

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Радіотехнічний факультет

Кафедра радіоконструювання та виробництва радіоапаратури

«До захисту допущено»

В.о. зав. кафедри

 Євгеній МЕЛНИК

«___» червня 2021 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньо-професійною програмою «Інтелектуальні технології
мікросистемної радіоселектронної техніки»

за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

на тему: пристрій для виявлення руху на базі мікрохвильового радару

Виконав:

студент IV курсу, групи РІ-71

Жадан Вадим Олегович

Керівник: асистент Нікітчук Артем Валерійович

Рецензент: доцент, к.т.н. Чмельов Вячеслав Орійович

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент



Київ – 2021 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Інститут/факультет радіотехнічний

Кафедра радіоконструювання та виробництва радіоапаратури

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність (спеціалізація) 172 Телекомунікації та радіотехніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. зав. кафедри

Е.Меліч

Євгеній НЕЛІН

(підпис) (ініціали, прізвище)

«11» квітня 2021 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту

Жадан Вадим Олегович

1. Тема проекту «Пристрій для виявлення руху на базі мікрохвильового радару»,

керівник проекту асистент, Нікітчук Артем Валерійович,
затверджені наказом по університету від «18» травня 2021 р. № 1205-с

2. Строк подання студентом проекту 06 червня 2021 року

3. Вихідні дані до проекту: живлення від мережі 220 В, габаритні розміри: прямокутна форма 14,6х6,2 см, умови експлуатації: на відкритому повітрі або в приміщеннях.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити): провести аналіз завдання; оглянути існуючі рішення; розробити структурну та принципову електричну схему; обрати елементну базу; розробити корпус пристрою; проаналізувати працездатність.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): схема структурна, схема

електрична принципова, складальне креслення друкованого вузла, друкована плата, складальний кресленик корпусу, презентація.

6. Дата видачі завдання 11 квітня 2021 року

Календарний план


№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Узгодження ТЗ з керівником	13.04.21 — 20.04.21	Виконано
2	Огляд аналогів на ринку	21.04.21 — 30.04.21	Виконано
3	Аналіз ТЗ	01.05.21 — 11.05.21	Виконано
4	Розробка структурної і принципової схеми	12.05.21 — 15.05.21	Виконано
5	Проектування електронного модуля	16.05.21 — 22.05.21	Виконано
6	Розрахунок працездатності пристрою	23.05.21 — 28.05.21	Виконано
7	Виконання графічних матеріалів	29.05.21 — 01.06.21	Виконано
8	Охорона праці	02.06.21 — 06.06.21	Виконано

Студент


(підпис)

Вадим ЖАДАН

Керівник проекту


(підпис)

Артем НІКІТЧУК

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект складається з пояснювальної записки обсягом 57 сторінок, містить 37 рисунки, 5 таблиць, 4 додатки та 20 посилань.

Мета даного проекту: розробка приладу для виявлення руху за допомогою мікрохвильового радару. Основним призначенням приладу є виявлення появи об'єкту з можливістю визначення його швидкості та напрямку руху і передачі відповідних даних за допомогою технології *Bluetooth*. У проекті був проведений огляд аналогів, обрано тип конструкції та чутливі елементи, спосіб інформування користувача. Розглянуто електричну принципову схему, розроблено друковану плату і корпус.

Пристрій призначений для монтажу на стіні або стелі. Наявна можливість направляти пристрій за допомогою рухомого кріплення.

Ключові слова: *Bluetooth*, радар, сповіщення, рухоме кріплення.

ANNOTATION

The diploma project consists of an explanatory note of 57 pages, contains 37 illustrations, 5 tables, 4 appendices and 20 references.

The aim of this project is to develop a device for detecting movement using microwave radar. The main purpose of the device is to detect the appearance of an object to determine its speed and notify the smartphone via Bluetooth. The project reviewed analogues, selected the type of construction and sensing elements, the method of informing the user. The electrical schematic diagram was considered, the printed circuit board and the case were developed.

The device is designed for wall or ceiling mounting. It is possible to return the device to the user's area with a movable mount.

Keywords: Bluetooth, radar, notification, movable mount.

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту**

на тему: пристрій для виявлення руху на базі мікрохвильового радару

Київ – 2021 року

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1 Огляд існуючих рішень та аналіз технічного завдання	4
1.1 Огляд аналогів	4
1.2 Аналіз технічного завдання	8
2 Вибір та обґрунтування схемотехнічних рішень.....	10
2.1 Розробка структурної схеми	10
2.2 Вибір компонентів пристрою	10
2.3 Розробка схеми електричної принципової для плати пристрою....	16
3 Проектування електронного модуля	18
3.1 Аналіз конструкції, вибір елементної бази	18
3.2 Проектування друкованої плати.....	25
4 Проектування корпусу приладу.....	28
4.1 Корпус приладу.....	28
4.2 Рухоме кріплення.....	30
4.3 Збірка пристрою.....	33
5 Розрахунок показників надійності приладу. Аналіз схеми з надійності пристрою	34
5.1 Розрахунок інтенсивності відмов резисторів.....	34
5.2 Інтенсивність відмов конденсаторів	35
5.4 Інтенсивність відмов діодів	36
5.5 Розрахунок віброміцності	36

					PI71.425149.001.ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Жадан В.О.				Пристрій для виявлення руху на базі мікрохвильового радару	Літера	Лист
Перевірів	Нікітчук А.В.						1
							57
Н. Контр.						PI-71 РТФ	
Затвердив							

6 Охорона праці та навколишнього середовища	38
6.1 Аналіз небезпечних факторів	38
6.2 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки і гігієни та виробничої санітарії.....	38
6.3 Мікроклімат	39
6.4 Освітлення	40
6.5 Шум та вібрація.....	41
6.6 Електробезпека.....	41
6.7 Пожежна безпека.....	42
ВИСНОВКИ.....	43
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	44
Додаток А.....	46
Додаток Б	51
Додаток В.....	54
Додаток Г	57

ВСТУП

Виявлення руху — процес виявлення зміни положення об'єкта щодо оточення або зміни оточення щодо об'єкта. Виявлення руху можна досягти як механічними, так і електронними методами. До основних типів приладів для виявлення руху відносяться: інфрачервоні; ультразвукові; комбіновані; мікрохвильові.

Мікрохвильовий датчик руху випромінює високочастотні електромагнітні хвилі (частота хвиль може бути різною в залежності від виробника, зазвичай вона становить 5,8 ГГц), які відбиваючись від навколишніх об'єктів реєструються сенсором і в разі виявлення найменших змін відбитих електромагнітних хвиль, мікропроцесор пристрою пускає вхід закладену в нього функцію. Робота датчика руху заснована на взаємодії мікрохвильових хвиль з матеріалом і використанні ефекту Доплера - зміна частоти хвилі, відбитої від рухомих об'єктів. Перевагами датчика є точність та компактність. Працездатність датчика не залежить від температури навколишнього середовища або об'єктів і може виявляти рухомі предмети навіть за незначними перешкодами. Але прилад є більш дорогим, в порівнянні з іншими видами. Безпечним для людини є безперервне випромінювання з щільністю потужності до 1 мВт / см².

Метою проекту є розробка пристрою для виявлення руху на базі мікрохвильового радару. Даний прилад відрізняється від аналогів на ринку тим, що буде мати рухоме кріплення, для того щоб користувач міг спостерігати за всією територією яка йому потрібна, а також пристрій матиме *Bluetooth* модуль, що дозволить обробляти та передавати дані одразу на телефон або інші пристрої які мають таку функцію з'єднання. Завдяки цьому приладу користувач матиме можливість спостерігати з якою швидкістю рухається об'єкт, а також за допомогою приладу можна зробити автоматичне управління освітленням та відкривання дверей.

					PI71.425149.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		3

1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ ТА АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

1.1 Огляд аналогів

Датчик руху *F&F DRM-02*



Рисунок 1.1 — Датчик руху *F&F DRM-02*

DRM-02 працює за рахунок мікрохвильового випромінювання, тому джерела тепла не впливають на його роботу. Максимальний кут огляду і дальність дії 10 м дозволяють застосовувати *F&F DRM-02* навіть у великих кімнатах з стелями до 3,5 м. Ціна даного датчику — 814 грн [1].

Технічні параметри *F&F DRM-02*:

- 1) Принцип дії: мікрохвильовий.
- 2) Ступінь пилозахисту: *IP20*.
- 3) Кут огляду (по горизонталі) °: 360 °.
- 4) Напруга: 230 В.
- 5) Висота установки: 2,5-3,5 м.
- 6) Максимальна дальність дії: 10 м.
- 7) Затримка відключення: від 5 с до 12 хв.
- 8) Максимальний струм: 5 А.
- 9) Діапазон робочих температур: від -25 до + 50 ° С.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425149.001 ПЗ

Лист

4

Датчик руху ІЕК ДД-МВ501 1200 Вт 15 м IP65



Рисунок 1.2 — Датчик руху ІЕК ДД-МВ501 1200 Вт 15 м IP65

Призначений для автоматичного включення зовнішнього освітлення в побуті або громадських будівлях. Високий ступінь пиловологозахисту (IP65) забезпечує працездатність навіть в умовах підвищеної вологості і опадів. Перевага мікрохвильового принципу дії ДД-МВ501 в неохильності до перешкод від нагрівальних приладів, але він прекрасно реагує навіть на повільні, але рухомі об'єкти. Ціна даного датчику становить — 470 грн [2].

Технічні параметри ІЕК ДД-МВ501:

- 1) Кріплення: настінно-стельове.
- 2) Спосіб монтажу: накладний.
- 3) Принцип дії: мікрохвильовий.
- 4) Виконання: для вулиці.
- 5) Ступінь пиловологозахисту: IP65.
- 6) Регулювання чутливості: до рівня освітленості.
- 7) Кут огляду по горизонталі: 360 °.
- 8) Кут огляду по вертикалі: 180 °.
- 9) Напруга: 230 В.
- 10) Висота установки: 1,5-3,5 м.
- 11) Максимальна дальність дії: 15 м.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425149.001 ПЗ

Лист
5

- 12) Затримка відключення: від 10 с до 12 хв.
- 13) Максимальна затримка відключення: 15 хв.
- 14) Потужність: 0,9 Вт.
- 15) Діапазон робочих температур: від -25 до + 45 °С .

Датчик руху *F&F DRM-01*



Рисунок 1.3 — Датчик руху *F&F DRM-01*

F&F DRM-01 (24 В) простий в налаштуваннях і ефективний. Максимальний кут огляду не залишає сліпих зон навколо, притому дальність дії досягає 10 м. Можна налаштувати чутливість сенсора, щоб він не спрацював на тварин. *DRM-01* працює на основі НВЧ-хвиль, на роботу яких не впливають нагрівальні прилади і системи опалення. Ціна становить — 702 грн [3].

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425149.001 ПЗ

Лист
6

Технічні параметри *F&F DRM-01*:

- 1) Принцип дії: мікрохвильовий.
- 2) Виконання: для приміщень.
- 3) Ступінь пиловологозахисту: *IP20*.
- 4) Регулювання чутливості: до рівня освітленості.
- 5) Кут огляду по горизонталі: 360 °.
- 6) Напруга: 230 В.
- 7) Висота установки: 2,5-3,5 м.
- 8) Максимальна дальність дії: 10 м.
- 9) Затримка відключення: від 5 с до 12 хв.
- 10) Максимальна затримка відключення: 12 хв.
- 11) Максимальний струм: 5 А.
- 12) Потужність: 0,9 Вт.
- 13) Діапазон робочих температур: від -25 до + 50 ° С.

Датчик руху *F&F DRM-08*



Рисунок 1.4—Датчик руху *F&F DRM-08*

Технічні параметри *F&F DRM-08*:

- 1) Принцип дії: мікрохвильовий.
- 2) Виконання: для приміщень.
- 3) Ступінь пиловологозахисту: *IP20*.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425149.001 ПЗ

Лист

7

- 4) Регулювання чутливості: до рівня освітленості.
- 5) Кут огляду по горизонталі: 360 °.
- 6) Кут огляду по вертикалі: 360 °.
- 7) Напруга: 230 В.
- 8) Висота установки: 1,5-2,5 м.
- 9) Максимальна дальність дії: 8 м.
- 10) Затримка відключення: від 10 с до 12 хв.
- 11) Максимальна затримка відключення: 12 хв.
- 12) Максимальний струм: 10 А.
- 13) Потужність: 0,5 В.
- 14) Діапазон робочих температур: від -20 до + 40 ° С.

В середньому ціна даного датчику — 665 грн [4].

1.2 Аналіз технічного завдання

Аналіз з точки зору конструктора

В дипломному проекті розробляється пристрій для виявлення руху за допомогою мікрохвильового радару. Даний пристрій призначений для виявлення руху людей або тварин для автоматичного включення світла, а також для автоматичного відкриття дверей і воріт, також цей прилад має можливість визначати швидкість рухомих об'єктів.

Живлення пристрою забезпечується за допомогою двох роз'ємів для роботи приладу. Перший відповідає за живлення від 220 В, другий- живлення 7-12 В.

За показником надійності прилад повинен безвідмовно працювати не менше 2-х років та мати середній час напрацювання на відмову не менше 15000 годин.

Прилад призначений для використання на вулиці, в офісах , в домах та квартирах, де присутня волога , пил, вплив температури. При виборі компонентів треба враховувати ці умови.

					PI71.425149.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		8

Експлуатація буде відбуватися в діапазоні температур від -25 до +50°C, відносна вологість повітря до 80%, атмосферним тиском в 64-106,7 кПа.

Умови транспортування виконується згідно ГОСТ 23216-78-дуже легкі. Для зберігання пристрою та забезпечення відповідних умов транспортування наземним автомобільними або іншим видом транспорту прилад потрібно запакувати в картонну коробку.

За ГОСТ 30773-2001 утилізацією приладу займається сам виробник.

Для забезпечення вимог електробезпеки та пожежної безпеки блок живлення має бути оснащений заземленням через мережу живлення.

