

Вінницький національний технічний університет  
(повне найменування вищого навчального закладу)  
Факультет Інформаційних електронних систем  
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))  
Кафедра Інформаційних радіоелектронних технологій і систем  
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

**БАКАЛАВРСЬКА ДИПЛОМНА РОБОТА**

на тему: «Модуль орієнтації в просторі»

Виконав: студент 2(4)-го курсу,  
групи Ткр-21мс  
спеціальності 172 Телекомунікації та  
радіотехніка

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Білецький С.С.  
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доц. каф. ІРТС  
Савицький А. Ю.  
(прізвище та ініціали)

« 15 » 06 2023 р.

Рецензент: д.т.н, професор каф. ІКСТ  
Михалевський Д.В.  
(прізвище та ініціали)

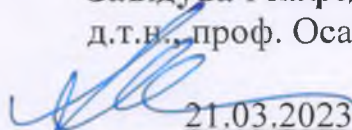
« 16 » 06 2023 р.

Допущено до захисту  
Завідувач кафедри ІРТС  
д.т.н. проф. Осадчук О.В.  
(прізвище та ініціали)  
« 16 » 06 2023 р.

Вінниця ВНТУ - 2023 рік

Вінницький національний технічний університет  
Факультет Інформаційних електронних систем  
Кафедра Інформаційних радіоелектронних технологій і систем  
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)  
Галузь знань – 17 Електроніка та телекомунікації  
Спеціальність – 172 – Телекомунікації та радіотехніка  
Освітньо-професійна програма – Радіотехніка

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





  
21.03.2023 року

## **З А В Д А Н Н Я** **НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Білецькому Станіславу Сергійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модуль орієнтації в просторі  
керівник роботи к.т.н., доц. каф. ІРТС Савицький А. Ю. затвержені наказом вищого навчального закладу від 20.03.2023 року № 67
2. Строк подання студентом роботи 16 06 2023 року
3. Вихідні дані до роботи: напруга живлення: 5 В, частота опитування 220 Гц, Максимальна дальність роботи 2 м.
4. Зміст текстової частини: Вступ, Основні теоретичні відомості про орієнтацію в просторі, Розрахунок технології виготовлення модуля орієнтації в просторі, Моделювання модуля орієнтації в просторі Охорона праці, Висновки, Список використаних джерел, Додатки.
5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):  
Схема електрична принципова та перелік елементів  
Кресленик друкованої плати  
Складальний кресленик та специфікація  
Змодельоване підключення крокових двигунів  
Структурна схема модуля орієнтації в просторі

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
Основна частина	к.т.н., доцент Савицький А.Ю.		
Охорона праці	професор кафедри БЖДПБ, професор д.п.н., Дембіцька С.В.		


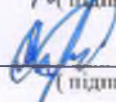
7. Дата видачі завдання 22.03. 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	При-мітка
1.	Вибір, узгодження та затвердження теми БДР	14.02.2023-28.02.2023	
2.	Огляд та аналіз літературних джерел.	01.03.2023-23.03.2023	
3.	Затвердження теми. Розробка завдання на БДР.	20.03.2023-31.03.2023	
4.	Попередня розробка основних розділів. Аналіз вирішення поставленої задачі. Розробка структурної схеми та технічних рішень.	01.04.2023-06.05.2023	
5.	Математичне моделювання та електричні розрахунки. Експериментальне дослідження.	07.05.2023-18.05.2023	
6.	Розробка ілюстративної частини БДР	19.05.2023-22.05.2023	
7.	Охорона праці (ОП)	23.05.2023-28.05.2023	
8.	Оформлення пояснювальної записки та ілюстративної частини.	29.05.2023-06.06.2023	
9.	Нормоконтроль	07.06.2023-09.06.2023	
10.	Попередній захист БДР, доопрацювання, рецензування БДР	10.06.2023-19.06.2023	
11.	Захист БДР ЕК	20.06.2023-21.06.2023	

Студент

Керівник роботи

  
\_\_\_\_\_  
(підпис)  
  
\_\_\_\_\_  
(підпис)

Білецький С. С.

Савицький А. Ю.

## АНОТАЦІЯ

УДК 621.371

Білецький С.С. Модуль орієнтації в просторі. Бакалаврська дипломна робота зі спеціальності 172 - Телекомунікації та радіотехніка, освітня програма – Радіотехніка. Вінниця: ВНТУ, 2023. 59 с. Укр. мовою. Бібліогр.: 21 назв; рис.: 23; табл. 6.

Метою даної бакалаврської дипломної роботи є теоретичне вивчення та експериментальне дослідження модулю орієнтації в просторі. В даній роботі розглянута архітектура та апаратура засобів орієнтації в просторі, а також розроблено структурну схему пристрою, вибрана сучасна елементна база, виконаний електричний розрахунок.

У бакалаврській дипломній роботі здійснено розрахунок технології виготовлення модулю орієнтації в просторі, в якому були вибрані методи регулювання та вимірювальної апаратури, розроблений технологічний процес регулювання та настройки та розглянути основні несправності та методи їх усунення.

Для перевірки працездатності пристрою було проведено моделювання модулю орієнтації в просторі.

Також в бакалаврській роботі були проведені розрахунки для розділу охорони праці.

Ключові слова: модуль орієнтації в просторі, ехолокація, частота, кроковий двигун.

## **ABSTRACT**

Biletskyi S.S. Space Orientation Module. Bachelor's thesis in the field of 172 - Telecommunications and Radiotechnics, educational program - Radiotechnics. Vinnytsia: Vinnytsia National Technical University, 2023. 59 p. In Ukrainian. Bibliography: 21 references; figures: 23; tables: 6.

The aim of this bachelor's thesis is to study the theory and conduct experimental research on the space orientation module. This work discusses the architecture and hardware of space orientation devices, develops a structural diagram of the device, selects a modern component base, and performs electrical calculations. The bachelor's thesis includes the calculation of the manufacturing technology for the space orientation module, where methods of adjustment and measurement equipment were selected, a technological process of adjustment and calibration was developed, and the main malfunctions and methods of troubleshooting were considered.

To verify the functionality of the device, a simulation of the space orientation module was conducted.

In the bachelor's work, calculations were also carried out for the occupational safety section.

**Keywords:** space orientation module, echolocation, frequency, stepper motor."

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	7
<b>1 ВИБІР ПРОГРАМНО – АПАРАТНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ МОДУЛЯ ОРІЄНТАЦІЇ В ПРОСТОРИ</b> .....	10
1.1 Вибір та обґрунтування схеми пристрою .....	10
1.2 Вибір мікроконтролера та огляд його архітектури.....	11
1.3 Вибір елементів каскадів зчитування та виводу, огляд їх архітектури	14
1.4 Розробка програмного забезпечення.....	18
<b>2 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ МОДУЛЯ ОРІЄНТАЦІЇ В ПРОСТОРИ</b> .....	24
2.1 Вибір методів регулювання та вимірювальної апаратури.....	25
2.2 Розробка технологічного процесу регулювання та настройки.....	25
2.3 Основні несправності та методи їх усунення.....	26
2.4 Розрахунок надійності пристрою.....	28
2.5 Електричний розрахунок.....	31
<b>3 МОДЕЛЮВАННЯ МОДУЛЯ ОРІЄНТАЦІЇ В ПРОСТОРИ</b> .....	34
<b>4 ОХОРОНА ПРАЦІ</b> .....	36
4.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи.....	37
4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	39
4.3 Пожежна безпека.....	41
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	47
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	48
Додаток А (обов’язковий). Протокол перевірки навчальної (бакалаврської) дипломної роботи.....	50
Додаток Б (обов’язковий). Ілюстративний матеріал.....	52
Додаток В (довідниковий). Лістинг програми модуля орієнтації в просторі.....	58

## ВСТУП

### *Актуальність теми.*

Тема "модуль орієнтації в просторі", що допомагає людям з проблемами зору за допомогою ультразвуку, є дуже актуальною в сучасному світі. Ось кілька причин, які підтверджують актуальність цієї теми:

1. Покращення якості життя: Люди з проблемами зору залежать від інших способів орієнтації в навколишньому просторі. Модуль орієнтації, що використовує ультразвук, може надати їм нові можливості для самостійного переміщення та незалежного життя, забезпечуючи інформацію про перешкоди та орієнтаційні точки.

2. Технологічний розвиток: Завдяки постійному розвитку технологій, стає можливим створення компактних, точних і ефективних пристроїв для орієнтації в просторі. Використання ультразвуку дозволяє отримати точні дані про відстань до об'єктів та їх положення, що робить цей модуль особливо перспективним.

3. Відсутність альтернатив: На сьогоднішній день існують різні технології, які допомагають людям з проблемами зору, але немає повноцінного пристрою орієнтації в просторі, що використовує ультразвук. Розробка такого модуля може заповнити цю прогалину та стати цінним ресурсом для людей з вадами зору.

### *Аналіз останніх досліджень.*

З огляду на тему "модуль орієнтації в просторі", проведення аналізу останніх досліджень може розкрити такі аспекти:

1. Стан технологій ультразвукової орієнтації: Дослідження останніх років показують значний прогрес у розвитку технологій ультразвукової орієнтації. Були розроблені нові методи та пристрої для точного визначення відстаней та напрямків за допомогою ультразвукових хвиль.

2. Інтеграція з іншими системами: Останні дослідження також зосереджуються на інтеграції модулів орієнтації в просторі з іншими системами, такими як навігаційні системи або розпізнавання обличчя. Це

дозволяє створювати комплексні рішення для поліпшення мобільності та незалежності людей з проблемами зору.

3. Удосконалення алгоритмів обробки сигналу: Останні дослідження також зосереджуються на удосконаленні алгоритмів обробки сигналу ультразвукових датчиків. Це дозволяє забезпечити більш точну і надійну інформацію про оточуючий простір та перешкоди.

4. Використання штучного інтелекту: Останні дослідження показують потенціал використання штучного інтелекту для поліпшення роботи модулів орієнтації в просторі. Алгоритми машинного навчання можуть допомогти в розпізнаванні об'єктів та вирішенні складних завдань орієнтації.

5. Потенціал для соціальної інтеграції: Останні дослідження вказують на значимість модулів орієнтації в просторі для соціальної інтеграції людей з проблемами зору. Ці технології дозволяють їм більш самостійно функціонувати у повсякденному житті та займатись різними діяльностями.

Аналіз останніх досліджень підтверджує актуальність теми "модуль орієнтації в просторі" та підкреслює необхідність подальших розробок і вдосконалень в цій області. Він надає підстави для розроблення даного дипломного проекту з метою поліпшення якості життя людей з проблемами зору та сприяння їхній соціальній інтеграції.

**Метою роботи** є дослідження та оптимізація модулю орієнтації в просторі з метою покращення його ефективності, підвищення надійності та забезпечення якісної роботи.

**Основними задачами дослідження** є:

1. Розробка архітектури та структурної схеми модулю орієнтації в просторі. Це включає визначення основних компонентів та їх взаємозв'язків для забезпечення правильної роботи пристрою.

2. Проведення експериментальних досліджень та моделювання модулю орієнтації в просторі для перевірки його працездатності та визначення його параметрів, таких як точність, швидкість реакції та діапазон роботи.



3. Аналіз отриманих результатів та формулювання висновків щодо ефективності та доцільності використання розробленого модулю орієнтації в просторі для полегшення життя людей з проблемами зору.

*Об'єктом дослідження* є процес дослідження зчитування інформації ультразвукового датчика та її обробки.

*Предметом дослідження* є параметри та характеристики модулю орієнтації в просторі.

***Новизна отриманих результатів.***

1. Розробка і реалізація модулю орієнтації в просторі, що базується на використанні ультразвуку. Ультразвукова технологія орієнтації є новаторським підходом, оскільки вона дозволяє людям з проблемами зору отримувати інформацію про оточуючий простір за допомогою звукових сигналів.

2. Експериментальні дослідження та моделювання модулю орієнтації в просторі, які дозволяють оцінити його працездатність та визначити параметри, такі як точність, швидкість реакції та діапазон роботи. Отримані результати підтверджують ефективність та доцільність використання розробленого модулю для полегшення орієнтації людей з проблемами зору.

