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

Радіотехнічний факультет
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра радіоконструювання та виробництва радіоапаратури
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Є.А. Нелін
(підпис) (ініціали, прізвище)

"14" 06 2019 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

За напрямом підготовки 6.050902 Радіоелектронні апарати
(код та назва спеціальності)

на тему: Ультразвуковий дальномір

Виконав (-ла): студент (-ка) 4 курсу, групи РК-51
(шифр групи)

Цвєтков Владислав Ігорович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник асистент Зінгер Я.І. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант з охорони праці доцент, к.т.н., Каштанов С.Ф. _____
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.
Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 року

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

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

Факультет (інститут) радіотехнічний
(повна назва)

Кафедра радіоконструювання та виробництва радіоапаратури
(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

За напрямом підготовки 6.050902 Радіоелектронні апарати
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Є.А. Нелін
(підпис) (ініціали, прізвище)
«15» травня 2019 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проект (роботу) студенту

Цветкову Владиславу Юрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Ультразвуковий дальномір

керівник проекту (роботи) асистент Зінгер Я.Л.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «___»_____ 20__ р. №_____ 419

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 05.06.19р

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Потужність: 0,3Вт (не більше); Напруга живлення: +5В; Похибка вимірювання: ±3%; Робочий функціонал: перемикач on/off, сенсор (приймач та передавач), екран.

4. Зміст (дипломної роботи) розрахунково-пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити) Огляд існуючих рішень. Розробка та аналіз технічного завдання. Обґрунтування та вибір схемо-технічного завдання, елементної бази. Проектування електронного модуля.

ЦВЕТКОВ В.І. РК-51, 2019

Проектування приладу та аналіз його працездатності. Охорона праці.

5. Перелік (ілюстративного) графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів тощо) Схема структурна; Схема електрична принципова; Друкована плата; Складальний кресленик електронного модуля; Плакат Ультразвуковий дальномір.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
З охорони праці	к.т.н., доцент Каштанов С.Ф.		

7. Дата видачі завдання 15 травня 2019 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Огляд існуючих рішень	06.05.2019 – 08.05.2019	
2.	Розробка та аналіз технічного завдання	09.05.2019 – 14.05.2019	
3.	Обгрунтування та вибір схемотехнічного завдання	15.05.2019 – 19.05.2019	
4.	Вибір та обгрунтування елементної бази	20.05.2019 – 22.05.2019	
5.	Проектування електронного модуля	23.05.2019 – 26.05.2019	
6.	Проектування приладу	27.05.2019 – 28.05.2019	
7.	Аналіз працездатності приладу	29.05.2019 – 30.05.2019	

Студент _____ (підпис) В. І. Цвєтков (ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи) _____ (підпис) Л. Л. Зінгер (ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту (роботи)

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект на тему «Ультразвуковий дальномір» виконано на 60 сторінках, що включають 26 ілюстрацій, 10 таблиць та 20 бібліографічних посилань.

Метою дипломного проекту є розробка конструкції ультразвукового дальноміра, перевірка його на працездатність та оформлення необхідної конструкторської документації.

Для досягнення поставленої мети було проведено аналіз існуючих рішень та схожих за функціоналом приладів, обрано елементну базу, спроектовано друковану плату. Створено тривимірну модель приладу та описано його конструкцію. Розроблено комплект конструкторської документації.

Ключові слова: мікроконтролер, дальномір, датчик, ультразвук.

ЦВЄТКОВ В.І. РК-51, 2019

ANNOTATION

The diploma project entitled "Ultrasonic rangefinder" written on 60 pages, including 26 illustrations, 10 tables and 20 citations.

The purpose of the diploma project is to develop of an ultrasonic rangefinder, check it for workability and create the necessary documentation.

In order to achieve this goal, an analysis of existing solutions and functional devices was performed, an element base was selected, a circuit board was designed. A three-dimensional model of the device was created and its construction was described. A set of design documentation is developed.

Key words: microcontroller, range finder, sensor, ultrasound.

ЦВЄТКОВ В.І. РК-51, 2019

Пояснювальна записка

до дипломного проекту

на тему: «Ультразвуковий дальномір»

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

Київ – 2019 року

ЗМІСТ

Вступ 4

1 Огляд існуючих рішень. Розробка та аналіз технічного завдання 5

1.1 Огляд існуючих рішень 5

1.2 Аналіз технічного завдання 13

1.3 Аналіз завдання з точки зору конструктора 14

1.3.1 Призначення та об’єкт встановлення 14

1.3.2 Умови експлуатації 14

2 Обґрунтувння та вибір схемотехнічного рішення, елементної бази 15

2.1 Огляд та аналіз схемотехнічних рішень 15

2.2 Вибір та обґрунтування елементної бази 17

2.2.1 Вибір резисторів 17

2.2.2 Вибір конденсаторів 18

2.2.3 Вибір кварцового резонатора 19

2.2.4 Вибір міжплатного з’єднувача 19

2.2.5 Обґрунтування вибору перемикача 20

3 Проектування електронного модуля 22

3.1 Аналіз з точки зору технолога 22

3.1.1 Обґрунтування методу виготовлення друкованої плати 22

3.1.2 Обґрунтування вибору матеріалу плати 22

3.1.3 Обґрунтування вибору припою 22

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

					РК51.401161.001 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Цвєтков В.І.			Ультразвуковий дальномір	Літ.	Лист 1 / Листів
Перевірив							
Н. Контр.						РК-51 РТФ	
Затвердив		Зінгер Я.Л.					

3.1.4 Обґрунтування вибору класу точності плати та щільності виробництва 22
3.2 Розрахунок елементів друкованого монтажу 22
3.3 Розробка схеми електричної принципової 24
3.4 Робота в редакторі Altium PCB 25
3.4.1 Визначення габаритів друкованої плати, параметрів друкованого монтажу 25
3.4.2 Розрахунок параметрів друкованих провідників 25
3.4.3 Трасування провідників 27
4 Проектування приладу та аналіз його працездатності 29
4.1 Проектування приладу 29
4.2 Розрахунки що підтверджують працездатність 30
5 Охорона праці 33
5.1 Визначення основних потенційно шкідливих та небезпечних виробничих факторів 33
5.2 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки і гігієни праці та виробничої санітарії 34
5.2.1 Розрахунок концентрації аерозолю свинцю в повітрі робочої зони. 34
5.2.2 Розрахунки вентиляції на робочих місцях монтажників радіоелектронної апаратури 36
5.2.3 Електробезпека 39
5.2.4 Відповідність характеристик виробничого приміщення існуючим санітарним нормам 40
5.2.5 Відповідність рівня освітленості робочих місць санітарним нормам 41

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

5.2.6 Відповідність параметрів мікроклімату робочої зони санітарним нормам 42

5.3 Пожежна безпека та профілактика 44

Висновки 47

Перелік джерел посилань 48

Додаток А. Технічне завдання 51

Додаток Б. Перелік елементів 56

Додаток В. Специфікація на електронний модуль 58

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

ВСТУП

В наш час швидкого розвитку технологій людство намагається полегшити собі життя у багатьох сферах праці. Наразі велика кількість техніки яка раніше керувалась за допомогою тумблерів, дротяних пультів та інших елементів стає «розумною» за рахунок встановлення мікроконтролерів та бездротових передавачів, наприклад пульт від телевізора, кондиціонера, проектора і т. д. Те саме сталося і з рулетками. Вони були замінені на більш сучасні дальноміри які є більш зручними у користуванні та є кращими за іншими параметрами.

Метою даного дипломного проекту є розробка ультразвукового дальноміра. Даний прилад використовується для вимірювання відстані до об’єкта.

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ. РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

1.1 Огляд існуючих рішень

На даний момент на ринку популярні такі типи дальномірів:

— звукові;

— світлові;

— лазерні.

В даному розділі світловий тип дальномірів розглядатися не буде через їх високу вартість та велику точність яка зазвичай не потрібна простому споживачу. Так як виробників ультразвукових дальномірів дуже мало, для порівняння додатково буде розглянуто лазерні дальноміри.

На сьогодні існує небагато виробників дальномірів. Далі розглянуто їх характеристики.

Дальномір «LASER METR Q03», який зображено на рис. 1.1 [1].

Рисунок 1.1 — Дальномір «LASER METR Q03»

Цей прилад має такі властивості:

— лазерний;

— монітор LCD;

— підсвітка екрану;

— лазерний вказівник;

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

— мінімальна робоча відстань 0,5 м;

— максимальна робоча відстань 18,5 м;

— похибка 0,5%;

— максимальна робоча температура 43 °C;

— мінімальна робоча температура 0 °C;

— вартість 345 грн.

Проаналізуємо характеристики даного приладу. Використання LCD-екранів цілком логічно та ефективно, так як з ними зручно працювати як на програмному рівні, так і в побуті. Підсвітка такого екрану дає можливість працювати з пристроєм у місцях з поганим освітленням. Лазерний вказівник дозволяє більш точно направляти пристрій на об’єкт, до якого потрібно виміряти відстань. Доволі широкий діапазон відстаней.

Дальномір «Powerfix Profi HG01701A», який зображено на рис. 1.2 [2].

Рисунок 1.2 — Дальномір Powerfix Profi HG01701A

Цей прилад має такі властивості:

— ультразвуковий;

— монітор LCD;

— лазерний вказівник;

— мінімальна робоча відстань 0,6 м;

— максимальна робоча відстань 16 м;

— похибка 1%;

Цветков В.І. РК-51, 2019

— максимальна робоча температура 43 °С;

— мінімальна робоча температура 0 °С;

— живлення 9 В;

— розміри 151 х 77 х 30 мм;

— вартість 987 грн.

Проаналізуємо характеристики даного приладу. Як зазначалося вище, використання LCD–екранів цілком логічно та ефективно, так як з ними зручно працювати як на програмному рівні, так і в побуті. Лазерний вказівник дозволяє більш точно направляти пристрій на об’єкт, до якого потрібно виміряти відстань. Доволі широкий діапазон відстаней.

Мінусом даного приладу є відсутність підсвітки, порівняно висока похибка вимірювання, розміри, живлення 9 В та вартість.

Дальномір «Kronos CP-3007», який зображено на рис. 1.3 [3].

Рисунок 1.3 — Дальномір Kronos CP-3007

Цей прилад має такі властивості:

— ультразвуковий;

— монітор LCD;

— підсвітка екрану;

— лазерний вказівник;

— мінімальна робоча відстань 0,55 м;

ЦВєТКОВ В.І. РК-51, 2019

— максимальна робоча відстань 18,2 м;

— похибка 0,5%;

— максимальна робоча температура 43 °С;

— мінімальна робоча температура 0 °С;

— живлення 9 В;

— розміри 157 х 72 х 48 мм;

— вартість 653 грн.

Переваги:

— LCD–екран;

— підсвітка екрану;

— лазерний вказівник;

— широкий діапазон робочих температур.

Недоліки:

— розміри;

— вартість;

— мінімальна робоча відстань.

Дальномір «Stanley (0-77-018)», який зображено на рис. 1.4 [4].

Рисунок 1.4 — Дальномір Stanley (0-77-018)

Цей прилад має такі властивості:

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

— ультразвуковий;

— монітор LCD;

— максимальна робоча відстань 15 м;

— похибка 0,5%;

— обчислення площі;

— обчислення об’єму;

— живлення 9 В;

— розміри 140 х 65 х 35 мм;

— вартість 1080 грн.

Переваги:

— монітор LCD;

— обчислення площі;

— обчислення об’єму;

— максимальна робоча відстань.

Недоліки:

— вартість.

Дальномір «VDM-40 Vorhut 34-214», який зображено на рис. 1.5 [5].

Рисунок 1.5 — Дальномір VDM-40 Vorhut 34-214

Цей прилад має такі властивості:

— лазерний;

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

— монітор LCD;

— підсвітка екрану;

— мінімальна робоча відстань 0,3 м;

— максимальна робоча відстань 40 м;

— похибка ±2 мм;

— обчислення площі;

— обчислення об’єму;

— додавання і віднімання розмірів;

— живлення 9 В;

— вартість 1200 грн.

Переваги:

— монітор LCD;

— підсвітка екрану;

— мінімальна та максимальна робоча відстань;

— додаткові функції.

Недоліки:

— вартість.

Дальномір «Telemetre Mini Range Finder», який зображено на рис. 1.6 [6].

Рисунок 1.6 — Дальномір Telemetre Mini Range Finder

Цей прилад має такі властивості:

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

— ультразвуковий;

— монітор LCD;

— лазерний вказівник;

— мінімальна робоча відстань 18 м;

— максимальна робоча відстань 40 м;

— мінімальна робоча температура 0°С;

— максимальна робоча температура 50°С;

— похибка ±0,5%;

— живлення 9 В;

— розміри 150 х 52 х 34 мм;

— вартість 853 грн.

Переваги:

— монітор LCD;

— лазерний вказівник;

— максимальна робоча температура;

— похибка;

— розміри.

Недоліки:

— вартість;

— невеликий екран.

Дальномір «STANLEY 1-77-922», який зображено на рис. 1.7 [7].

