 р.

4. Вихідні дані до проєкту:

4.1. Провести аналіз предметної галузі і вимог (огляд аналогів, функціональні й нефункціональні вимоги).

4.2. Скласти технічне завдання (ТЗ) з переліком функцій, інтерфейсів і обмежень(див. ДОДАТОК А).

4.3 Підібрати WOM (Bill of Materials) для виконання проєкту (див. ДОДАТОК Б).

4.4 Розробити таблицю з'єднань пінів (Pin Connection Table) використаних компонентів для реалізації пристрою (див. ДОДАТОК В).

4.5 Реалізувати прошивку на Arduino (коментарі в коді, структура проекту, використані бібліотеки).

4.6. Зробити на монтажній платі безпечного монтажу прототип розробленого пристрою на базі Arduino.

4.7. Провести налаштування, калібрування і тестування.

4.8. Підготувати користувацьку інструкцію та технічний звіт (див. ДОДАТОК Г).

5 Перелік обов’язкових демонстраційних креслень:

5.1 Принципова електрична схема підключення

6. Склад розрахунково – пояснювальної записки (перелік питань до розробки):

ВСТУП

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ/АНАЛОГІВ

2 ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

3 АПАРАТНА ЧАСТИНА

4 ПРОГРАМНА ЧАСТИНА

5 ТЕСТУВАННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

Календарний план

Назва етапів	Термін виконання	Примітка
Вступ		
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ/АНАЛОГІВ		
2 ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ		
3 АПАРАТНА ЧАСТИНА		
4 ПРОГРАМНА ЧАСТИНА		
5 ТЕСТУВАННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ		
Висновки		
Перелік посилань		

Студент

(підпис)

Каріна ПОЛІЩУК

(імя та прізвище)

Керівник проекту

(підпис)

Остап ЮНАК

(імя та прізвище)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ/АНАЛОГІВ.....	5
2. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ.....	9
3. АПАРАТНА ЧАСТИНА.....	11
4. ПРОГРАМНА ЧАСТИНА.....	13
5. ТЕСТУВАННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ.....	16
6. ІНСТРУКЦІЯ КОРИСТУВАЧА / ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ.....	19
ВИСНОВКИ.....	22
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	24
ДОДАТКИ.....	25

ВСТУП

Метою курсової роботи є розробка апаратно-програмного пристрою на базі мікроконтролерної платформи ArduinoUno, який забезпечує вимірювання відстані до об'єкта з використанням лазерного датчика часу польоту, відображення результатів на графічному OLED-дисплеї та реалізацію світлозвукової індикації. У межах роботи також передбачається підготовка технічної документації, опис алгоритму функціонування та інструкції з експлуатації створеного макета.

Актуальність даної курсової роботи зумовлена зростаючою роллю вбудованих систем у сучасних технічних рішеннях, а також потребою у точних, компактних і енергоефективних засобах вимірювання параметрів навколишнього середовища. Мікроконтролерні платформи, зокрема Arduino, широко застосовуються як у навчальних цілях, так і при створенні прототипів інженерних систем різного призначення - від побутової електроніки до промислових автоматизованих комплексів.

Технологічна та інженерна актуальність:

- Розвиток сенсорних технологій. Сучасні системи автоматизації дедалі частіше використовують оптичні датчики нового покоління, які забезпечують високу точність вимірювань та стабільність роботи. Лазерний датчик відстані VL53L0X, що працює за принципом Time-of-Flight, є прикладом таких рішень і знаходить застосування у робототехніці, системах навігації, безконтактного контролю та «розумних» пристроях.
- Поширення вбудованих та IoT-систем. Розробка компактних пристроїв, здатних взаємодіяти з фізичним середовищем та відображати інформацію у реальному часі, відповідає сучасним тенденціям розвитку вбудованих систем та Інтернету речей. Платформа Arduino дозволяє

швидко інтегрувати сенсори, індикатори та виконавчі елементи, що робить її ефективним інструментом для прототипування таких систем.

- Інтерфейси передачі даних. Використання протоколу I2C для підключення датчика відстані та OLED-дисплея демонструє сучасний підхід до організації обміну даними між компонентами, зменшуючи складність схемотехніки та підвищуючи надійність системи.

Прикладна та практична актуальність:

- Реалізація працюючого прототипу. Курсова робота передбачає створення фізично функціонального макета, який виконує вимірювання відстані, обробку даних та індикацію результатів. Це дозволяє продемонструвати практичне застосування теоретичних знань з електроніки та програмування мікроконтролерів.
- Економічна доцільність. Компоненти, використані у проєкті, є доступними та недорогими, що робить розроблений пристрій економічно ефективним рішенням для навчальних, експериментальних та прототипних задач.
- Потенціал масштабування. Створений пристрій може бути використаний як базовий модуль для більш складних систем - зокрема для роботизованих платформ, охоронних систем, систем допомоги водієві або елементів «розумного дому». Це забезпечує перспективність подальшого розвитку проєкту у межах дипломної роботи або практичної інженерної діяльності.