# 1 ВИБІР ПРОГРАМНО – АПАРАТНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ МОДУЛЯ ОРІЄНТАЦІЇ В ПРОСТОРИ

## 1.1 Вибір та обґрунтування схеми пристрою

Орієнтація в просторі є важливою здатністю людини сприймати та розуміти своє розташування та напрямок у фізичному середовищі. Ця здатність залежить від сприйняття зором, слухом, вестибулярною системою та відчуттями. Орієнтація в просторі має велике значення для безпеки, навігації та виконання завдань[3]. Ультразвукова технологія орієнтації є одним зі способів полегшення орієнтації для людей з проблемами зору. Вона використовує ультразвукові хвилі для вимірювання відстаней та створення звукової картини оточуючого простору. Вестибулярна система, розташована у внутрішньому вусі, грає важливу роль у сприйнятті рухів та положення тіла у просторі. Використання сенсорних пристроїв для взаємодії з вестибулярною системою може поліпшити орієнтацію для людей з проблемами зору. Дослідження в області орієнтації в просторі тривають з метою розробки нових технологій та пристроїв для полегшення орієнтації людей з проблемами зору. Використання інноваційних підходів та елементів сприяє досягненню більш точних та ефективних результатів у поліпшенні орієнтації для цієї групи людей.

Для створення модуля орієнтації в просторі необхідно зрозуміти які процеси повинен виконувати пристрій для зчитування відстані та виводі знятої інформації. Для цього необхідно розробити логіку роботи та скласти функціональну схему.

Модуль орієнтації в просторі, що розробляється, повинний інформувати власника за допомогою крокових двигунів про можливі перешкоди на його шляху.

Для створення модуля орієнтації в просторі необхідно використати 3 основні каскади, що зображено в додатку Б рис. 5: каскад зчитування, каскад обробки та каскад виведення інформації.

Для забезпечення достатнього кута огляду використовується 2 ультразвукових датчика встановлених приблизно під кутом  $135^\circ$  відносно один одного.

Для виводу інформації було обрано крокові двигуни через можливість передавати сигнали тактильно.

Для обробки інформації, використовується Arduino Nano, так як він здатен обробити інформацію з датчиків, що до нього надходить, та після їх обробки за потребою передає інформацію користувачу за допомогою сервомоторів. Також одним з факторів є функціональність даного мікроконтролера, що дає можливість за бажанням розширити функціонал пристрою.

## 1.2 Вибір мікроконтролера та огляд його архітектури

Для реалізації проекту обрано мікроконтролер з лінійки Arduino, через відносну простоту, особисті вподобання та зручність програмного середовища Arduino IDE. В лінійці Arduino існують такі моделі [4]:

- 1) Arduino UNO;
- 2) Arduino Nano;
- 3) Arduino Mini;
- 4) Arduino Mega.

З даних моделей було обрано Arduino Nano через його розмір, поширеність та досвід в роботі з ним. Його зображено на рисунку 1.3. Arduino Nano - це аналог Arduino Uno, яка також працює на чіпі ATmega328P, але відрізняється формфактором плати.

Характеристики Arduino Nano[4]:

- 1) мікроконтролер Atmel ATmega168 або ATmega328
- 2) робоча напруга 5 В
- 3) вхідна напруга 7-12 В
- 4) вхідна напруга (гранична) 6-20 В
- 5) аналогові входи - 8

- 6) цифрові Входи / Виходи - 14 (6 з яких можуть використовуватися як виходи ШІМ)
- 7) постійний струм через вхід / вихід 40 mAh з одного виводу і 500 mAh з усіх висновків
- 8) флеш-пам'ять 16 Кб (ATmega168) або 32 Кб (ATmega328) при цьому 2 Кб використовуються для завантажувача
- 9) ОЗП 1 Кб (ATmega168) або 2 Кб (ATmega328)
- 10) EEPROM 512 байт (ATmega168) або 1 Кб (ATmega328)
- 11) тактова частота 16 МГц
- 12) розміри 1.85 см x 4.2 см

Arduino Nano має 8 аналогових входів, вони можуть використовуватися як цифровий вихід, 14 цифрових з яких 6 можуть працювати як широтно-імпульсний модулятор (ШІМ), ще два задіяні під I2C і 3 під SPI.

У протилежному кінці плати від роз'єму розташована колодка Arduino ICSP для прошивки мікроконтролера.

ШІМ виходи і транзистори допоможуть вам: регулювати обороти двигуна, яскравість світлодіодів, потужність нагрівачів і інші подібні речі. Аналогові входи дозволяють читати значення з аналогових датчиків.

Digital 2 і 3 можуть бути використані для зовнішніх переривань. За цими сигналами викликається програма обробки переривання і виконуються певні дії, такі як виконання потрібних обчислень. Arduino Nano може працювати з різних джерел живлення. Схема живлення модулю Arduino Nano наведена на рисунку 1.1.

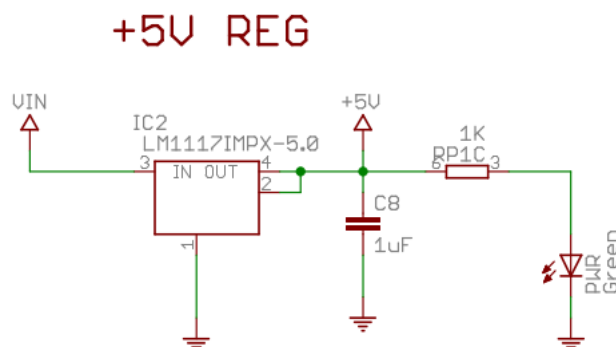


Рисунок 1.1 - Схема живлення модулю Arduino Nano

Розташування виводів в Arduino Nano показано на рисунку 1.2.

Призначення виводів:

- 1 - TX (передача UART) або порт D0;
- 2 - RX (прийом UART) або порт D1;
- 3,28 - скидання (RESET);
- 4,29 - земля;
- 5 ... 16 - порти D3 ... D13;
- 17 - напруга 3,3 В;
- 18 - опорна напруга АЦП;
- 19 ... 26 - 8 каналів АЦП A0 ... A7;
- 27 - напруга 5,0 В;
- 30 - плюс живлення модуля 2-20 В;
- 5 - переривання INT0;
- 6 - переривання INT1 / ШИМ / AIN0;
- 7 - таймер-лічильник T0 / шина I2C SDA / AIN1;
- 8 - таймер-лічильник T1 / шина I2C SCL / ШИМ;
- 9,12,13,14 - ШИМ;
- 16 - світлодіод.

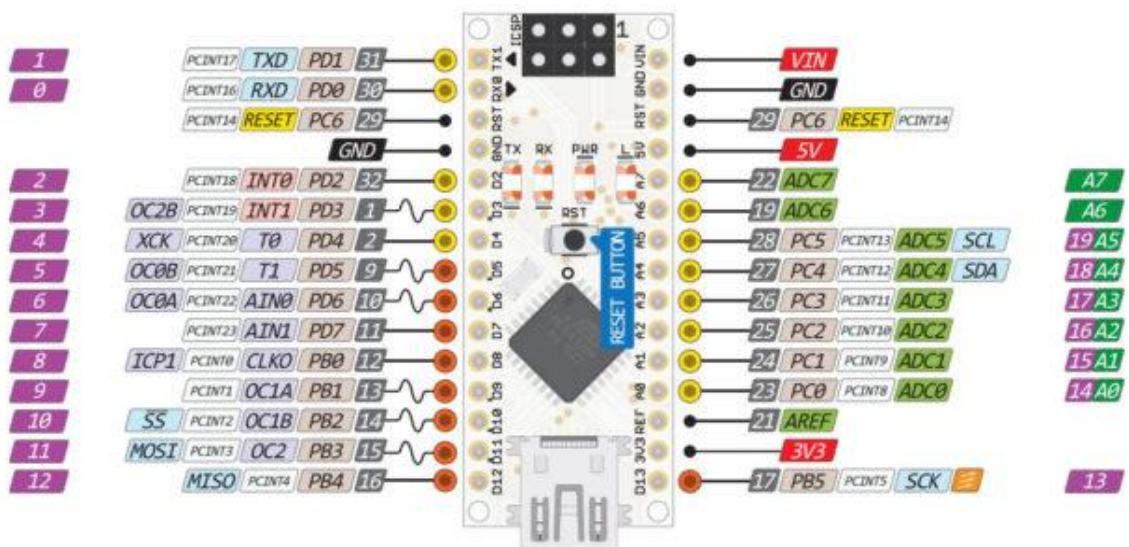


Рисунок 1.2 - Зображення та призначення всіх виводів Arduino Nano

AIN0 і AIN1 - це входи швидкодіючого аналогового компаратора. Крім того, є 6 каналів з виходом широтно-імпульсного модулятора (ШІМ).[2]

### 1.3 Вибір елементів каскаду зчитування та огляд його архітектури

До каскаду зчитування належать ультразвукові датчики HC-SR04 [10], що зображені на рисунку 1.3.

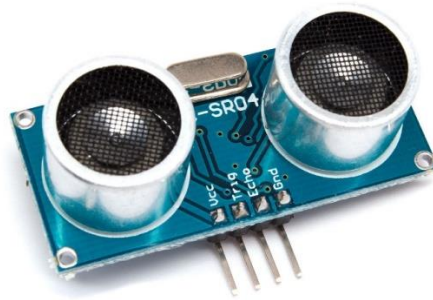


Рисунок 1.3 - Ультразвуковий датчик HC-SR04

Характеристики ультразвукового датчика HC-SR04[5]:

- 1) напруга живлення 5В;
- 2) Робочий параметр сили струму - 15 мА;
- 3) Оглядовий кут - 15°;
- 4) Вимірювальний кут - 30°;
- 5) Ширина імпульсу - 10<sup>-6</sup>с.

У даного датчика 4 виводи:

- 1) живлення +5В
- 2) Trig (Т) вихід сигналу входу
- 3) Echo (R) вивід сигналу виходу
- 4) GND

Схема датчика HC-SR04 зображено на рисунку 1.4, а діапазон роботи на рисунку 1.5

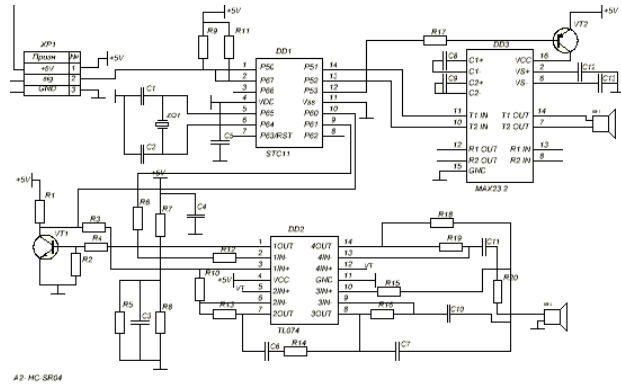


Рисунок 1.4 - Схема датчика HC-SR04

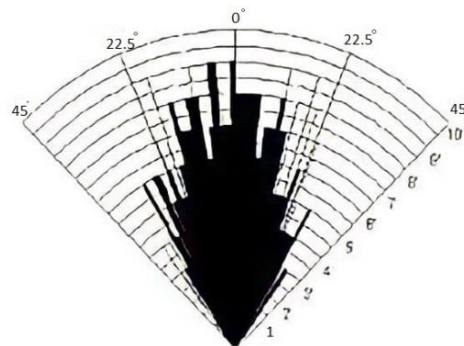


Рисунок 1.5 - Діапазон сигналів датчика HC-SR04

Працює даний датчик так: для того, щоб ініціалізувати відправку сигналу датчиком, необхідно подати високий сигнал тривалістю  $10 \mu\text{s}$  на пін Trig рисунку 1.6 (а). Після отримання високого сигналу тривалістю  $10 \mu\text{s}$  на пін Trig, модуль генерує пучок з восьми сигналів частотою  $40 \text{ кГц}$  рисунку 1.6(б) і встановлює високий рівень на пині Echo. Після отримання відбитого сигналу модуль встановлює на пині Echo низький рівень рисунку 1.6(с). Знаючи тривалість високого сигналу на пині Echo, ми можемо вичислити відстань, помноживши час, який витратив звуковий імпульс, перш ніж повернувся до модуля, на швидкість поширення звуку в повітрі ( $340 \text{ м/с}$ )

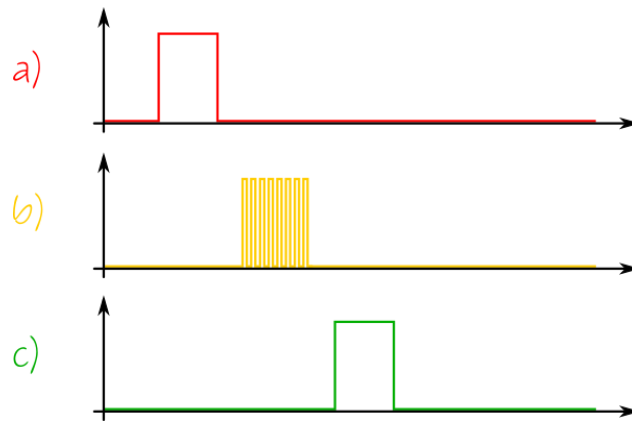


Рисунок 1.6 - Сигнали які виникають при роботі датчика

Каскад виведення інформації складається з крокових двигунів SG-90, які зображено на рисунку 1.7.