Аналіз с точки зору технолога

Маємо двосторонню друковану плату. Виготовляти плату виконуємо комбінованим позитивним методом. Він є простий у використанні і потребує малих затрат.

Матеріал плати обрано двосторонній фольгований склотекстоліт *FR-4* 35/35 15 мм. Цей матеріал має високу механічну міцність термостійкість, низькі втрати і високий поверхневий опір. Розміри друкованих плат стандартизований 48.5x63 мм.

					PI71.425149.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		9

2 ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМОТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

2.1 Розробка структурної схеми

Перше, що потрібно пам'ятати, що кожний прилад має свою структурну схему.

Структурна схема пристрою на основі мікрохвильового датчика та з *Bluetooth* модулем зображена на рисунку 2.1.

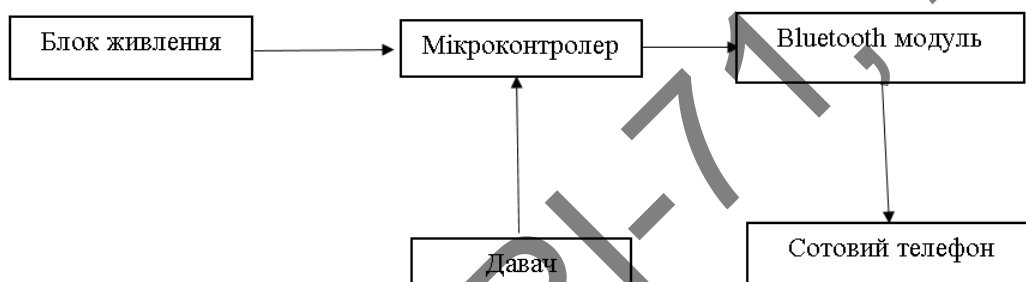


Рисунок 2.1 — Структурна схема пристрою

Схема складається з декількох блоків: блок живлення, блок мікроконтролера, блок давача, блок *Bluetooth* модуля.

Блок живлення потрібен для забезпечення необхідної напруги для роботи пристрою. Мікроконтролер відповідає за обробку інформації, яку він отримує з давача. Давач в свою чергу приймає інформацію з навколишнього середовища. *Bluetooth* модуль відповідає за передачу даних з приладу на телефон, ноутбук або інші пристрої.

2.2 Вибір компонентів пристрою

Плата *Arduino Nano* з мікроконтролером *ATmega328*

Існує багато видів мікроконтролерів, але зупинився на платі *Arduino Nano* з мікроконтролером *ATmega328* (рис. 2.2) [6].



Рисунок 2.2 — *Arduino Nano*

Arduino Nano — це пристрій на основі мікроконтролера *ATmega328*. *Arduino Nano* - це мініатюрна плата для швидкого створення різних пристроїв. Маленькі розміри плати, дозволяють створювати пристрої, а так само використовувати *Arduino Nano* для створення практично будь-якого простого робота. Можливе використання даної платформи для лабораторних або експериментальних робіт. Мініатюрна платформа для швидкого старту побудована на базі мікроконтролера *ATmega328 AVR* сімейства.

На платі встановлений міні *USB* для зв'язку з комп'ютером, так само через даний порт можна живити мікроконтролер, щоб робити будь-які експерименти.

Характеристики:

- 1) Робоча напруга: 5 В.
- 2) Мікроконтролер: *ATmega328P*.
- 3) Вхідний рекомендовано напруга: 7-12 В.
- 4) Цифрових виходів: 14 (6 з яких можуть використовуватися як ШІМ).
- 5) Аналогових виходів: 6.
- 6) Частота: 16 МГц.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425149.001 ПЗ

Лист
11

- 7) Програмна пам'ять: 32 Кб.
- 8) Оперативна пам'ять: 2 КБ.
- 9) Інтерфейс: SPI, I2C, *UART*.
- 10) Розміри: 44x18 мм.
- 11) Вага: 5.5 г.

Bluetooth* модуль *HC-06

Одним із головних компонентів пристрою буде *Bluetooth* модуль *HC-06*, рисунок 2.3[7].

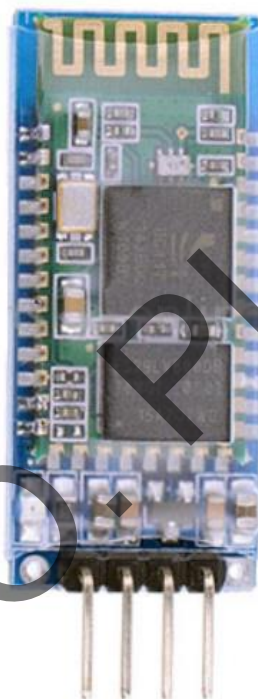


Рисунок 2.3 — *Bluetooth* модуль *HC-06*

Bluetooth модуль *HC-06* використовують для підключення *Arduino* до других пристроїв по *Bluetooth*. Крім того *HC-06* часто використовується для обміну даними між двома модулями в *Arduino* проектах.

Технічна характеристика модуля:

- 1) Живлення 3,3 В - 6 У.
- 2) Максимальний струм 45 Ма.
- 3) Робочі частоти 2,4 ГГц-2,48ГГц.
- 4) Дальність зв'язку до 30 м.

Схема підключення модуля *HC-06* до *Arduino Nano* на рисунку 2.4.

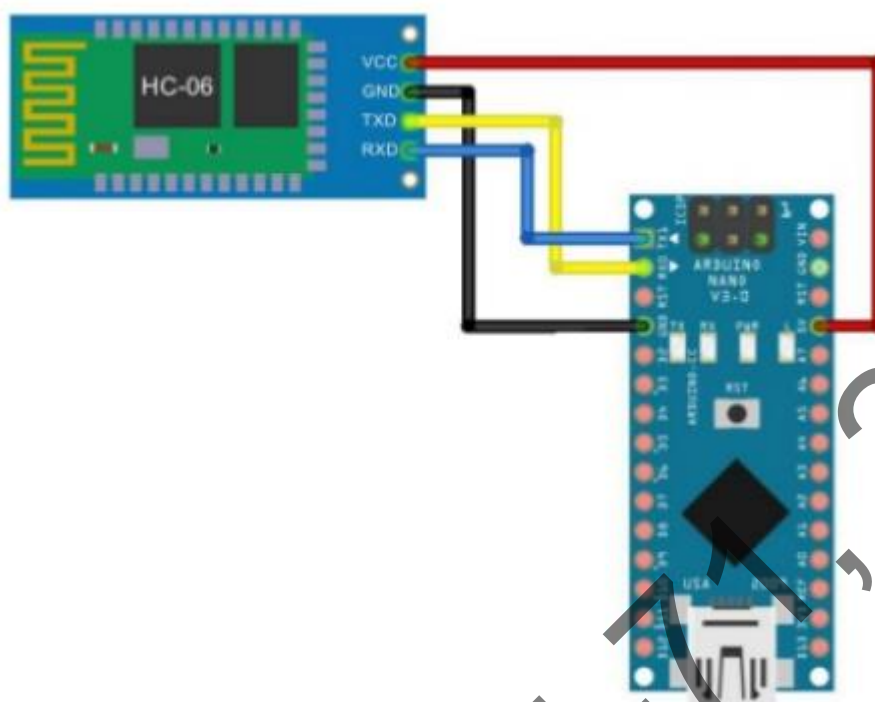


Рисунок 2.4 — Схема підключення

Давачі руху

Щоб пристрій міг проводити контроль території використовують давач руху *HB100* або по-іншому Сенсор руху на ефекті Доплера (рис.2.5)[8].



Рисунок 2.5 — Давач руху *HB100*

Сенсор руху *HB100*, визначає рух будь-яких предметів. Ефект Доплера полягає в тому, що якщо на рухомий об'єкт подати сигнал з відомою частотою

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425149.001 ПЗ

Лист

13

(радіо, аудіо, світловій, будь-який), то ехо від цього об'єкта матиме зсув в частоті. Яскравий приклад цього ефекту ми чуємо, коли автомобіль спочатку наближається до нас (і звук підвищується), а потім віддаляється (і звук знижується).

Наглядно Ефект Доплера можна розглянути на рисунку 2.6[9].

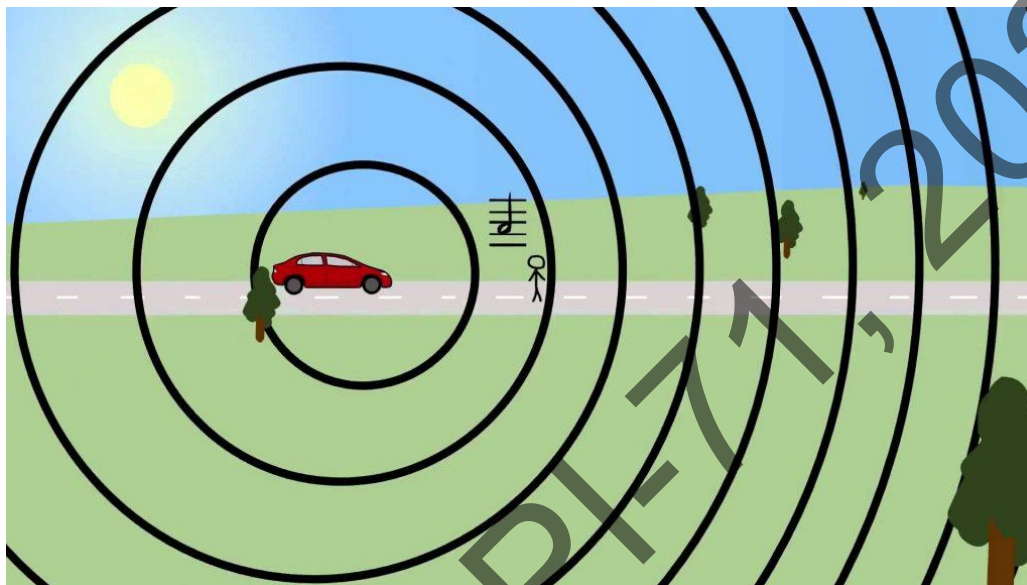


Рисунок 2.6 — Ефект Доплера

Модуль мікрохвильового датчика руху серії *НВ* — це X-діапазонний моностаціональний *DRO*-доплерівський прийомопередавач. Ці модулі призначені для виявлення рухів, таких як сигналізація про вторгнення, модулі зайнятості та інші інноваційні ідеї. Модуль складається з діелектричного резонаторного генератора (*DRO*), мікрохвильового змішувача та патч-антени.

Особливості та характеристики:

- 1) Низьке споживання струму (30 мА).
- 2) CW або імпульсна операція.
- 3) Плоский профіль.
- 4) Великий діапазон виявлення.
- 5) Частота X-діапазону 10,5 ГГц.
- 6) Робоча напруга від 4,5 В до 5,2 В.
- 7) Рівень постійного струму (від 0,01 до 0,2 В постійного струму).
- 8) потужність випромінювання: 12 - 20 дБм.
- 9) напруга живлення: 5 В.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425149.001 ПЗ

Лист
14

10) габарити: 37 x 45 x 8 мм.

11) вага: 8 г.

Розпіновка датчика *HB100* показана на рисунку 2.7 [10].

HB100 pinout

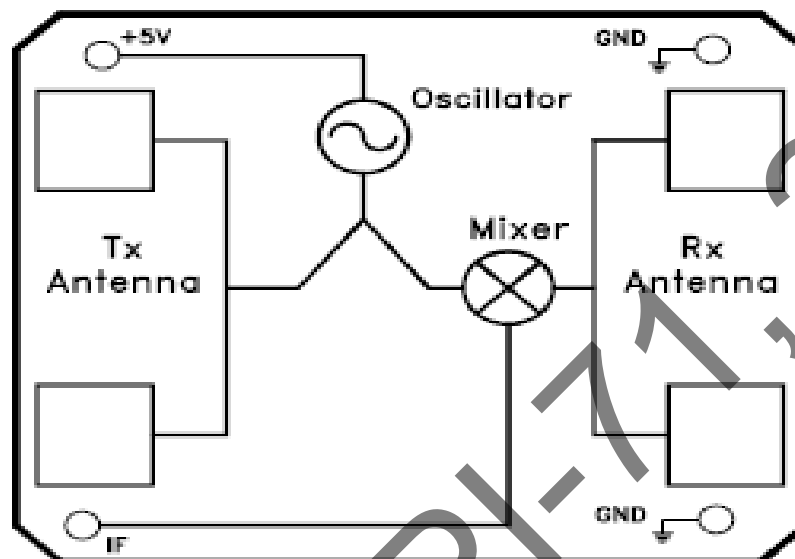


Рисунок 2.7 — Розпіновка датчика

Діаграма направленості даного датчику продемонстровано на рис. 2.8.