Рисунок 1.7 — Дальномір STANLEY 1-77-922

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

Цей прилад має такі властивості:

— лазерний;
— монітор LCD;
— мінімальна робоча відстань 0.05 м;
— максимальна робоча відстань 100 м;
— мінімальна робоча температура -10°C;
— максимальна робоча температура 50°C;
— обчислення площі;
— обчислення об’єму;
— зберігання значень у пам’яті;
— похибка ±1,5 мм;
— вартість 7999 грн.

Переваги:

— монітор LCD;
— мінімальна робоча відстань;
— максимальна робоча відстань;
— мінімальна робоча температура;
— додаткові функції.

Недоліки:

— вартість.

Таблиця 1.1 — Порівняння загальних властивостей

	LASER METR Q03	Powerfix Profi HG01701A	Kronos CP-3007	Stanley (0-77-018)	VDM-40 Vorhut 34-214	Telemetre Mini Range Finder	STANLEY 1-77-922
1	2	3	4	5	6	7	8
Тип	Лазерний	Ультразвуковий	Ультразвуковий	Ультразвуковий	Лазерний	Ультразвуковий	Лазерний
Монітор	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD

Цветков В.І. РК-51, 2019

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Лазерний вказівник	Так	Так	Так	Ні	Ні	Так	Ні
Похибка	0,5%	1%	0,5%	0,5%	±2 мм	0,5%	±1,5 мм
Діапазон відстаней	0,5–18,5 м	0,6–16 м	0,55–18,2 м	До 15 м	0,3–40 м	18–40 м	0,05–100 м
Вартість	345 грн	987 грн	653 грн	1080 грн	1200 грн	853 грн	7999 грн

З переваг та недоліків вище зазначених приладів можна зробити висновки: всі прилади мають багато переваг таких як LCD–екран, діапазон робочих відстаней робочі відстані, температури роботи, додаткові функції але всі прилади мають декілька недоліків. Деякі з приладів мають досить великі габарити. Але найголовніший недолік це вартість. Прилади зі схожими характеристиками мають дуже велику різницю в ціні, що є погано.

1.2 **Аналіз технічного завдання**

Згідно з технічним завданням потрібно розробити «Ультразвуковий дальномір». Даний прилад призначений для вимірювання відстані до об’єкта. Буде використовуватися у приміщеннях як переносний пристрій.

Пристрій повинен бути малопотужний зі стандартним живленням 5 В, мати похибку вимірювання ± 3%, ультразвукові сенсори для передачі та приймання ультразвукових хвиль, екран для відображення необхідної інформації та мати можливість увімкнення та вимкнення приладу.

Кліматичні вимоги У1 згідно ГОСТ 15150-69. Захист від механічних впливів Р6 згідно ГОСТ 16019-2001. Особливі вимоги не передбачаються.

Забезпечити безвідмовну роботу не менше ніж 15000 годин шляхом використання матеріалів та елементів достатньої якості.

Використати готовий корпус Kradex Z19 що відповідає заданим габаритним розмірам, заданій масі та є зручним при триманні у руці. В корпусі необхідно забезпечити отвори для виводу екрану та кнопки на зовні. Такий корпус зручно

Цветков В.І. РК-51. 2019

розбирати при потребі ремонту. Готовий пристрій запакувати в бульбашко-повітряну плівку і помістити в картонну коробку.

1.3 **Аналіз завдання з точки зору конструктора**

1.3.1 Призначення та об’єкт встановлення

Даний прилад призначений для вимірювання відстані до об’єкта. Використовується у приміщеннях як переносний пристрій.

1.3.2 Умови експлуатації

Кліматичне виконання за ГОСТ 15150-69 У — макрокліматичний район з помірним та холодним кліматом. Категорія розміщення 1 — для експлуатації на відкритому повітрі [8].

Умови експлуатації згідно ГОСТ 16019-2001, Р6. Переносна електроніка, що розміщується при експлуатації в одязі або під одягом оператора, опалюваних наземних і підземних спорудах [9].

В цьому розділі проаналізовано існуючі рішення пристроїв. Також проаналізовано завдання з точки зору конструктора та визначено умови експлуатації приладу.

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

2 ОБҐРУНТУВННЯ ТА ВИБІР СХЕМОТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ, ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ

2.1 Огляд та аналіз схемотехнічних рішень

На даний момент на ринку існує багато різноманітних ультразвукових датчиків. Наприклад схема на основі датчика US-100 зображена на рис. 2.1 [10].

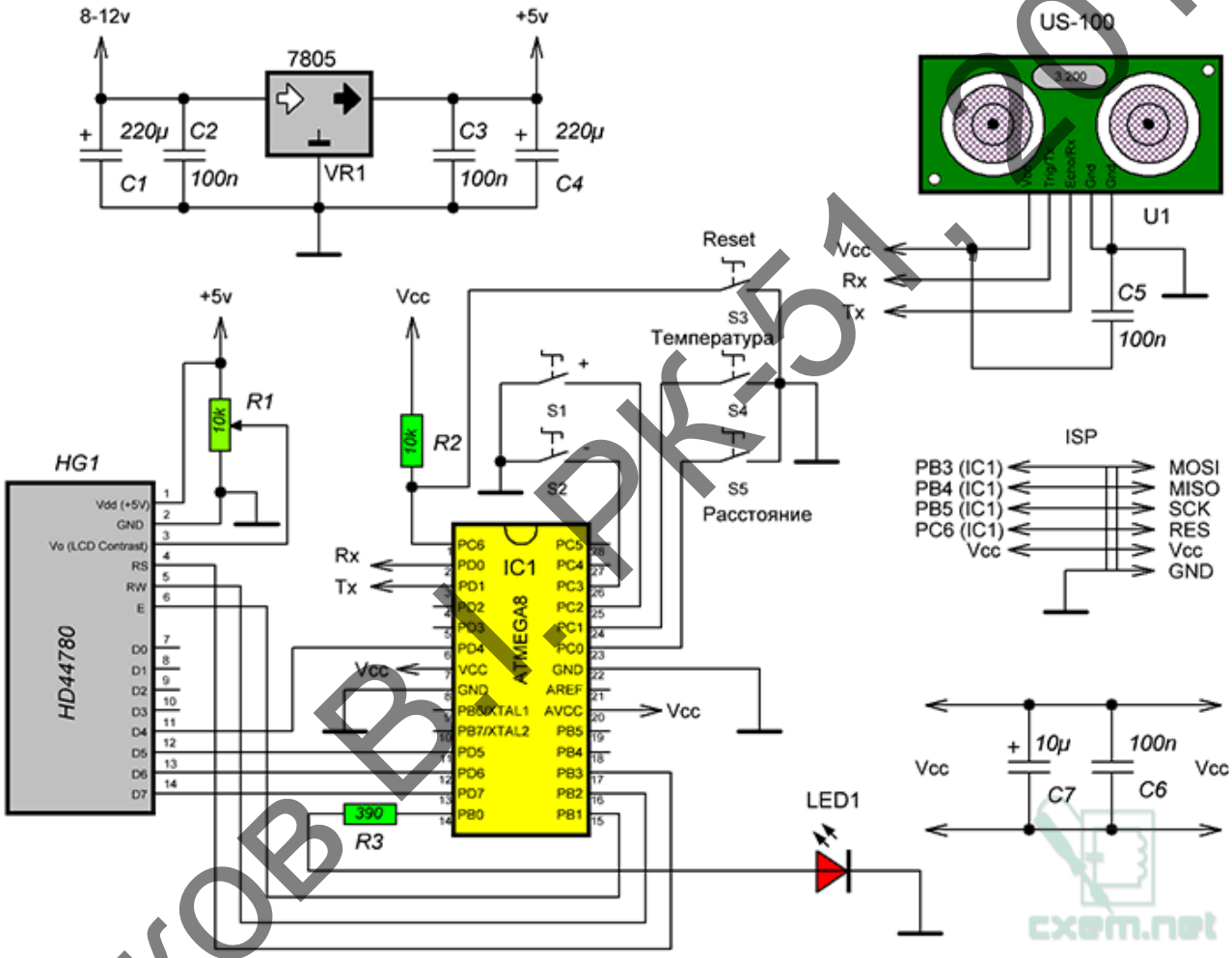

Рисунок 2.1 — Схема на основі датчика US-100

При використанні мікроконтролера Atmega8 та додаткової обв’язки суттєво збільшиться вартість готового пристрою.

Схема без мікроконтролера на основі датчика HC-SR04 зображена на рис. 2.2 [11].

Цветков В.І. РК-51, 2019

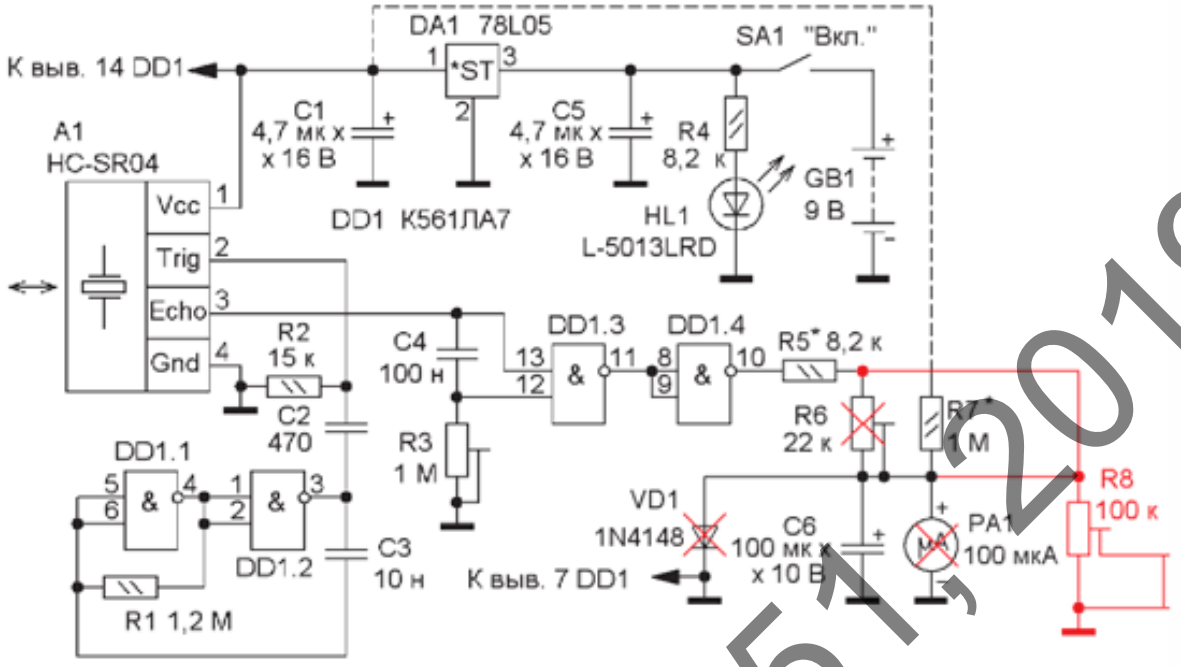

Рисунок 2.2 — Схема на основі датчика HC-SR04

Схема на рис. 2.2 виконана без мікроконтролера, тому в пристрої на базі цієї схеми буде достатньо мала точність вимірювання.

Схема з мікроконтролером на основі датчика HC-SR04 зображена на рис. 2.3 [12].

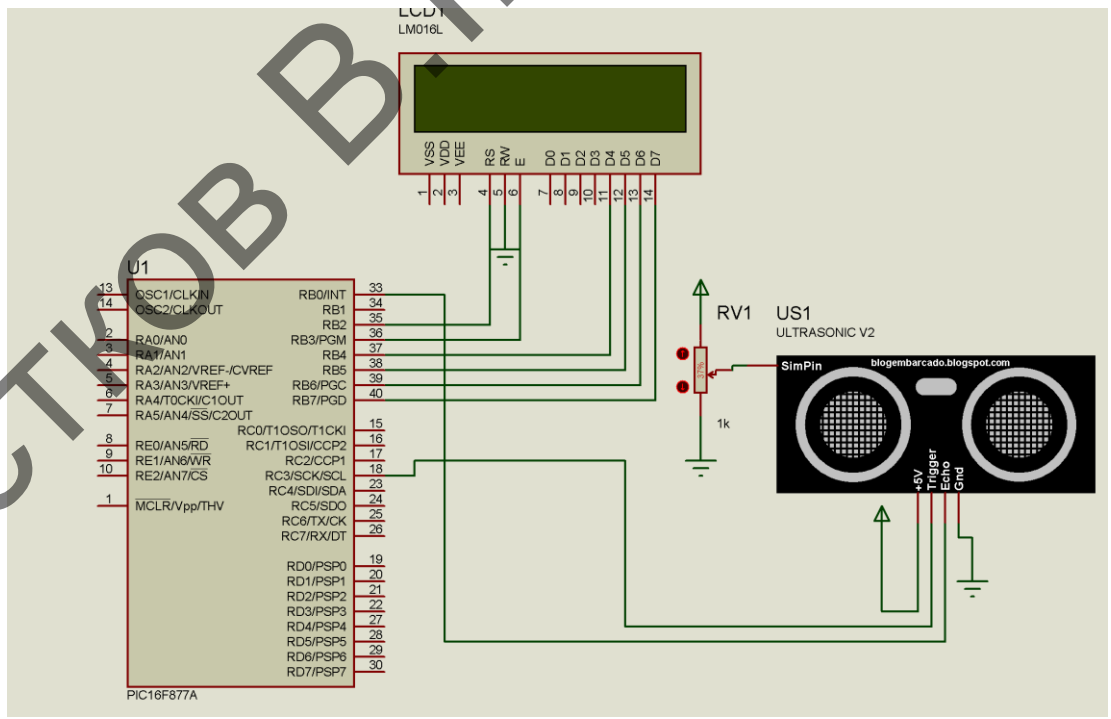

Рисунок 2.3 — Схема на основі датчика HC-SR04

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

Схема на рис. 2.3 виконана на основі мікроконтролера, екрану та сенсора. Вся основна обв’язка виконана на схемі сенсора тому це значно зменшує вартість приладу. Сам датчик HC-SR04 зображений на рис. 2.4.