Рисунок 1.7 - Кроковий двигун SG-90

Характеристики крокового двигуна SG-90:

1. напруга живлення 5В;
2. Робоча температура – від -30 до 60 С°;
3. Робоча швидкість 0.12 с/60°
4. Кут повороту - 180°;

У даного крокового двигуна 3 виводи:

- a) живлення +5В;
- b) сигнальний провід;
- c) GND.

Кроковий двигун є спеціальним типом приводу, який забезпечує точне управління параметрами руху [6]. Іншими словами, цей двигун може обертати свій вал на заданий кут або здійснювати постійне обертання з точно



визначеним періодом. Сигнал управління відіграє основну роль в управлінні кроковим двигуном. Цей сигнал представляє собою імпульси постійної частоти і змінної ширини. Один із найважливіших параметрів, що визначає положення крокового двигуна, - це довжина імпульсу. Цю довжину можна встановити вручну в програмі шляхом підбору кута або скористатися командами бібліотеки. Для різних моделей пристроїв довжина імпульсу може відрізнятись. Коли сигнал надходить до керуючої схеми, генератор подає свій імпульс з певною тривалістю, яка встановлюється за допомогою потенціометра. У іншій частині схеми відбувається порівняння тривалості поданого сигналу та сигналу з генератора. Якщо тривалості цих сигналів відрізняються, вмикається електромотор, і напрямок обертання визначається тим імпульсом, який має меншу тривалість. Коли довжина імпульсів рівна, мотор зупиняється. Модуль орієнтації у просторі на датчиках HC-SR04 може складатися з друкованої плати, плата використовується для надійності пристрою, при бажанні можна замість плати використати провідники, так можна зменшити габарити пристрою але зменшиться надійність та міцність пристрою. Розроблялись плати в програмному забезпеченні під назвою EasyEDA. Даний пристрій є досить простим, тому у випадку несправності його елементи легко замінюються. Також він є відносно невеликим, що дозволяє його закріпити на руці для комфортного використання. Великих напруг в схемі не проходить тому схема є досить безпечною.

Корпус для даного пристрою виконується у вигляді рукавички для зручного використання.

#### 1.4 Розробка програмного забезпечення

У зв'язку з вибором мікроконтролера з серії Arduino для нашого розроблюваного пристрою, програмне забезпечення буде розроблено в середовищі Arduino IDE. Arduino IDE є програмним середовищем, яке надає можливість вирішувати різноманітні творчі завдання, пов'язані з програмуванням і моделюванням. Його простий інтерфейс і спрощена мова

програмування дозволяють новачкам швидко ознайомитись з мікроконтролерами та їх програмуванням. Arduino IDE підтримує всі наявні до цього часу плати та додаткові модулі. Також плюсом Arduino є комфорт в роботі з додатковими модулями. Для більшості модулів є спеціальні бібліотеки які ще більше спрощують роботу з окремими модулями. Наприклад бібліотека «NewPing» для ультразвукових датчиків, чи «Servo» для крокових двигунів. Окремим пунктом слід відзначити, що по програмуванню на Arduino є дуже багато доступних матеріалів від книг, до навчальних відео.

Для написання програми у середовищі Arduino IDE потрібно мати комп'ютер чи ноутбук з встановленим програмним забезпеченням Arduino IDE, яке можна завантажити з офіційного сайту Arduino [4].

Процес створення програми у середовищі Arduino IDE. Для створення проекту потрібно створити скетч, зробити це можна натиснувши файл > новий , що показано на рисунку 1.8

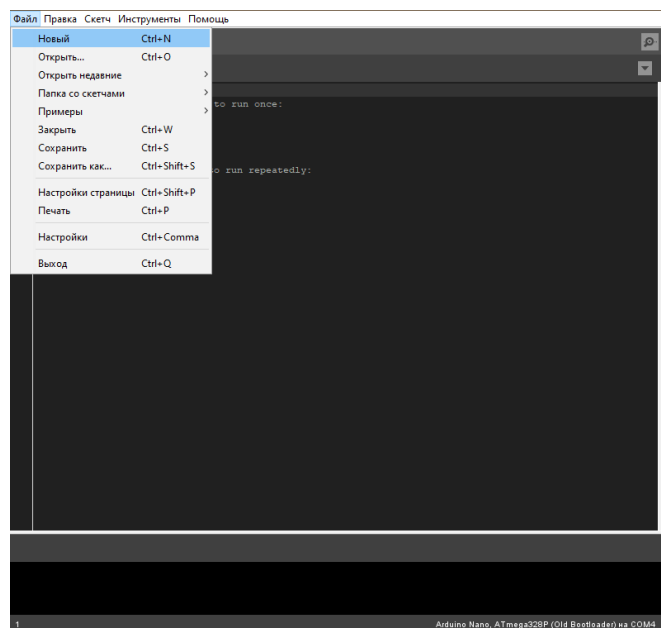


Рисунок 1.8 - Вікно Arduino IDE

Далі потрібно вказати в програмі плату та порт до якого вона під'єднана натиснувши: Інструменти>Плата>«Обрати потрібну плату» в нашому випадку

Arduino Nano для вибору плати та Інструменти>Порт>«Обрати порт до якого під'єднаний мікроконтролер», що зображено на рисунках 1.9 та 1.10

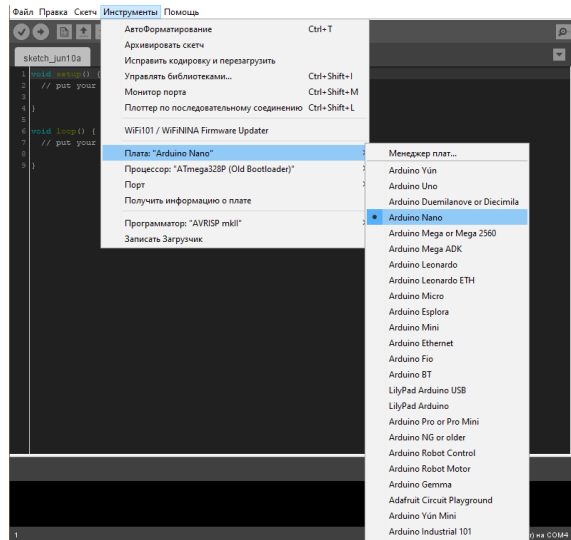


Рисунок 1.9 - Вибір плати

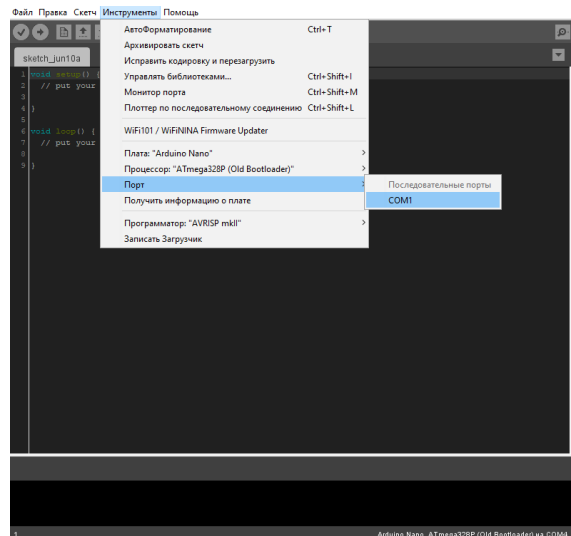


Рисунок 1.10 - Вибір порту

Для роботи з бібліотеками потрібно їх встановити, є два шляхи по яким це можна зробити: перший це перенести файл в папку зі скетчем, а другий це встановити її в самому Arduino IDE через влаштований менеджер бібліотек показаний на рисунку 1.11, який викликається натисненням

Інструменти>Керування бібліотеками. І вже в даному менеджері можна знайти та встановити потрібні бібліотеки, яких тут досить багато.

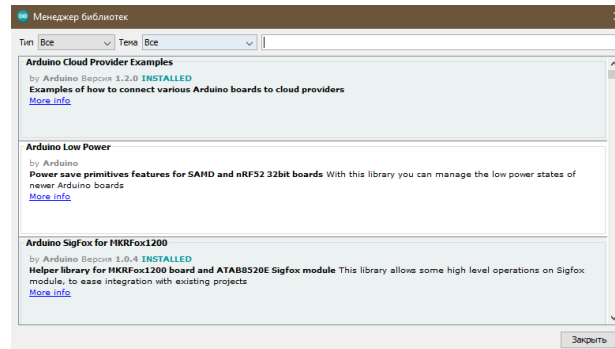


Рисунок 1.11 - Менеджер бібліотек в Arduino IDE

В обох випадках потрібно не забути прописати команду «include», щоб підключити бібліотеку до самого скетчу.

Після операцій по налаштуванню програми до роботи можна починати писати код, по написанню якого потрібно натиснути кнопку «Перевірити», що почне перевірку на помилки написаного, дана функція є досить корисною навіть для просунутих користувачів тому що в разі помилки, проблемна стрічка коду підсвічується, що економить досить багато часу який міг піти на пошук помилки. Приклад результату компіляції коду можна побачити на рисунку 1.12

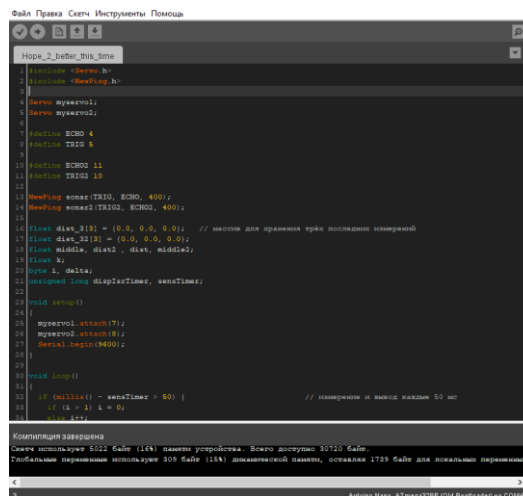


Рисунок 1.12 - Результат компіляції коду

```
#include <Servo.h>
#include <NewPing.h>
```

Підключення бібліотек для роботи з кроковими двигунами та датчиками[9][10],

```
Servo myservo1;
Servo myservo2;
```

Даємо назву кроковим двигунам для операцій з ними,

```
#define ECHO 4
#define TRIG 5
```

Назначення пінів першого ультразвукового датчика,

```
#define ECHO2 11
#define TRIG2 10
```

Назначення пінів другого ультразвукового датчика,

```
NewPing sonar(TRIG, ECHO, 400);
NewPing sonar2(TRIG2, ECHO2, 400);
```

Функції з бібліотеки для роботи з ультразвуковими датчиками,

```
float dist_3[3] = {0.0, 0.0, 0.0};
```

Масив для зберігання трьох останніх вимірів першого ультразвукового датчика

```
float dist_32[3] = {0.0, 0.0, 0.0};
```

Масив для зберігання трьох останніх вимірів першого ультразвукового датчика,

```
float middle, dist2 , dist, middle2;
float k;

byte i, delta;
unsigned long dispIsrTimer, sensTimer;
```

Призначення змінних,

```
void setup()
{
  myservo1.attach(7);
  myservo2.attach(8);
  Serial.begin(9600);
}
```