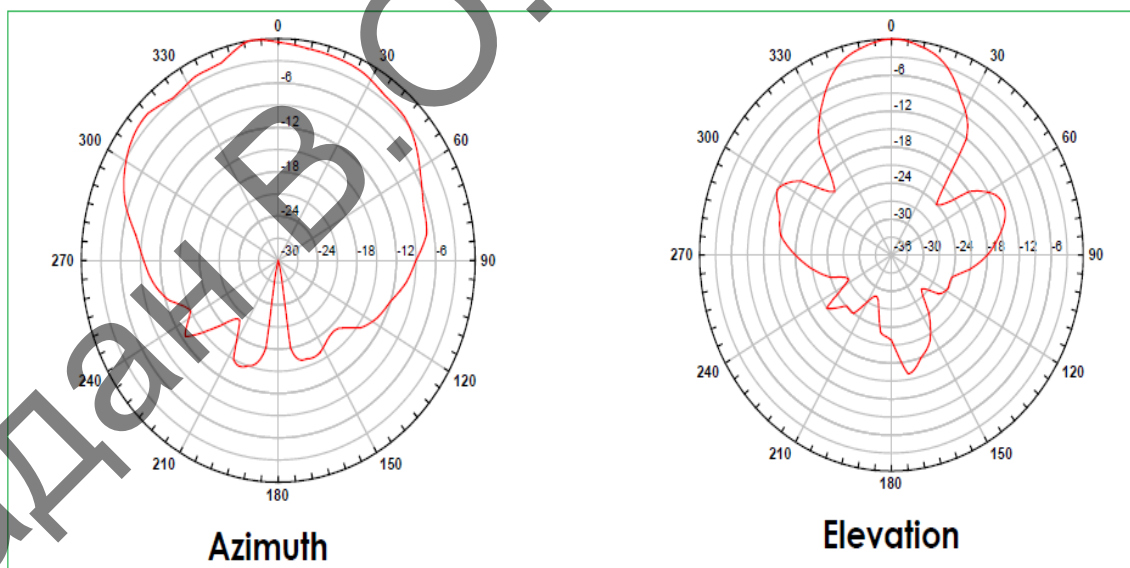


Рисунок 2.8 — Діаграма направленості *HB100*

На рисунку 2.9 показана схема електрично принципова , як саме датчик *HB100* буде з'єднуватися з *Arduino Nano*.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425149.001 ПЗ

Лист

15

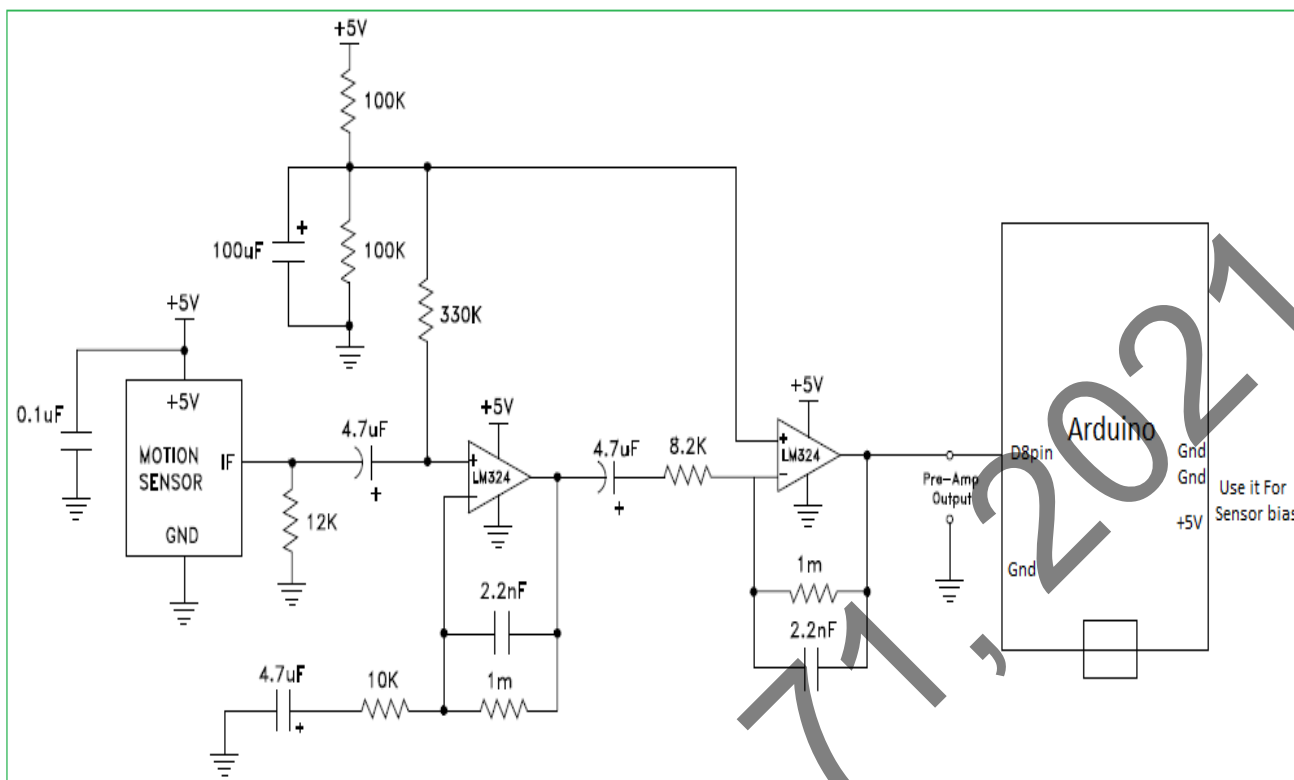


Рисунок 2.9 — Схема електрично принципова HB100 з *Arduino Nano*

2.3 Розробка схеми електричної принципової для плати пристрою

Щоб розуміти як саме працює схема, потрібно розглянути її структуру. На рисунку 2.10 буде розглянуто електрично принципову схему.

Можна побачити, що маємо два роз'єми для живлення 12 В і 220 В. AC/DC перетворювач в ізолюваному корпусі. Також видно, що від живлення 220 В живиться модуль *HLK-5M12* [13], який призначений для живлення пристроїв від мережі. Вихідна напруга у нього 12 В. Також служить як Захист від перевантаження і короткого замикання.

Завдяки пінам *RX* і *TX* на *Bluetooth* модуль *HC-06* відбувається обмін даними за *Arduino Nano*.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425149.001 ПЗ

Лист

16

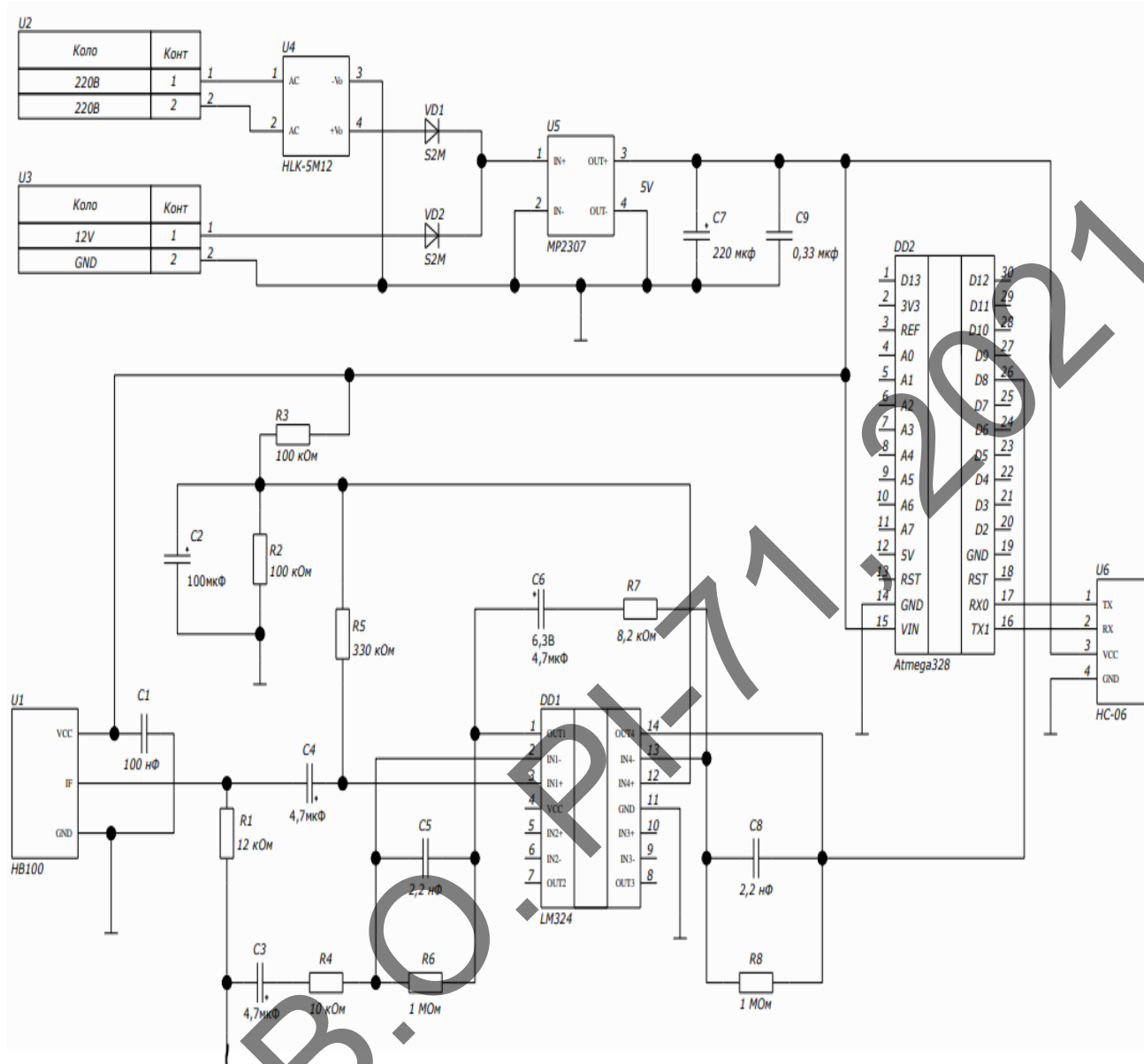


Рисунок 2.10 — Схема електрична принципова

3 ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО МОДУЛЯ

3.1 Аналіз конструкції, вибір елементної бази

Так як пристрій буде передавати дані і з'єднуватися з телефоном за допомогою модуля *Bluetooth*, то ніяких дисплеїв та кнопок для ручного керування не передбачувано. Так як налюбій платформі *Arduino* є *USB* порт і наша модель не є виключенням, то потрібно зробити так, аби доступ до нього був зручним для використання, так як може статися ситуація коли потрібно перепрограмувати мікроконтролер. На платі будуть знаходитися 2 клемника, які призначені для живлення.

Потрібно пам'ятати, що елементна база має відповідати необхідним електричним параметрам. Кожний елемент повинен бути добре розташованим, аби його легко можна замінити.

Основна частина для нашої структурної схеми плати це функціональні модулі, які будуть в якості вивідних елементів, тому будемо використовувати невеликий запобіжник модуль *HLK-5M12* і два діоди *VD1* і *VD2*.

Модуль *HLK-5M12* зображений на рисунку 3.1 розроблений компанією *Hi-Link*, модель *HLK-5M12-220V-12V 0,4 A*[14].

Основні характеристики:

- Вхідна напруга: змінний 100-240 В.
- Вихідна напруга: постійне 12В.
- Вихідний струм: 400 мА (max).
- Рівень пульсацій: <70 Мв.
- Захист: коротке замикання.
- Робоча температура: -20°C - +60°C.
- Габаритні розміри: 38x23x18мм.

					PI71.425149.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		18



Рисунок 3.1 — Модуль *HLK-5M12*

Діоди *VD1* і *VD2* (рисунок 3.2), моделі *S2m* [14] мають наступні основні характеристики:

- 1) Тип діода-випрямляючий.
- 2) Зворотня напруга max 1 кВ.
- 3) Прямий струм 6 А.
- 4) Робоча температура -55 С...- +125°С.
- 5) Вага 0,065 г.
- 6) корпус *SMB*.

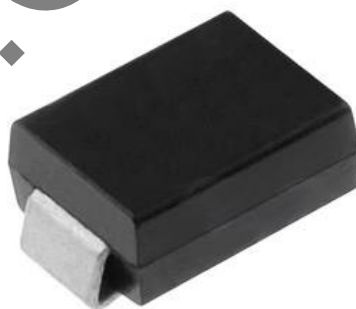


Рисунок 3.2 — Діоди *VD1* і *VD2*

Було обрано операційний підсилювач *LM324A* (рисунок 3.4) [12].

Основні характеристики:

- 1) кількість каналів ОП-4.
- 2) напруга живлення— 3...30В.
- 3) струм власного живлення 1,5мА.
- 4) частота одиничного посилення 1,3 МГц

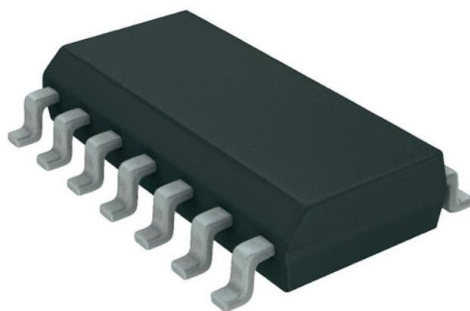


Рисунок 3.4 — Операційний підсилювач *LM324A*

Резистори *SMD0805* (рисунок 3.5) [15]. В таблиці 3.1 наведено характеристики всіх резисторів які використовую у своїй платі.

Таблиця 3.1 — Резистори *SMD 0805*

Характеристики	<i>SMD 100</i>	<i>SMD 1</i>	<i>SMD 330</i>	<i>SMD 10</i>	<i>SMD 8.2</i>
Опір	100 кОм	0,1 МОм	330 кОм	10 кОм	8,2 кОм
Потужність	0,125 Вт	0,125 Вт	0,125 Вт	0,125 Вт	0,125 Вт
Допустиме відхилення	±1%	± 1%	± 1%	± 1%	± 1%



Рисунок 3.5 — Резистори *SMD 0805*

Конденсатор *SMD 0805 100нФ* (рисунок 3.6) [16].

Технічні характеристики:

- 1) Ємність 100 Нф.
- 2) Напруга 50 В.
- 3) Допустиме відхилення 5%.
- 4) Тип діелектрика *NP0*.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425149.001 ПЗ

Лист

20



Рисунок 3.6 — Конденсатор *SMD* 0805

Конденсатор 100 мкФ 6,3 В , компанія AVX (рисунок 3.7).

Технічні характеристики:

- 1) Ємність 100 мкФ.
- 2) Корпус В, 1210 (3528 Метрична система).
- 3) монтаж *SMD*.
- 4) Робоча температура -55 ... 125 ° С.
- 5) Напруга 6,3 В.
- 6) Допуск 10%.

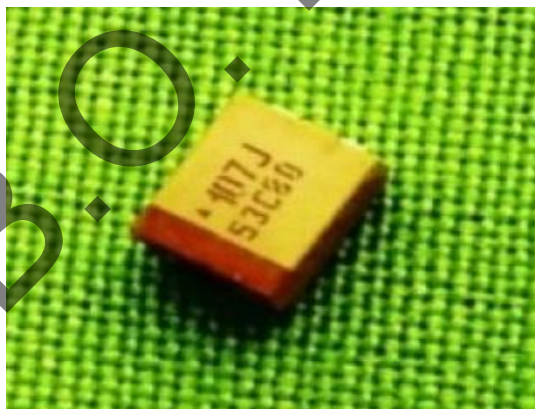


Рисунок 3.7— Конденсатор 100мкФ 6,3В

Конденсатор 4,7 мкФ 16 В (рисунок 3.8).