Таким чином, розробка апаратно-програмного пристрою для вимірювання відстані на базі Arduino є актуальною, технічно обґрунтованою та практично значущою задачею, яка сприяє формуванню комплексних інженерних компетенцій у сфері вбудованих систем та сенсорних технологій.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ/АНАЛОГІВ

1.1 Апаратно-програмна платформа Arduino

Arduino- це відкрита (open-source) апаратно-програмна платформа для створення прототипів електронних пристроїв, орієнтована на швидкuroзробку інтерактивних та вбудованих систем. Платформа поєднує апаратну частину у вигляді мікроконтролерної плати та програмне середовище Arduino IDE, що дозволяє здійснювати програмування без необхідності глибоких знань низькорівневої мікроконтролерної архітектури.

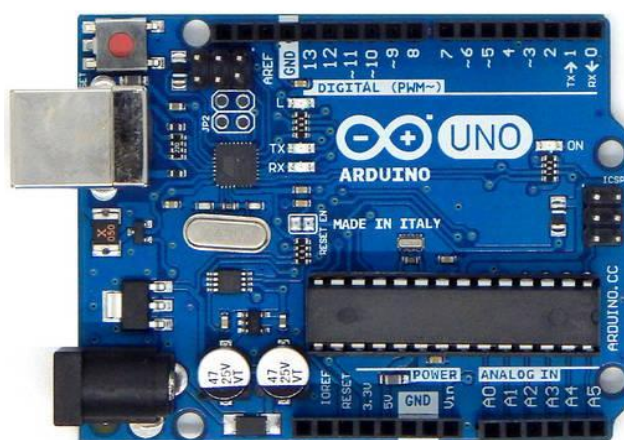


Рис. 1.1 Вигляд плати Arduino з мікроконтролером ATmega328P2

Проект Arduino був започаткований у 2005 році в Інституті проектування взаємодії (Interaction Design Institute Ivrea, Італія). Його засновниками стали Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino та David Mellis. Основною ідеєю створення платформи було надання студентам та інженерам доступного інструменту для реалізації апаратно-програмних проєктів без складної підготовки у сфері електроніки.

Для виконання даної курсової роботи було обрано Arduino Uno R3, що базується на мікроконтролері ATmega328P, з огляду на такі переваги:

- Доступність- низька вартість плати та периферійних модулів;

- Кросплатформеність- підтримка операційних систем Windows, macOS та Linux;
- Простота використання- програмування через USB без додаткових програматорів;
- Відкрита архітектура- наявність відкритої документації та великої кількості бібліотек;
- Сумісність із сенсорами - легка інтеграція цифрових датчиків та дисплеїв, зокрема з інтерфейсом I2C.

1.2 Мова програмування C++ та середовище Arduino IDE

Програмування мікроконтролера здійснюється мовою C++ з використанням спрощеного фреймворку Wiring, який входить до складу Arduino IDE.

Фреймворк- це набір бібліотек, інструментів та стандартних шаблонів, що спрощують процес створення програмного забезпечення, дозволяючи зосередитись на логіці роботи пристрою, а не на низькорівневому керуванні апаратурою.

Мова C++ є універсальною мовою програмування високого рівня, яка підтримує об'єктно-орієнтовану парадигму та забезпечує ефективне управління ресурсами мікроконтролера. У контексті Arduino вона дозволяє поєднати читабельність коду з достатньою продуктивністю.

Програма для Arduino називається «скетчем» (sketch) та має дві обов'язкові функції:

- `setup()` - виконується один раз після запуску та відповідає за ініціалізацію пристрою;
- `loop()` - виконується циклічно та реалізує основний алгоритм роботи системи.

1.3 Принципи роботи використаних сенсорів

Лазерний датчик відстані VL53L0X (Time-of-FlightSensor). Датчик VL53L0X є оптичним датчиком вимірювання відстані, що працює за принципом TimeofFlight (ToF)- вимірювання часу польоту лазерного імпульсу.



Рис. 1.3.1 - Вигляд лазерного датчика відстані VL53L0X

Принцип роботи датчика полягає в наступному:

- Вбудований лазерний випромінювач генерує короткий інфрачервоний імпульс;
- Світловий сигнал відбивається від об'єкта та повертається до фотоприймача;
- Внутрішній контролер вимірює час проходження імпульсу;
- На основі цього часу обчислюється відстань до об'єкта.

На відміну від ультразвукових датчиків,ToF-сенсор не залежить від акустичних перешкод, температури повітря та форми об'єкта, що забезпечує вищу точність і стабільність вимірювань, особливо на малих дистанціях (до 10-20 см).

OLED-дисплей SSD1306 (I2C, 128×64). Для візуалізації інформації у проєкті використано OLED-дисплей на контролері SSD1306, який працює за інтерфейсом I2C.



Рис. 1.3.2 - Вигляд OLED-дисплея SSD1306 (128×64)

Основні особливості OLED-дисплеїв:

- самосвітні пікселі (відсутність підсвітки);
- висока контрастність та чіткість зображення;
- низьке енергоспоживання;
- можливість виводу як текстової, так і графічної інформації.