Первинне налаштування,

```
void loop()
{
```

```

if (millis() - sensTimer > 50) {
  if (i > 1) i = 0;
  else i++;

  dist_3[i] = (float)sonar.ping() / 57.5;
  dist_32[i] = (float)sonar2.ping() / 57.5;
  dist2 = middle_of_32(dist_32[0], dist_32[1], dist_32[2]);
  dist = middle_of_3(dist_3[0], dist_3[1], dist_3[2]);
}

```

**Розрахунок та переведення часу відбивання сигналу в відстань,**

```

}
if (dist < 150) {
  myservol.write(0);
}
else {
  myservol.write(180);
}
if (dist2 < 150) {
  myservo2.write(0);
}
else {
  myservo2.write(180);
}
}

```

**Поведінка крокових двигунів залежно від даних з ультразвукових датчиків,**

```

}
float middle_of_3(float a, float b, float c) {
  if ((a <= b) && (a <= c)) {
    middle = (b <= c) ? b : c;
  }
  else {
    if ((b <= a) && (b <= c)) {
      middle = (a <= c) ? a : c;
    }
    else {
      middle = (a <= b) ? a : b;
    }
  }
  return middle;
}
}

```

**Медіанний фільтр для першого датчика, він бере 3 останні значення сигналу та обирає середнє значення,**

```

float middle_of_32(float a, float b, float c) {
  if ((a <= b) && (a <= c)) {
    middle2 = (b <= c) ? b : c;
  }
  else {
    if ((b <= a) && (b <= c)) {
      middle2 = (a <= c) ? a : c;
    }
  }
}

```

```
    else {  
        middle2 = (a <= b) ? a : b;  
    }  
}  
return middle2;  
}
```

Медіанний фільтр для другого датчика, він бере 3 останні значення сигналу та обирає середнє значення,

## 2 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ МОДУЛЯ ОРІЄНТАЦІЇ В ПРОСТОРИ

### 2.1 Вибір методів регулювання та вимірювальної апаратури

Для технологічного процесу регулювання можна скористатись такими методами регулювання [8], безпосереднім (а саме вимірювання та досягнення певних величин), метод порівняння (зрівняння з завідома справними елементами). Використання даних методів передбачає застосування наступних приладів:

1. ПК з програмним забезпеченням Arduino IDE;
2. мультиметр;
3. осцилограф;
4. рулетка;
5. справні елементи для порівняння;

Осцилограф використовується для виявлення керуючих імпульсів і імпульсів у шині даних, наприклад:

1. перевірка імпульсів опитування і імпульсів формування;
2. перевірка наявності імпульсу reset.

Мультиметром можна перевірити і визначити такі несправності:

1. перевірка напруги живлення ;
2. перевірка наявності напруги від джерела живлення;
3. відсутність руху сервомотора, перевірка його напруги живлення.

При помилці в програмі, за допомогою ПК можна знайти та виправити помилку.

Відрегулювати відстань на яку реагуватимуть датчики можна шляхом запуску пристрою, та направлення його на будь-яку перешкоду, потім відстань виміряти рулеткою, та в програмі прописати відстань до перешкоди на яку буде реагувати пристрій. Крокові двигуни, як і датчики, можна перевірити підключивши до іншого Arduino та запустивши прості програми для перевірки.



## 2.2 Розробка технологічного процесу регулювання та настройки

Особливістю технологічного процесу настройки є програмування мікроконтролера Arduino NANO та налаштування датчиків та крокових двигунів.

Технологічний процес регулювання пристрою зображено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 - Техпроцес регулювання пристрою

Технологічна операція	Прилади	Примітка
1. Підготовка		
2. Ввімкнути комп'ютер, запустити програму Arduino IDE.exe	ПК	
3. Відкрити код в Arduino IDE	ПК	
4. Під'єднати кабелем плату до комп'ютера.	Кабель USB Type-A - USB Mini-B	
5. Налаштувати програму на роботу з Arduino Nano , зображено на рис 2.1.	ПК	
6 . Завантажити код в Arduino зображено на рис 2.2.		
7. Перевірити якість монтажу на відсутність коротких замикань, правильність встановлення елементів згідно ЕЗ	Візуально	
8. Ввімкнути джерело живлення пристрою без навантаження та перевірити його вихідну напругу	мультиметр	
9. Провести тест пристрою на зчитування дистанції до об'єктів	Візуально	

Тест пристрою на зчитування дистанції до об'єктів проводиться шляхом наведення пристрою на перешкоду та вимірювання відстані на якій він спрацює. Оптимальна відстань 1-2 метри. Для налаштування крокового двигуна в кодї є закоментовані частини які при розкоментуванні будуть виводити на додатково підключений LCD дисплей данні.

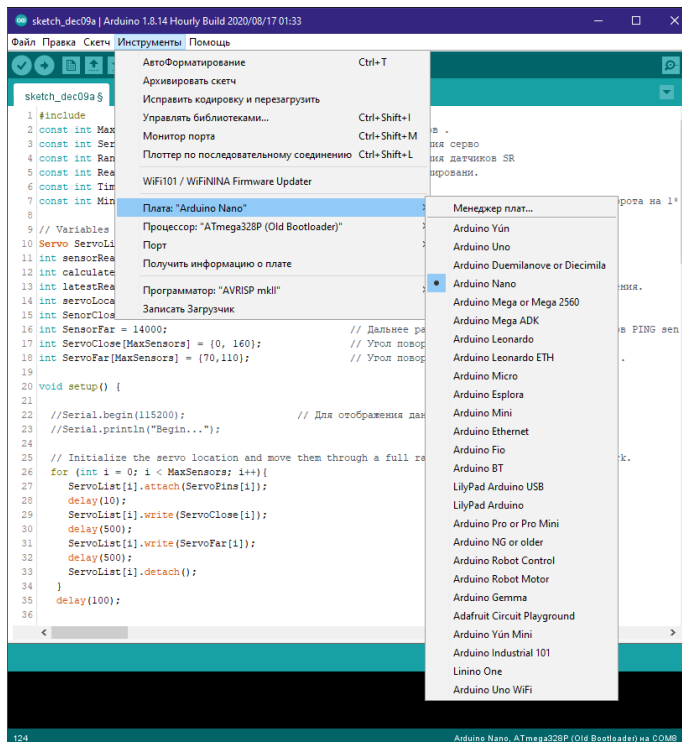


Рисунок 2.1 - Налаштування програми на роботу з Arduino Nano

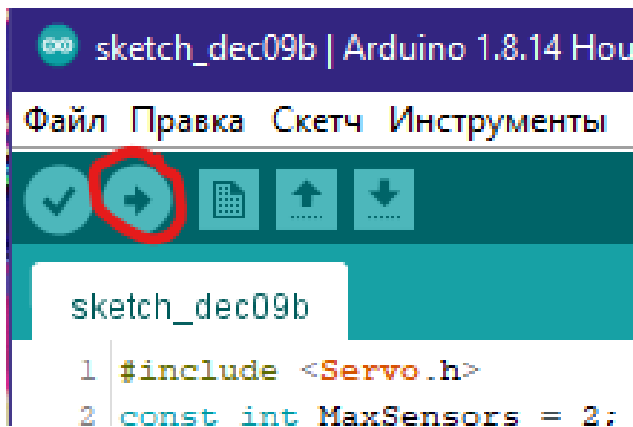


Рисунок 2.2 - Кнопка для завантаження коду в під'єднану плату

### 2.3 Основні несправності та методи їх усунення

Для пошуку несправностей існує кілька методів: візуальний огляд, метод виключення, метод заміни окремих елементів і вузлів, а також метод порівняння. Ці методи дозволяють систематично виявляти й вирішувати

проблеми, шляхом перевірки та аналізу різних елементів і їх взаємодії. Розглянемо основні несправності модуля орієнтації які наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Основні несправності модуля орієнтації

Характер несправності	Причини несправності	Спосіб усунення
Некоректне зчитування відстані	Програмна помилка	Виправити і перезаписати код
	Несправність U1,U2	Заміна U1,U2
Некоректна робота сервомоторів	Програмна помилка	Виправити і перезаписати код
	Несправність M1,M2	Заміна M1,M2
Не працює схема	Відсутнє живлення	Замінити батарейку
	Несправність A2	Заміна A2
	Програмна помилка	Виправити і перезаписати код
Невідповідність роботи що до налаштувань	Програмна помилка	Виправити і перезаписати код
	Несправність A1	Заміна A1
	Несправність M1,M2	Заміна M1,M2
	Несправність U1,U2	Заміна U1,U2

Ультразвукові датчики як і крокові двигуни можна перевірити підключивши до іншого Arduino та запустивши прості програми для перевірки. Або підключити завідома справні деталі.

В ході роботи було встановлено методи регулювання та підібрана вимірювальна апаратура. Також був розроблений технологічний процес для проведення регулювання та налаштування приладу, а також виявлені та усунені основні несправності. Далі можна перейти до моделювання приладу.

## 2.4 Розрахунок надійності

Метою проведення розрахунку надійності при раптових відмовах є визначення середнього часу безвідмовної роботи пристрою та ймовірності його безвідмовної роботи до певного моменту часу. Надійність є важливою характеристикою технічних об'єктів, яка означає їх здатність зберігати в межах встановлених значень всі необхідні параметри для виконання технічних функцій в заданих режимах і умовах застосування. Під технічними об'єктами розуміються різні пристрої, прилади, механізми, машини, комплекси обладнання, будівельні конструкції і споруди, технологічні операції і процеси, системи зв'язку, тощо. Відмови виникають раптово та приводять до повної втрати робоздатності вузла, а при відсутності дублювання, і всього пристрою. Причинами таких відмов можуть слугувати неправильні умови експлуатації (підвищена вологість, напруга живлення і т.д.). Також до цього можуть призвести дефекти самих радіоелементів (мікротріщини, дефекти напівпровідників).

Поступові відмови настають в наслідок процесів старіння, зносу радіоелементів, чи інших вузлів пристрою. Відмова настає тоді, коли зміна того чи іншого параметру виходить за допустимі межі. Значно скоротити такі відмови можна розрахувавши час безвідмовної роботи пристрою, та спланувавши після цього терміни проведення профілактичних ремонтів та оглядів пристрою.

Під інтенсивністю відмов  $\lambda(t)$  розуміють відношення числа елементів, що відмовили, за одиницю часу до середнього числа елементів, що справно працюють у даний відрізок часу, розраховується за формулою 2.1:

$$\lambda(t) = \frac{n(t)}{N(t)\Delta t} \quad (2.1)$$

де  $n(t)$  – число елементів, що відмовили;

При  $\lambda(t)=\text{const}$  ймовірність безвідмовної роботи виробу дорівнює:

$$P(t)=e^{-\lambda t},$$

Таким чином, знаючи інтенсивність відмов елементів як функцію часу, можна визначити ймовірність безвідмовної роботи протягом часу  $t$ .

Під середнім часом безвідмовної роботи  $T_{cp}$  розуміється математичне очікування часу роботи системи до відмови, розраховується за формулою 2.2:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N_0} \quad (2.2)$$

де  $N_0$  - число елементів, що випробуються;

$t_i$ - час справної роботи виробу.

Для розрахунку імовірності безвідмовної роботи використаємо інтерактивну систему основних конструкторсько-технологічних розрахунків РЕЗ (ІСОКТР РЕЗ), її зображено на рисунках : 2.14-2.17, яка створена щоб допомогти у вирішенні основних завдань проектування студентам радіотехнічних спеціальностей будь-якого ВНЗ. Програма працює з браузером тому для роботи з програмою необхідно мати підключення до мережі інтернет і будь який браузер.

