

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

Радіотехнічний факультет

Кафедра прикладної радіоелектроніки

До захисту допущено:

В.о. зав.кафедри

_____ Михайло СТЕПАНОВ

«___» _____ 20__ р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньою програмою «Радіозв'язок і оброблення сигналів»

за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

на тему: Інтелектуальний зонд оцінки температури тіла

Виконав (-ла):

студент (-ка) IV курсу, групи РА-81

Тележинський Володимир Дмитрович

Прізвище, ім'я, по батькові

Керівник: доцент, к. т. н. Лашевська Наталія Оленсандрівна

Посада, науковий ступінь, вчене звання

Прізвище, ім'я, по батькові

Рецензент Гусева Олена Володимирівна

Посада, науковий ступінь, вчене звання,

Прізвище, ім'я, по батькові



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

Студент (-ка) _____

Київ – 2022 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4	РА81.758743.001 ТЗ	Завдання на дипломний проєкт	3	
2	A4	РА81.758743.001 ПЗ	Пояснювальна записка	55	
3	A4	РА81.758743.001	Специфікація на пристрій	2	
4	A1	РА81.758765.001 Е1	Схема структурна	1	
5	A1	РА81.758765.001 Е3	Схема електрична принципова	1	
6	A4	РА81.436335.001 ПЕ	Перелік елементів	2	
7	A3	РА.433246.002 СК	Складальний кресленик пристрою	1	
8	A3	РА81.433246.001 СК	Складальний кресленик пристрою	1	
9	A1	РА81. 436335.001	Специфікація на друкований вузол	2	
10	A3	РА81.433246.001	Друкована плата	1	

				РА81.436335.001		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Тележинський В.Д.			Терморегулятор електричної печі	Лист	Листів
Керівн.	Лащевська Н.О.				1	1
Н/контр.						
Зав.каф.						

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект складається з пояснювальної записки обсягом 45 сторінок, містить 33 рисунків, 6 таблиць та 5 посилань.

Мета даного проекту: розробка конструкції зонду для виміру температури людини. Основним призначенням пристрою є вимірювання температури тіла людини у великих кількостях людей та систематизації вимірних даних за допомогою передачі даних через Wi-Fi модуль. В ході виконання проекту були розглянуті можливі рішення на ринку та зроблений аналіз аналогів пристрою. Спроектовано схему електричну принципову, обрано елементну базу і спроектовано друковану плату пристрою та корпусу.

Пристрій повинен монтуватися на стіну.

Ключові слова: Wi-Fi, інфрачервоний датчик температури, 7-ми сегментний індикатор.

ANNOTATION

The diploma project consists of an explanatory note of 45 pages, contains 33 figures, 6 tables and 5 references.

The purpose of this project: to develop a probe design for measuring human temperature. The main purpose of the device is to measure human body temperature in large numbers of people and systematize the measured data by transmitting data via Wi-Fi module. During the project implementation, possible solutions on the market were considered and the analysis of analogues of the device was made. The electrical circuit diagram is designed, the element base is selected and the printed circuit board of the device and the housing is designed.

The device must be mounted on the wall.

Keywords: Wi-Fi, infrared temperature sensor, 7-segment indicator.

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему: «Інтелектуальний зонд оцінки температури
тіла»

Київ — 2022 року

ЗМІСТ

Перелік скорочень.....	3
Вступ.....	4
1 Огляд існуючих рішень та аналіз технічного завдання.....	4
1.1 Огляд аналогів.....	4
1.1.1 Термометр для лоба iHealth PT-3.....	4
1.1.2 GE Trucheck TM3000.....	4
1.1.3 Withings Thermo.....	6
1.1.4 Extech IR200.....	7
1.1.5 Термосканер Braun 7.....	8
1.1.6 iProven DMT-978.....	9
1.1.7 Інфрачервоний настінний лобовий термометр.....	9
1.2 Інфрачервоні термометри для промислового користа.....	9
1.2.1 BTMETER BT-1500.....	11
1.2.2 Etekcity Laser Grip 800.....	12
1.2.3 AmazonCommercial DT-827V.....	13
1.3 Аналіз технічного завдання.....	14
2.2 Розробка схеми пристрою.....	15
2.1 Синтез структурної схеми.....	15
3 Проектування друкованого вузла.....	26
3.1 Аналіз технології виробництва пристрою.....	26
3.2 Розрахунок параметрів друкованої плати.....	27
3.3 Визначення та розрахунки габаритних параметрів плати.....	28
3.4 Проектування та трасування ДП плати.....	31
4 КОНСТРУЮВАННЯ КОРПУСУ ТА ПРИСТРОЮ.....	32
5 РОЗРАХУНКИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ.....	36
Висновок.....	38
Перелік джерел посилання.....	39
Додаток А.....	40