Технічні характеристики:

- 1) Номінальна ємність 4,7 мкФ.
- 2) Номінальна напруга 16 В.
- 3) Максимальна робоча температура 105°С.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425149.001 ПЗ

Лист

21

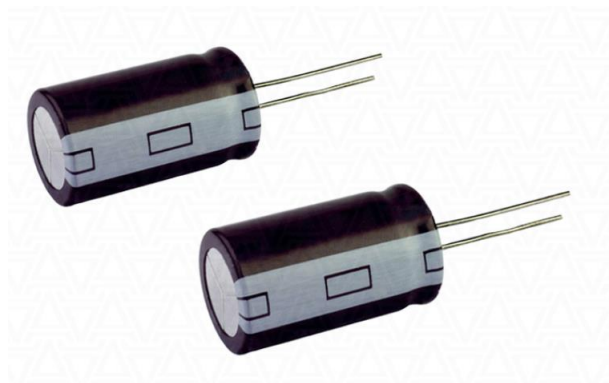


Рисунок 3.8 — Конденсатор 4,7 мкФ 16 В

Елементна база готова, тепер потрібно порахувати розміри плати куди всі ці елементи будуть встановлюватися.

Розрахунок конструкції друкованої плати

Щоб визначити розмір плати, потрібно знати такі дані:

- 1) Площа розміщених на платі елементів.
- 2) Площа допоміжних зон.
- 3) Допустимі габарити плати.
- 4) Умови експлуатації.
- 5) Співвідношення сторін (товщина плати, способи закріплення плати, тощо).

Знаючи розміри компонентів можна легко порахувати площу плати. Потрібно пам'ятати, що коефіцієнт малогабаритних елементів дорівнює одиниці. Для високогабаритних — півтора. Розрахунки проводилися в програмі *Microsoft Excel*, результат на рисунку 3.9.

Назва ел.	K	X	Y	S
R1	1	2	1,2	2,4
R2	1	2	1,2	2,4
R3	1	2	1,2	2,4
R4	1	2	1,2	2,4
R5	1	2	1,2	2,4
R6	1	2	1,2	2,4
R7	1	2	1,2	2,4
R8	1	2	1,2	2,4
C1	1	2	1,25	2,5
C2	1,5	2,8	3,5	14,7
C3	1	1,6	3,2	5,12
C4	1	1,6	3,2	5,12
C5	1	2	1,25	2,5
C6	1	1,6	3,2	5,12
C7	1	2	1,25	2,5
C8	1	2,8	3,5	9,8
C9	1	13,5	17,5	236,25
U1	1	8	3	24
U2	1	8	3	24
U3	2	40	46	3680
U4	1	38	23	874
U5	1,3	17	11	243,1
U6	1	13	27	351
VD1	1	4,2	3,4	14,28
VD2	1	4,2	3,4	14,28
DD1	1,5	19,9	7,8	232,83
DD2	1,5	43	18	1242
				7002,3

Рисунок 3.9 — Площа плати

Обраний розмір плати 124x58, звідси виходить, що загальна оптимальна площа плати становить 7192 мм².

Вирахувавши площу нашої плати, потрібно знати діаметри отворів для вивідних елементів. Це можна зробити за формулою:

$$D_0 = D_v + 0,2,$$

де D_k — розміри контактних майданчиків;

- D_v — розміри виводів.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425149.001 ПЗ

Лист

23

Розміри контактних майданчиків для вивідних елементів розраховуються за формулою:

$$D_k = D_0 + 0,6,$$

за умови $D_0 > 1,1$ розміри контактних майданчиків розраховуємо за формулою:

$$D_k = D_0 + \frac{2}{3} D_0.$$

Отримані результати значення та розміри записані в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 — Розміри для вивідних елементів

Назва елементів	D_v , мм	D_0 , мм	D_k , мм
VD1	0,2	0,4	1
VD2	0,2	0,4	1
HLK-5M12	0,8	1	1,6
Arduino Nano	0,66	0,86	1,46
LM324	3,3	3,5	5,83
Bluetooth HC-06	0,9	1,1	1,7
HB100	0,8	1	1,6

Потрібно розрахувати розміри контактних майданчиків поверхневого монтажу. Для цього використовують формулу:

$$D_k = D_v + 0,3,$$

-де D_k — розміри контактних майданчиків;

- D_v — розміри виводів.

Отримані результати значення та розміри записані в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 — Розміри контактних майданчиків поверхневого монтажу

Назва елементів	D_v	D_k
R1-R7	0,4	0,7
C1,C2	0,3	0,6
C3	0,4	0,7
C4	0,5	0,8

3.2 Проектування друкованої плати

Плата буде мати односторонній монтаж і два шари металізації. Плата буде виготовлятися комбінованим методом. Цей метод досить часто використовують так як завдяки ньому можна отримати чіткі лінії провідників та менше часу потрібно аби зробити плату. Потрібно пам'ятати, що цей метод один із самих надійних, оскільки діелектрик знаходиться в сприятливій умові, так як фольга оберігає його від дії електроліту.

Матеріал плати фольгований склотекстоліт *FR-4 MI 105/105* 2 мм.

Згідно ГОСТ 23751-86 був обраний 3-ий клас точності для плати, оскільки плата призначена для одиничного виробництва.

Завдяки програмі *Altium Designer* було проведено розробку плати. Було створено трасування у нижньому шарі плати (рисунок 3.9) та у верхньому шарі плати (рисунок 3.10).

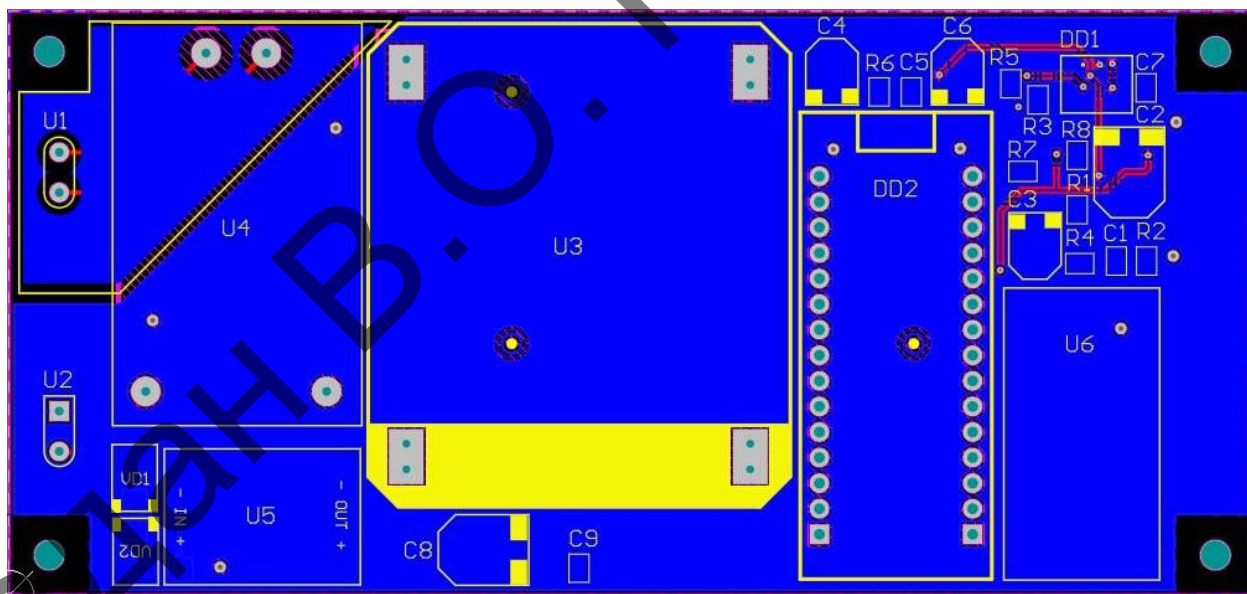


Рисунок 3.9— Нижній шар провідників

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425149.001 ПЗ

Лист
25

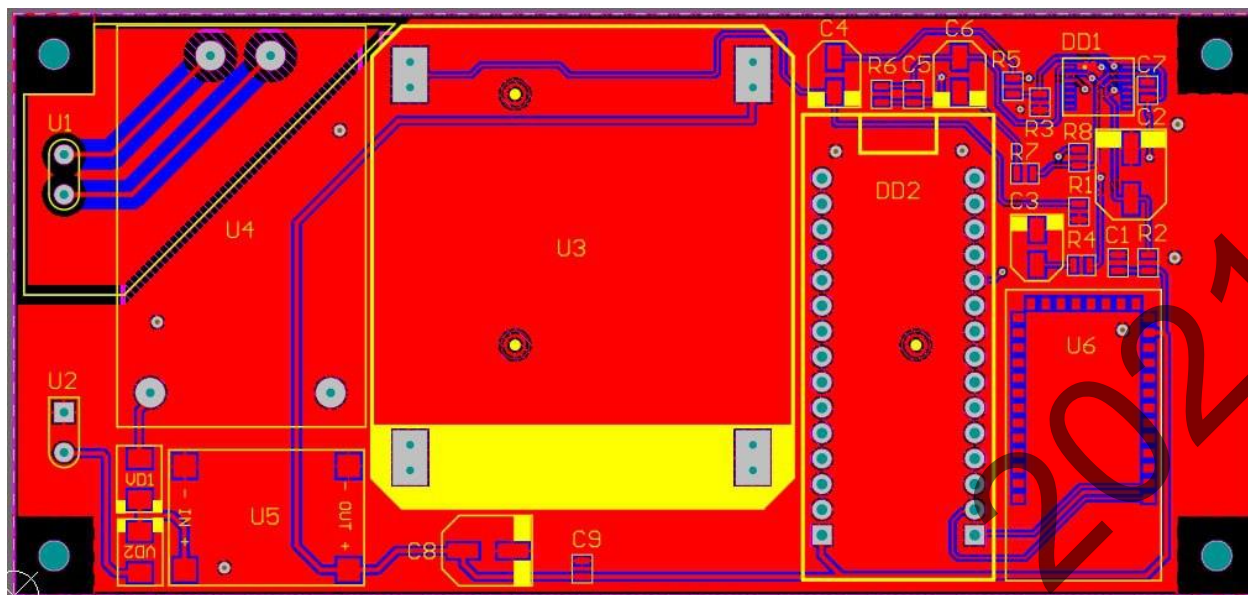


Рисунок 3.10— Верхній шар провідників

На рисунку 3.11 та 3.12 зображено 3D-модель плати вид зверху і вид знизу відповідно. Було це зроблено за допомогою експорту плати з програми *Altium* в *Solidworks*.

Враховуючи всі деталі, які були описані вище, отримуємо друковану плату розмірами 58x124 мм.