Використання інтерфейсу I2C (SDA, SCL) дозволяє підключати дисплей лише двома сигнальними лініями, що значно спрощує електричну схему та зменшує кількість задіяних портів мікроконтролера.

Світлодіод та п'єзозумер як засоби індикації. Світлодіод використовується для візуальної індикації стану системи (досягнення критичної відстані), а п'єзозумер для формування звукового сигналу попередження.



Рис 1.3.3 Вигляд п'єзозумера 80 дБ, 4000 Гц

Таке поєднання дозволяє реалізувати наочну та інтуїтивно зрозумілу систему оповіщення, що підвищує зручність використання пристрою та відповідає вимогам до систем безпеки й контролю відстані.

2 ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

Назва роботи

Виготовлення парктроніка для визначення «сліпої зони» до 10 см на базі Arduino з використанням лазерного дальноміра та виведенням інформації на OLED-дисплей, світлодіод і зумер.

Мета роботи

Виготовити парктронік на базі мікроконтролера ArduinoUno, який забезпечує вимірювання відстані до об'єкта в межах «сліпої зони» до 10 см за допомогою лазерного дальноміра та індикацію результатів вимірювання на OLED-дисплеї із світловим і звуковим попередженням.

Завдання

1. Ознайомитись з інструкцією до практичної роботи.
2. Ознайомитись із принциповою електричною схемою парктроніка на базі ArduinoUno.
3. Зібрати на безпайковій монтажній платі апаратну частину парктроніка відповідно до електричної принципової схеми.
4. Підключити лазерний дальномір VL53L0X та OLED-дисплей по інтерфейсу I2C.
5. Реалізувати світлову індикацію за допомогою світлодіода та звукове попередження за допомогою п'єзозумера.
6. Написати та завантажити скетч для ArduinoUno, який забезпечує вимірювання відстані, обробку даних та керування індикаторами.
7. Перевірити працездатність пристрою та протестувати його роботу в режимі визначення «сліпої зони».

Технічні вимоги

1. Напруга живлення: 5 В постійного струму.
2. Мікроконтролер: ArduinoUno R3.
3. Макетна плата: Breadboard (безпайкова).
4. Лазерний дальномір: VL53L0X Time-of-Flight.
5. Дисплей: OLED 128×64 з інтерфейсом I2C.
6. Світлодіод: один індикаторний світлодіод.
7. Резистор: 220 Ом (для обмеження струму світлодіода).
8. Звуковий сигналізатор: п'єзозумер.
9. З'єднувальні провідники: типу «тато–тато» та «тато–мама».

Очікуваний результат

У результаті виконання роботи має бути створений працездатний прототип парктроніка.

Алгоритм роботи пристрою базується на безперервному вимірюванні відстані до об'єкта за допомогою лазерного дальноміра VL53L0X. Поточна відстань відображається на OLED-дисплеї у реальному часі.

При наближенні об'єкта на відстань менше 10 см система переходить у режим попередження:

- активується світлодіодна індикація;
- вмикається звуковий сигнал п'єзозумера.

При збільшенні відстані понад заданий поріг звукова та світлова індикація автоматично вимикається, і пристрій продовжує роботу в режимі моніторингу.

3 АПАРАТНА ЧАСТИНА

3.1 Підбір BOM

BOM (BillofMaterials)- перелік матеріалів і компонентів, необхідних для складання пристрою.

Таблиця 3.1.1 Перелік необхідних компонентів

№	Назва компонента	Кількість	Позначення на схемі	Характеристики	Примітка
1	ArduinoUno	1	U1	Мікроконтролер ATmega328P	Основна плата керування
2	Плата breadboard	1	—	830 точок, безпайкова	Макетна плата для монтажу
3	Лазерний дальномір VL53L0X	1	DIST1	Time-of-Flight, I2C, до ~2 м	Вимірювання відстані
4	OLED-дисплей 128×64 (I2C)	1	U2	Монохромний, I2C	Відображення відстані
5	Світлодіод	1	D1	5 мм, ~2 В, 20 мА	Світлова індикація
6	П'єзозумер	1	SP1	Активний, 5 В	Звукове попередження
7	Резистор	1	R1	220 Ом, 0.25 Вт	Обмеження струму LED
8	Провідники	~15–20	—	Dupont (M–M, M–F)	З'єднання компонентів

3.2 Таблиця з'єднань пінів

Таблиця 3.1.2 Таблиця з'єднань пінів

№	Компонент	Вивід компонента	З'єднано з піном Arduino	Примітка / Функція
1	VL53L0X (ToF)	VIN	5V	Живлення датчика
		GND	GND	Загальна маса
		SDA	Pin A4 (SDA)	Дані I2C
		SCL	Pin A5 (SCL)	Такт I2C
2	OLED 128×64 (I2C)	GND	GND	Загальна маса
		VDD	5V	Живлення дисплея
		SDA	Pin A4 (SDA)	Дані I2C
		SCK / SCL	Pin A5 (SCL)	Такт I2C
3	Світлодіод	Анод (+)	DigitalPin 7	Через резистор 220 Ом
		Катод (–)	GND	Загальна маса
4	П'єзозумер	Плюс (+)	DigitalPin 8	Керування сигналом
		Мінус (–)	GND	Загальна маса
5	Живлення системи	5V	5V Arduino	Від USB
		GND	GND Arduino	Спільна маса

4 ПРОГРАМНА ЧАСТИНА

Розробка програмного забезпечення для мікроконтролера здійснювалася в інтегрованому середовищі розробки Arduino IDE.