					РА81.758743.001 ПЗ	Лис
						2
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ДП — Друкована плата

ПЗ — Програмне забезпечення

ІЧ — Інфрачервоний

ТЗ — Технічне завдання

					<i>РА81.758743.001 ПЗ</i>	Лис
						3
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВСТУП

Найкращою методикою вимірювання температури тіла є інфрачервоний термометр так , як він дозволяє вимірювати температуру тіла з безпечної відстані. Це дозволяє максимально безпечно та швидко перевіряти температуру групи людей. Також це набагато менш інвазивне, ніж традиційні методи вимірювання температури людей.

Методика роботи інфрачервоного термометра схожа на однопиксельну інфрачервону камеру, яка вимірює інфрачервоне випромінювання від об'єкта. Як і камер, існує безліч функційних реалізацій та можливостей які максимально ефективні у різних сферах роботи.

Інфрачервоні пірометри можна використовувати не тільки для вимірювання температури тіла людини, а також і для вимірювання температури предметів. Безконтактний термометр, він же пірометр, може бути використаний для вимірювання температури речей яких ви не хочете торкатися, таких як промислові морозильні камери, працюючі двигуни , промислові печі та інше. Зважаючи на широкий спектр вимірювання промислових пірометрів , можна зробити висновок що точність їх у вузькому діапазоні вимірювань на багато нижча ніж у медичні термометри, тому вони не будуть достатньо точними для вимірювання для використання на тілах людей, але як приклад технічної реалізації підійдуть якнайкраще.

Метою даного проекту є розробка конструкції зонду для виміру температури людини. Основним призначенням пристрою є вимірювання температури тіла людини та систематизації вимірянних даних. Дані передають за допомогою Wi-Fi модулю. В ході виконання проекту були розглянуті можливі рішення на ринку та зроблений аналіз аналогів пристрою. Спроектували схему електричну принципову, обрали елементну базу і спроектували друковану плату пристрою та корпусу.

					РА81.758743.001 ПЗ	Лис
						4
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ ТА АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

1.1 Огляд аналогів

1.1.1 *iHealth PT-3*



Рисунок 1.1 - *iHealth PT-3*

Ціна – 20 доларів США

Елегантний і популярний вибір з однією кнопкою для читання. Спрямований до центру чола на відстані приблизно 2 см (трохи менше дюйма), ви можете отримати точне зчитуванн.

Для вимірювання температури до центру чола, трохи вище носа, коли він сухий піднести пристрій та натиснути кнопку. Система алгоритмічно поєднує дані зі 100 показань, а також вимірювання відстані та термометром вимірюється температури навколишнього середовища – усе це підвищує впевненість у показаннях. Цей термометр живиться від двох батарейок типу ААА.

					РА81.758743.001 ПЗ	Лис
						5
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1.2 GE Trucheck TM3000



Рисунок 1.2 - GE Trucheck TM3000

Ціна - 29 доларів США

GE Trucheck не є найдешевшим цифровим термометром. Але він походить від бренду, який асоціюється із заспокійливою кількістю медичного обладнання, тому ви отримуєте високоякісний продукт.

У своєму пояснювальному відео GE не соромляться 30-секундного очікування між використанням або потенційно більш неприємних 30 -хвилинних очікувань, які ви повинні спостерігати, переходячи з однієї кімнати в іншу (щоб дозволити Trucheck адаптуватися до температури навколишнього середовища).

Э опція без звуку для вимірювання температури і опція перевірки поверхні для перевірки температура речей. Ці режими перемикаються за допомогою однієї клавіші.