<input type="checkbox"/> Магнітні вимикачі	0
<input type="checkbox"/> Теплові вимикачі	0
<input type="checkbox"/> Гніздо	0
<input type="checkbox"/> Штекерні роз'єми	0
<input type="checkbox"/> Роз'єми з розеткою управління	0
<input type="checkbox"/> Контактори	0
<input type="checkbox"/> Малогабаритні реле	0
<input type="checkbox"/> Кнопкові перемикачі	0
<input type="checkbox"/> Блокувальні вимикачі	0
<input type="checkbox"/> мініаторні перемикачі	0
<input type="checkbox"/> Накладні адаптери	0
<input type="checkbox"/> Клеми, фіксатори	0
<input type="checkbox"/> Високочастотні виходи	0
<input type="checkbox"/> З'єднувальні дроти	0
<input type="checkbox"/> Кабелі	0
<input type="checkbox"/> Запобіжники легкоплавкі	0
<input type="checkbox"/> Ізолятори	0
<input type="checkbox"/> Ізоляційні шайби, прокладки	0
<input type="checkbox"/> Друкована плата	0
<input type="checkbox"/> Пайка друкованих схем в зборі	0
<input type="checkbox"/> Шарнірна пайка	0
<input type="checkbox"/> об'ємна пайка	0

Рисунок 2.3 - Вікно програми ІСОКТР для розрахунку надійності

\* Примітка: введіть загальні положення кількість штифтів (К), штифтів (W) або контактні групи (КГ) всіх елементів цього типу. Наприклад, в Є 4 малогабаритних реле. Моно Естафета має 12 кг, друга - 5 кг, третя і четвертий - по 3 кг. Необхідно ввести навпроти пункту «Малогабаритні реле» число «23» ( $12 + 5 + 2 * 3 = 23$ )

?  
 Інше \_\_\_\_\_ Елементи, які не входять до списку або мають інше значення середнього рівня відмов  $\lambda_0$   
 Введіть  $10^{-6}$  1/год та кількість шт Введіть  $10^{-6}$  1/год та кількість найменувань шт Введіть  $10^{-6}$  1/год та кількість елементів    шт

Введіть  $\lambda_0$       $10^{-6}$  1/год і кількість найменувань шт. Введіть  $\lambda$    $10^{-6}$  1/год і кількість найменувань   шт.

? Введіть значення t  годин

Рахувати

Рисунок 2.4 - Вікно програми ІСОКТР для розрахунку надійності (продовження)

<b>FR</b>	<b>1,48 E-6, 1/год</b>
<b>MTBF</b>	<b>671591,67 год</b>

Рисунок 2.5 - Результати розрахунку надійності

<b>T, тис. год</b>	0	100	200	300	400	500	600	666	800	900	1000
<b>P(t)</b>	1,00	0,86	0,74	0,64	0,55	0,48	0,41	0,37	0,31	0,26	0,23

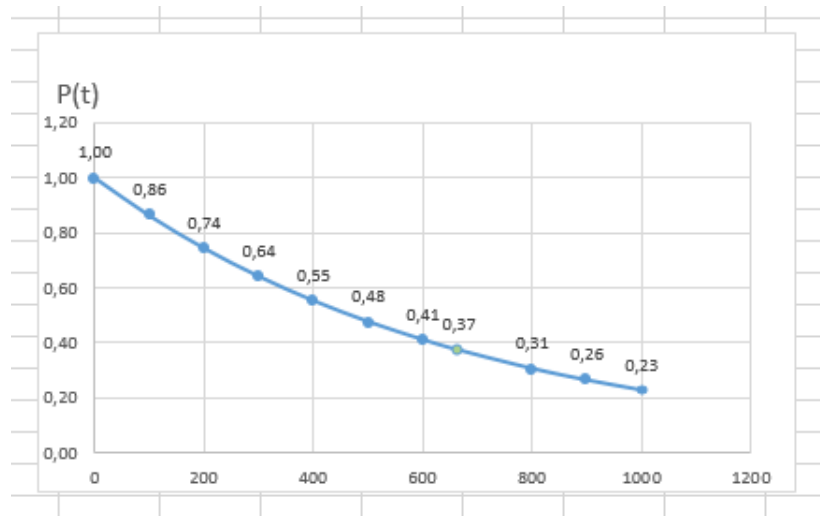


Рисунок 2.6 - Графік ймовірності безвідмовної роботи пристрою

З результатів розрахунку видно що інтенсивність відмови приладу приблизно  $\lambda = 1.48 \cdot 10^{-6}$  1/год., а час безвідмовної роботи приблизно  $T_{cp} = 671591.67$  год., зеленим кольором позначена точка з ймовірністю 0,37.

## 2.5. Електричний розрахунок

Проведемо розрахунок ультразвукового датчика. Вихідна частота становить 40 кГц, а ємність  $C_1$  задаємо 10 пікофарад. З використанням відповідного співвідношення для часу періоду  $T$  можна визначити значення [7] опору  $R_1$ .

$$T = 1,4 \cdot R_1 \cdot C_1 \quad (2.3)$$

$$T = \frac{1}{f} \quad (2.4)$$

$$R_1 = \frac{1}{1,4 \cdot f \cdot C_1} \quad (2.5)$$

$$R_1 = \frac{1}{1,4 \cdot 4 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-12}} \approx 18k\Omega$$

Зробимо розрахунок транзисторів  $VT_1$  і  $VT_2$  (рис. 2.7). Робоча частота  $f_p = 2$  МГц. Тоді:

$$T = \frac{1}{f_p} = \frac{1}{2 \cdot 10^6} = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ с}$$

Знайдемо тривалість імпульсу, знаючи період (рис.2.8).

$$\tau_U = \frac{T}{4} = \frac{0,5 \cdot 10^{-6}}{4} = 125 \text{ нс}$$

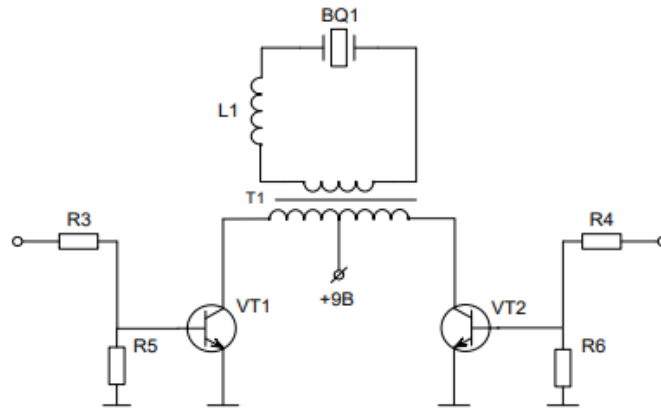


Рисунок 2.7 - Транзистори VT1 і VT2

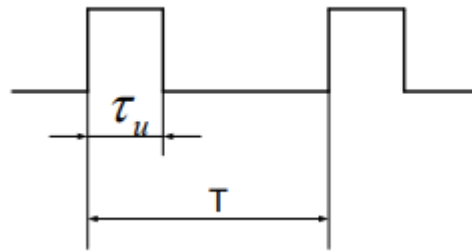


Рисунок 2.8 - Період та час імпульсу

Транзистори повинні задовольняти умові:

$$\tau_{\phi} = \frac{T}{10} = \frac{0,5 * 10^{-6}}{10} = 50\text{нс}$$

Для нашого випадку ми обираємо транзистор типу КТ316А і здійснимо розрахунок величини часу наростання. Час наростання можна визначити за допомогою відповідних формул.

$$t_{\phi} = \tau * \ln \frac{S}{S-1} \quad (2.6)$$

$$\tau = \tau_{\beta} + C_{кб} R_k (\beta + 1) \quad (2.7)$$



$$S = \frac{I_{\delta 1}}{I_{\delta n}}; I_{\delta 1} \approx \frac{E_{\Gamma 1} - U_{\delta 2}}{R_{\Gamma}}; I_{\delta n} = \frac{I_{\kappa n}}{\beta} \quad (2.8)$$

$$I_{\kappa n} = I_I = I_n \cdot n, \quad (2.9)$$

Де  $n$  - коефіцієнт трансформації;  $E_{\Gamma 1} = 13\text{В}$  - напруга збудження транзистора;  $U_{\delta 2} = 0,6\text{В}$  - порогова напруга переходу база - емітер кремнієвого транзистора;  $\tau_{\beta}$ ,  $C_{\kappa\delta}$ ,  $\beta$  - власні параметри транзистора.

Транзистор типу КТЗ16А має наступні параметри:  $\beta = 40$ ;  $C_{\kappa\delta} = 3\text{пФ}$ ;  $\tau_{\beta} = 150\text{пс}$ .

Враховуючі, що  $R_{\Gamma} = 1\text{кОм}$ ;  $I_{\kappa n} = 1,1\text{мА}$ ; отримаємо:

$$I_{\delta n} = \frac{I_{\kappa n}}{\beta} = \frac{1,1}{40} \approx 0,03\text{мА};$$

$$I_{\delta 1} = \frac{E_{\Gamma 1} - U_{\delta 2}}{R_{\Gamma}} = \frac{13 - 0,6}{1 \cdot 10^3} \approx 12,4 \cdot 10^{-3} \text{А} \approx 12,4\text{мА};$$

$$S = \frac{I_{\delta 1}}{I_{\delta n}} = \frac{12,4}{0,03} = 413;$$

$$\tau = \tau_{\beta} + C_{\kappa\delta} R_k (\beta + 1) = 150 \cdot 10^{-12} + 3 \cdot 10^{-12} \cdot 12,4 \cdot 10^3 \cdot (40 + 1) = 150 \cdot 10^{-12} + 1,5 \cdot 10^{-6} \approx 1,5\text{мкс};$$

$$t_{\phi} = \tau \cdot \ln \frac{S}{S-1} = 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot \ln \frac{413}{412} = 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,0024 = 3,67\text{нс}.$$

Отже, зазначена величина часу наростання 3.67нс що є менше потрібної величини, що підтверджує правильність обраного типу транзистора.

### 3 МОДЕЛЮВАННЯ МОДУЛЯ ОРІЄНТАЦІЇ В ПРОСТОРИ

Моделювання роботи проводилось в програмі Proteus 8 Professional. Proteus Design — пакет програм для автоматизованого проектування (САПР) електронних схем. Розробляється компанією Labcenter Electronics (Велика Британія)

Програмний пакет Proteus Design є потужною системою схемотехнічного моделювання, яка базується на моделях електронних компонентів, розроблених для PSpice. Особливістю цього пакету є можливість моделювання програмованих пристроїв, таких як мікроконтролери, мікропроцесорні системи, DSP і інші. Proteus Design містить в собі більше 6000 електронних компонентів з усіма необхідними довідковими даними, а також демонстраційні проекти для ознайомлення. У склад пакету Proteus VSM також входить система проектування друкованих плат. Програма Proteus складається з двох підпрограм: ISIS - для синтезу та моделювання електронних схем, і ARES - для розробки друкованих плат. Вона також має інструменти USBCONN і COMPIM, що дозволяють підключати віртуальні пристрої.

USB- і COM-портів комп'ютера. В Додатку Б рис 4. зображено підключення крокових двигунів до плати Arduino Nano.

Після підключення ми завантажуюмо програмне забезпечення. Після завантаження програмного забезпечення, з допомогою осцилографа знімаємо данні про надходження сигналів до крокових двигунів. На рисунку 3.2, зображено сигнали які показує осцилограф.

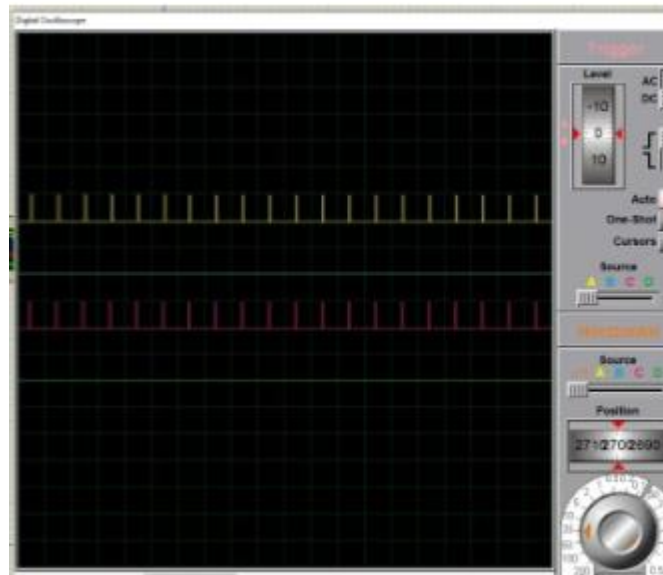


Рисунок 3.1 - Покази осцилографа в ISIS

У висновку, при проведенні експериментального дослідження, ми побачили схему підключення та роботи. За допомогою осцилографа провели дослідження сигналів що виходять з мікроконтролера. Proteus є універсальним інструментом для складання моделювання та перевірки схем тому в середовищі Proteus можна експериментально дослідити усі сигнали керування кроковими двигунами.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

В сучасних умовах, проблеми з охороною праці вирішуються на національному рівні, в межах держави. Головний фокус зосереджується на усуненні шкідливого впливу технологічних процесів на здоров'я людини шляхом поліпшення умов праці на виробництві.