Мова програмування -C++, з використанням стандартних бібліотек Wiring, а також спеціалізованих бібліотек для роботи з периферійними пристроями по шині I2C: Wire.h, Adafruit_VL53L0X.h, Adafruit_GFX.h, Adafruit_SSD1306.h.

Алгоритм роботи пристрою полягає у безперервному вимірюванні відстані до об'єкта за допомогою лазерного датчика типу Time-of-Flight (VL53L0X) з подальшим відображенням результатів на OLED-дисплеї та формуванням світлової і звукової індикації при досягненні критичної відстані.

Програма структурно поділена на три основні блоки:

1. Підключення бібліотек та оголошення змінних.
2. Налаштування портів та ініціалізація пристроїв.
3. Основний цикл виконання програми.

Опис алгоритму роботи

1) Підключення бібліотек та оголошення змінних

Для обміну даними по шині I2C підключено бібліотеку Wire.h.

Для роботи з лазерним датчиком відстані використовується бібліотека Adafruit_VL53L0X, яка забезпечує зручні функції ініціалізації та зчитування результатів вимірювання.

Для керування OLED-дисплеєм застосовуються бібліотеки Adafruit_GFX та Adafruit_SSD1306.

Для підвищення читабельності коду та спрощення налаштування схеми, номери пінів Arduino призначені іменованим константам:

- pinLed (7) - керування світлодіодом;
- pinBuzzer (8) - керування п'єзозумером.

Також оголошено глобальні змінні для збереження:

- поточного значення вимірної відстані (distance),
- результатів вимірювання датчика VL53L0X,
- порогового значення відстані, при якому активується сигналізація.

2) Ініціалізація

Після подачі живлення на мікроконтролер виконується функція setup(), у якій здійснюються такі дії:

- Ініціалізується шина I2C.
- Виконується ініціалізація OLED-дисплея та очищення екрану.
- Запускається датчик відстані VL53L0X та перевіряється його готовність до роботи.
- Піни керування світлодіодом і зумером налаштовуються як виходи (OUTPUT).
- На дисплей виводиться стартове повідомлення про успішний запуск системи.

3) Основний цикл програми

У функції loop() реалізовано нескінченний цикл роботи пристрою, який виконує такі дії:

- Зчитування даних. Мікроконтролер періодично опитує лазерний датчик VL53L0X та отримує значення відстані до об'єкта в міліметрах, яке при необхідності перетворюється у сантиметри.
- Обробка логіки.

- Режим «Небезпека»

Якщо виміряна відстань менша за задане порогове значення, програма:

- вмикає світлодіод;
- генерує звуковий сигнал на п'єзозумері;
- виводить на OLED-дисплей попереджувальне повідомлення та поточну відстань до об'єкта.

- Режим «Безпека»

Якщо відстань перевищує критичне значення:

- світлодіод та зумер вимикаються;
- на дисплеї відображається поточне значення відстані без попереджень.

- 4) Завершення циклу. Цикл повторюється з невеликою затримкою, що забезпечує стабільність вимірювань та коректну роботу системи.

5 ТЕСТУВАННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ

5.1 Підготовка до тестування

Перед подачею живлення на макет було проведено візуальний огляд та перевірку правильності з'єднань:

- перевірено відповідність підключення модуля VL53L0X до шин SDA та SCL, а також правильність підключення живлення VCC (5V) і GND, щоб уникнути короткого замикання;
- перевірено підключення OLED-дисплея SSD1306 по шині I2C та коректність адреси (0x3C);
- переконалася у правильній полярності світлодіода і наявності резистора 220 Ом у його колі;
- перевірено надійність контактів на макетній платі та відсутність пошкоджених або ослаблених провідників.

Після огляду Arduino UNO під'єднали до комп'ютера через USB-кабель для подальшого завантаження скетчу.

5.2 Процес тестування

Після успішного завантаження програми проведено тестування роботи пристрою у двох основних режимах:

Режим «Безпека» (нормальний стан):

- При подачі живлення на OLED-дисплеї з'являється стартове повідомлення про ініціалізацію системи («ParkingSensor / SystemActive»).
- Через 2 секунди пристрій переходить у режим очікування: світлодіод вимкнений, звукові сигнали відсутні.
- На екрані виводиться повідомлення «Status: SAFE» та поточна відстань до об'єкта(наприклад, «Distance: 48 cm»).