Рисунок 2.4 — Датчик HC-SR04

У використанні схеми без мікроконтролера немає сенсу через те, що наявність мікроконтролера збільшує можливості та керованість схеми.

Всі вище зазначені схеми мають один головний недолік — використання датчика як окремого модуля зменшує загальну міцність приладу.

2.2 **Вибір та обґрунтування елементної бази**

2.2.1 Вибір резисторів

Виробником резисторів для даного приладу обрано компанію Panasonic, через те, що ця компанія має всі необхідні для цього приладу резистори [13]. Основними параметрами при виборі резисторів є потужність, електричний опір та розміри. Вирішено обрати резистори типорозміру 1206.

Цветков В.І. РК-51, 2019

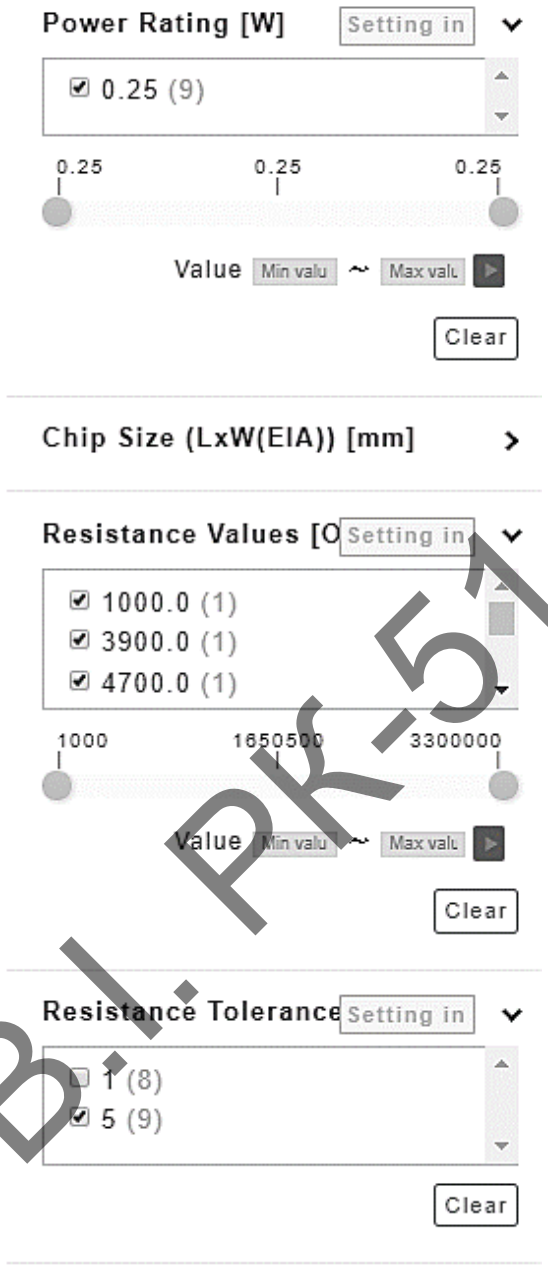

Рисунок 2.5 — Вибір резисторів

2.2.2 Вибір конденсаторів

Виробником конденсаторів для даного приладу обрано компанії Würth Elektronik (WE) та KEMET [14]. Компанія WE має майже всі необхідні номінали конденсаторів за виключенням конденсатора номіналом 1,2 мкФ, його довелося запозичити у виробника KEMET. Основними параметрами конденсаторів є ємність, типорозмір та номінальна напруга. Вирішено обрати конденсатори типорозміру 1206.

Цветков В.І. РК-51, 2019

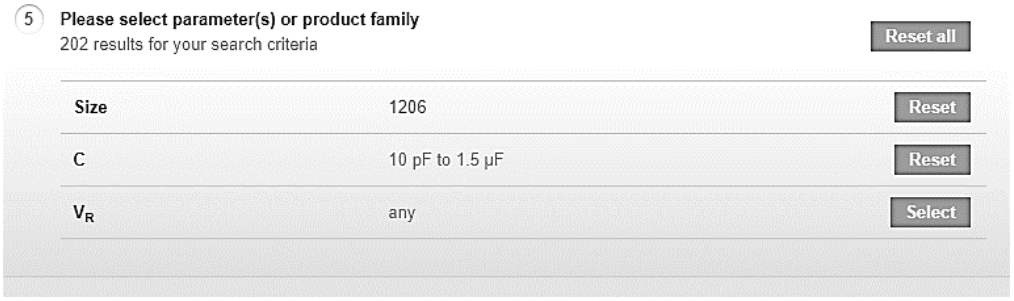

Рисунок 2.6 — Вибір конденсаторів WE

2.2.3 Вибір кварцового резонатора

Основним параметром кварцового резонатора є його частота. Обрано модель 695-HC49US-27-U з частотою 27 МГц [15].

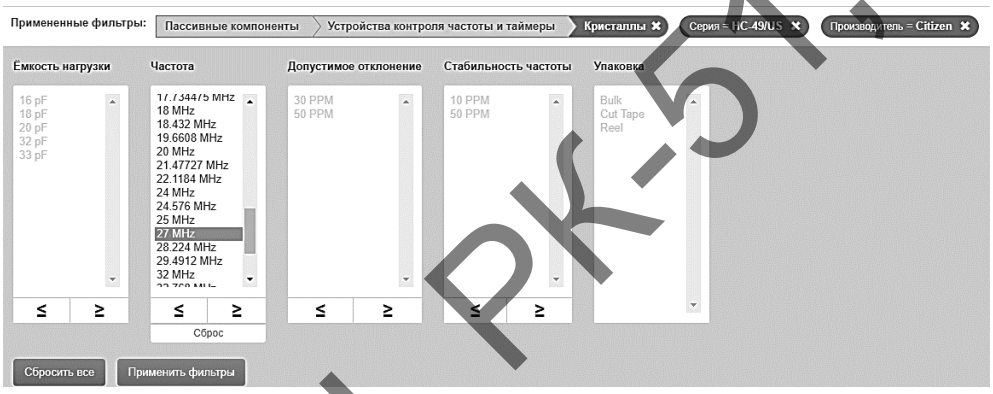

Рисунок 2.7 — Вибір кварцового резонатора

2.2.4 Вибір міжплатного з'єднувача

В даному приладі міжплатний з'єднувач необхідний для з'єднання основної плати з екраном що має 14 контактів.

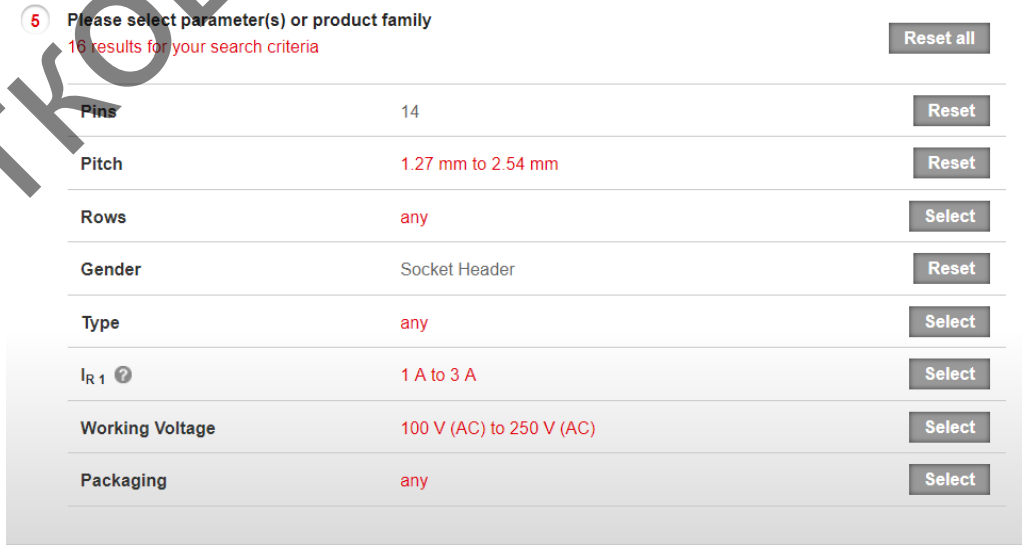

Рисунок 2.8 — Вибір міжплатного з'єднувача

Цветков В.І. РК-51. 2019

Обрано міжплатний з’єднувач 61301411821-WE 2,54 mm Socket Header, зображено на рис. 2.9 [16].

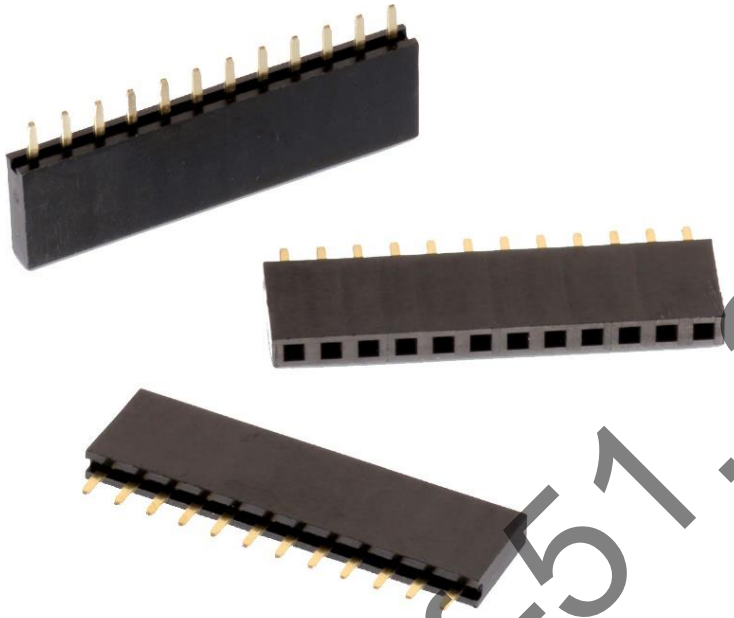

Рисунок 2.9 — Міжплатний з’єднувач

2.2.5 Обґрунтування вибору перемикача

Перемикач обирається виходячи з розмірів корпусу та легкості використання. Обрано перемикач KLS7-013, що зображено на рис. 2.10 [17].

Рисунок 2.10 — Перемикач KLS7-013

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

Проаналізовано існуючі схемотехнічні рішення. Обрано та обґрунтовано елементну базу, а саме: резистори, конденсатори, кварцовий резонатор, міжплатний з’єднувач та перемикач.

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

3 ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО МОДУЛЯ

3.1 **Аналіз з точки зору технолога**

3.1.1 Обґрунтування методу виготовлення друкованої плати

Так як схема, має велику кількість елементів поверхневого монтажу і вивідні елементи, то дана плата матиме двосторонній монтаж та два шари металізації, тож її доцільно виготовляти комбінованим позитивним методом, тобто спочатку металізуються отвори, а потім витравляються провідники. Цей метод має такі переваги: можливість відтворення всіх типів друкованих елементів з високою роздільною здатністю; хороша надійність ізоляції; хороша міцність зчеплення металевих елементів плати з діелектричною основою [18].

3.1.2 Обґрунтування вибору матеріалу плати

Матеріалом плати обрано двосторонній фольгований склотекстоліт FR-4-35/35-1,6. Склотекстоліт має високу механічну міцність, термостійкість, низькі втрати, високий поверхневий опір.

3.1.3 Обґрунтування вибору припою

З міркувань оптимального співвідношення температури плавлення та міцності, доступності, низької ціни було обрано припій ПОС-61.

3.1.4 Обґрунтування вибору класу точності плати та щільності виробництва

Так як плата зі штирьовими і планарними виводами з високим насиченням поверхні ДП елементами, то клас точності — 3.

3.2 **Розрахунок елементів друкованого монтажу**

Для створення бібліотеки елементів необхідно чітко визначитися з корпусами елементної бази, прорахувати розміри монтажних отворів та розміри контактних майданчиків.

Розрахуємо розміри контактних майданчиків для елементів поверхневого монтажу за формулою:

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

$$D_k = D_v + 0{,}3\ ,$$

де D_k — розміри контактних майданчиків; D_v — розміри виводів.