					РА81.758743.001 ПЗ	Лис
						6
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1.3 Withings Thermo



Рисунок 1.3 - Withings Thermo

Ціна - 100 доларів США

Завдяки Bluetooth і Wi-Fi розумному термометру Withings Thermo не просто знімає точні показання з артерій на лобі, він також їх записує. Світлодіодний дисплей розміром 20 x 5 пікселів виглядає футуристично, і він не просто показує зчитування; Ви можете провести пальцем вгору, щоб вибрати члена сім'ї. Як не дивно, програма обмежена вісьмома профілями, але принаймні цього достатньо для більшості сімей.

Вбудована пам'ять на 32 показання, які можна перенести на пристрій Android або iOS. І завдяки Wi-Fi відстань є меншою проблемою, ніж з пристроями лише з Bluetooth. Справжньою перевагою цієї системи, однак, є можливість запису вимірювань для передачі медичним працівникам. Громадяни США можуть компенсувати високу вартість за допомогою планів охорони здоров'я FSA без рецепта.

					РА81.758743.001 ПЗ	Лис
						7
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1.4 Extech IR200



Рисунок 1.4 - Extech IR200

Ціна - 10,99 доларів США

Це чудовий інфрачервоний термометр для вимірювання температури груп людей, наприклад, студентів або колег. Extech є дочірньою компанією FLIR, яка є найбільшим ім'ям у сфері тепловізійних зображень, що повинно дати певну впевненість у якості цього продукту. Конструкція, подібна до пістолета, означає, що він простий у використанні, а з діапазоном вимірювання до 5,9 дюймів (в п'ять разів більше, ніж у більшості термометрів з пістолетною рукояткою), існує значно менший ризик фактичного торкання тіла людини або передачі інфекції. Він має великі кнопки керування та простий для читання дисплей та обіцяє точні показання всього за 0,5 секунди.

1.1.5 Braun 7



Рисунок 1.5 - Braun 7

Ціна - 54,88 доларів США

Цей інфрачервоний термометр використовує техніку вимірювання у вусі, що означає, що вам доведеться підійти ближче до людини. Але, втиснувши

					РА81.758743.001 ПЗ	Лис
						8
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

зонд у вухо, використовуючи одноразовий пластиковий захисний кожух, ви можете підвищити точність вимірювання до +/- 0,15°C. У коробці є 21 захисний кожух зонда, і 50 сумісних з ним коштують приблизно так само, як і великий латте (або, трохи більше, якщо ви хочете власної марки Braun).

Цей термометр також використовує технологію «Age Precision» Braun, щоб нагадати вам, що таке «безпечна» температура: торкніться кнопки, щоб перейти між віком «0-3 місяці», «3-36 місяців» і «понад 36 місяців», а також, коли ви отримуєте вимірювання пристрій сповіщає вас кольоровим підсвічуванням (зелене для нормального, жовте для «підвищеного» або «червоного» для високого. Особливо для маленьких дітей корисно нагадувати про те, коли потрібно хвилюватися, а коли ні!

1.1.6 iProven DMT-978



Рисунок 1.6 - iProven DMT-978

Ціна - 43,99 доларів США

Простий, але ефективний і легкий у використанні, DMT-978 зберігає до 32 показань, тому є хорошим вибором для моніторингу таких груп, як шкільний клас. Великий РК-дисплей з підсвічуванням робить моніторинг і запис температури швидким і простим, а регульована сигналізація попереджає вас візуально і звуково, коли температура перевищує запрограмований ліміт. Він забезпечує точність температури тіла $\pm 0,3$ градуса за Цельсієм та 0,5 градуса за Фаренгейтом.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.758743.001 ПЗ

Лис

9

1.1.7 Інфрачервоний настінний лобовий термометр



Рисунок 1.7 - Інфрачервоний настінний лобовий термометр

Ціна – 43,99 доларів США

Для кафе, магазинів та офісів ідеальним рішенням є настінний цифровий термометр. Це означає, що ви можете вимірювати людям температуру ввічливим знаком, а не робити це за них.

Ось найкращий інфрачервоний термометр цього типу. У той час як нормальні температури зустрічаються зеленим світлом, є «тривожна сигналізація» зі звуковим сигналом і червоним світлом. Це може здатися трохи непомітним, але в іншому випадку операція є відносно безболісною.