Об'єктом проектування є розробка модуля орієнтації в просторі, що використовує комп'ютерне проектування та моделювання. Цей модуль виконує важливу роль у галузі орієнтації в просторі, забезпечуючи високу якість зчитування та виводу інформації.

При характеристиці об'єкта проектування надається увага параметрам та елементам, які впливають на розробку рішень з охорони праці. Аналізуються потенційні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть спричинити травми або пошкодження здоров'я працівників.

В роботі проводиться розгляд питань безпечного виконання роботи модуля орієнтації в просторі, а також гігієни праці та промислової санітарії. Подано рекомендації щодо забезпечення безпеки працівників, в різних аспектах. В приміщенні, де проводилася моделювання та розробка модуля орієнтації в просторі, виявлено наступні шкідливі та потенційно небезпечні чинники:

Фізичні аспекти: висока температура повітря у робочій зоні, обмежений потік повітря, забрудненість повітря частками пилу, недостатнє освітлення у робочій зоні, обмежена або відсутня природна освітленість, ризик електричного удару через небезпечну напругу в електричному колі, високий рівень шуму на робочому місці.

Психофізіологічні аспекти: перевантаження нервово-психічного характеру (монотонна робота).

Наступні розділи детально розглянуть вищезазначені аспекти охорони праці, пов'язані з об'єктом проектування. Такий підхід допоможе розробити ефективні рішення з охорони праці, забезпечуючи безпеку та здоров'я працівників, а також дотримання відповідних норм та стандартів.

## 4.1 Технічні рішення з безпечного виконання роботи

Технічні рішення з безпечного виконання роботи включають застосування різних технічних засобів і заходів для забезпечення безпеки працівників і запобігання нещасним випадкам на робочому місці моделювання приладу

### 4.1.1 Обладнання приміщення та робочого місця

Важливим є оптимальне розташування всіх компонентів робочого місця з урахуванням антропометричних, фізичних і психологічних вимог. Крім того, необхідно враховувати характер роботи. При організації простору для розробки робочого місця важливо дотримуватися таких ключових умов: оптимальне розташування обладнання, що входить до складу робочого місця, та наявність достатнього робочого простору для здійснення всіх необхідних рухів і переміщень.

Приміщення, де розташоване робоче місце, має загальну площу 22,12 м<sup>2</sup>. і стелю висотою 3,1 м. У цьому приміщенні розташовано 2 робочих місця з комп'ютерами. Кожне робоче місце обладнане робочим столом площею 1,3 м<sup>2</sup>, стільцем та персональним комп'ютером, який складається з монітора, системного блоку, клавіатури та миші.

При розташуванні елементів робочого місця користувача ПК слід враховувати:

- В користувача повинна бути забезпечена комфортна робоча поза;
- Необхідно забезпечити достатній простір для розміщення користувача;
- Оптимальні характеристики робочого крісла;
- Елементи робочого місця повинні бути розташовані таким чином, щоб користувач міг легко оглядати їх;
- Додаткова можливість регулювання елементів робочого місця;
- Документація та матеріали, які використовуються користувачем, повинні бути зручно розміщені.

Площа приміщення, що припадає на кожного працівника, становить 11,06 кв. м, а об'єм повітря в робочій зоні - 34,246 м<sup>3</sup>. Знайдені значення відповідають встановленим вимогам, оскільки площа одного робочого місця для працівника, що використовує комп'ютер, не повинна бути меншою за 6 кв. м, а об'єм - менший за 20 куб. м [20].

Основними елементами робочого місця розробника є стіл і крісло. Сидяче положення є основним режимом праці, що сприяє зменшенню втоми працівника. Ефективне планування робочого місця передбачає організацію предметів, робочих інструментів та документів з упорядкованим та сталим розташуванням. Найчастіше використовувані предмети повинні знаходитись у зоні легкого доступу всередині робочого простору. Для забезпечення комфорту під час роботи необхідно дотримуватися наступних вимог до столу:

- Поверхня столу повинна мати властивості, що уникають появи відблисків у полі зору, забезпечуючи комфортне сприйняття робочого середовища;

- Стіл повинен мати конструкцію з наявністю висувних шухляд, не менше трьох, для зручного зберігання документації та канцелярських приладь;

- Нижня частина столу повинна бути спеціально сконструйована, щоб дослідник міг комфортно сидіти, не відчуваючи дискомфорту через обтискання ніг;

- Вибір висоти столу має забезпечувати вільне сидіння в зручній позі і можливість спиратися на підлокітники за необхідності;

- Рекомендована висота робочої поверхні столу повинна знаходитися в діапазоні 680-760 мм. Висота поверхні, на яку розміщується клавіатура, рекомендується близько 650 мм [19].

#### 4.1.2 Електробезпека приміщення

Приміщення, де використовуються персональні комп'ютери, не вважаються особливо небезпечними щодо електричного струму. Вимоги до електробезпеки та пожежної безпеки для таких приміщень полягають у відповідності ПК, обладнання, проводів та кабелів вимогам безпеки, а також у

наявності пристроїв захисту від короткого замикання. Електричні мережі в приміщенні для комп'ютерів організовані як групова трипровідна система, що складається з фазового проводу, робочого нульового проводу та захисного нульового проводу. Важливо, щоб площа перерізу робочого та захисного нульових проводів була не меншою за площу перерізу фазового проводу.

Мережі, що використовуються для підключення ПК, мають електричні з'єднання та розетки з додатковими контактами для підключення нульового захисного провідника, який під'єднується перед фазовими і нульовими робочими провідниками. При розімкненні мережі потрібно дотримуватись зворотного порядку. Мережі штепсельних з'єднань та електричних розеток зазвичай складаються з 3-6 розеток в одному ланцюжку і розташовуються вздовж стін. Проводи прокладені по підлозі в металевих трубах і гнучких металевих каналах. Металеві трубки і гнучкі металеві канали мають заземлення.

Для забезпечення безпеки від електротравм в приміщенні вживаються такі заходи:

- Використання захисних пристроїв (автоматичні вимикачі, RCD);
- Правильна установка та обслуговування електрообладнання;
- Безпечна організація робочого простору;
- Правильне використання розеток та електричних приладів;
- Правила особистої безпеки (навчання персоналу правилам безпеки).

## 4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

### 4.2.1 Мікроклімат

Температура, відносна вологість і швидкість руху повітря поруч з людським тілом, а також температура стін і навколишніх предметів формують мікроклімат на робочому місці. Вимірювання температури, відносної вологості і швидкості повітря проводяться на висоті 1,0 м від підлоги або робочої площадки у випадку сидячої роботи і на висоті 1,5 м у випадку стоячої роботи, з урахуванням віддалі не менше 1 м від нагрівальних приладів і зовнішніх стін.

Розробка модуля орієнтації в просторі відноситься до категорії 1а. [18].  
Допустимі параметри мікроклімату для категорії 1а наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Параметри мікроклімату

Період року	Допустимі		
	t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	22-28	55	0,1-0,2
Холодний	21-25	75	0,1

Для забезпечення комфортних умов використовуються різні підходи, як організаційні, так і технічні. Організаційні методи включають раціональну організацію робіт, залежно від пори року і доби, а також чергування між роботою і відпочинком. Технічні засоби включають системи вентиляції, кондиціонування повітря і опалення, які сприяють створенню комфортного середовища. При цьому, необхідно також враховувати індивідуальні потреби користувачів і забезпечувати адаптацію систем до їхніх вимог.

#### 4.2.2 Склад повітря робочої зони

Шкідливі речовини поширюються у робочій зоні у формі парів, газів і пилу. Вплив цих речовин на організм людини залежить від їх хімічного складу, розміру, форми частинок та їх концентрації. Особливо небезпечними є фінодисперсний пил, що має частинки розміром менше 5 мікрометрів, а також гострокрайовий пил, який може проникати глибоко в легені.

У приміщенні, де проводяться дослідження щодо властивостей модуля орієнтації в просторі, може виникати значна концентрація пилу та озону. З метою забезпечення безпеки працівників необхідно дотримуватися максимально допустимих норм, зазначених у ДСН 3.3.6.042-99 [17]. Ці норми встановлюють перелік шкідливих речовин та визначають максимально припустимі їх рівні. Виконання цих норм допоможе зменшити ризик негативного впливу на здоров'я працівників, які працюють у зазначених



приміщеннях. Додаткові заходи безпеки, такі як використання вентиляційних систем та індивідуальних засобів захисту, також важливі для забезпечення безпечних умов праці та запобігання можливим ускладненням для здоров'я.

Таблиця 4.2 - ГДК шкідливих речовин у повітрі

Назва речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4
Озон	0,16	0,03	1

Для забезпечення належної якості повітря у робочій зоні рекомендується ефективно використовувати системи механічної вентиляції, що забезпечують потужний обмін повітря. Також слід враховувати необхідність регулярного та ретельного прибирання приміщення, щоб усунути накопичення шкідливих речовин і забруднень. Важливо підтримувати постійний потік свіжого повітря шляхом провітрювання приміщення. Застосування цих заходів сприятиме створенню здорового та комфортного робочого середовища для працівників.

#### 4.2.3 Виробниче освітлення

Для забезпечення природного освітлення рекомендується використовувати бокове освітлення, бажано з одного боку приміщення. Щоб уникнути надмірного засліплення від сонячних променів, найкращим варіантом є розташування вікон на північній або північно-східній стороні. Коефіцієнт природної освітленості (КПО) повинен бути не менше 1,5%.

У приміщенні, де проводиться проектування, застосовуються як штучне, так і природне освітлення. Норми освітленості для штучного освітлення та КПО (для світлового клімату в III-му поясі) визначаються для природного або комбінованого освітлення та наведені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Норми освітленості в приміщенні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фона	Освітленість, лк		КПО, $e_n$ , %			
						Штучне освітлення		Природне освітлення		Сумісне освітлення	
						Комбіноване	Загальне	Верхнє або верхнє бокове	Бокове	Верхнє або верхнє і бокове	Бокове
високої точності	0,3 – 0,5	III	г	великий	світлий	700	300	5	2	3	1,2

Для забезпечення відповідного освітлення передбачені такі заходи: Встановлення достатньої кількості освітлювальних приладів, використання підсвічування, розміщення джерел світла на оптимальній висоті та регулярне обслуговування освітлювальної системи.

#### 4.2.4 Виробничий шум

Виробничий шум — це хаотична сукупність різних за силою і частотою звуків, що виникають у повітряному середовищі і безпосередньо впливають на працездатність. Джерелами шуму є: всі види транспорту, насоси, промислові об'єкти, пневматичні та електричні інструменти, верстати, будівельна техніка та інше.

У приміщенні де відбуваються дослідження щодо властивостей модуля орієнтації в просторі проблеми зі звуковими перешкодами на робочому місці, спричинені різними системними блоками, сканерами, кондиціонерами, вентиляторами систем охолодження та трансформаторами. Відповідно до нормативних вимог, що регулюють шум, ультразвук та інфразвук на робочому

місці (ДСН 3.3.6.037-99), рівень звукового тиску на робочому місці не повинен перевищувати 50 дБА.

Таблиця 4.4 - Допустимі рівні звукового тиску та звуку

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах зі середньгеометричними частинами (Гц)									Допустимий рівень звуку, дБА
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Проектно-конструкторські	83	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Для забезпечення стандартів необхідно забезпечити виконання роботи в умовах, де характер робіт і рівень шуму відповідають встановленим нормам, які можна знайти в таблиці 4.4. Для досягнення цього можуть застосовуватися різноманітні заходи, наприклад, встановлення матеріалів, які поглинають шум, оптимізація розташування обладнання та використання звукоізоляційних пристроїв. Реалізація цих заходів сприятиме створенню комфортних умов для проведення дослідницької роботи і забезпечить безпеку дослідника.