Отримані значення наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 — Розміри для елементів поверхневого монтажу

Назва елемента	D_v, мм	D_k, мм
EM78P153S	0,51x1,27	0,81x1,57
MAX232A	0,35x1,225	0,65x1,525
LM324	0,51x1,27	0,81x1,57
Резистор 1206	0,4x1,6	0,7x1,9
Конденсатор 1206	0,4x1,6	0,7x1,9
Транзистор BC857	0,45x0,48	0,6x0,7
Транзистор BC847	0,45x0,48	0,6x0,7

Розрахуємо діаметри отворів для вивідних елементів за формулою:

$$D_o = D_v + 0{,}2\ ,$$

де D_o — розміри отворів для вивідних елементів.

Розрахуємо розміри контактних майданчиків для вивідних елементів за формулою:

$$D_k = D_o + \frac{2}{3}D_o,$$

Отримані значення наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 — Розміри для вивідних елементів

Назва елемента	D_v, мм	D_o, мм	D_k, мм
Динамік	1,05	1,3	2,2
Кварцовий резонатор HC-49S	0,45	0,7	1,2
PIC16F877A	0,67	0,9	1,5

ЦВЄТКОВ В.І. РК-51, 2019

3.3 **Розробка схеми електричної принципової**

Створивши символи в бібліотеці *SCH Library* за допомогою середовища Altium designer наступним кроком проектування є розробка електричної принципової схеми (рис. 3.1). Принципові електричні схеми призначені для повного відображення взаємозв'язків пристроїв з урахуванням принципів їх дії і послідовності роботи. На електричних схемах показують лише ті елементи, які пояснюють електричні процеси. На схемі деталі розміщують так, як це зручно для їх зображення. Слід лише зберігати і враховувати послідовність проходження струму. Умовні позначення лише визначають вид елемента і не відображають їх розміри. Всі елементи мають позиційне позначення. Воно складається з літер та цифр. Літери вказують вид елемента. Цифра показує порядковий номер елемента. Порядкові номери однакових елементів записують зліва направо чи зверху вниз.

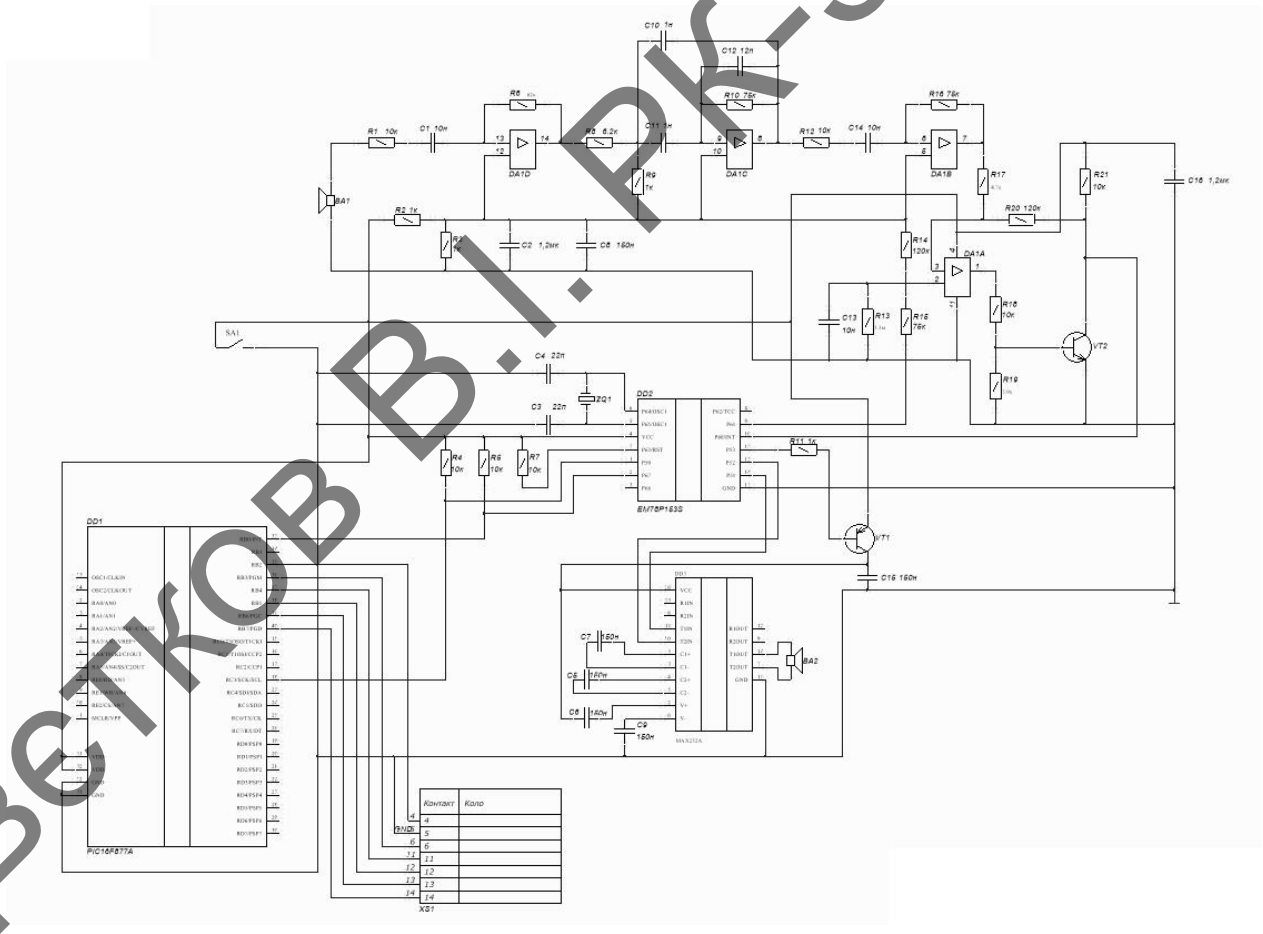

Рисунок 3.1 — Принципова схема ультразвукового дальноміра

Створена схема що зображена на рис. 3.1 входить в комплект конструкторської документації.

Цветков В.І. РК-51, 2019

3.4 **Робота в редакторі Altium PCB**

В даному редакторі створюємо попередній вигляд друкованої плати, розміщуємо елементи на платі, а також проводимо трасування.

3.4.1 Визначення габаритів друкованої плати, параметрів друкованого монтажу

Для визначення площі плати треба розрахувати мінімальну площу, що відповідає загальній площі всіх елементів кожної сторони. Тож розрахуємо площу всіх елементів.

Площа розраховується за формулою:

$$S = \sum WLkn,$$

де W — ширина елемента, L — довжина елемента, k — коефіцієнт що залежить від розміру елемента, n — кількість елементів.

Таблиця 3.3 — Мінімальна площа плати

Елемент	Розміри, мм		Площа одного, мм	Маса одного, г	Коефіцієнт	Кількість	Загальна площа елементів, мм
	W	L					
EM78P153S	8,75	6,2	54,25	1	2	1	108,5
MAX232A	10	6	60	0,5	2	1	120
LM324	8,75	6,2	54,25	1	2	1	108,5
Резистор 1206	1,6	3,2	5,12	0,2	1	21	107,5
Конденсатор 1206	1,6	3,2	5,12	0,2	1	16	81,9
Динамік	16,5	16,5	272,25	8,3	3	2	1633,5
Кварцовий резонатор HC-49S	11	4,65	51,15	0,8	2	1	102,3
Транзистор BC857	3	2,5	7,5	0,5	1	1	7,5
Транзистор BC847	3	2,5	7,5	0,5	1	1	7,5
Роз'єм	36	2,5	90	2	2	1	180
PIC16F877A	52,5	16	840	2	3	1	2520
					Мінімальна площа плати:		4977,24

З табл. 3.3 отримаємо, що мінімальна необхідна площа плати — 4977 мм^2. Так як буде використано готовий корпус Kradex Z19 з розмірами 129,2x94,3x25,4 мм [19], обрано оптимальну площу плати — 7560 мм^2.

3.4.2 Розрахунок параметрів друкованих провідників

Для розрахунку ширини друкованих провідників необхідно знати який максимальний струм та напруга проходять через силові та сигнальні ланцюги.

Цвєтков В. І. РК-51, 2019

Аналізуючи отримане завдання отримуємо, що за умови живлення від 5 В розрахунок потрібно проводити лише для силових провідників. Максимальний струм в силових провідниках дорівнює 0,3 А. Проведемо розрахунки мінімальної ширини друкованих провідників у вузькому та широкому місці за допомогою формули:

$$t_1 = t_{\min D_S} + \left|\Delta t_{но_S}\right| ,$$

де $t_{\min D_S}$ — мінімальне значення ширини друкованого провідника що обирається згідно з класом точності, 0,25 мм; $\Delta t_{но_S}$ — допуск на ширину провідника, -0,05 мм.

Мінімальне значення ширини друкованого провідника t_1 у вузькому місці, мм: 0,3 мм. Мінімальне значення ширини друкованого провідника t_1 у широкому місці, мм: 0,55 мм. Мінімально допустиму ширину провідника t_2 з урахуванням допустимого падіння напруги на ньому (3%) розрахуємо за формулою:

$$t_2 = \frac{l_p \operatorname{Im} ax_p \rho}{h_p U_{жив} 0{,}03} = 0{,}087 \text{ мм},$$

де l_p — довжина провідника, 87 мкм; $Imax_p$ — максимальний струм(обрано найбільше значення струму з усіх елементів плати), 0,3 А; ρ — питомий опір провідників, $0{,}0175 \frac{Ом \cdot мм^2}{м}$; h_p — товщина фольги, 35 мкм; $U_{жив}$ — прикладена напруга живлення, 5В. Мінімально допустиму ширину провідника t_3 з урахуванням допустимого рівня струму на ньому розрахуємо за формулою:

$$t_3 = \frac{Imax_p}{h_p j_p} = 0{,}429 \text{ мм},$$

де j_p – допустима щільність струму в провіднику, $20 \frac{A}{мм^2}$.

Розрахована ширина для силового провідника: 0,55 мм.

Найменшу номінальну відстань S_{min} між елементами провідникового рисунку (між двома провідниками) розрахуємо за формулою:

$$S_{min} = S_m + \Delta t во = 0{,}35 \text{ мм},$$

ЦВЄТКОВ В.І. РК-51, 2019

де S_m — мінімально допустима відстань між сусідніми друкованими об'єктами, 0,25 мм; Δtво — допуск на ширину провідника, 0,1 мм;

3.4.3 Трасування провідників

В редакторі PCB проведемо трасування, тобто створимо доріжки та полігони. Заливка землі (ланцюг GND) виконана полігоном з обох сторін плати. Результати трасування у верхньому шарі наведено на рис. 3.2, у нижньому шарі — рис. 3.3.

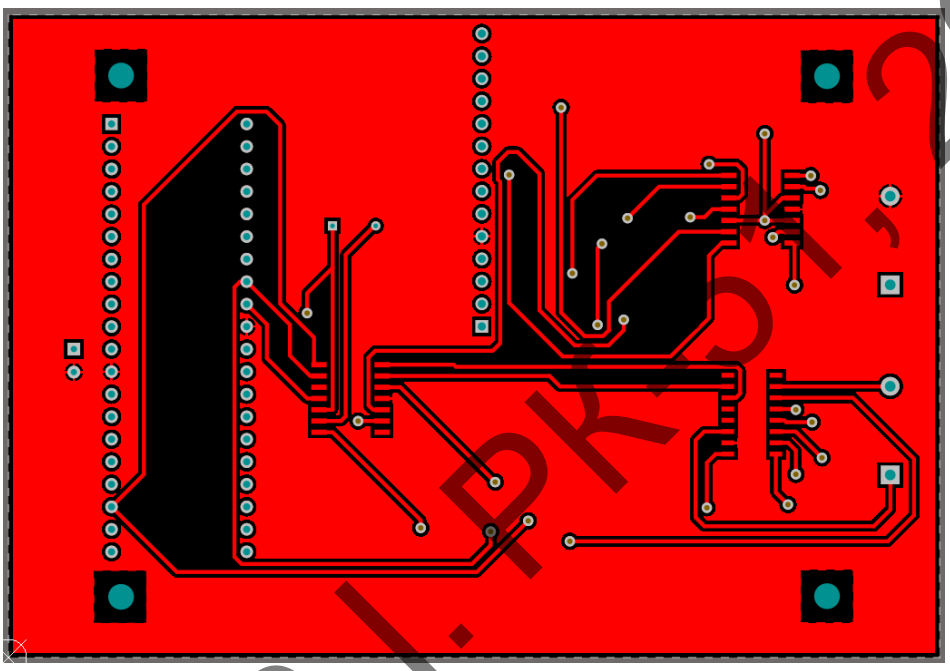

Рисунок 3.2 — Трасування у верхньому шарі

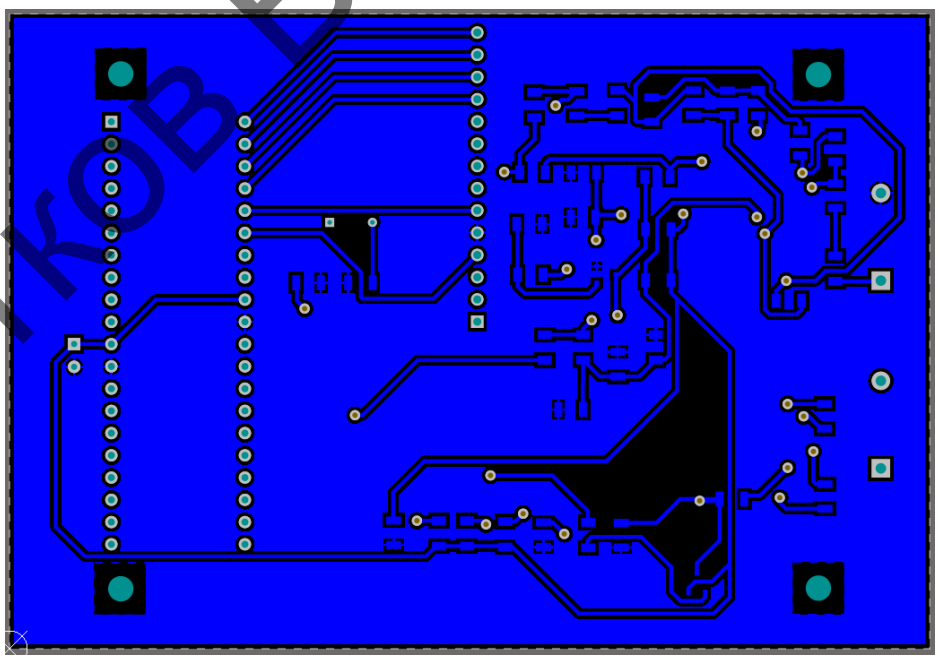

Рисунок 3.3 — Трасування у нижньому шарі

Цвєтков В.І. РК51, 2019

Проаналізовано завдання з точки зору технолога та визначено: функціонал приладу, метод виготовлення друкованої плати, матеріал та клас точності.