Цей термометр може живитися від кабелю USB-C, і одного заряду вистачить на тиждень. Настінне кріплення так само просте, як підвішування на цвях або гачок, хоча, можливо, вам захочеться бути трохи обережніше, щоб запобігти крадіжці. Найбільшою проблемою є вибір правильної висоти, особливо якщо серед відвідувачів є діти.

					РА81.758743.001 ПЗ	Лис
						10
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Інфрачервоні термометри для промислового використання

1.2.1 BTMETER BT-1500



Рисунок 2.1 - BTMETER BT-1500

Ціна – 62,99 доларів США

Широкий температурний діапазон цього термометра робить його придатним для величезної кількості застосувань, від перевірки температури поверхні піци в духовці до автономної системи кондиціонування. Подвійні лазерні промені допомагають націлюватися на потрібне місце та означають, що ви можете отримати показання на безпечній відстані, навіть у печі. В комплекті і футляр, і акумулятор.

Професіонали також оцінять коригування коефіцієнта випромінювання. Відбивні властивості різних матеріалів впливають на ІЧ-термометри, але досвідчені професіонали знайдуть перемикач простим у використанні, а також оцінять можливість встановлювати максимальні та мінімальні попередження. РК-дисплей також достатній, хоча контраст може бути кращим. Зауважте, що, як і всі промислові термометри, він недостатньо точний для використання на людях.

					РА81.758743.001 ПЗ	Лис
						11
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2.2 Etekcity Laser Grip 800

Рисунок 2.2 - Etekcity Laser Grip 800



Ціна – 20,99 доларів США

Ідеально підходить для усунення несправностей електрики, вентиляції, а також для приготування їжі та випічки, це доступний ІЧ-термометр, який все ще може похвалитися деякими характеристиками більш дорогих конкурентів.

Ви можете виконувати безперервне зчитування, утримуючи «тригер» або відпускайте, щоб заблокувати результат на екрані, а інфрачервоний вказівник завжди дозволить легко побачити, звідки ви отримуєте дані. Хоча це просте натискання кнопки для переходу від Цельсія до Фаренгейта, коефіцієнт випромінювання фіксується на рівні 0,95, а точність не є медичною.

Поки ви працюєте з цим розумінням – і можете залишатися на відстані приблизно 36 см / 14 дюймів від об'єкта вимірювання – ваші виміри будуть максимально точними. Завдяки семисекундному автоматичному вимкненню батареї 9В забезпечується хороший термін роботи.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.758743.001 ПЗ

Лис
12

1.2.3 AmazonCommercial DT-827V



Рисунок 2.3 - AmazonCommercial DT-827V

Ціна – 30,75 доларів США

AmazonCommercial грає на ринку практичного інструменту означає, що ви отримуєте багато термометрів з пістолетною рукояткою за дуже не велику ціну. Ця система може похвалитися не одним, а двома променями в стилі лазерної указки, які спрямовані так, що, коли ви розташуєте пістолет на потрібній відстані для найкращого вимірювання, вони наче сходяться.

Датчик також швидше, ніж деякі, з часом відгуку 150 мс, з можливістю регулювати коефіцієнт випромінювання від 0,1 до 1, щоб ви могли працювати з різними поверхнями. Температурні шкали, звичайно, теж можна змінити, але це звичайне явище. Багато термометрів закріплені на певній поверхні відбивної здатності (як правило, 0,95), що робить їх менш гнучкими. Зворотний РК-дисплей з підсвічуванням також полегшує читання, ніж деякі. Але використовує достатньо застарілий акумулятор на 9V.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.758743.001 ПЗ

Лис
13

1.3 Аналіз технічного завдання

В дипломному проекті розробляється інтелектуальний зонд для виміру температури людини. Цей пристрій використовується для виміру температури тіла людини або груп людей. Пристрій відображає виміряні значення на 7-ми сегментному індикаторі розташованому на фронтальній частині пристрою. Також виміряні данні записуються в базу даних з номером, часом та температурою вимірювань.

Пристрій живиться за допомогою роз'єму живлення типу CON-SOCJ-2155. Напряга живлення пристрою від 4.4 до 5.25 вольти. Струм живлення до 300 мА.