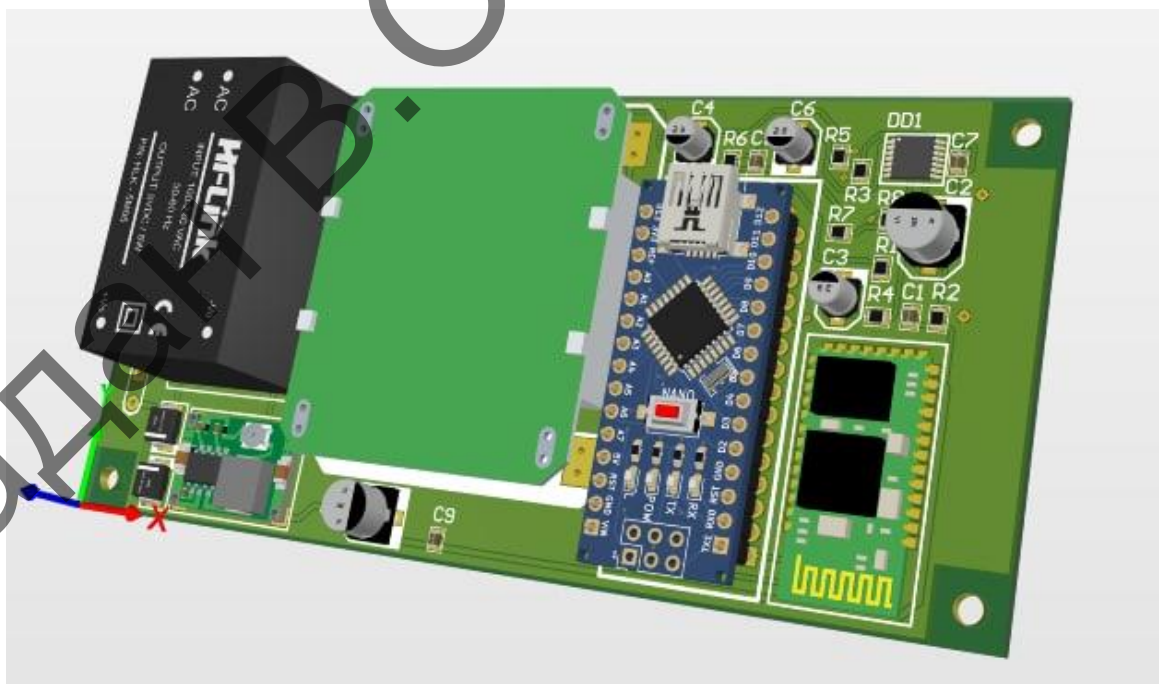


Рисунок 3.11 — Вид зверху

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425149.001 ПЗ

Лист

26

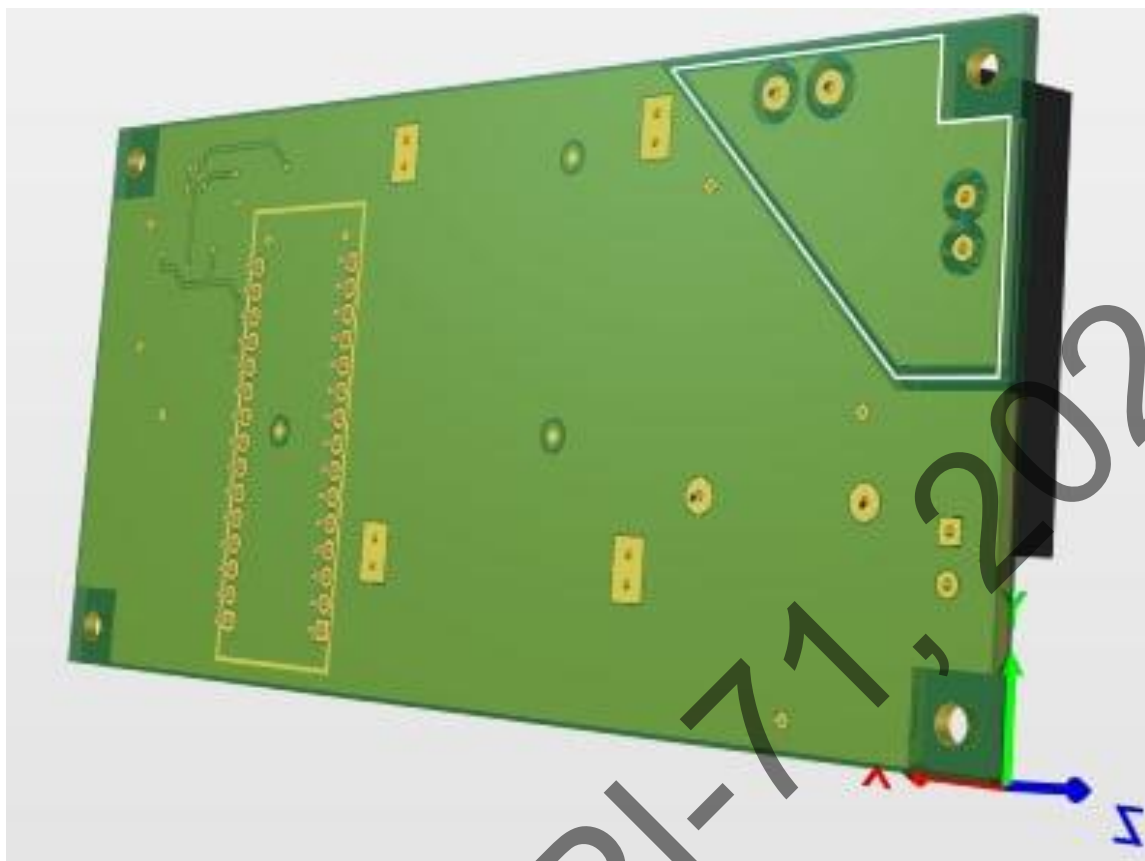


Рисунок 3.12 — Вид знизу

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425149.001 ПЗ

Лист

27

4 ПРОЕКТУВАННЯ КОРПУСУ ПРИЛАДУ

4.1 Корпус приладу

Пристрій буде складатися з трьох основних частин:

- 1) кришка;
- 2) основна частина;
- 3) рухоме кріплення.

На верхній кришці знаходиться невеликий виріз круглої форми, який потрібен для роботи датчику *NB100*. З кожного боку знаходиться кріплення для гвинтів М3, аби з'єднати її з основною частиною. На рисунках 4.1 і 4.2 можна побачити верхню кришку з обох сторін.

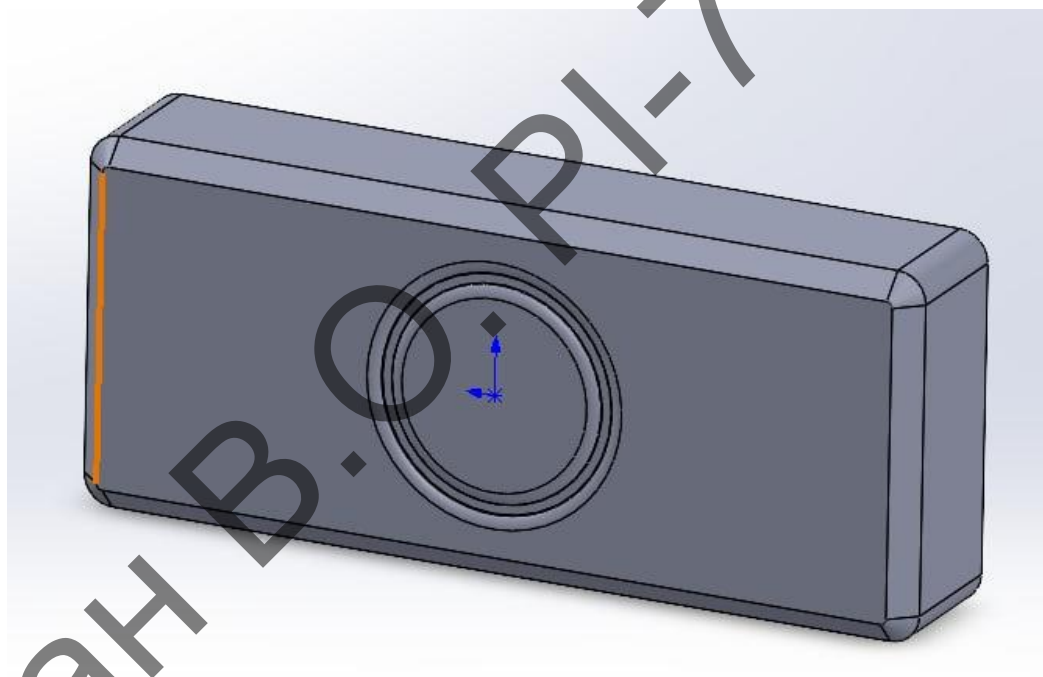


Рисунок 4.1 — Верхня частина кришки

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425149.001 ПЗ

Лист
28

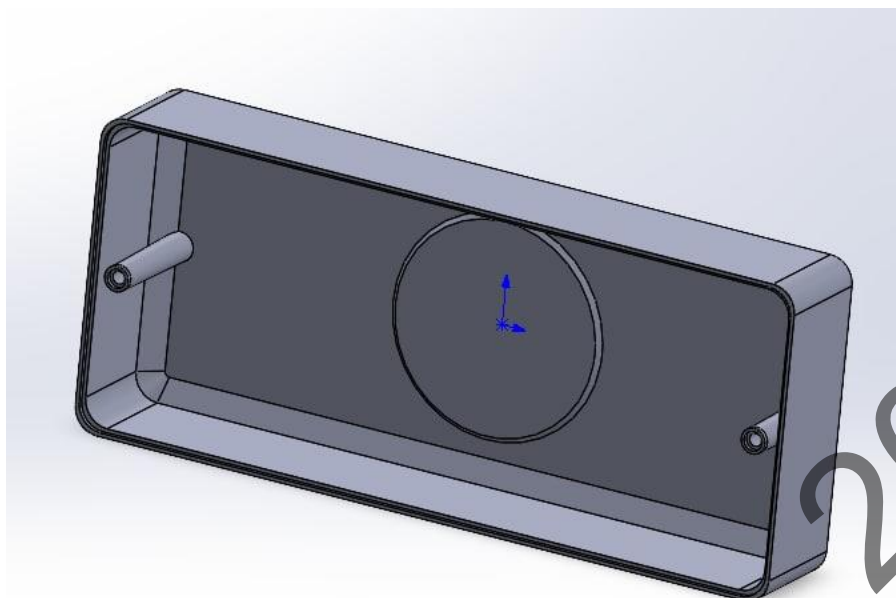


Рисунок 4.2 — Нижня частина кришки

На основній частині пристрою з нижньої сторони знаходиться виріз під рухоме кріплення. На рисунку 4.3 можна буде побачити його більш детально. Також по кутам знаходяться кріплення М3 під плату та по бокам посередині 2 гвинти М3, як вже було сказано раніше для з'єднання верхньої і основної частини приладу. На рисунку 4.4 можна побачити як саме буде встановлюватися до основної частини рухоме кріплення.

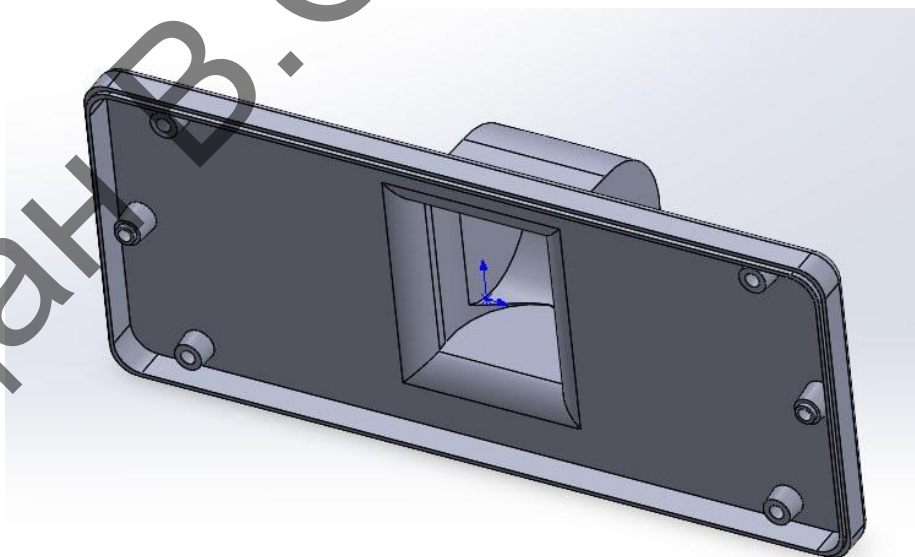


Рисунок 4.3 — Нижня частина основи пристрою

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425149.001 ПЗ

Лист

29

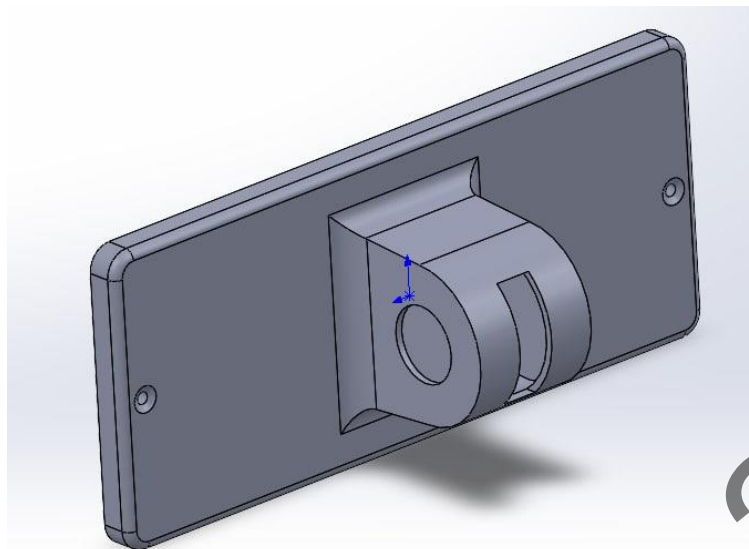


Рисунок 4.4 — Верхня частина основи пристрою

4.2 Рухоме кріплення

Рухоме кріплення складається з чотирьох деталей, які складаються між собою з двох однакових частин, які з'єднуються за допомогою гвинтів М3, а самі деталі можуть обертатися.

На рисунках 4.5-4.7, можна побачити детально як виглядає кріплення, яке кріпиться до основної частини і з чого воно складається.