Проведено розрахунки розмірів контактних майданчиків, виводів та створено бібліотеку елементів. Розроблено схему електричну принципову. Визначено площу плати, розміри друкованих провідників та проведено їх трасування.

Виконано перевірку на помилки правил трасування. Всі помилки виправленні, тому можна переходити до проектування корпусу приладу.

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

4 ПРОЕКТУВАННЯ ПРИЛАДУ ТА АНАЛІЗ ЙОГО ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

4.1 Проектування приладу

Згідно з технічним завданням використовується корпус Kradex Z19, що зображений на рис. 4.1.

Рисунок 4.1 — Вигляд корпусу

Для встановлення екрану, сенсорів та перемикача необхідно спочатку створити отвори для них.

Плата кріпиться до корпусу за допомогою гвинтів стандарту М2.

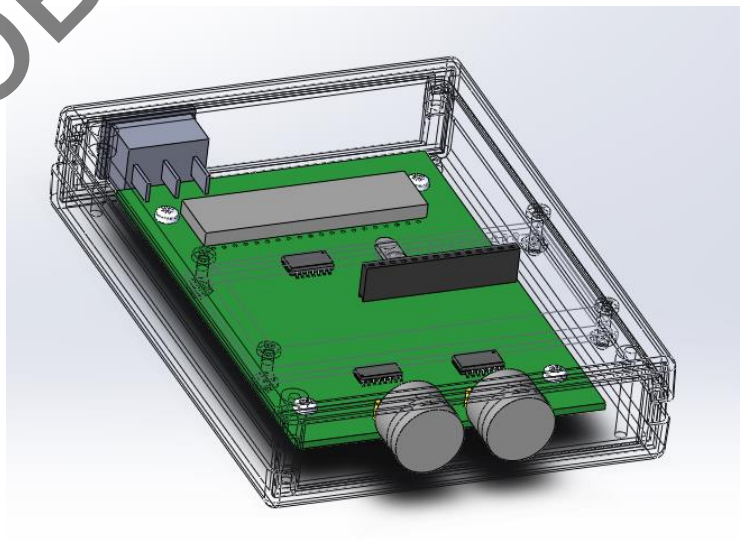

Рисунок 4.2 — Вигляд плати в програмі SOLIDWORKS

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

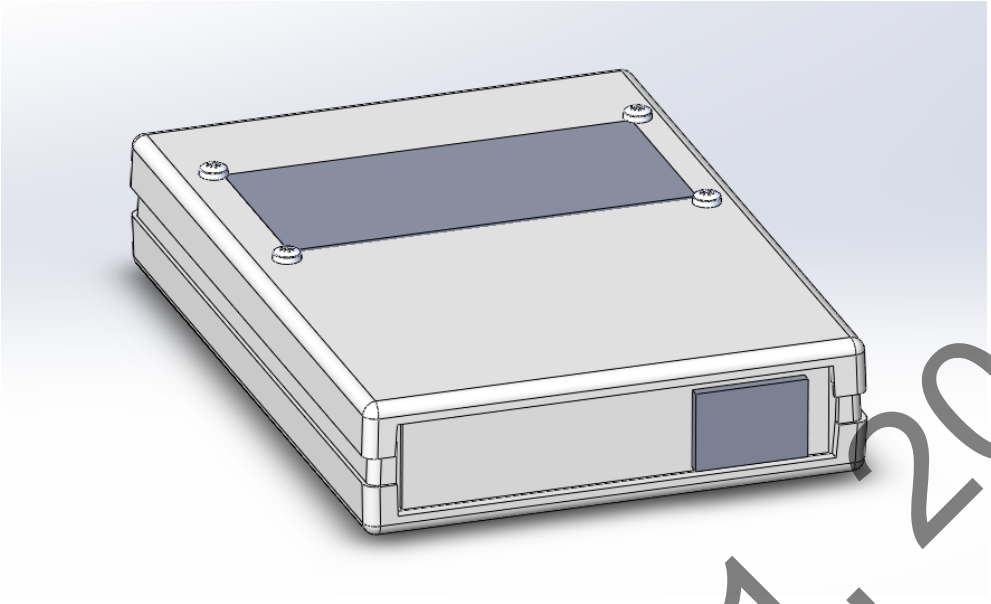

Рисунок 4.3 — Тильна сторона корпусу

З тильної сторони корпусу встановлюється перемикач, що зображено на рис. 4.3.

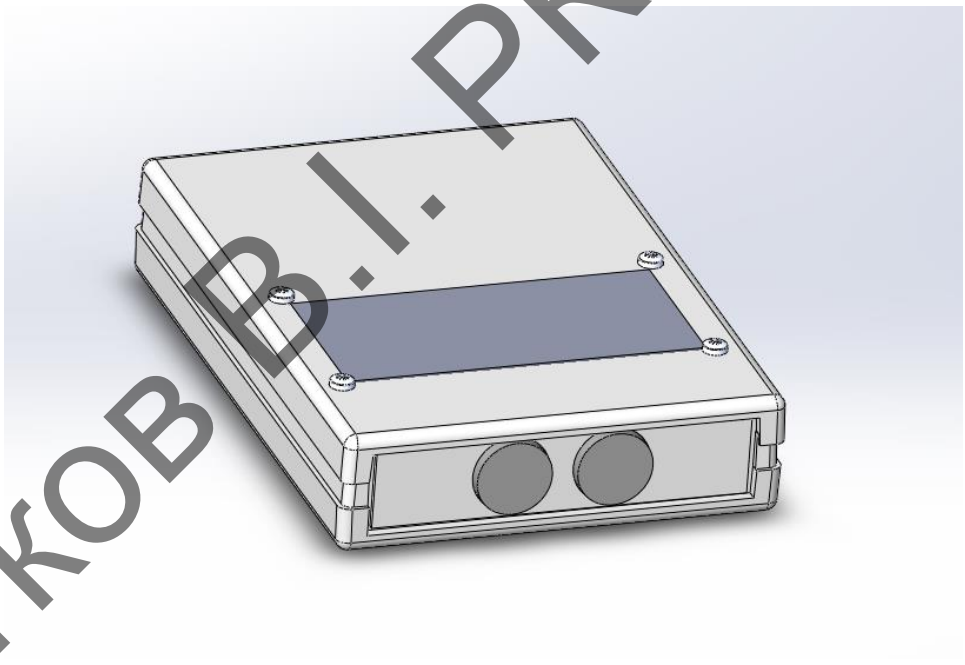

Рисунок 4.4 — Загальний вигляд корпусу

Екран кріпиться до корпусу за допомогою гвинтів та гайок стандарту М2.

4.2 **Розрахунки що підтверджують працездатність**

Проведемо розрахунок вібромiцності плати.

Вхідні дані:

— довжина плати a = 0,105 м;

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

— ширина плати b = 0,072 м;

— товщина плати $h = 1{,}6 \cdot 10^{-3}$ м.

Матеріалом друкованої плати обрано фольгований двосторонній склотекстоліт FR4 з такими параметрами:

— щільність $\rho = 2{,}05 \cdot 10^3$ кг/м^3;

— модуль пружності $E = 3{,}02 \cdot 10^{10}$ Н/м^2;

— коефіцієнт Пуассона $\xi = 0{,}22$.

Маса елементів що встановлені на платі M = 0,032 кг.

Розрахуємо приведену масу друкованої плати за формулою:

$$m_n = \rho h$$

Маса друкованої плати дорівнює 3,2 кг/м^2. Розрахуємо приведену масу плати з деталями:

$$m = m_n + m_e$$

Маса плати з деталями дорівнює 3,4 кг/м^2. Розрахуємо циліндричну жорсткість за формулою:

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\xi^2)}$$

Циліндрична жорсткість дорівнює 10,83 Нм. Розрахуємо значення функції $\varphi(\beta)$ для кріплення плати в чотирьох точках:

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

де $\beta = a/b = 1.4$ — коефіцієнт, що залежить від співвідношення довжини та ширини плати. Значення фукнції $\varphi(\beta)$=11,6. Розрахуємо значення резонансної частоти плати:

$$f_0 = \frac{\varphi(\beta)}{2\pi a^2}\sqrt{\frac{D}{m}} \approx 300 \text{ Гц}$$

ЦВСТКОВ В. І. РК-51, 2019

Так як резонансна частота плати $f_0 \approx 300$ Гц, що 5 разів перевищує максимальну частоту вібраційних впливів (f = 60 Гц), то обраний варіант кріплення плати влаштовує вимоги віброміцності.

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Згідно із законом України «Про охорону 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 у процесі трудової діяльності. Цей Закон визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні [20].

В даному розділі розглянуті питання з охорони праці при розробці ультразвукового дальноміра. Визначено основні потенційно шкідливі та небезпечні фактори, що можуть трапитися під час розробки та виготовлення даного приладу. Запропоновано відповідні технічні рішення та організаційні заходи з безпеки, гігієни праці та виробничої санітарії, а також визначені основні заходи з пожежної безпеки та профілактики.

Питання які пов’язані з захистом користувачів спроектованого приладу від негативного впливу ультразвукового випромінювання в цьому розділі не розглядалися. В технічній частині дипломного проекту були враховані всі вимоги відповідно до ДСН 3.3.6.037-99.

5.1 Визначення основних потенційно шкідливих та небезпечних виробничих факторів

Небезпечними та шкідливими факторами є:

— негативний вплив ультразвукових коливань;

— можливість ураження електричним струмом;

— низька освітленість робочої зони;

— невідповідність параметрів мікроклімату санітарним нормам та правилам;

— група психофізичних факторів: перевантаження фізичне та психологічне;

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

— можливість виникнення пожежі в робочих приміщеннях;

— підвищений рівень інфрачервоного (ІЧ) випромінювання;

— підвищений рівень шуму та вібрації на робочих місцях.

5.2 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки і гігієни праці та виробничої санітарії

5.2.1 Розрахунок концентрації аерозолю свинцю в повітрі робочої зони.

Процес монтажу друкованих плат супроводжується забрудненням повітря в приміщенні парами аерозолю окису свинцю, олова та іншими елементами які входять до складу припою, а також парами різноманітних рідин, які використовуються в процесі пайки в виді флюсу та для його змиву. Находячись в запиленій атмосфері, робітники попадають під дію пилу і парів, шкідливі речовини осідають на шкіряному покриву, попадають на слизисту оболонку очей, верхніх шляхів дихання, разом з слиною попадають в шлунок, вдихаються в легені. Ступінь дії аерозолів залежить від хімічного складу, який визначається хімічним складом припою.

Виходячи з об’ємів випуску, запланованого на першому етапі виробництва спроектованого виробу, процес пайки виконується вручну.

В процесі монтажу друкованих плат розробленого пристрою використовується припій ПОС–61 ГОСТ 21931–76 (61% олова, 39% свинець), флюс — розчин соснової каніфолі в етиловому спирті (50% соснової каніфолі, 50% етилового спирту), розчинник флюсу — спирт етиловий. Пайка виконується паяльником потужністю 25 Вт та напругою 36 В.

Біологічна дія, клас небезпечності і гранично допустима концентрація (ГДК) домішок, які знаходяться в повітрі робочої зони при проведені процесу пайки показано в табл. 5.1.