Пристрій буде використовуватися в торговельних центрах, офісах, домах або квартирах. Тобто пристрій буде працювати у закритих приміщеннях, а отже матиме вплив: вологи, пилу, температури. Що треба враховувати при обранні елементної бази.

Надійність пристрою повинна задовольняти параметри: строку безвідмовної роботи на протязі 1 року, імовірності безвідмовної роботи 0.95, часу безвідмовної роботи не менше 9000 годин. Що також впливає на обрання елементної бази.

Утилізація пристрою виконується виробником за ГОСТ 30773-2001 Корпус повинен мати кріплення на стіну на задній панелі, не великий та легкий за масою у форму чверті кулі, червоного кольору.

Пакування, маркування та консервація не потребується.

					РА81.758743.001 ПЗ	Лис
						14
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

2 РОЗРОБКА СХЕМИ ПРИСТРОЮ

2.1 Синтез структурної схеми

На основі аналізу технічного завдання було сформовано структурну схему інтелектуального зонду для вимірювання температури тіла, що зображена на рис 2.1

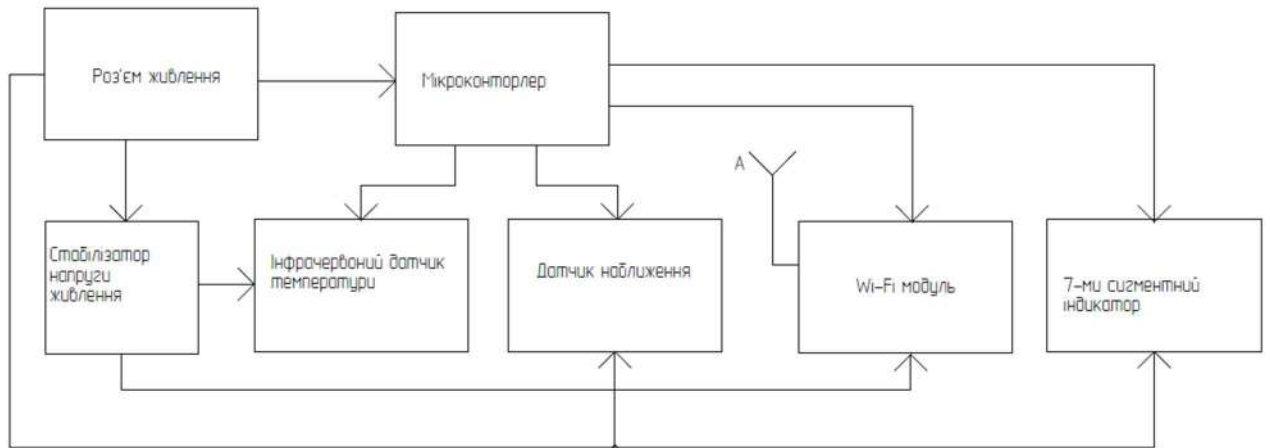


Рисунок 2.1 – Структурна схема

Схема складається з семи блоків:

Роз'єм живлення який має бути виконаний з доволі зручного для використання роз'єма що дозволяє живити пристрій напругою від 4.4 до 5.25 вольти та змогою пропускати струм в 300 мА.

Стабалізатор напруги живлення повинен бути виконаний на основі стабілізатора напруги який матиме на своєму виході 3.3 вольти для живлення інших блоків, які не толерантні до напруги живлення пристрою.

Датчик температури повинин буде виконаний з максимальн точністю в діапазоні від 34 до 42 °С.

Датчик наближення використовується для детектування початку вимірювань та правельної відстані до предмету вимірювань щоб забезпечити максимальну точність вимірювань.

Мікроконтролер використовується для оброблення отриманих даних з датчику температури та відстані, оброблення та відправки на Wi-Fi модуль та 7-ми сигментний індекатор

										Лис
										15
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата						

РА81.758743.001 ПЗ

Wi-Fi модуль використовується для відправки вимірних та оброблених даних та запису їх в базу даних та систематизації.

7-ми сигментний індикатор займає роль димонстрації вимірних даних на корпусі пристрою. Він повинен мати не менше ніж 3 розряди для максимально коректного відображення температури.