- При стабільних показках датчика VL53L0X на відстані більше 10 см система залишається у стані спокою.

Режим «Небезпека» (виявлення об'єкта):

- При наближенні руки або іншого предмета ближче ніж 10 см до сенсора, система автоматично переходить у режим «ALERT».
- Світлодіод засвічується, п'єзозумер видає переривчастий звуковий сигнал.
- На дисплеї відображається повідомлення «!!! WARNING !!!» та актуальна відстань до об'єкта (наприклад, «*Distance: 7 cm*»).
- Після віддалення об'єкта система повертається в нормальний режим без необхідності перезапуску.

5.3 Результати

У ході перевірки роботи системи було встановлено:

- Точність вимірювання: датчик VL53L0X стабільно визначає відстань у діапазоні 2-200 см з похибкою не більше ± 3 мм при нормальному освітленні;
- Швидкість реакції: оновлення даних на дисплеї відбувається приблизно кожні 0,2 секунди, що забезпечує візуалізацію руху в реальному часі;
- Індикація: інформація на OLED-дисплеї чітка, контрастна, добре читається навіть при яскравому освітленні;
- Аудіо- та візуальні сигнали: п'єзозумер і світлодіод реагують миттєво при досягненні критичної відстані;
- Стабільність: під час тривалого тестування (понад 30 хвилин) збоїв у роботі мікроконтролера та мікросхем не виявлено.

Висновки

Результати тестування підтверджують, що розроблений пристрій працює стабільно та повністю відповідає технічним вимогам. Забезпечено коректну взаємодію між датчиком VL53L0X, OLED-дисплеєм, світлодіодом і звуковим сигналізатором.

Система адекватно реагує на зміну відстані до об'єкта, надаючи користувачу як **візуальні**, так і **акустичні** сповіщення. Пристрій готовий до демонстрації як діючий макет системи автоматичного виявлення об'єктів на близькій відстані.

6 ІНСТРУКЦІЯ КОРИСТУВАЧА / ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

1) Призначення пристрою

Розроблений пристрій являє собою парктронік на базі мікроконтролера Arduino, призначений для визначення наявності об'єктів у “сліпій зоні” на відстані до 10 см.

Пристрій здійснює безконтактне вимірювання відстані за допомогою лазерного датчика типу Time-of-Flight, відображає поточну відстань на OLED-дисплеї, а також забезпечує світлову та звукову індикацію при небезпечному наближенні об'єкта.

Система може бути використана у навчальних цілях, для моделювання паркувальних систем, а також як прототип вбудованих засобів контролю відстані.

2) Склад системи

Система складається з одного функціонального модуля, що включає такі компоненти:

- ArduinoUno - центральний керуючий мікроконтролер.
- Лазерний датчик відстані VL53L0X (TimeofFlight) - вимірювання відстані до об'єкта.
- OLED-дисплей 128×64 (I2C, монохромний) - відображення інформації.
- Світлодіод (LED) - візуальна індикація небезпечної відстані.
- Зумер (PiezoSpeaker) - звукове попередження.
- Резистор 220 Ом - обмеження струму світлодіода.
- Макетна плата (breadboard) та з'єднувальні провідники.
- Джерело живлення 5 В (через USB або зовнішній адаптер).

3) Принцип роботи пристрою

Робота пристрою ґрунтується на вимірюванні часу проходження лазерного імпульсу та обробці отриманих даних мікроконтролером:

- Лазерний датчик VL53L0X періодично випромінює інфрачервоний імпульс.
- За часом повернення відбитого сигналу обчислюється відстань до об'єкта.
- Отримане значення передається до Arduino через інтерфейс I2C.
- Arduino:
 - виводить поточну відстань на OLED-дисплей;
 - аналізує, чи перевищено порогове значення (10 см).
- Якщо об'єкт знаходиться ближче за встановлений поріг:
 - вмикається світлодіод;
 - активується зумер (безперервний або переривчастий сигнал).
- За безпечної відстані світлозвукова індикація вимикається.

4) Інструкція користувача

1. Підключіть пристрій до джерела живлення 5 В (USB або адаптер).
2. Переконайтеся, що Arduino запустилась і OLED-дисплей увімкнувся.
3. Піднесіть об'єкт до лазерного датчика: на дисплеї відобразиться поточна відстань у сантиметрах.
4. При наближенні об'єкта на відстань менше 10 см:
 - загоряється світлодіод;
 - вмикається зумер.
5. При віддаленні об'єкта індикація автоматично вимикається.
6. Після завершення роботи від'єднайте пристрій від джерела живлення.

5. Технічне обслуговування

Для забезпечення стабільної роботи пристрою рекомендується:

- Один раз на 2–3 місяці перевіряти:

- о надійність з'єднань на макетній платі;
- о стан провідників живлення та сигналів I2C.
- Слідкувати за чистотою оптичного вікна лазерного датчика.
- Не допускати механічних пошкоджень OLED-дисплея.
- Не перевищувати напругу живлення понад 5 В.
- Не вмикати пристрій у вологому середовищі.