Цветков В.І. РК-51, 2019

Таблиця 5.1 — Характеристики елементів припою

Компоненти	Характер дії токсичності	Клас небезпеки	ГДК в повітрі робочої зони
Свинець	При отруєнні спостерігається ураження шлунково – кишкового тракту , полової системи , порушення вагітності .	1	0,01
Олово	Ураження бронхів та легень. При довгій дії можлива пневмонія .	3	10
Етиловий спирт	Має наркотичну та подразнюючу дію . При довгій дії викликає зміни в печінці , вражає серцево – судинну систему , шкіру при контакті .	4	1000
Каніфоль соснова	Має подразнюючу дію , при довгому контакті викликає дерматит .	–	–

Як видно з табл. 5.1 найбільш шкідливою речовиною є аерозоль свинцю. Небезпечність визначається саме токсичністю свинцю, а присутність олова лише знижує його токсичний ефект. Розрахуємо фактичну концентрацію в повітрі

Цветков В.І. РК-51, 2019

робочої зони аерозолю свинцю. Концентрацію в повітрі аерозолю свинцю $C_{св}$, мг/м^3, знаходимо за формулою:

$$C_{св} = \frac{0,6yntN}{v},$$

де: y = 0,02 мг / 100 пайок (потужність паяльника в діапазоні 20…40 Вт);

n — кількість паєк в хвилину, n = 11 (нормований час однієї пайки 4…6 с.); t — тривалість зміни, t = 8 год; N — кількість робочих місць , на яких ведеться пайка, N = 8шт; v — об'єм приміщення, v = 280 м^3; Концентрацію аерозолю свинцю дорівнює 0,03 мг/м^3.

5.2.2 Розрахунки вентиляції на робочих місцях монтажників радіоелектронної апаратури

Експлуатація ділянок пайки, не обладнаних місцевою витяжною вентиляцією — заборонено.

Місцева витяжна вентиляція є найбільш ефективним та економічним засобом, що забезпечує санітарно – гігієнічні параметри повітря в робочій зоні.

Місцеві відсоси на робочих місцях монтажників РЕА повинні обслуговуватись самостійною вентиляційною установкою. Розводка вентиляційної мережі та конструкція місцевих відсосів повинні забезпечувати регулярну очистку повітропроводів. Конструкцію місцевих відсосів та зону положення всмоктуючої частини повітроприймальника вибирають в залежності від габаритних розмірів та форми виробу. В зоні ручної пайки швидкість направленого потоку, за рахунок місцевих відсосів, повинна бути на 0,2 м/с вищою ніж швидкість повітря в зоні пайки, але не меншою ніж 0,5 м/с.

Електричні паяльники в робочому стані повинні знаходитись в зоні дії місцевої витяжної вентиляції або в укриті.

На місцях пайки необхідно подавати повітря розосередженню, в верхню зону приміщення через плафони, перфоровані або щелеві потоки, перфоровані

Цветков В.І. РК-51, 2019

повітропроводи, панелі або інші пристрої. Швидкість повітря в робочій зоні монтажника повинна бути не менше 0,3 м/с.

В приміщеннях, де розміщуються місця пайки, застосовується приточно – витяжна вентиляція. Приток повітря повинен становити 95% від всмоктуючого повітря. Інші 5 % приточного повітря надходять із суміжних, більш чистих приміщень.

В якості місцевих відсосів використовують шарнірно – телескопічні відсоси прямокутної та округлої форми з гострими краями, встановлюваними в вертикальній поверхні столу. Розводка вентиляційної системи місцевих відсосів в приміщені цеху показана на рис.5.1.

Кількість відсмоктаного повітря для прямокутних відсосів з гострими краями знаходиться за формулою:

$$L = (S + 7{,}7E^{0{,}63}X^{1{,}4})V_x$$

де: S — площа відсмоктуючого отвору, м^2; E — більша сторона прямокутного відсмоктуючого отвору, E = 0,14...0,28 м; X — відстань від площини відсмоктуючого отвору до розглядаємої зони пайки, знаходиться з оптимального співвідношення між меншою стороною всмоктуючої щілини B прямокутного всмоктуючого отвору та більшою його стороною E, при котрому кількість відсмоктаного повітря буде мінімальним, як правило, приймається X = 0,1 ... 0,3 м; V_x — швидкість повітря в робочому пройомі місцевого відсосу. Для ручної пайки V_x > 0,5 м/с.

Цвєтков В.І., РК-51, 2019

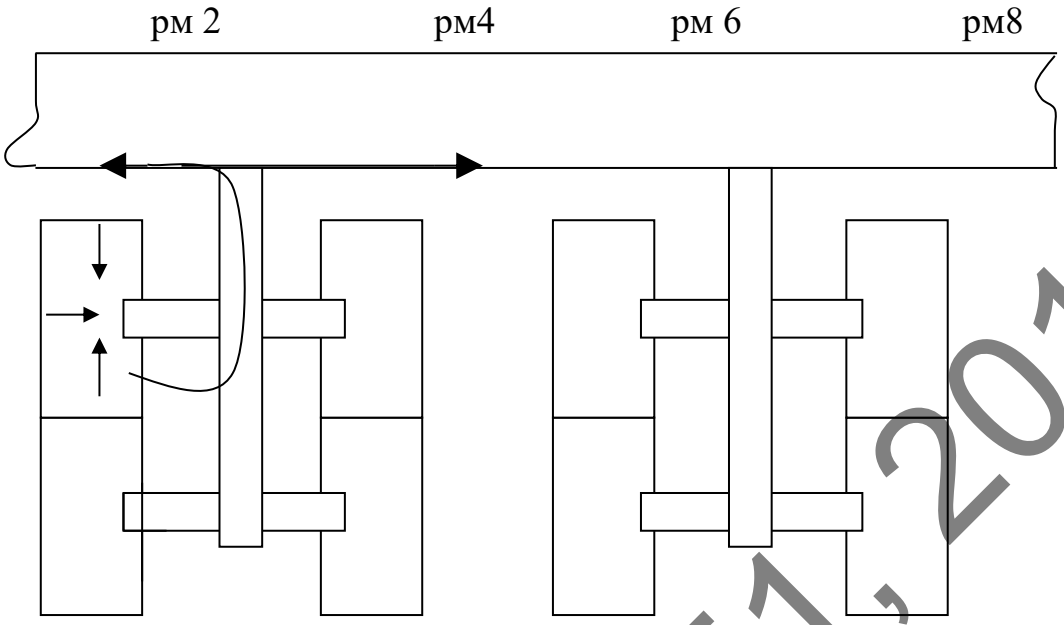

Рисунок 5.1 — Схема розміщення витяжної вентиляції

Горизонтальний розмір відсмоктуючого отвору необхідно обирати більшим, ніж більша сторона друкованої плати, обираємо E = 270 мм . Аналогічно треба обрати X — більше , ніж менша сторона друкованої плати, обираємо X = 180 мм. Знаходимо співвідношення B / E = 0,21. Відповідно B = 0,21 · 0,27 = 0,056 .

Площа всмоктуючого отвору знаходимо за формулою:

$$S = BE$$

Площа всмоктуючого отвору дорівнює 0,015 м^2.

Знайдемо кількість відсмоктуваного повітря для прямокутних відсосів з гострими краями:

$$L = 0{,}16\ м^3/с$$

Знайдемо $C_ф$ з урахуванням примусової місцевої вентиляції на робочих місцях:

$$C_ф = \frac{0{,}6yntN}{V + LtN},$$

де y = 0.02 мг/100 пайок; n = 5 — кількість пайок за хвилину; t = 8 год — час зміни; N = 2 — кількість робочих місць; V = 280 м^3 — об`єм приміщення; L = 0,16 —

Цветков В.І. РК-51, 2019

кількість відсмоктуваного повітря; $N = 6$ — кількість місцевих відсосів у робочому приміщенні;

Підставимо ці значення і отримаємо $C_ф = 0{,}00023$мг/м^3.

Результати свідчать про те, що концентрація аерозолю свинцю не перевищує гранично допустимої концентрації згідно з вимогами існуючих нормативних документів (ГОСТ12.1.005-88).

5.2.3 Електробезпека

Згідно правилам улаштування електроустановок (ПУЕ) науково-дослідницька лабораторія відноситься до приміщень без підвищеного ризику ураження електричним струмом. Електроустаткування належить до приладів до 1000 В. Устаткування, що використовується, відповідно до ДСТУ IEC 61140:2015 належить до устаткування I та II класів за електрозахистом. Запропонований виріб має III клас за електрозахистом (жив. 5 В).

У процесі експлуатації електронно-обчислювального обладнання людина може доторкнутися до частин електроустаткування, які перебувають під напругою. Оцінка небезпеки дотику до струмоведучих частин відноситься до визначення сили струму, що протікає через тіло людини і порівняння його із допустимим значенням відповідно до вимог стандартів. У загальному випадку допустима величина струму, що протікає через тіло людини, залежить від схеми підключення електроустаткування до електромережі, роду й величини напруги живлення, схеми включення.

При виконанні розрахунків для дипломного проекту використовувався блок живлення ПЕОМ, ВДТ ПЕОМ відповідно II і III класів за електрозахистом. Для правильного визначення необхідних засобів та заходів захисту від ураження електричним струмом необхідно знати допустимі значення напруг доторкання та струмів, що проходять через тіло людини.

Гранично допустимі значення напруги дотику для аварійного режиму роботи електроустановок регламентуються ПУЕ-2017 зображені на табл. 5.2.

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

Таблиця 5.2 — Гранично допустима напруга дотику

Тривалість дії, с	до 0,1	0,2	0,5	0,7	0,7	>1 с, до 5 с
Напруга дотику, В	500	400	200	130	100	65

Основними технічними засобами, що забезпечують безпеку робіт (згідно ПУЕ-2017) є: надійна ізоляція, захисне заземлення, занулення, захисне відключення, засоби індивідуального захисту. У системі трифазних мереж із глухо заземленою нейтраллю, яка використовується у науково-дослідницькій лабораторії, найкращими засобами захисту є: надійна ізоляція струмоведучих частин електроустаткування і занулення відповідно до ПУЕ (з'єднання елементів, що перебувають під напругою, із глухо заземленою нейтраллю).

5.2.4 Відповідність характеристик виробничого приміщення існуючим санітарним нормам

Дотримання санітарних норм дозволить створити сприятливі умови праці для працівників. Основні вимоги до таких приміщень викладені в діючих нормативних документах.

Висота виробничого приміщення повинна складати 4 м, довжина — 8 м, ширина — 6 м. Отже площа приміщення складає 48 м^2, об'єм складає 192 м^3. Загальна кількість працюючих складає 5 чоловік, тому на працюючого припадає площа 9,6 м^2 та об'єм 38,4 м^3. На одного працюючого в приміщенні повинно припадати площа не менше 4,5 м^2, об'єм не менше 15 м^3 , тому таке виробниче приміщення цілком відповідає вимогам.

В процесі розробки пристрою в лабораторії виконуються дослідницькі роботи, а також роботи з технічною документацією, макетами вимірювальних приладів, конструкторські роботи (розрахунок вимірювальних схем пристроїв, виготовлення креслень); практичні роботи (монтаж схем складених блоків апарату і їхня збірка,

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

пайка друкованих плат, перевірка працездатності пристрою та основних його характеристик). Виконувані роботи не вимагають систематичного значного фізичного навантаження і відносяться до легких фізичних робіт з енерговитратами до 120 ккал/година.

5.2.5 Відповідність рівня освітленості робочих місць санітарним нормам

Загальне штучне освітлення забезпечується за допомогою світильників з лампами денного світла типу ЛТБ-40, потужністю 40 Вт, а індивідуальне за допомогою настільних світильників з лампами накалювання потужністю 60 Вт і напругою 36 В.

Основною величиною для розрахунку й нормування природного освітлення усередині приміщень прийнятий метод коефіцієнта використання світлового потоку, призначеного для розрахунку загального рівномірного освітлення горизонтальних поверхонь, при відсутності предметів, що затемнюють. При цьому в розрахунках враховується пряме та відбите світло. Необхідний світловий потік ламп у кожному світильнику визначається за формулою:

$$F_л = \frac{E_ф k_z S z}{N n \eta}$$

Фактичне висвітлення робочих місць штучним освітленням визначається за формулою:

$$E_ф = \frac{N n \eta F_л}{z_k S z}$$

де $F_Л$ — світловий потік лампи, лм; N — кількість ламп, од; n — кількість ламп в світильнику, од; η — коефіцієнт використання світлового потоку; S — площа приміщення, м^2; z_k — коефіцієнт запасу, обираємо k = 1,5; z — коефіцієнт нерівномірності, обираємо z =1,1.

Для визначення коефіцієнта використання світлового потоку визначаємо індекс приміщення та коефіцієнти відбиття стелі ρ_n, стін ρ_c, робочої поверхні ρ_p:

$$i = \frac{ab}{h_c(a+b)},$$

Цветков В.І. РК-51. 2019

де a — довжина приміщення, м; b — ширина приміщення, м; h_c — висота підвісу світильників над робочою поверхнею, м.

Коефіцієнт використання світлового потоку дорівнює 1,07. Коефіцієнт відбиття побіленої стелі ρ_n = 0,7, побілених стін при незавішених вікнах ρ_c = 0,5, середніх робочих поверхонь ρ_p = 0,3.

Виходячи з коефіцієнту обираємо коефіцієнти використання світлового потоку. За табличними даними отримаємо η = 0,43.