#### 4.2.5 Виробничі випромінювання

При проектуванні присутні електромагнітні випромінювання, що виникають від персональних комп'ютерів. Для забезпечення безпеки необхідно дотримуватися встановлених вимог, які регулюють рівні електромагнітного випромінювання та магнітних полів. Важливо, щоб рівні інфрачервоного випромінювання не перевищували норм, встановлених відповідними стандартами. Так само, рівні ультрафіолетового випромінювання повинні знаходитися в межах допустимих значень, відповідно до встановлених нормативів. [14].

Для зменшення впливу електромагнітного випромінювання на працівників рекомендується вживати заходів для оптимізації організації робочого простору. Важливо правильно розміщувати технологічне обладнання з урахуванням впливу електромагнітного поля.

### 4.3 Пожежна безпека

Пожежна безпека – стан об'єкта, при якому регламентованою ймовірністю відкидається можливість виникнення та розвиток пожежі, і впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

На підприємствах здійснюються різноманітні заходи для запобігання пожежам та забезпечення пожежної безпеки. Деякі з них включають:

1. Розробка та впровадження планів пожежної безпеки: Підприємства повинні мати документовані плани пожежної безпеки, які охоплюють такі аспекти, як оцінка пожежних ризиків, встановлення пожежно-технічного обладнання, організація евакуації працівників, проведення пожежних навчань та перевірок.

2. Проведення пожежних навчань: Працівники підприємств повинні отримувати навчання з пожежної безпеки, включаючи правила поведінки з вогнем, використання пожежного обладнання, евакуацію та поведінку під час пожежі. Це допомагає підвищити свідомість та готовність працівників у разі пожежної небезпеки.

3. Регулярна перевірка та обслуговування пожежного обладнання: Важливо проводити регулярну перевірку, технічне обслуговування та ремонт пожежного обладнання, такого як пожежні тривожні системи, вогнегасники, системи пожежного гасіння та інші пристрої. Це допомагає забезпечити їхню надійну роботу у разі виникнення пожежі.

4. Забезпечення належного зберігання та обробки горючих матеріалів: Горючі матеріали, які використовуються на підприємствах, повинні бути належно зберігані та оброблятися відповідно до пожежних норм і правил. Це включає правильне складування, застосування вогнестійких контейнерів, обмеження доступу до небезпечних зон та проведення профілактичних заходів.

5. Системи пожежної сигналізації та пожежогасіння: Підприємства повинні бути обладнані системами пожежної сигналізації, які виявляють пожежу і надсилають тривогу, а також системами пожежного гасіння, такими

як вогнегасники, автоматичні системи гасіння та системи пожежного водопостачання.

Ці заходи сприяють запобіганню пожежам та забезпечують безпеку працівників та майна на підприємстві.

Технічні рішення системи протипожежного захисту включають в себе комплекс заходів та обладнання, які призначені для виявлення, сигналізації, гасіння та контролю пожеж на підприємстві. Основною метою цих рішень є запобігання розповсюдженню пожежі, захист людей, майна та мереж інфраструктури. Деякі з технічних рішень системи протипожежного захисту включають:

1. Пожежні тривожні системи (ПТС): Ці системи призначені для виявлення пожежі та негайного сповіщення про неї. Вони складаються з датчиків пожежі, які реагують на зміну температури, диму або інших характеристик, а також звукових і світлових сигналізаторів, що інформують про наявність пожежі і сприяють евакуації.

2. Автоматичні системи пожежного гасіння: Ці системи використовуються для гасіння пожежі автоматично без втручання людини. Найпоширеніші типи включають системи з використанням води (спрінклерні системи), газів (газові системи гасіння) та хімічних речовин (автоматичні системи гасіння пінного типу).

3. Вогнегасники: Вогнегасники є пересувними пристроями, які призначені для гасіння початкових пожеж. Вони містять вогнегасну речовину, таку як порошок, газ або піна, яка випускається під високим тиском, щоб пригнічувати вогонь.

4. Системи контролю диму: Ці системи виявляють наявність диму та автоматично активують системи вентиляції, сповіщають про пожежу і забезпечують розсіювання диму для полегшення евакуації та пожежогасіння.

5. Електричні системи безпеки: Включають системи автоматичного відключення електроенергії при виявленні пожежі, системи заземлення та захисту від перенапруги для запобігання появі пожеж від електричних джерел.

6. Системи контролю доступу: Використовуються для обмеження доступу до небезпечних зон або областей з підвищеним ризиком пожежі. Це може включати системи електронного контролю доступу, відеоспостереження та ідентифікації особового складу.

7. Плани евакуації та навчання персоналу: Підприємства повинні мати розроблені плани евакуації, які включають маршрути та точки збору, а також проводити навчання персоналу з пожежної безпеки та евакуації.

8. Ці технічні рішення сприяють ранньому виявленню пожежі, швидкому реагуванню та ефективному гасінню, що забезпечує безпеку працівників та захист майна на підприємствах.

На підприємствах рекомендується [12], використовувати порошкові або вуглекислотні вогнегасники масою заряду від 3 до 5 кг для приміщень з різними категоріями та класами пожежо-вибухонебезпеки, а також з урахуванням можливих класів пожеж (А, В і Е). Щоб забезпечити високий рівень пожежної безпеки та швидку реакцію у разі пожежі, рекомендується розмістити один вогнегасник на кожні 20 м<sup>2</sup> площі приміщення.

Додатково, на кожному поверсі, де знаходиться вказане приміщення, рекомендується мати два порошкових вогнегасники масою заряду 10 кг. Це забезпечить оптимальне охоплення приміщення з різних боків та збільшить шанси успішного загасання пожежі. Для легкого доступу, вогнегасники мають бути розміщені на висоті не більше 1,5 метра від підлоги.

З метою зручного розташування вогнегасників та їх швидкого виявлення, рекомендується встановити вказівні знаки на видному місці на висоті від 2,0 до 2,5 метра від підлоги, що вказуватимуть на їх місцезнаходження. Це сприятиме швидкому реагуванню персоналу у разі виникнення пожежі. Суворе дотримання цих рекомендацій гарантує створення безпечного робочого середовища та ефективне запобігання поширенню пожеж на підприємствах.

## ВИСНОВКИ

У межах бакалаврської дипломної роботи було розроблено модуль орієнтації в просторі, який мав на меті вивчення ультразвукових технологій та полегшення орієнтації в просторі людей з вадами зору.

Проект включав дослідження архітектури та апаратного забезпечення модуля орієнтації в просторі, вибір та обґрунтування схеми пристрою, розробку програмного забезпечення, а також розробку функціональної схеми приладу та програмного забезпечення.

В результаті розрахунків електричної схеми датчика та моделювання схеми в програмі Proteus було підтверджено, що датчик відповідає встановленим параметрам.

Також були проведені розрахунки надійності пристрою, які гарантують його високу якість та довговічність.

Під час розрахунків технології виготовлення модуля орієнтації в просторі були визначені оптимальні методи регулювання та вимірювальної апаратури, що сприяло поліпшенню якості виготовленого обладнання.

Розроблений технологічний процес регулювання та настройки продемонстрував свою ефективність, що призвело до зменшення кількості відходів під час виробництва. Аналіз основних несправностей та методів їх усунення підтвердив, що розроблена технологія дозволяє швидко та ефективно вирішувати проблеми з відновленням роботи обладнання.

Також були проведені розрахунки з розділу "Охорона праці", що допомогли забезпечити безпеку та здоров'я працівників.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Erick Myers. Arduino: The Arduino Book is the Ultimate Guide to Learn And Understand Arduino Programming. NY.: Amazon Digital Services LLC, 2019. 131 p.
2. Розпіновка плати Arduino Nano URL: <https://goo.su/3h6o>
3. Про орієнтацію в просторі <https://www.sciencedirect.com/topics/social-sciences/spatial-orientation>
4. Arduino Official Website: <https://www.arduino.cc>
5. Ультразвуковий датчик відстані: <https://arduino.ua/prod182-ultrazvukovoї-datchik-rasstoyaniya-hc-sr04>
6. Кроковий двигун SG90 <https://www.hwlibre.com/uk/servo-sg90/>
7. Electronics Tutorials: <https://www.electronics-tutorials.ws>
8. Методи регулювання <https://studfile.net/preview/5672672/page:5/>
9. Stepper Motors, Stepper Motor Drivers and Controllers. URL: <https://www.orientalmotor.com/stepper-motors/index.html>
10. HC-SR04 <https://datasheetspdf.com/pdf/1380136/ETC/HC-SR04/1>
11. Arduino NANO <https://arduino.ua/prod166-arduino-nano-v3-0-avr-atmega328p-s-raspayannimi-razemami>
12. Наказ Міністерства внутрішніх справ України «Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text>
13. СТУБ В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.
14. НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. URL: [http://sop.zp.ua/norm\\_npaop\\_0\\_00-7\\_15-18\\_01\\_ua.php](http://sop.zp.ua/norm_npaop_0_00-7_15-18_01_ua.php)
15. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. URL: [https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_b\\_v\\_1\\_1\\_36/5-1-0-1759](https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759)



16. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogoshumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>

17. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>

18. Гігієнічна класифікація праці (за показниками шкідливості і небезпеки факторів виробничого середовища від 12.08.1986 № 4137-86. - URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/v4137400-86>

19. НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. URL: [http://sop.zp.ua/norm\\_npaop\\_0\\_00-7\\_15-18\\_01\\_ua.php](http://sop.zp.ua/norm_npaop_0_00-7_15-18_01_ua.php)

20. Про мінімальні вимоги безпеки при роботі з дисплейним обладнанням URL: <http://docs.pravo.ru/document/view/32704903/>.

21. ДСТУ-Н Б А 3.2-1:2007 Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstun-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivihfaktoriv>

Додаток А  
(обов'язковий)

**ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ НАВЧАЛЬНОЇ (БАКАЛАВРСЬКОЇ)  
ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ**

**МОДУЛЬ ОРІЄНТАЦІЇ В ПРОСТОРИ**

**ПРОТОКОЛ  
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ**

Назва роботи: «Модуль орієнтації у просторі»

Тип роботи: БДР  
(БДР, МКР)

Підрозділ ІРТС, ІЕС  
(кафедра, факультет)

**Показники звіту подібності Unicheck**

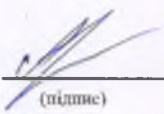
Оригінальність 84,6% Схожість 15,4%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.

3. 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.

Особа, відповідальна за перевірку   
(підпис)

Олександр ЗВЯГІН  
(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи   
(підпис)

Станіслав БІЛЕЦЬКИЙ  
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи   
(підпис)

Антон САВИЦЬКИЙ  
(прізвище, ініціали)

Додаток Б  
(обов'язковий)

**ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА**

**МОДУЛЬ ОРІЄНТАЦІЇ В ПРОСТОРИ**

Виконав: студент 2(4)-го курсу, групи ТКР-21мс  
спеціальності 172 – Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Білецький С.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. каф. ІРТС

Савицький А. Ю

(прізвище та ініціали)

« 15 » \_\_\_\_\_ 06 \_\_\_\_\_ 2023 р.