ВИСНОВКИ

У ході виконання курсової роботи було успішно розроблено та реалізовано апаратно-програмний макет пристрою вимірювання відстані до об'єкта на базі

мікроконтролерної платформи ArduinoUno з використанням сучасного оптичного датчика часу польоту. Отриманий результат повністю відповідає поставленій меті роботи та підтверджує доцільність використання мікроконтролерних платформ для швидкого створення функціональних інженерних прототипів.

У процесі роботи опрацьовано принципи побудови вбудованих вимірювальних систем із використанням цифрових сенсорів нового покоління. Реалізовано коректну взаємодію лазерного датчика відстані VL53L0X, який забезпечує точне та стабільне вимірювання дистанції до об'єкта. Для відображення результатів вимірювань застосовано графічний OLED-дисплей SSD1306, підключений через інтерфейс I2C, що дозволило зменшити кількість задіяних виводів мікроконтролера та спростити електричну схему пристрою. Світлодіод і п'єзозумер використані для реалізації візуальної та звукової індикації, що підвищує наочність та практичну цінність пристрою.

Розроблено програмне забезпечення мовою C++ у середовищі Arduino IDE, яке забезпечує стабільне опитування датчика відстані в реальному часі, обробку отриманих даних та їх відображення на дисплеї. Використання спеціалізованих бібліотек (Adafruit_VL53L0X, Adafruit_SSD1306, Wire) дозволило реалізувати надійну роботу з I2C-периферією та коректний вивід графічної й текстової інформації. Логіка програми забезпечує автоматичну реакцію системи на зміну вимірюваної відстані та перемикає режимів індикації.

Проведене тестування підтвердило стабільну роботу пристрою та відповідність його функціонування технічному завданню. Система коректно вимірює відстань до об'єкта, своєчасно реагує на досягнення заданих порогових значень і забезпечує інформування користувача за допомогою дисплея та світлозвукових сигналів. Збоїв у роботі апаратної або програмної частини під час випробувань не виявлено.

Виконання курсової роботи сприяло закріпленню знань з основ електроніки, мікроконтролерної техніки та цифрових інтерфейсів передачі даних. Отримано практичні навички інтеграції сенсорів, індикаторів і виконавчих елементів, а також

досвід розробки та налагодження програмного коду для вбудованих систем. Робота демонструє практичну реалізацію міждисциплінарного підходу, що поєднує апаратні та програмні рішення.

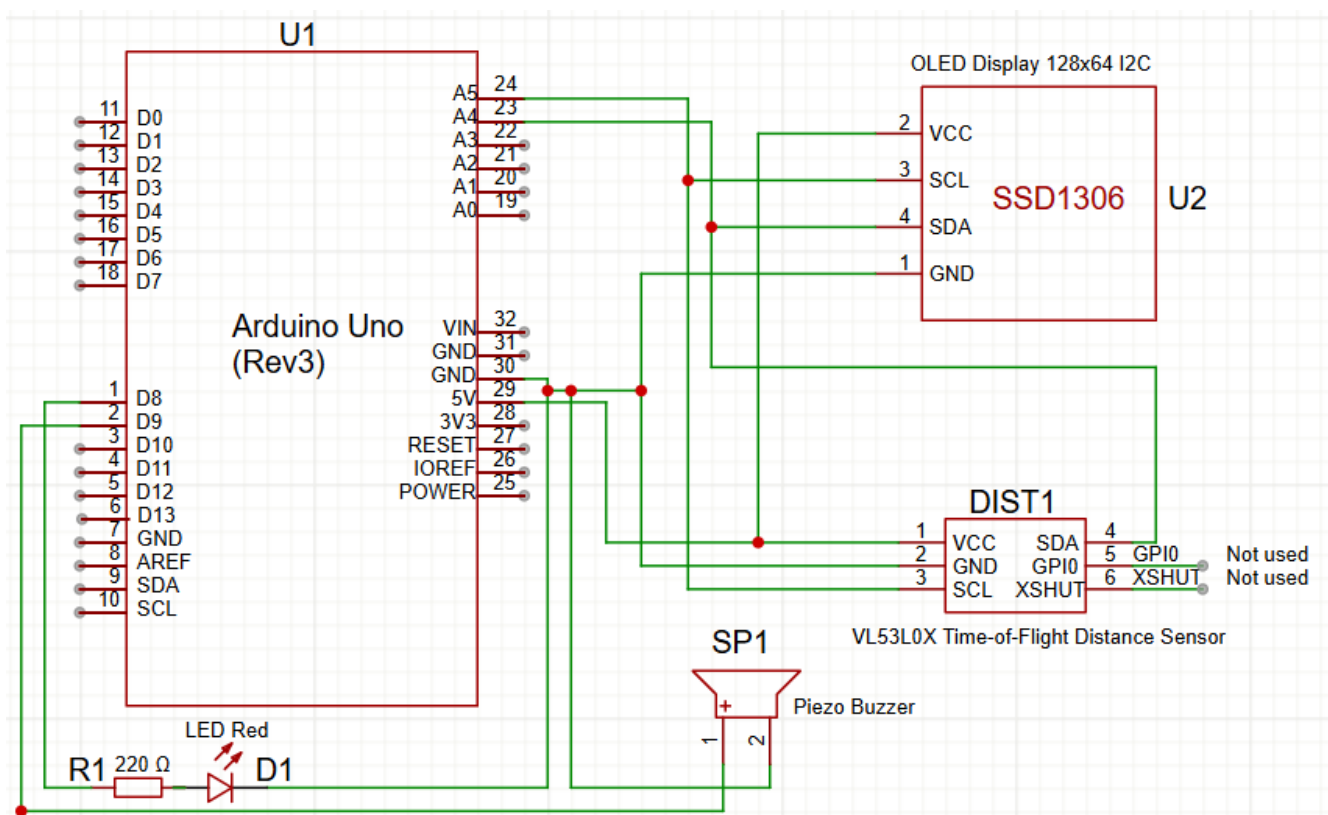
Розроблений пристрій є базовим прототипом, який може бути використаний як складова більш складних автоматизованих або IoT-систем. Основними напрямками подальшого вдосконалення є:

- розширення функціональності шляхом використання декількох датчиків відстані для просторового контролю;
- реалізація дистанційного моніторингу з використанням бездротових модулів;
- підвищення енергоефективності за рахунок автономного живлення та режимів сну;
- логування результатів вимірювань із прив'язкою до часу;
- перенесення схеми на друковану плату та розробка корпусу для практичного застосування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

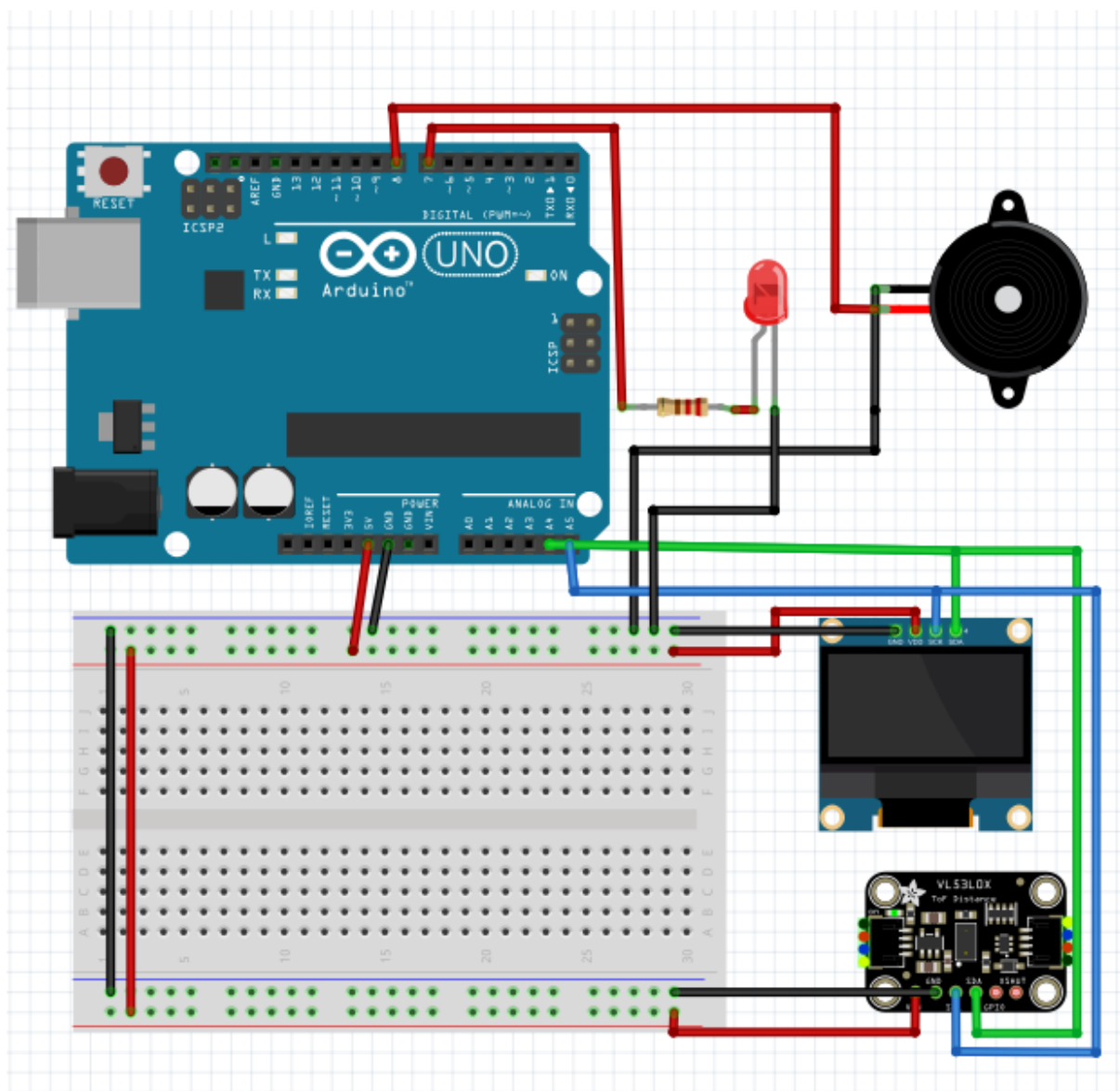
1. Блум Д. Вивчаємо Arduino: інструменти та методи технічного чарівництва / Джеремі Блум. - К.: БХВ, 2016. - 336 с.
2. Шилдт Г. C++: базовий курс / Герберт Шилдт. - 3-тє вид. - М.: Вільямс, 2019. - 624 с.
3. Петренко А. І. Основи мікропроцесорної техніки та програмування мікроконтролерів: навчальний посібник / А. І. Петренко. - К.: Каравела, 2020. - 288 с.
4. Рюмик С. М. Мікроконтролери AVR: практикум для початківців / С. М. Рюмик. - Х.: Ранок, 2018. - 112 с.
5. Галкін В. І. Промислова електроніка та мікросхемотехніка: підручник / В. І. Галкін. - К.: Вища школа, 2017. - 320 с.
6. Datasheet VL53L0X. VL53L0X Time-of-Flight Ranging Sensor. - STMicroelectronics, 2018.
7. Datasheet SSD1306. SSD1306 OLED Display Controller Datasheet. - Solomon Systech Limited, 2017.
8. Monk S. Programming Arduino: Getting Started with Sketches. - McGraw-Hill Education, 2020. - 176 p.
9. Axelson J. Embedded Systems Design. - Newnes, 2020. - 400 p.
10. Schwartz M. Arduino Electronics Blueprints. - Packt Publishing, 2019. - 280 p.
11. Офіційна документація Arduino. Arduino Uno Rev3 - Technical Specifications.