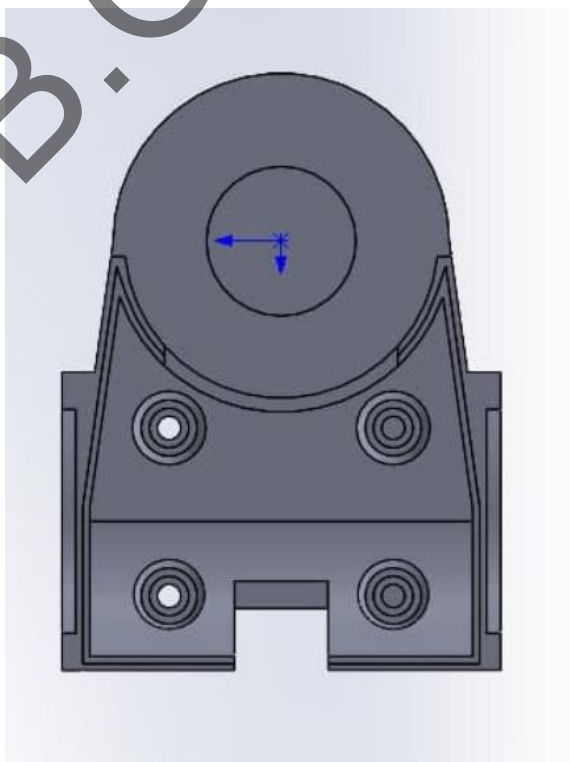


Рисунок 4.5 — Кріплення з тильної сторони

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425149.001 ПЗ

Лист

30

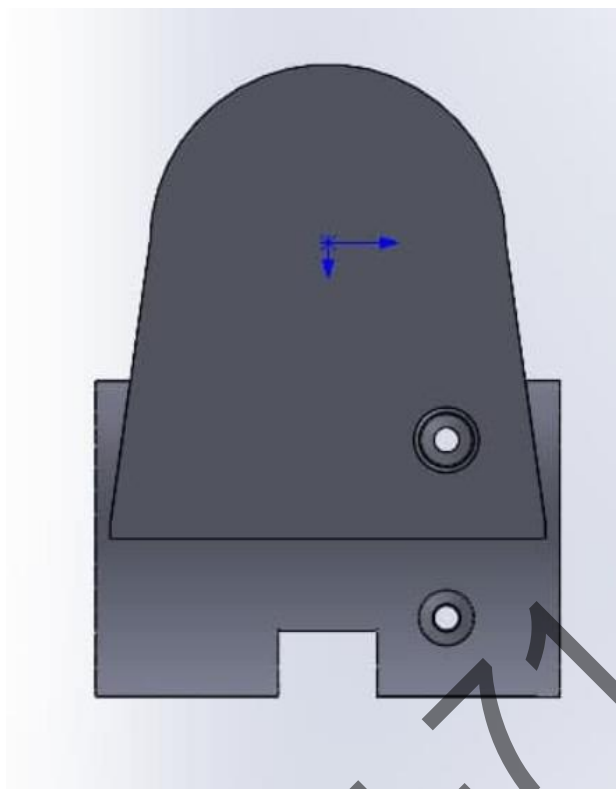


Рисунок 4.6 — Кріплення спереду

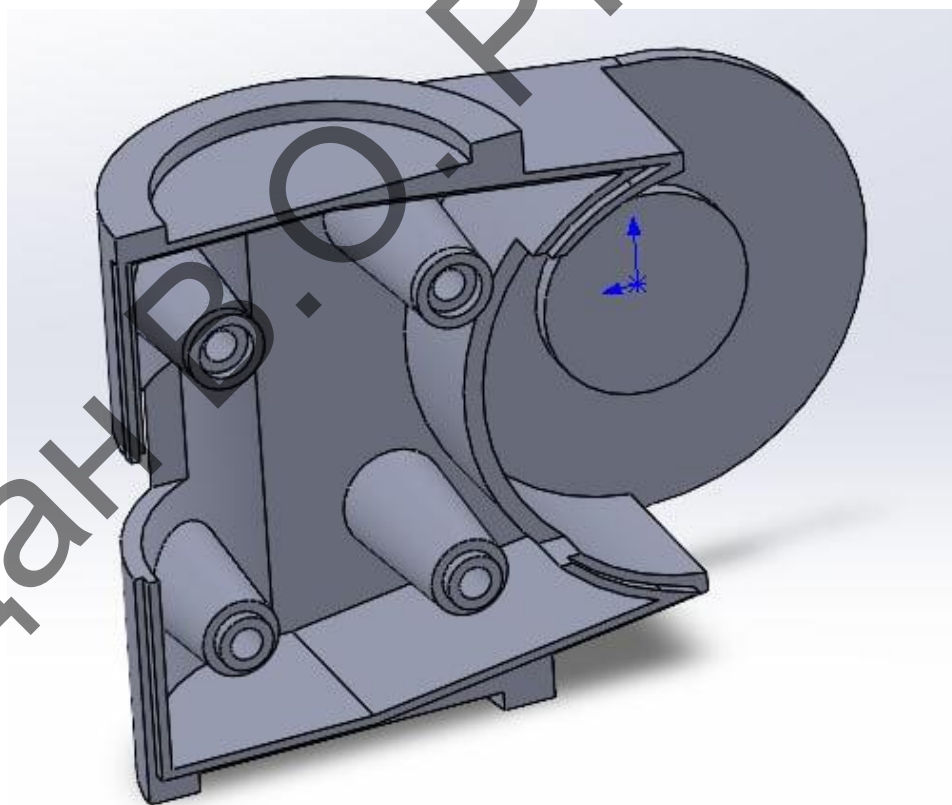


Рисунок 4.7 — Інший вигляд тильної сторони

Можна побачити, що внизу знаходиться виріз. Він потрібен щоб об'єднати цю частину кріплення з іншою, яка буде кріпитися до стін або стелі.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425149.001 ПЗ

Лист
31

На рисунку 4.8 і 4.9 буде зображено кріплення, яке тримає весь наш пристрій на стінах або стелях. Воно складається з двох однакових частин, які з'єднані між собою гвинтами М3. Вирізи на кожній деталі не заважають кріпленню обертати наш пристрій, аби охопити всю потрібну нам територію.

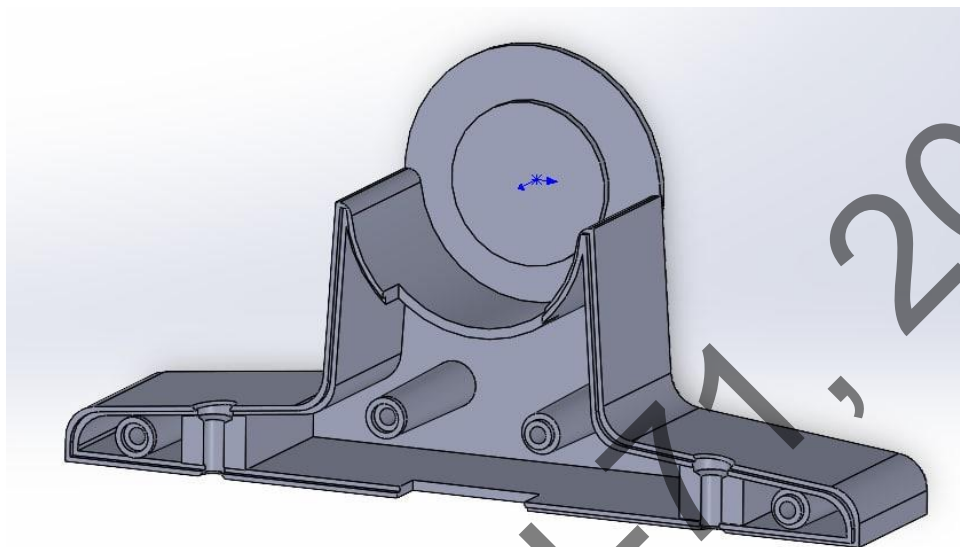


Рисунок 4.8 — Кріплення з внутрішньої сторони

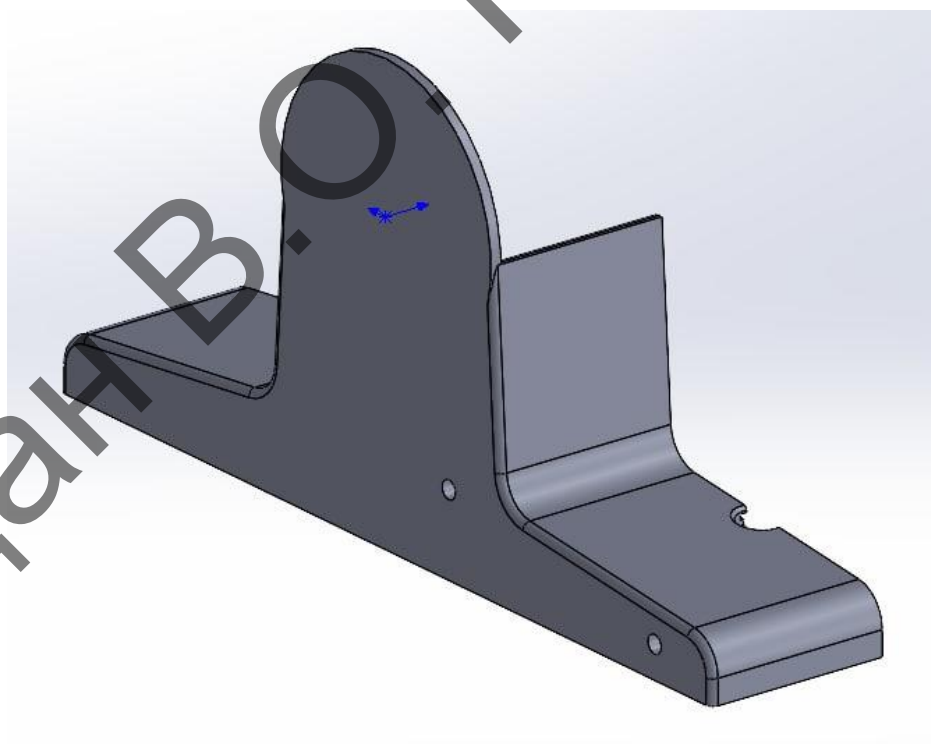


Рисунок 4.9 — Кріплення з зовнішньої сторони

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425149.001 ПЗ

Лист

32

4.3 Збірка пристрою

На рисунку 4.10 зображено як всі деталі- кришка, плата, основна частина і кріплення з'єднуються між собою.

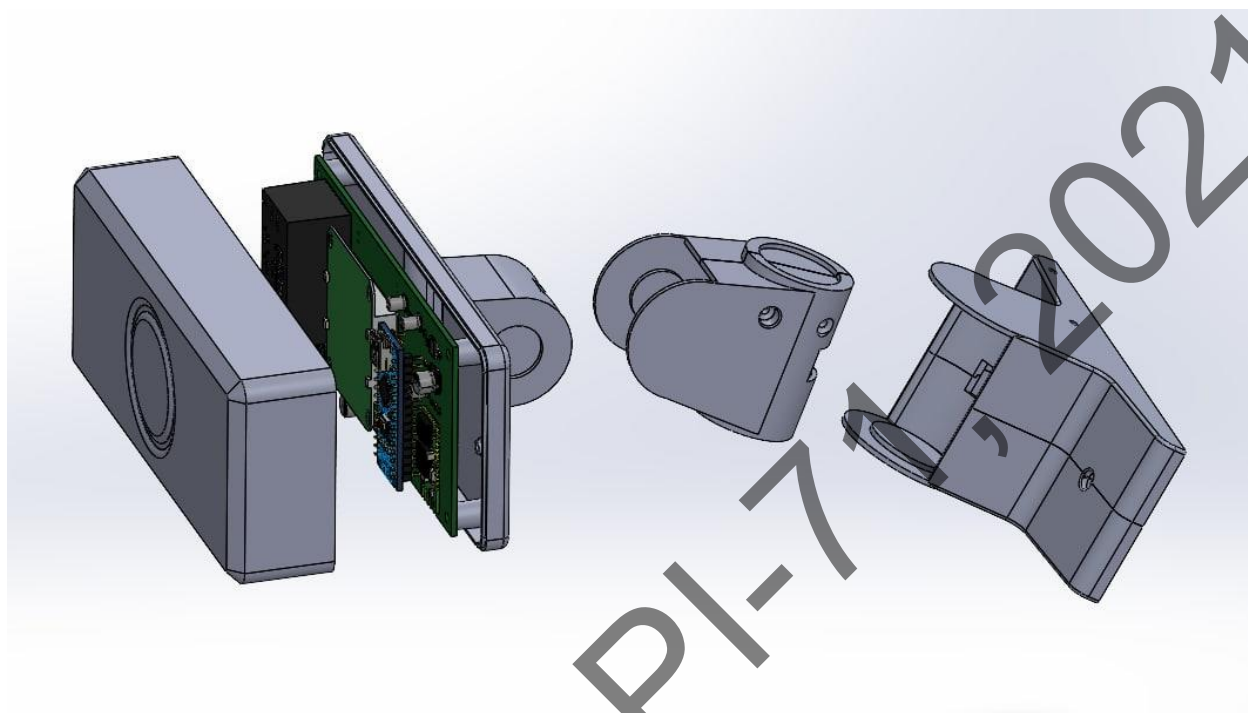


Рисунок 4.10 — З'єднання всіх деталей

На рисунку 4.11 можна побачити готовий пристрій, де буде об'єднано всі деталі в одне ціле.

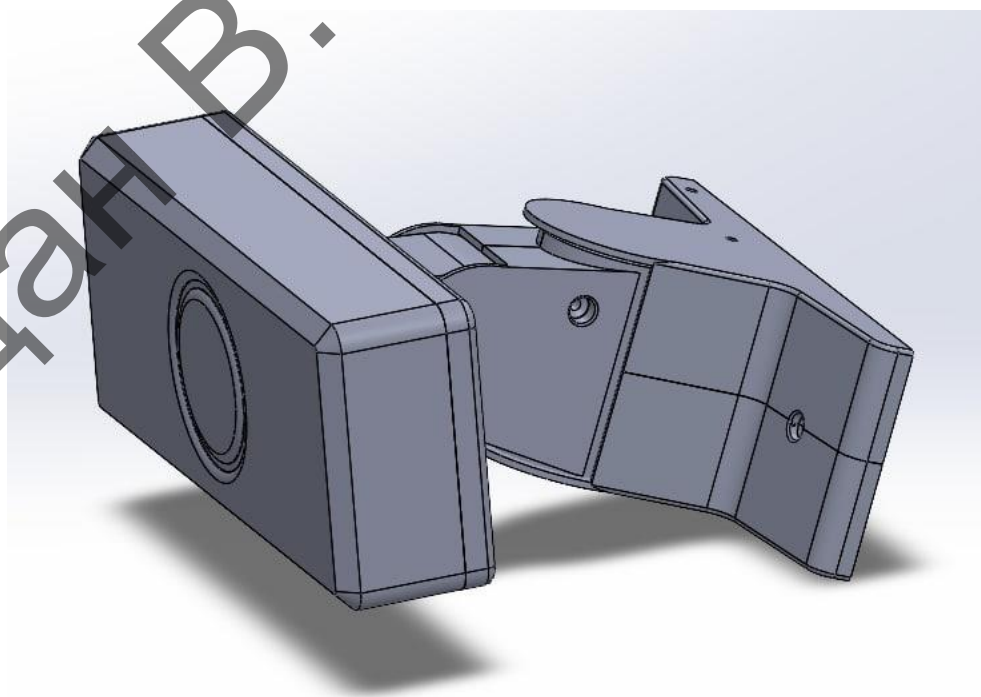


Рисунок 4.11 — Готовий пристрій

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425149.001 ПЗ

Лист

33

5 РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ПРИЛАДУ. АНАЛІЗ СХЕМИ З НАДІЙНОСТІ ПРИСТРОЮ

5.1 Розрахунок інтенсивності відмов резисторів

Інтенсивність відмов резисторів визначається як

$$\lambda_p = \lambda_0 K_1 K_E,$$

де λ_p – робоче значення інтенсивності відмов;

λ_0 – середньостатичне значення інтенсивності відмов;

$K_1 = \varphi(K_{нп}, t)$ – табличні данні(дивимось за графіком);

K_E – поправний коефіцієнт, що враховує умови експлуатації.

Коефіцієнт електричного навантаження з потужності визначається за формулою:

$$K_{нп} = \frac{P_p}{P_{доп}}.$$

В таблиці 5.1 наведені дані для кожного резистору.