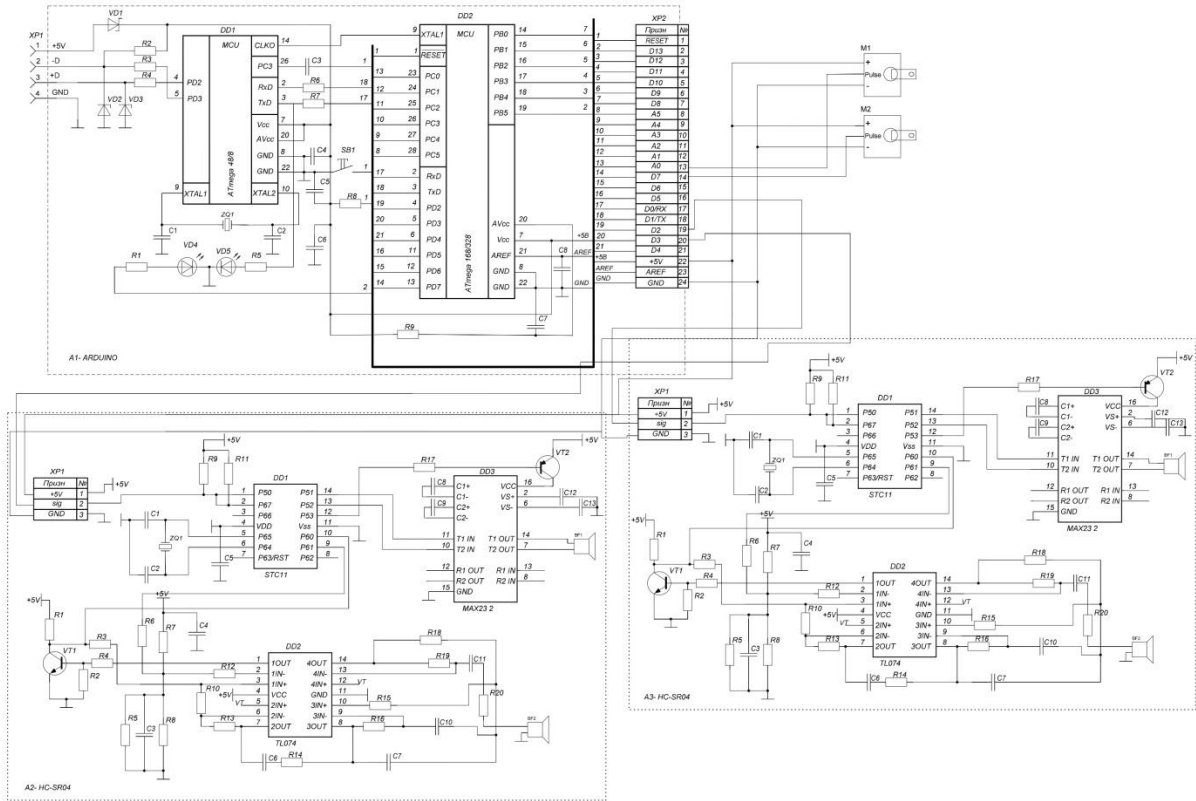
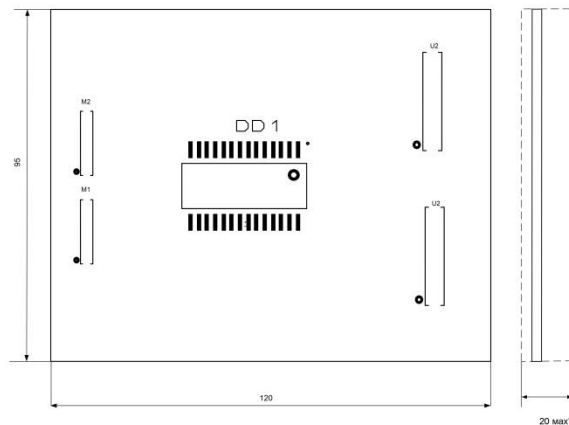


Рисунок 1 - Схема електрична принципова



- 1.\* Розмір для довідок.
2. Паяти: припой ПОС61 ГОСТ21931-79.
3. Встановку елементів проводити за ОСТ-4ГО. 010.030-81.
4. Плату після зборки покрити емаллю ЕП-572, колір білий.

Рисунок 2 - Складальний кресленик

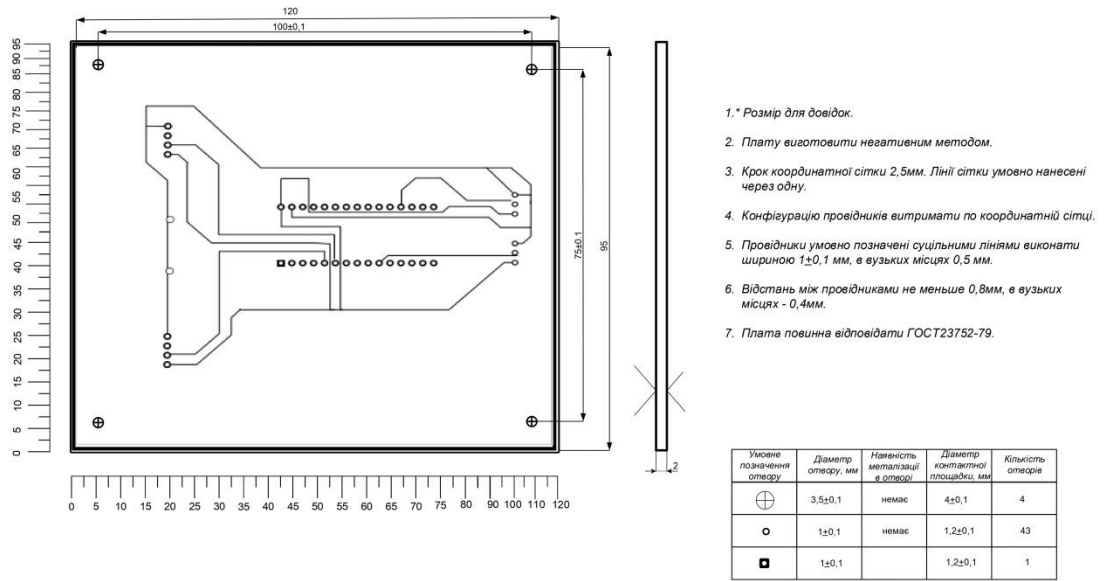


Рисунок 3 - Рисунок друкованої плати

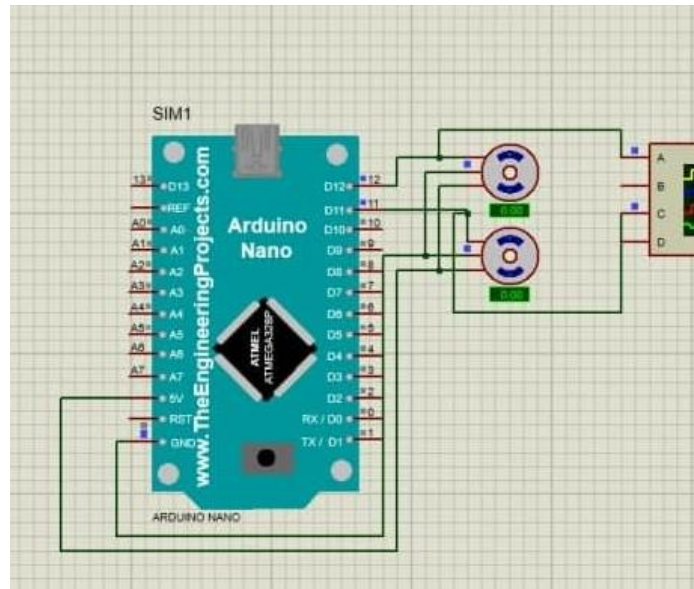


Рисунок 4 – Змодельоване підключення крокових двигунів



Рисунок 5 – Змодельоване підключення крокових двигунів

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка					
A1	Платформа Arduino Nano							
	<u>Конденсатори</u>							
C1, C2	SMD-0805- 0,1 мкФ ±10%	2						
C3	SMD-0805- 0,01 мкФ ±10%	1						
C4	SMD-0805- 0,1 мкФ ±10%	1						
C5	SMD-0805- 0,01 мкФ ±10%	1						
C6	SMD-0805- 0,1 мкФ ±10%	1						
C7	SMD-0805- 22 нФ ±10%	1						
C8	SMD-0805- 0,1 мкФ ±10%	1						
	<u>Мікросхеми</u>							
DD1	ATmega8	1						
DD2	ATmega328	1						
	<u>Резистори</u>							
R1	SMD-0805- 300 Ом ±5%	1						
R2, R3	SMD-0805- 1 кОм ±5%	2						
R4	SMD-0805- 10 кОм ±5%	1						
R5, R6	SMD-0805- 300 Ом ±5%	2						
R7, R8	SMD-0805- 300 Ом ±5%	2						
R9	SMD-0805- 10 кОм ±5%	1						
SB1	Кнопка тактова 3x6x2.5 мм SMD (10365)	1						
	<u>Діоди</u>							
VD1	Діод Шоткі SMD (SOT23)BAS54	1						
VD2, VD3	Стабілітрон 3.6В SMD (SOT23)	2						
VD4, VD5	Світлодіод SMD (0805)	2						
XP1	Роз'єм USB Mini-B	1						
08-36. БДР.001.00.000								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Модуль орієнтації в просторі  Перелік елементів	Лім.	Арк.	Аркуші
Розроб.		Білецький С.С.		06.23				
Перевір.		Сиротинський А.Н.		15.06.23				
Реценз.		Кисельова		16.06.23				
Н. Контр.		Цибулик О.П.		22.06.23				
Затверд.		Овечко О.В.		23.06.23				
						Гр. ТКР-21мс		



Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
XP2	Штир'юва планка PLS-10 - 24pin	1	
ZQ1	Кварцевий резонатор 16 МГц	1	
A2, A3	HC-SR04		
B1, B2	HC-SR04	2	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис
08-36. БДР.001.00.000			Арк.
Дата			

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка.
				<u>Документація</u>		
			08-36. БДР.001.00.000ЕЗ	Схема електрична	1	
			08-36. БДР.001.00.000СБ	Складальний кресленник	1	
			08-36. БДР.001.00.000	Рисунок друкованої плати	1	
				<u>Деталі</u>		
		1		Плата	1	
				<u>Інші вироби</u>		
		2		Arduino Nano	1	DD1
		3		HC-SR04	2	B1,B2
		4		Сервомотори	2	M1,M2
		5		Перемикач	1	SW1
		6		Рукавичка	1	

08-36. БДР.001.00.000				
Зм.	Лист.	№ Докум.	Підп.	Дата
Розробив		Біленький С.С.	<i>[Signature]</i>	30.06.23
Керівник		Сарбаченко А.Ю.	<i>[Signature]</i>	28.06.23
Реценз.		Мельничук В.М.	<i>[Signature]</i>	18.06.23
Н. Контр.		Зубов С.П.	<i>[Signature]</i>	28.06.23
Затверд.		Дроздич О.В.	<i>[Signature]</i>	28.06.23
Модуль орієнтації в просторі				
Специфікація				
		Літ.	Аркуш	Аркушів
		У	Д	П
Гр. ТКР-21мс				

Додаток В  
(довідниковий)

Лістинг програми для Модуля орієнтації в просторі

```
#include <Servo.h>
#include <NewPing.h>

Servo myservo1;
Servo myservo2;

#define ECHO 4
#define TRIG 5

#define ECHO2 11
#define TRIG2 10

NewPing sonar(TRIG, ECHO, 400);
NewPing sonar2(TRIG2, ECHO2, 400);

float dist_3[3] = {0.0, 0.0, 0.0}; // массив для хранения трёх
последних измерений
float dist_32[3] = {0.0, 0.0, 0.0};
float middle, dist2, dist, middle2;
float k;
byte i, delta;
unsigned long dispIsrTimer, sensTimer;

void setup()
{
  myservo1.attach(7);
  myservo2.attach(8);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  if (millis() - sensTimer > 50) {
    if (i > 1) i = 0;
    else i++;

    dist_3[i] = (float)sonar.ping() / 57.5;
    dist_32[i] = (float)sonar2.ping() / 57.5;
    dist2 = middle_of_32(dist_32[0], dist_32[1], dist_32[2]);
    dist = middle_of_3(dist_3[0], dist_3[1], dist_3[2]);
  }
  if (dist < 150) {
    myservo1.write(0);
  }
}
```

## Продовження лістингу В:

```
}  
  
else {  
    myservo1.write(180);  
}  
if (dist2 < 150) {  
    myservo2.write(0);  
}  
else {  
    myservo2.write(180);  
}  
}  
float middle_of_3(float a, float b, float c) {  
    if ((a <= b) && (a <= c)) {  
        middle = (b <= c) ? b : c;  
    }  
    else {  
        if ((b <= a) && (b <= c)) {  
            middle = (a <= c) ? a : c;  
        }  
        else {  
            middle = (a <= b) ? a : b;  
        }  
    }  
    return middle;  
}  
float middle_of_32(float a, float b, float c) {  
    if ((a <= b) && (a <= c)) {  
        middle2 = (b <= c) ? b : c;  
    }  
    else {  
        if ((b <= a) && (b <= c)) {  
            middle2 = (a <= c) ? a : c;  
        }  
        else {  
            middle2 = (a <= b) ? a : b;  
        }  
    }  
    return middle2;  
}
```