Знаючи тип ламп, а саме ЛТБ-40 (чотири лампи з розсіювачем), за табличними даними визначаємо номінальний світловий потік, лм. Отримаємо Fл = 3120 лм, тоді $E_ф$=677,5 лм.

Штучне освітлення в приміщеннях регламентується нормами ДБН В.2.5-28-2006. Для зорової роботи категорії 3в при загальному освітленні це 600 лм. У нашому випадку фактичне освітлення більше припустимих норм.

5.2.6 Відповідність параметрів мікроклімату робочої зони санітарним нормам

Для підвищення працездатності і збереження здоров'я людини важливо створити стабільні метеорологічні умови — мікроклімат повітряного середовища, до якого входять температура, відносна вологість, швидкість руху повітря та інтенсивність теплового опромінення. Мікроклімат виробничих приміщень — умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення. Оптимальні мікрокліматичні умови поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції

Для нормальної життєдіяльності людини важливий парціальний тиск кисню — 21331 Па (160 мм рт. ст.) і необхідно, щоб у повітрі приміщень містилось не менше

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

19-20 % кисню. Важливо, щоб повітря мало визначений іонний склад. У повітрі містяться негативні і позитивні іони, що по рухливості розрізняються на легкі, середні та важкі. На життєдіяльність організму людини позитивно впливають негативні іони кисню. Вміст легких іонів у повітрі виробничих і громадських приміщень, повітряне середовище яких піддається спеціальній обробці в системах кондиціонування, приведено в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 — Припустимий вміст легких іонів у повітрі робочої зони

Рівень іонізації повітря	Число іонів у 1 см^2 повітря		Значення показників полярності
	n+	n-	
Мінімально необхідний	400	600	-0,2
Оптимальний	1000-3000	3000-5000	від -0,67 до 0
Максимально припустимий	5000	5000	від -0,05 до +0,05

Бажано, щоб рівень іонізації повітря в виробничому приміщенні відповідав оптимальному рівню. Для забезпечення нормованих параметрів мікроклімату в робочій зоні розробника, користуються ДСН 3.3.6.042-99. Нормовані значення параметрів мікроклімату в робочій зоні розробника наведені в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 — Нормовані значення параметрів мікроклімату в робочій зоні розробника

Період року	Параметр мікроклімату	Нормативні значення параметрів мікроклімату	
		Оптимальні	Допустимі
1	2	3	4
Холодний	Температура, °С	22-24	21-25
	Відносна вологість, %	40-60	75
	Швидкість руху, м/с	Не більше 0,1	Не більше 0,1

Цветков В.І. РК-51, 2019

Продовження таблиці 5.4

1	2	3	4
Теплий	Температура, ℃	23-25	22-28
	Відносна вологість, %	40-60	55 при 28℃
	Швидкість руху, м/с	Не більше 0,1	0,1-0,2

Бажано дотримуватись оптимальних нормованих значень параметрів мікроклімату. Щоб це досягти потрібно використовувати спеціальні охолоджуючі чи обігріваючі мікрокліматичні пристрої. Слід пам’ятати, що мікроклімат окрім організму людини також впливає на вимірювальну техніку, тому недотримання вимог мікроклімату може значно вплинути на точність цієї техніки, що може призвести до збільшення кількості бракованих виробів лише через те, що вони не пройшли нормоконтроль.

Слід зазначити, що холодним періодом року вважається період, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря, що дорівнює +10°С і нижче. Теплим періодом року вважається період, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього середовища вище +10°С.

5.3 **Пожежна безпека та профілактика**

Згідно із ДСТУ Б.В.1.1-36:2016 приміщення, де виконуються електромонтажні роботи, по рівню вибухопожежної небезпеки належать до категорії В (пожежонебезпечні). В приміщенні знаходяться тверді горючі речовини, що не здатні переходити в зважений стан, тому робочі зони приміщення за пожежонебезпекою належать до класу П-IIа згідно з ДНАОП 0.00.1.32.01.

Причиною виникнення пожежі може бути порушення ізоляції струмоведучих дротів, коротке замикання, паління в приміщенні і порушення правил експлуатації електроприладів.

На випадок виникнення пожежі повинна бути забезпечена можливість безпечної евакуації людей через евакуаційні виходи. Потрібна кількість виходів,

Цветков В.І. РК-51. 2019

ширина проходів та ступінь вогнестійкості будівлі повинна відповідати ДБН В.1.1-7-2016.

В будівлі присутні три евакуаційні виходи — фасад і два виходи з бокових сторін. Сходова клітка виконана з непальних матеріалів. Сходи мають природне бічне освітлення і штучне евакуаційне освітлення. Сходові площадки ширше коридорів. Усі співробітники ознайомлені з планом евакуації.

Таблиця 5.5 Характеристики і норми евакуаційних виходів

Параметр	Фактичне значення	Норма
Висота дверних прорізів	2,0 м	Не менше 2 м
Ширина дверних прорізів	0,8 м	Не менше 0,8 м
Ширина проходу для евакуації	Більше 1,5 м	Не менше 1 м
Ширина коридору	2 м	Не менше 2 м
Число виходів з коридору	2	Не менше 2
Ширина сходового маршу	1,2 м	Не менше 1 м
Висота поруччя сходів	1 м	Не менше 0,9 м

Кількість, розташування та умови зберігання засобів для гасіння пожежі (вогнегасники, пожежні гідранти і т.п.) повинні відповідати вимогам ISO 3941-77 та ДСТУ 3675-98.

Для гасіння пожежі в робочому приміщені (клас «Е» — наявність електрообладнання) використовуються вогнегасники ОП-1 — “Момент” (2 шт.). Додатково в коридорі розташовані вогнегасники ОХП-10. Також на сходовій клітці розташований пожежний кран. Така кількість первинних засобів пожежогасіння відповідає вимогам ISO 3941-77 та ДСТУ 3675-98, якими передбачене обов’язкова наявність двох вогнегасників до 100 м^2 площі підлоги для приміщення типу конструкторське бюро. Також в пожежний інвентар, що знаходиться на території об'єкту, входить:

— пожежне покривало розміром 2х2 м – 1 шт;

— гаки – 3 шт.;

ЦВєТКОВ В. І. РК-51, 2019

— лопати – 2 шт.;

— сокири – 2 шт.;

— ящик з піском не менше 0,1 $м^3$ – 1 шт.

Передбачаються наступні заходи з метою забезпечення пожежної безпеки:

— постійний контроль стану засобів пожежогасіння;

— контроль за станом ізоляції струмоведучих дротів;

— заборона паління в приміщенні;

— неприпустимість перевантажень, перегріву при роботі обладнання;

— заборона експлуатації обладнання з саморобними запобіжниками;

— неприпустимість знаходження в приміщенні горючих та вибухонебезпечних речовин;

— встановлення пожежних сповіщувачів потрібного типу, які зможуть захистити увесь виробничий простір.

В робочих приміщеннях виконані всі вимоги з пожежної безпеки відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2004.

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

ВИСНОВКИ

1. За результатами огляду існуючих рішень визначено їх переваги та недоліки, що було враховано при подальшому проектуванні приладу. Обрано схему з мікроконтролером на основі датчика HC-SR04 але з її подальшим покращенням. Проаналізувавши завдання з точки зору конструктора та точки зору технолога, визначено: функціонал приладу, умови експлуатації приладу, метод виготовлення друкованої плати, матеріал так клас точності.
2. Для суттєвого підвищення міцності плати та приладу в цілому було вирішено інтегрувати датчик HC-SR04 у схему. Така схема має перевагу над тими рішеннями, що вже існують. Перевага полягає у тому, що виготовлення приладу на такій схемі вийде значно дешевше за вже існуючі рішення.
3. Обрано елементну базу, для якої проведено розрахунки розмірів контактних майданчиків та виводів. Розроблено схему електричну принципову. Розраховано мінімальну площу плати, яка становить 4977 мм^2, але оскільки за умовами ТЗ для корпусу пристрою обрано стандартний корпус Kradex Z19, площа плати має становити 7560 мм^2.
4. Виконано тривимірне моделювання приладу в програмному забезпеченні Solidworks, описано конструкцію приладу та місця кріплення компонентів. Розрахована резонансна частота плати $f_0 \approx 300$ Гц, що 5 разів перевищує максимальну частоту вібраційних впливів (f = 60 Гц), то обраний варіант кріплення плати влаштовує вимоги віброміцності.
5. Створено комплект конструкторської документації. Розроблений пристрій відповідає вимогам технічного завдання.

Цветков В.І. РК-51, 2019

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Ультразвуковая лазерная линейка LASER METR Q03 — Prom.ua [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://prom.ua/ua/p576670139-ultrazvukovaya-lazernaya-linejka.html — Назва з екрану.
2. Дальномер ультразвуковой Powerfix Profi HG01701A — Activ Life [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://activ-ua.com/p527632149-dalnomer-ultrazvukovoj-powerfix.html — Назва з екрану.
3. Ультразвуковой дальномер Kronos CP-3007 — Rozetka.ua [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://rozetka.com.ua/62004990/p62004990/ — Назва з екрану.
4. Ультразвуковой дальномер Stanley (0-77-018) — Rozetka.ua [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://rozetka.com.ua/stanley_0_77_018/p13054069/ — Назва з екрану.
5. Вимірювач відстані лазерний VDM-40 Vorhut 34-214 — Prom.ua [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://prom.ua/ua/p745985073-vimiryuvach-vidstani-lazernij.html — Назва з екрану.
6. Ультразвуковой измеритель расстояния Telemetre Mini Range Finder — Prom.ua [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://prom.ua/ua/p718773790-ultrazvukovoj-izmeritel-rasstoyaniya.html — Назва з екрану.
7. Измеритель расстояния р/д0,05-100 STANLEY 1-77-922 — Prom.ua [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://prom.ua/ua/p379055199-izmeritel-rasstoyaniya-rd005.html — Назва з екрану.
8. ГОСТ 15150-69 — Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.
9. ГОСТ 16019-2001 — Требования по стойкости к воздействию механических и климатических факторов и методы испытаний.

Цветков В.І. РК-51, 2019

10. Ультразвуковой дальномер — cxem.net [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://cxem.net/mc/mc287.php — Назва з екрану.
11. Ультразвуковой дальномер HC-SR04 без микроконтроллера — RadioRadar [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.radioradar.net/radiofan/measuring_technics/ultrasonic_rangefinder_hc_sr04_without_microcontroller_part2.html — Назва з екрану.
12. INTERFACING HC-SR04 ULTRASOUND SENSOR WITH PIC MICROCONTROLLER — Joel Ngonga's Blog [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://blogelect.wordpress.com/2016/01/04/interfacing-hc-sr04-ultrasound-sensor-with-pic-microcontroller/ — Назва з екрану.
13. General Purpose Chip Resistors — Panasonic [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://search.industrial.panasonic.com/panasonic_device/RDA0000_WW/RDA0000_WW/ — Назва з екрану.
14. Würth Elektronik Standard Parts [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://katalog.we-online.com/en/pbs/search/capacitors/multilayer_ceramic_chip_capacitors — Назва з екрану.
15. Mouser Electronics [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://eu.mouser.com/Electronic-Components/ — Назва з екрану.
16. Board-to-Board Connectors Würth Elektronik [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://katalog.we-online.de/en/em/search/connectors/board-to-board_connectors — Назва з екрану.
17. РКС Компоненты – РАДИОМАГ Elektronik [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://www.rcscomponents.kiev.ua/catalog/pereklyuchateli-tumblery/111 — Назва з екрану.
18. Комбінований позитивний метод [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://pcbdesigner.ru/pcb/sposobi-izgotovleniya-pechatnih-plat/kombinirovannye-metody.html — Назва з екрану.

Цветков В.І. РК-51. 2019

19.Пластиковые корпуса — KRADEX [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://www.kradex.com.pl/product/enclosures_with_side_panels/z19 — Назва з екрану.

20.ЗАКОН УКРАЇНИ “Про охорону праці” [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12 — Назва з екрану.

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

Додаток А

ПОГОДЖЕНО

Керівник дипломного проекту

асистент Зінгер Я.Л.

10.05.19 _____

(дата) (підпис)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри радіоконструювання та виробництва радіоапаратури д.т.н., проф. Нелін Є. А.

10.05.19 _____

(дата) (підпис)

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

«Ультразвуковий дальномір»

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

Київ 2019

1 НАЗВА І ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

Назва дипломного проекту «Ультразвуковий дальномір».

Підставою для виконання є завдання, видане кафедрою радіоконструювання та виробництва радіоапаратури від «___» _____2019 р.

2 МЕТА ВИКОНАННЯ ДКР І ПРИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКЦІЇ

Метою дипломного проекту є розробка конструкції ультразвукового дальноміра, перевірка його на працездатність та оформлення необхідної конструкторської документації.

Ультразвуковий дальномір призначений для вимірювання відстані до об’єкта.

3 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

3.1 Вхідні параметри

Потужність: 0,3 Вт (не більше);

Напруга живлення: + 5 В;

Похибка вимірювання: ± 3%;

Додатковий функціонал: перемикач on/off, сенсори(приймач та передавач), екран.