Таблиця 5.1 — Уточнений розрахунок показників надійності резисторів

Елемент	Допустима потужність	Номінал, кОм	Напруга, В	$K_{нп}$	K_1	$\lambda_p \cdot 10^6$
R1	0,125 Вт	12	1,22	$0,12 \cdot 10^{-3}$	0,73	0,17
R2	0,125 Вт	100	3,5	$0,12 \cdot 10^{-3}$	0,73	0,17
R3	0,125 Вт	100	3,5	$0,12 \cdot 10^{-3}$	0,73	0,17
R4	0,125 Вт	10	1,1	$0,12 \cdot 10^{-3}$	0,73	0,17
R5	0,125 Вт	330	6,4	$0,12 \cdot 10^{-3}$	0,73	0,17
R6	0,125 Вт	1000	11,1	$0,12 \cdot 10^{-3}$	0,73	0,17
R7	0,125 Вт	8,2	1,01	$0,12 \cdot 10^{-3}$	0,73	0,17
R8	0,125 Вт	1000	11,1	$0,12 \cdot 10^{-3}$	0,73	0,17

5.2 Інтенсивність відмов конденсаторів

Інтенсивність відмов конденсаторів визначається як

$$\lambda_p = \lambda_0 K_1 K_E,$$

де λ_p – робоче значення інтенсивності відмов;

λ_0 – середньостатичне значення інтенсивності відмов;

$K_1 = \varphi(K_{nn}, t)$ – табличні данні(дивимось за графіком);

K_E – поправний коефіцієнт, що враховує умови експлуатації.

Коефіцієнт електричного навантаження визначається як:

$$K_{nn} = \frac{U_p}{U_{доп}}.$$

В таблиці 5.2 буде уточнений розрахунок показників надійності конденсаторів.

Таблиця 5.2 — Показники надійності конденсаторів

Елемент	Допустима напруга, В	Номінал, мкФ	Напруга, В	K_{nn}	K_1	K_2	$\lambda_p \cdot 10^6$
C1	50	0,1	2,9	0,058	0,15	1	4,08
C2	6,3	100	1,3	0,2	0,13	1	3,32
C3	16	4,7	2,7	0,16	0,57	1	1,5
C4	16	4,7	2,7	0,13	0,56	1	1,5
C5	50	0,0022	5,2	0,104	0,17	0,64	2,95
C6	16	4,7	2,7	0,1	0,49	1	1,5
C7	50	0,0022	4,2	0,084	0,65	0,65	2,95
C8	50	220	4,6	0,092	0,6	0,65	1,06
C9	250	0,33	7,2	0,028	3	1	8,16

5.4 Інтенсивність відмов діодів

Інтенсивність відмов діодів визначається за формулою:

$$\lambda_p = \lambda_0 \cdot K \cdot N \cdot K_e,$$

де λ_0 для діодів дорівнює $0,2 \cdot 10^{-6}$;

$$K_e = 4;$$

$N = 2$ (так як в пристрої використовується саме 2 діоди);

$$K = 0,61.$$

Враховуючи всі описані вище дані отримуємо, що $\lambda_p = 0,976 \cdot 10^{-6}$.

Після отриманих результатів, знаходимо сумарний потік відмов:

$$\lambda_{\text{сум}} = (0,17 \cdot 8 + 1,5 \cdot 3 + 2,95 \cdot 2 + 13,44 \cdot 2 + 4,08 + 3,32 + 1,06 + 8,16 + 0,976) \cdot 10^{-6} = 56,236 \cdot 10^{-6}.$$

Знаходимо час напрацювання на відмову:

$$T_0 = \frac{1}{\lambda_{\text{сум}}} = \frac{1}{56,236 \cdot 10^{-6}} = 17782 \text{ год.}$$

5.5 Розрахунок віброміцності

Проведемо розрахунок віброміцності друкованого вузла, за визначеною методикою. Розрахунок частоти власних коливань друкованої плати.

Данні плати:

- довжина плати $a = 0,124$ м;
- ширина плати $b = 0,058$ м;
- товщина плати $h = 1,5 \cdot 10^{-3}$ м.

Матеріал друкованої плати – двосторонній фольгований стеклотекстоліт FR-4 2/35/35 з параметрами:

- модуль пружності $E = 1,1 \cdot 10^{10}$ кг/м²;
- коефіцієнт Пуассона $\xi = 0,28$.

Маса встановлених на платі елементів $M = 0,14$ кг.

Визначимо приведену масу друкованої плати:

$$M_{\text{п}} = \rho \cdot h = 1,9 \cdot 10^3 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} = 2,85 \text{ кг/м}^2.$$

					PI71.425149.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		36

Визначимо приведену масу плати з деталями:

$$M = M_{\text{п}} + M_{\text{д}} = 2,85 + 0,14/(0,124 + 0,058) = 4,03 \text{ кг/м}^2.$$

Розраховуємо циліндричну жорсткість:

$$D = \frac{E \cdot h^3}{12(1 - \xi)} = \frac{1,1 \cdot 10^{10} \cdot 1,5 \cdot 10^{-9}}{12 \cdot 0,72} = 1,9 \text{ кг/м}^2.$$

Визначаємо значення функції $\phi(\beta)$ для кріплення плати в чотирьох точках:

$$\phi(\beta) = \pi^2 \sqrt{\frac{1 + 1,621 \cdot \frac{\xi}{\beta} + \frac{1}{\beta^2}}{1 + 1,621 \cdot \frac{1}{\beta^3} + \frac{1}{\beta^6}}},$$

де $\beta = \frac{a}{b} = 2$ коефіцієнт, залежний від співвідношення довжини і ширини плати.

$$\phi(\beta) = \pi^2 \sqrt{\frac{1 + 1,621 \cdot \frac{0,28}{2} + \frac{1}{2}}{1 + 1,621 \cdot \frac{1}{8} + \frac{1}{64}}} \approx 12,5$$

Визначимо значення резонансної частоти плати:

$$f_0 = \frac{\phi(\beta)}{2\pi a^2} \sqrt{\frac{D}{M}} = \frac{12,5}{0,09} \cdot \sqrt{\frac{1,9}{2,85}} \approx 97,2 \text{ Гц}.$$

Так як резонансна частота плати $f_0 = 97,2 \text{ Гц}$, що перевищує максимальну частоту вібраційних впливів ($f = 60 \text{ Гц}$), то обраний варіант кріплення плати влаштовує вимоги віброміцності.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини під час трудової діяльності[18].

Законодавство про працю містить норми і вимоги з техніки безпеки і виробничої санітарії, норми, що регулюють робочий час і час відпочинку, звільнення та переведення на іншу роботу, норми праці щодо жінок, молоді, гігієнічні норми і правила тощо.

В цьому розділі буде розглянуто питання з охорони праці при розробці пристрою для виявлення руху за допомогою мікрохвильового датчику. Вирішено основні шкідливі та небезпечні фактори, які можуть трапитися під час розробки та виготовлення пристрою. Буде висунуто потрібні технічні рішення та заходи безпеки, гігієни праці та санітарії а також основні заходи з пожежної безпеки.

6.1 Аналіз небезпечних факторів

Основними шкідливими і небезпечними факторами при створенні і використанні приладу є:

- 1) ураження електричним струмом;
- 2) низька освітленість робочих місць;
- 3) невідповідність параметрів мікроклімату санітарним нормам та правилам;
- 4) підвищений рівень шуму та вібрації на робочих місцях;
- 5) можливість виникнення пожежі в робочих приміщеннях.

6.2 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки і гігієни та виробничої санітарії

Вимоги з охорони праці при роботі з ПК

					PI71.425149.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		38

При роботі з ПК робітник підлягає впливу небезпечних і шкідливих факторів таких, як:

- 1) невідповідна організація робочих місць;
- 2) враження електромагнітним випромінюванням;
- 3) можливість завдання шкоди електричним струмом;
- 4) погане освітлення;
- 5) монотонність праці.

Робоче місце повинно забезпечувати вимогам зручності виконання робіт, економії енергії та часу робітника, зручності обслуговування. Погана конструкція та розташування робочих місць призводить до проблем зі здоров'ям людини. При довгій роботі з екраном комп'ютера спостерігаються проблеми з органами зору, дратівливість, поганий сон або його порушення, хвороба з очима, проблеми з шиєю і руками. У зв'язку з цим для робітників повинні забезпечувати оптимальні умови і перерви. Праця операторів комп'ютера ставиться до 1 і 2 класу по гігієнічних умовах праці.

Умови при роботі із моніторами ПК повинні відповідати “Вимогам щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями”.

6.3 Мікроклімат

У приміщеннях мікроклімат визначається завдяки деяким параметрам:

- 1) Температура повітря
- 2) Вологість повітря
- 3) Швидкість руху повітря
- 4) Інтенсивність теплового випромінювання на робочих місцях

На рисунку 6.1 зображено оптимальні параметри мікроклімату.

Показник	Період року	
	холодний	теплий
Температура повітря, °C	19—21	22—25
Відносна вологість повітря, %	40—60	40—60
Швидкість руху повітря, м/с	Не більше ніж 0,3	Не більше ніж 0,3

Рис. 6.1 — Оптимальні параметри мікроклімату

У холодний період використовують батареї центрального опалення для підтримки нормальної температури у приміщенні для персоналу.

У теплий період – вентиляції та кондиціонери. Також у приміщенні є вікна, які можна відкривати для провітрення приміщення.

6.4 Освітлення

Одним із важливих компонентів для комфортних умов праці- освітлення.

Основні вимоги до виробничого освітлення, які обслуговують робочі місця з ПК:

- 1) відповідний рівень освітленості робочих місць;
- 2) рівномірний розподіл яскравості на робочих поверхнях й у навколишньому середовищі;
- 3) відсутність різких тіней, прямих і відбитих відблисків;
- 4) оптимальна спрямованість світла завдяки приладам;
- 5) довговічність, економічність, пожежо- і електробезпечність, простота експлуатації.

Для освітлення робочих місць з ПК, застосовують штучне і природне освітлення.

Відповідно до вимог щодо безпеки захисту робітників під час роботи з екранами ПК, освітлення приміщення повинна бут сумісне.

Природне освітлення здійснюється через отвори або вікна. Відповідно до ДБНВ 2.5-28-2006 [37] коефіцієнт природної освітленості виробничих приміщень повинен бути не нижче 1,5%.

Планування і розташування приміщень і будинків повинне виключати надмірне надходження тепла від сонячної радіації через вікна і пряме попадання сонячних променів на ПК.

Штучне освітлення в приміщеннях з ПК та моніторами, потрібно здійснювати по системі загального освітлення. Світильники необхідно встановити у виді ліній збоку від робочих місць паралельно лінії зору

					PI71.425149.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		40

користувачів. Частіше використовують люмінесцентні і лампи ЛБ із розсіювачами й екранними сітками.

Коефіцієнт пульсації світлового потоку джерел світла не повинен перевищувати 5%. Аби зменшити цей коефіцієнт потрібно використовувати джерела світла з високочастотними пускорегулюючими апаратами. Також повинно бути забезпечене відповідний поділ яскравості. Відношення значень яскравості поверхонь до загальної яскравості у приміщеннях не повинно перевищувати 3:1, а робочих поверхонь і навколишніх предметів(стіни, устаткування, меблі) - 5:1.

Показник засліпленості не повинен перевищувати 20 одиниць у виробничих приміщеннях, а показник дискомфорту-40 одиниць.

Щоб показники освітлюваності були в нормі необхідно 2 рази на рік очищати пил, бруд, протирати вікна, скло і світильники, а також вчасно міняти несправні світильники.

6.5 Шум та вібрація

Джерел шуму у приміщеннях є декілька-вентилятори системних блоків ПК, система вентиляції та кондиціонери. Відповідно до вимог ГОСТу 12.1.003-83 у робочих приміщеннях рівень звуку, рівень шуму та еквівалентні рівні шуму відповідають.

Єдиним заходом для зниження шуму є вчасно змащувати системи вентиляції системних блоків комп'ютерів.

6.6 Електробезпека

Відповідно до ПУЕ науково-дослідницька лабораторія відносять до приміщень без підвищеного ризику ураження персоналу електричним струмом. Електроустаткування належить до приладів до 1000 В.

В приміщенні є шина повторного заземлення за ГОСТом 12.1.030-81.

До основних експлуатаційно-технічних заходів відносять: захисне заземлення, вирівнювання потенціалів, мала напруга, електричне

					PI71.425149.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		41

розподілення мереж, захисне вимкнення, огорожувальні пристрої, електрична попереджувальна сигналізація, блокування.

Допоміжні технічні засоби: плакати(знаки безпеки і небезпеки), засоби захисту персоналу, запобіжне улаштування, гумові килими.

6.7 Пожежна безпека

Причини виникнення пожежі:

1. Несправність електропроводки.
2. Коротке замикання електричних ланцюгів.
3. Перегрівання апаратури.

Згідно з ГОСТ 12.1.004-91 пожежна безпека забезпечується системами запобігання пожежі та запобігання пожежі.

Усі речі які знаходяться в приміщенні є твердими речовинами і матеріалами, які при взаємодії з повітрям можуть горіти, то таке приміщення можна віднести до пожежонебезпечної категорії "В".

Ступінь вогнестійкості будівлі 2, оскільки вона відноситься до будинків з несучими стінами з цегли та залізобетону.

В будівлі знаходиться декілька вогнегасників, також є ящик з піском та протигази. Також для захисту є аварійне виключення і перемикання апаратури, система сповіщення-сигналізація. Для працівників на стінах висять плакати, де зображено план евакуації під час пожежі. Цей план знаходиться на видному місці.

Для профілактики загорання електропроводки необхідно не менше ніж одного разу в 3 місяці проводити огляд електромережі.

ВИСНОВКИ

1) Проведено аналіз доступних на ринку аналогів, розглянуто їх параметри, переваги та недоліки, технічні особливості та вартість. Загалом функціонал виявився малим, тому прийнято рішення розробити власний прилад.