					<i>РА81.758743.001 ПЗ</i>	Лис
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		16

передаватиме оброблені данні вимірів на Wi-Fi модуль ESP-01 та модуль 7-ми сегментний індикатора.

Вибір елементної бази

Елементна база буде обрана за такими параметрів:

1. Відповідність заданим електричним параметрам
2. Сумісність з заданими умовами використання
3. Задовільний час безвідмовної роботи пристрою
4. Наслідки від вибору на процес виготовлення пристрою
5. Габаритні параметри елементів

Вибір пасивних елементів

В схемі використовуються тільки SMD резистори в корпусі 1608 Trimpot Trimming Potentiometer різного номіналу, а саме:

R1	1K Ohm, 1/4W, 5% SMD Trimpot Trimming Potentiometer122
R2	2K Ohm, 1/4W, 5% SMD Trimpot Trimming Potentiometer546
R3,R4	4,7K Ohm, 1/4W, 5% SMD Trimpot Trimming Potentiometer13
R5	22 Ohm, 1/4W, 5% SMD Trimpot Trimming Potentiometer232
R6	4,7K Ohm, 1/4W, 5% SMD Trimpot Trimming Potentiometer13
R7-R8	10K Ohm, 1/4W, 5% SMD Trimpot Trimming Potentiometer66
R10	100 Ohm, 1/4W, 5% SMD Trimpot Trimming Potentiometer23

Усі мають потужність 0,125 вата , та задовільні характеристики надійності.



Рисунок 2.4 – 3Д модель резисторів

					РА81.758743.001 ПЗ	Лис
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		18

Окрім резистору R9, який є підстроювальним для регулювання відстані зчитування, його опір дорівнює 10К Ом та точність $\pm 5\%$

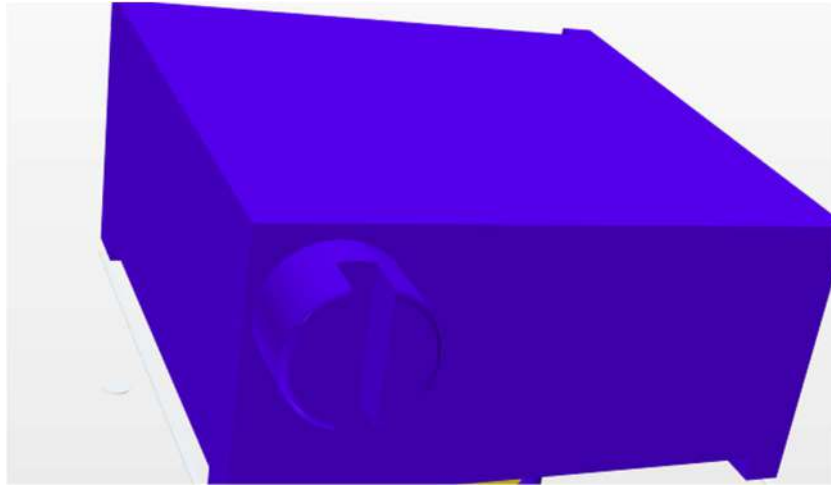


Рисунок 2.5 – підстроювальний резистор

Також в схемі використовується вивідний інфрачервоний світлодіод SFH 4556 Texas Instruments та фотодіод GNL-5012PD Texas Instruments, за допомогою яких виконується детектування предмету виміру температури.

Конденсатори які використані в схемі для фільтрації завад.

C1	47 μ F, 10V $\pm 20\%$ Panasonic Radial Lead Type HD-A
C2,C3	22pF $\pm 20\%$ Panasonic Radial Lead Type HD-A
C4	0.1 μ F, 10V $\pm 20\%$ Panasonic Radial Lead Type HD-A
C5	47 μ F, 10V $\pm 20\%$ Panasonic Radial Lead Type HD-A
C6	0.1 μ F $\pm 20\%$ Panasonic Radial Lead Type HD-A

Активні елементи

Для живлення деяких модулів буде використано пасивний стабілізатор напруги AMS1117 для перетворення напруги живлення на 3.3 В

-Напруга живлення – від 4В до 32В

-Вихідний напруга 3.3В

-струм живлення до 200мА

-діапазон робочої температури -30...+120 °С

					РА81.758743.001 ПЗ	Лис
						19
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