3.2 Життєздатності та стійкості до зовнішніх впливів і чинників

Кліматичні вимоги У1 згідно ГОСТ 15150-69.

Захист від механічний впливів Р6 згідно ГОСТ 16019-2001.

3.3 Надійності

Середній час безвідмовної роботи не менше 15000 годин. Імовірність безвідмовної роботи 0,95.

Середній строк служби не менше 2-ох років.

3.4 Конструкції

Використати готовий корпус Kradex Z19.

Прилад повинен мати габаритні параметри не більше ніж, Ш×Д×В, мм: 130x95x25.

Вивести на корпус кнопку on/off живлення, екран та ультразвукові сенсори.

Цветков В.І. РК-51, 2019

Маса: не більше 150 г.

3.5 Уніфікації і стандартизації

Використовувати уніфіковану та стандартизовану елементну та матеріальну базу.

3.6 Дизайну, ергономіки та технічної естетики

Колір корпусу не регламентовано, в корпусі повинен бути отвір для сенсорів, кнопки та екрану.

3.7 Експлуатації, зручності технічного обслуговування та ремонту

Технічне обслуговування не передбачено. Ремонт може здійснюватися самостійно.

3.8 Безпеки для життя, здоров'я і майна громадян та охорони довкілля

Керуватися положеннями стандартів про вимоги технічної безпеки, електробезпеки, пожежної безпеки.

Утилізація згідно вимог для промислових відходів за ГОСТ 30773-2001.

3.9 Транспортування і зберігання

Умови транспортування згідно ГОСТ 15150-69 умови 1.2 Л.

Зберігання: у сухому приміщені із температурою повітря +5 – +15 °С.

3.10 Якості і технічного рівня

Відповідає світовому рівню.

4 ВИМОГИ ДО СИРОВИНИ, МАТЕРІАЛІВ І ПКВ

Вибір екологічного матеріалу для корпусу та припою з меншим вмістом свинцю.

5 ВИМОГИ ДО КОНСЕРВАЦІЇ, ПАКУВАННЯ І МАРКУВАННЯ

Пакування: апаратуру необхідно загорнути в бульбашко-повітряну плівку і помістити в картонну коробку.

Консервація: не передбачено.

6 ВИМОГИ ДО РОЗРОБЛЮВАНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Оформлення документації оформлюється згідно ДСТУ 3008:2015.

Склад конструкторської документації:

Цветков В.І. РК-51, 2019

1. Текстова документація (пояснювальна записка, перелік елементів, специфікація на друкований вузол).
2. Графічна документація загальним обсягом 3 – 4 аркуші А1(схема електрична структурна, схема електрична принципова, креслення друкованої плати, складальне креслення друкованого вузла, плакат пристрою).

6.1 Орієнтовний зміст дипломного проекту:

Завдання на дипломний проект;

Зміст;

Вступ;

1. Аналіз технічного завдання;
2. Огляд існуючих рішень;
3. Обґрунтування і вибір схеми;
4. Розробка плати;
5. Розрахунки що підтверджують працездатність;
6. Опис конструкції;
7. Охорона праці

Висновки;

Перелік посилань;

Додаток А Технічне завдання

Додаток Б Перелік елементів

Додаток В Специфікація на друкований вузол

7 СТАДІЇ І ЕТАПИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Робота виконується в 8 етапів.

Таблиця 1 — Етапи дипломного проекту

№	Назва етапу	Термін виконання	Форма звітності
1	2	3	4
1	Огляд існуючих рішень	06.05 – 08.05	Розділ 1

Цвєтков В.І. РК-51, 2019

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
2	Розробка та аналіз технічного завдання	09.05 – 14.05	Розділ 1
3	Обґрунтування та вибір схемотехнічного завдання	15.05 – 19.05	Розділ 2
4	Вибір та обґрунтування елементної бази	20.05 – 22.05	Розділ 2
5	Проектування електронного модуля	23.05 – 26.05	Розділ 3 Кресленики плати і модуля
6	Проектування приладу	27.05 – 28.05	Розділ 4
7	Аналіз працездатності приладу	29.05 – 30.05	Розділ 4
8	Охорона праці	23.05 – 27.05	Розділ 5
9	Оформлення текстової і графічної документації	30.05 – 03.06	Креслення і додатки

8 ПОРЯДОК ПРИЙМАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ І МАТЕРІАЛИ, ЯКІ ПОДАЮТЬ ПІД ЧАС ЗАКІНЧЕННЯ ЕТАПІВ І ДКР У ЦІЛОМУ

Проміжні матеріали дипломного проекту у вигляді його розділів подаються на перевірку керівнику в зазначені терміни. По закінченню виконання дипломного проекту представляється і захищається комісії.

Виконавець Керівник

Цвєтков В. І._____ асист. Зінгер Я. Л._____

Цвєтков В.І. РК-51. 2019

Форм	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Прим.
				Документація		
А2			РК51.401161.001 СК	Складальний кресленик		
А2			РК51.401161.001 Е3	Схема електрична принципова		
А4			РК51.401161.001 ПЕ	Перелік елементів		
				Деталі		
А2		1	РК51.758725.001	Друкована плата	1	
				Інші вироби		
		2		Кварцовий резонатор 695-HC49US-27-U	1	ZQ1
				Конденсатори		
		3		C1206C120M4HACTU-KEMET 12 пФ 16 В ±20%	1	C12
		4		C1206C125K4RACTU-KEMET 1,2 мкФ 16 В ±10%	2	C2, C16
		5		NP01206103J010DFCT10000-WE 10 нФ 10 В ±5%	3	C1, C13, C14
		6		NP01206220J010DFCT10000-WE 22 пФ 10 В ±5%	2	C3, C4
		7		X7R1206102K016DFCT1000-WE 1 нФ 16 В ±10%	2	C10, C11
		8		X7R1206154K016DFCT10000-WE 150 нФ 16 В ±10%	6	C5-C9, C15

ЦВЕТКОВ В.І. РК-51, 2019

Изм	Лист	№ докум.	Подп	Дата	РК51.401161.001		
Разраб.		Цвєтков В.І.			Ультразвуковий дальномір	Лит.	Лист 1 / Листов 3
Пров.		Зінгер Я.Л.					
Т.конт						НТУУ «КПІ», РТФ, Гр. РК-51	
Н.конт							
Утв		Адаменко Ю.Ф.					

Форм	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Прим
		9		Міжплатний з'єднувач 61301411821-WE 2,54 mm Socket Header	1	XS1
				Мікросхеми		
		10		EM78P153S	1	DD2
		11		LM324	1	DA1
		12		MAX232A	1	DD3
		13		PIC16F877A	1	DD1
		14		Перемикач KLS7-013	1	SA1
				Резистори		
		15		ERJ8GEYJ102V-Panasonic 1 кОм 0,25 Вт ±5%	4	R2, R3, R9, R11
		16		ERJ8GEYJ103V-Panasonic 10 кОм 0,25 Вт ±5%	7	R1, R4, R5, R7, R12, R18, R21
		17		ERJ8GEYJ124V-Panasonic 120 кОм 0,25 Вт ±5%	2	R14, R20
		18		ERJ8GEYJ392V-Panasonic 3,9 кОм 0,25 Вт ±5%	1	R19
		19		ERJ8GEYJ472V-Panasonic 4,7 кОм 0,25 Вт ±5%	1	R17
		20		ERJ8GEYJ622V-Panasonic 6,2 кОм 0,25 Вт ±5%	1	R8
		21		ERJ8GEYJ623V-Panasonic 62 кОм 0,25 Вт ±5%	1	R6
		22		ERJ8GEYJ753V-Panasonic 75 кОм 0,25 Вт ±5%	3	R10, R15, R16
		23		ERJ8GEYJ335V-Panasonic 3,3 МОм 0,25 Вт ±5%	1	R13
				Сенсори		
		24		AW8R40-160A00	1	BA2
		25		AW8T40-160A00	1	BA1

Цветков В.І. РК-51, 2019

Форм	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
				Транзистори		
		26		771-BC847B/SNR	1	VT2
		27		771-BC857B-T/R	1	VT1
				Матеріали		
		28		Дріт PVC (RV0.75-42/0.15-TCU-B)	0,04м	
		29		Дріт PVC (RV0.75-42/0.15-TCU-R)	0,04м	

Цветков В.І. РК-51, 2019

Поз. Позн.	Найменивання	Кіл.	Примітки
	Сенсори		
BA1	AW8T40-160A00	1	
BA2	AW8R40-160A00	1	
	Конденсатори		
C1	NP0120610 3J010DFCT10000-WE 10 нФ 10 В ±5%	1	
C2	C1206C125K4RACTU-KEMET 1,2 мкФ 16 В ±10%	1	
C3, C4	NP0120622 0J010DFCT10000-WE 22 пФ 10 В ±5%	2	
C5-C9	X7R1206154K016DFCT10000-WE 150 нФ 16 В ±10%	5	
C10, C11	X7R1206102K016DFCT1000-WE 1 нФ 16 В ±10%	2	
C12	C1206C120M4HACTU-KEMET 12 пФ 16 В ±20%	1	
C13, C14	NP0120610 3J010DFCT10000-WE 10 нФ 10 В ±5%	2	
C15	X7R1206154K016DFCT10000-WE 150 нФ 16 В ±10%	1	
C16	C1206C125K4RACTU-KEMET 1,2 мкФ 16 В ±10%	1	
	Мікросхеми		
DA1	LM324	1	
DD1	PIC16F877A	1	
DD2	EM78P153S	1	
DD3	MAX232A	1	
	Резистори		
R1	ERJ8GEYJ103V-Panasonic 10 кОм 0,25 Вт ±5%	1	
R2, R3	ERJ8GEYJ102V-Panasonic 1 кОм 0,25 Вт ±5%	2	

ЦВЕТКОВ В.І. РК-51, 2019

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	РК51.401161.001 ПЕ		
Розробив		Цвєтков В.І.			Ультразвуковий дальномір	Лит.	Аркуш 1 / Аркушів 2
Перевірив							
Реценз.						НТУУ «КПІ», РТФ, РК-51	
Н. Контр.		Попсий В.І.					
Затвердив		Зінгер Я.Л.					

Поз. позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
R4, R5	ERJ8GEYJ103V –Panasonic 10 кОм 0,25 Вт ±5 %	2	
R6	ERJ8GEYJ623V –Panasonic 62 кОм 0,25 Вт ±5 %	1	
R7	ERJ8GEYJ103V –Panasonic 10 кОм 0,25 Вт ±5 %	1	
R8	ERJ8GEYJ622V –Panasonic 6,2 кОм 0,25 Вт ±5 %	1	
R9	ERJ8GEYJ102V –Panasonic 1 кОм 0,25 Вт ±5 %	1	
R10	ERJ8GEYJ753V –Panasonic 75 кОм 0,25 Вт ±5 %	1	
R11	ERJ8GEYJ102V –Panasonic 1 кОм 0,25 Вт ±5 %	1	
R12	ERJ8GEYJ103V –Panasonic 10 кОм 0,25 Вт ±5 %	1	
R13	ERJ-U08J335V–Panasonic 3,3 МОм 0,25 Вт ±5%	1	
R14	ERJ8GEYJ124V –Panasonic 120 кОм 0,25 Вт ±5 %	1	
R15, R16	ERJ8GEYJ753V –Panasonic 75 кОм 0,25 Вт ±5 %	2	
R17	ERJ8GEYJ472V –Panasonic 4,7 кОм 0,25 Вт ±5 %	1	
R18	ERJ8GEYJ103V –Panasonic 10 кОм 0,25 Вт ±5 %	1	
R19	ERJ8GEYJ392V –Panasonic 3,9 кОм 0,25 Вт ±5 %	1	
R20	ERJ8GEYJ124V –Panasonic 120 кОм 0,25 Вт ±5 %	1	
R21	ERJ8GEYJ103V –Panasonic 10 кОм 0,25 Вт ±5 %	1	
SA1	Перемикач KLS7-013	1	
	Транзистори		
VT1	771-BC857B-T/R	1	
VT2	771-BC847B/SNR	1	
XS1	Міжплатний з'єднувач 613014411821-WE 2,54 mm Socket Header	1	
ZQ1	Кварцовий резонатор 695-HC49US-27-U	1	

ЦВЕТКОВ В.І. РК-51, 2019

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ*

	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	А4		Завдання на дипломний проект	2	
2	А4	РК51.401161.001 ПЗ	Пояснювальна записка	60	
3	А2	РК51.401161.001 Е1	Схема структурна	1	
4	А2	РК51.401161.001 Е3	Схема електрична принципова	1	
5					
6	А2	РК51.758725.001	Друкована плата	1	
7	А2	РК51.401161.001 СК	Складальний креслик електронного модуля.	1	
	А1		Плакат "Електробезпека довкола нас"	1	

	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Цветков В.І.			Відомість дипломного проекту	Лист 1	Листів 1
Керівн.	Зигура А.І.				«КПІ імені Ігоря Сікорського» Каф. КІВРА Гр. РК-51	
Консульт.						
Н/контр.	Попуй В.І.					
Зав.каф.						

ЦВЕТКОВ В.І. РК-51, 2019

* Відомість виконується згідно зі Стандартом відповідної галузі економіки