2) Розроблена принципова та електрична схема, обрано основні якісні та недорогі компоненти. Розроблено 2D і 3D моделі плати та корпусу в програмних середовищах *AltiumDesigner* та *SolidWorks*.

3) Розраховано площу плати, яка дорівнює $7002,3 \text{ мм}^2$. Проведено проектування друкованої плати. Завдяки *Altium Designer* створено трасування в нижньому і верхньому шарі. Розміри плати складають $58 \times 124 \text{ мм}$.

4) Змодельований корпус пристрою та його рухоме кріплення.

5) Розраховано віброміцність плати, яка дорівнює $97,2 \text{ Гц}$, що відповідає вимогам максимальних частот вібраційних впливів, які складають $f=60 \text{ Гц}$ та показники надійності. Час напрацювання на відмову склав 17782 год. , що задовольняє вимоги ТЗ.

6) Розглянуто техніку безпеки праці на виробництві та винесено основні рекомендації під час нещасних випадків.

					PI71.425149.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		43

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Датчик руху “Euroelectric”. Інтернет магазин “Eletrica-shop”. URL: https://electrica-shop.com.ua/p21126-datchik_dvizheniya_euroelectric_st-05a_black_360-deg_ip20_tsvet_cherniy (дата звернення: 18.05.2021).
2. Датчик руху “ІЕК”. Інтернет магазин “АКСИОМПЛЮС”. URL: <https://axiomplus.com.ua/datchiki-dvizheniya/product-72990/> (дата звернення: 18.05.2021).
3. Датчик руху “ F&F DRM-02 ”. Інтернет магазин “АКСИОМПЛЮС”. URL: <https://axiomplus.com.ua/datchiki-dvizheniya/product-32419/> (дата звернення: 18.05.2021).
4. Датчик руху “ ІЕК ДД-МВ 301 ”. Інтернет магазин “АКСИОМПЛЮС”. URL: <https://axiomplus.com.ua/datchiki-dvizheniya/product-72989/> (дата звернення: 18.05.2021).
5. Датчик руху “ ІЕК ДД-МВ501 ”. Інтернет магазин “АКСИОМПЛЮС”. URL: <https://axiomplus.com.ua/datchiki-dvizheniya/product-75751/> (дата звернення: 18.05.2021).
6. ArduinoNano: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-platy/arduino-nano/> (дата звернення: 27.05.2021).
7. Характеристика Bluetooth модуля HC-06. Інтернет магазин “ARDUINO.UA” . URL: <https://arduino.ua/prod241-bluetooth-modyl-hc-06> (дата звернення: 27.05.2021).
8. Датчик HB100. URL: https://makerobot.com.ua/index.php?_route_=HB100 (дата звернення: 27.05.2021).
9. Характеристика Датчика HB100 . Інтернет магазин “1 WIRE”. URL: <https://1wire.com.ua/hb100-dopler-radar.html> (дата звернення: 27.05.2021).
10. Характеристика Датчика HB100 . Інтернет магазин “MINI-TECH”. URL: <https://www.mini-tech.com.ua/datchik-dvizheniya-microvolnovoy-hb100> (дата звернення: 27.05.2021).

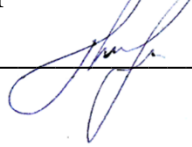
11. Характеристика мікросхеми LM324A. URL:
<http://www.texnic.ru/data/ims1554/ims089.html> (дата звернення: 31.05.2021).
12. Діод S2M. Інтернет магазин "CHIPDIP". URL:
<https://www.chipdip.ru/product/s2m-ons> (дата звернення: 31.05.2021).
13. Модуль HLK-5M12 . Інтернет магазин "IMRAD".
URL: <https://imrad.com.ua/ru/hlk-5m12> (дата звернення: 31.05.2021).
14. Мікросхема LM324A . Інтернет магазин "KOSMODROM". URL:
<http://www.kosmodrom.com.ua/prodlist.php?name=LM324> (дата звернення: 31.05.2021).
15. Характеристика резисторів. URL: <https://radiodetali.com.ua/product/rezistor-smd-0805-01-om-1-37736> (дата звернення: 4.06.2021).
16. Характеристика конденсаторів. URL:
<https://radiodetali.com.ua/catalog/kondensatory/keramicheskie-smd-0805-kondensatory> (дата звернення: 4.06.2021).
17. Охорона праці та навколишнього середовища. URL:
<https://allseeds.com/uk/page/okhorona-praci-navkolishnogo-seredovischa-ta-promislova-bezpeka> (дата звернення: 8.06.2021).
18. Охорона праці та навколишнього середовища. URL:
<https://studfile.net/preview/5596645/> (дата звернення: 8.06.2021).
19. Загальні відомості про друковані плати.
URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Друкована_плата (дата звернення: 4.06.2021).
20. Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування/Б.М. Уваров- К.: ННТУУ КПІ, 1998.

ДОДАТОК А

ПОГОДЖЕНО

Керівник дипломного проекту

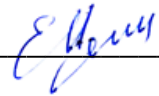
Артем НІКІТЧУК



ЗАТВЕРДЖЕНО

В.о. зав. кафедри

Євгеній НЕЛІН



ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
НА ДИПОМНИЙ ПРОЕКТ

«Пристрій для виявлення руху на базі мікрохвильового радару»

1 НАЗВА І ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

Назва дипломного проекту “Пристрій для виявлення руху за допомогою мікрохвильового радару”

Підставою для виконання є завдання, видане кафедрою радіоконструювання та виробництва радіоапаратури від «11» квітня 2021 р.

2 МЕТА ВИКОНАННЯ І ПРИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКЦІЇ

Розробка пристрою виявлення руху людей або тварин для автоматичного включення світла, а також для автоматичного відкриття дверей і воріт, призначеного для використання у побуті. Пристрій може зчитувати швидкість об'єктів та відстань до них.

3 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

3.1 Вимоги призначення

- Напруга живлення 220 В.
- Максимальний струм 5 А.
- Номінальний струм 0,9 А.

3.2 Вимоги до надійності

Час безвідмовної роботи 15000 годин з моменту початку експлуатації.

3.3 Вимоги до конструкції

Зовнішньо прилад виглядає в формі прямокутної коробки, зверху розташований не великий датчик в формі крапки, для отримання і зчитування інформації. Знизу розташоване рухоме кріплення, щоб охопити всю територію, яку хоче користувач. Пристрій живиться від напруги 220В.

3.4 Вимоги до уніфікації та стандартизації

Використовується уніфікована та стандартизована елементна база та матеріали.

3.5 Вимоги до дизайну і ергономіки

Пристрій повинен мати невеличкі габарити, аби його можна було встановити або розмістити на стелі та воротах. Дизайн приладу мінімалістичний, білого кольору, щоб не виділявся і був мало помітним. Потрібно забезпечити максимальну вологостійкість шляхом захисту елементів

від потрапляння вологи , а також щоб на роботу приладу не впливала перешкоди від джерел тепла.

3.6 Вимоги до експлуатації , зручності технологічного обслуговування та ремонту

Технічне обслуговування проводити при необхідності, у випадку виведення зі строю елементів пристрою, ремонт виконується спеціалістами.

3.7 Транспортування і зберігання

Умови транспортування виконується згідно ГОСТ 23216-78[5].

3.8 Утилізація приладу

За ГОСТ 30773-2001[6] утилізацією приладу займається сам виробник.

4 ВИМОГИ ДО СИРОВИНИ ТА МАТЕРІАЛІВ

Потрібно вибрати термостійкий та вологостійкий матеріал, який буде підходити для експлуатації при умовах підвищеної вологості та температури.

5 ВИМОГИ ДО МАРКУВАННЯ, ПАКУВАННЯ ТА КОНСЕРВАЦІЇ

Маркування: нанести логотип назви фірми виробника на нижню частину приладу. Також нанести маркування на всі елементи керування та індикації ,а також попереджувальні написи поруч з елементам живлення.

Пакування: прилад потрібно загорнути в бульбашку плівку і помістити в картонну коробку для транспортування.

Консервація: не потрібна.

6 ВИМОГИ ДО РОЗРОБЛЮВАНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Оформлення документації оформлюється згідно ДСТУ 3008:2015.

Склад конструкторської документації:

1. Текстова документація (пояснювальна записка, специфікація на пристрій).
2. Графічна документація загальним обсягом не менше 3 аркушів А1 (схема електрична структурна, схема електрично принципова, друкований вузол).

7 ОРІЄНТОВНИЙ ЗМІСТ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

Титульний лист

Завдання на дипломний проект

Зміст

Вступ

1 Огляд існуючих рішень. Аналіз технічного завдання

2 Вибір та обґрунтування схемотехнічного рішення

3 Проектування електронного модуля

4 Проектування корпусу приладу

5 Розрахунки, що підтверджують працездатність

6 Охорона праці

Висновки

Додаток А Технічне завдання

Додаток Б Специфікація

Додаток В Перелік елементів

Додаток Г Відомість дипломного проекту

8 ЕТАПИ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

Дипломний проект виконується в 8 етапів

Таблиця А.1 — Етапи дипломного проекту

№	Назва етапу	Термін виконання	Форма звітності
1	Огляд існуючих рішень	13.04 — 20.04	Розділ 1
2	Аналіз технічного завдання	21.04 — 30.04	Розділ 1
3	Обґрунтування та вибір схеми	01.05 — 11.05	Розділ 2
4	Вибір та обґрунтування елементної бази	12.05 — 15.05	Розділ 3
5	Проектування приладу	16.05 — 22.05	Розділ 3
6	Розрахунки, що підтверджують працездатність	23.05 — 28.05	Розділ 4
7	Охорона праці	29.05 — 01.06	Розділ 5
8	Оформлення документації	02.06 — 06.06	Креслення і додатки

9 ПОРЯДОК ПРИЙМАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ І МАТЕРІАЛИ, ЯКІ ПОДАЮТЬСЯ ПІД ЧАС ЗАКІНЧЕННЯ ЕТАПІВ І ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ В ЦІЛОМУ

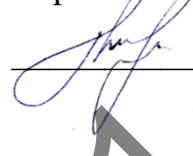
Матеріали, які являються проміжними, подаються в вигляді розділів дипломного проекту на перевірку в зазначені терміни. Після закінчення виконання дипломного проекту, цей проект представляється і захищається комісії.

Виконавець:



Вадим ЖАДАН

Керівник:



Артем НІКІТЧУК

Жадаан В.О. РІ-71, 2021

ДОДАТОК Б

Специфікація

Жадаан В.О. РІ-71, 2021

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Прим.					
				<u>Документація</u>							
A1			PI71.425149.001 СК	Складальний кресленик							
A2			PI71. 425149.001 ЕЗ	Схема електрична принципова							
A4			PI71. 425149.001 ПЕ	Перелік елементів							
				<u>Деталі</u>							
		1	PI71.758725.001	Друкована плата	1						
				<u>Інші вироби</u>							
				Конденсатори							
				C0603C104J4RAC-KEMET	1	C1					
				ECR-HITANO	1	C2					
				TAJB475K016RNJ-AVX	3	C3;C4; C6					
				CAP1206-SAMSUNG	2	C5;C7					
				B41851A6227M000-EPCOS	1	C8					
				B32520-B32529-TDK EPCOS	1	C9					
<div> <div> <div>Зм.</div> <div>Арк.</div> <div>№ докум.</div> <div>Підп.</div> <div>Дата</div> </div> <div>PI71.425149.001</div> </div>											
Розробив		Жадан		<div> <div>Пристрій для виявлення руху на базі мікрохвильового радару</div> <div>Специфікація</div> </div>	Літ.	Арк.	Аркуші				
Перевір.		Нікітчук А. В.				1	2				
Реценз.					КПІ ім. Ігоря Сікорського, РТФ PI-71						
Н.Контр		Полсуй В. І.									
Затверд.		Полсуй В. І.									

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Прим.
				Мікросхеми		
				LM324- Texas Instruments	1	DD1
				Atmega328- APC104	1	DD2
				Резистори		
				RC0805-1P- ROYAL OHM	1	R1
				0805S8F1003T5E- ROYAL OHM	2	R2-R3
				TC0650B1002T5E- ROYAL OHM	1	R4
				SMD1206 -ROYAL OHM	1	R5
				0805S8J0105T5E- ROYAL OHM	2	R6;R8
				MOR2W- ROYAL OHM	1	R7
				Роз'єми		
				TB001-500-02BE- CUI Devices	1	U1
				DS1023-1x2- Connfly electronic	1	U2

ДОДАТОК В

Перелік елементів

Жадаан В.О. РІ-71, 2021

Позн.	Назва	Кільк.	Прим.
	<u>Датчики</u>		
U3	HB100	1	
	<u>Діоди</u>		
VD1- VD2	S2M, 2 A ,1000 B, серія DO-214AA	2	
	<u>Конденсатори</u>		
C1	SMD 0805-Yageo, 100 нФ, 50 В, серія X7R, ± 10%	1	
C2	TAJB107K006RNJ-AVX,100 мкФ, 6,3 В, ± 10%	1	
C3;C4; C6	TAJA475K016-AVX,4,7 мкФ, 16 В, ± 10%	3	
C5,C7	SMD 0805-Yageo, 2.2 нФ, 50 В, серія X7R, ± 10%	2	
C8	TAJB107K006RNJ-AVX,220 мкФ, 50 В, ± 10%	1	
C9	CL21, 0.33 мкФ, 250 В, ± 10%	1	

[illegible]

ДОДАТОК Г

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	PI71.425149.001 ПЗ	Пояснювальна записка	57	
3	A2	PI71.425149.001 E1	Структурна схема	1	
4	A1	PI71.425149.001 E3	Схема електрична принципова	1	
5	A1	PI71.425149.001 СК	Складальне креслення друкованого вузла	1	
6	A1	PI71.425149.001	Друкована плата	1	

				ДП PI71.425149.001		
	ПІБ	Підп.	Дата	Пристрій для виявлення руху на базі мікрохвильового радару	Лист	Листів
Розробн.	Жадан В.О.				1	1
Керівн.	Нікітчук А.В.				КПІ ім. Ігоря Сікорського РТФ, PI-71	
Н/контр.						
Зав.каф.						