ДОДАТОК 1



Принципова електрична схема підключення

ДОДАТОК 2



Монтажна схема підключення

ДОДАТОК 3

```
#include<Wire.h>
#include<Adafruit_VL53L0X.h>
#include<Adafruit_GFX.h>
#include<Adafruit_SSD1306.h>

// ----- OLED settings -----
#define SCREEN_WIDTH 128
#define SCREEN_HEIGHT 64
#define OLED_RESET -1

Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire,
OLED_RESET);

// ----- VL53L0X -----
Adafruit_VL53L0X lox = Adafruit_VL53L0X();

// ----- Pindefinitions -----
constintpinLed = 7;
constintpinBuzzer = 8;

// ----- Variables -----
intdistanceCm = 0;
constintdangerDistance = 10; // cm

voidsetup() {
pinMode(pinLed, OUTPUT);
pinMode(pinBuzzer, OUTPUT);
```

```
Serial.begin(9600);  
Wire.begin();  
  
// OLED init  
if (!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) {  
Serial.println(F("OLED notfound"));  
while (1);}  
  
display.clearDisplay();  
display.setTextSize(1);  
display.setTextColor(SSD1306_WHITE);  
  
// VL53L0X init  
if (!lox.begin()) {  
display.setCursor(0, 0);  
display.println("VL53L0X ERROR");  
display.display();  
while (1);}  
  
// Startmessage  
display.setCursor(0, 0);  
display.println("ParkingSensor");  
display.setCursor(0, 16);  
display.println("SystemActive");  
display.display();  
delay(2000);  
display.clearDisplay();}
```

```

voidloop() {
    VL53L0X_RangingMeasurementData_t measure;
    lox.rangingTest(&measure, false);

    if (measure.RangeStatus != 4) {
        distanceCm = measure.RangeMilliMeter / 10;
    } else {
        distanceCm = -1;}

    if (distanceCm> 0 &&distanceCm<= dangerDistance) {
        alertMode(distanceCm);
    } else {
        safeMode(distanceCm);}

    delay(200);}

// ----- SAFE MODE -----
voidsafeMode(intdist) {
    digitalWrite(pinLed, LOW);
    noTone(pinBuzzer);

    display.clearDisplay();
    display.setCursor(0, 0);
    display.println("Status: SAFE");

    display.setCursor(0, 16);
    display.print("Distance: ");
    if (dist> 0) {
        display.print(dist);

```

```
display.print(" cm");
    } else {
display.print("---");}

display.display();}

// ----- ALERT MODE -----
void alertMode(int dist) {
digitalWrite(pinLed, HIGH);
tone(pinBuzzer, 1200);

display.clearDisplay();
display.setCursor(0, 0);
display.println("!!! WARNING !!!");

display.setCursor(0, 16);
display.print("Distance: ");
display.print(dist);
display.print(" cm");

display.display();

delay(100);
noTone(pinBuzzer);
delay(100);}
```