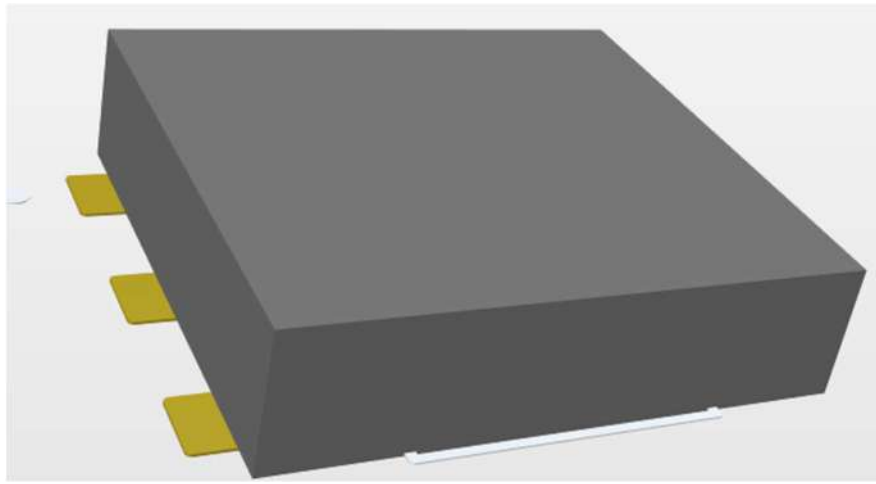


Рисунок 2.6 – стабілізатор напруги AMS1117

Для детектування та початку вимірювань використовується інфрачервоний датчик наближення на базі мікросхеми зведеного компаратора LM393, з можливістю регулювання відстані детектування підстроювальним резистором на 10К Ом [1].

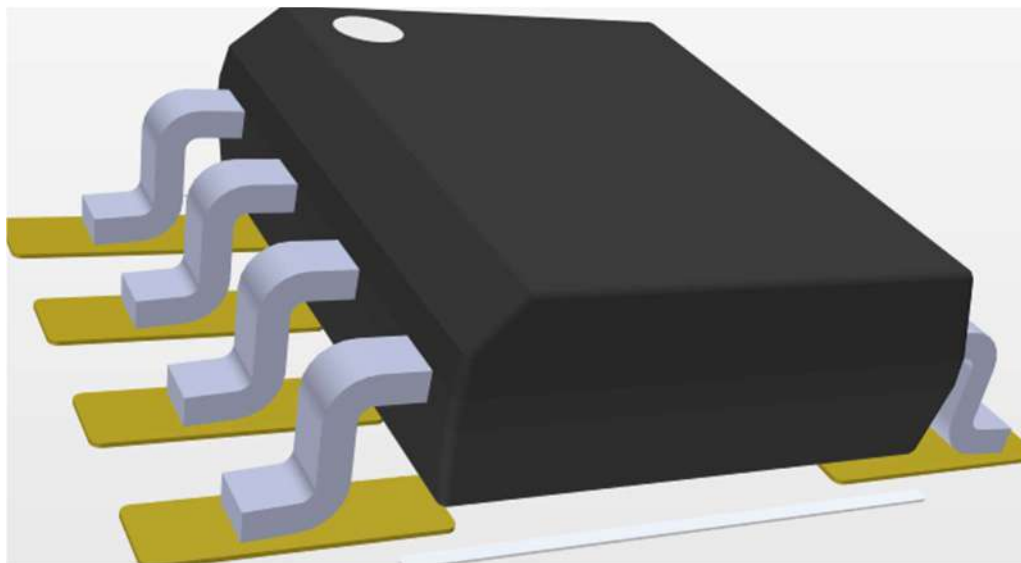


Рисунок 2.7 - зведений компаратор LM393

- Напруга живлення – від 2В до 32В
- Вихідний сигнал аналоговий і цифровий
- струм живлення до 50мА
- діапазон робочої температури -30...+120 °С

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.758743.001 ПЗ

Лис
20

Інфрачервоний датчик температури використано MLX90614 для безконтактного вимірювання температури [3].



Рисунок 2.8 – Інфрачервоний датчик температури MLX90614

- Напруга живлення – 3.3В
- Вихідний сигнал цифровий
- струм живлення до 50мА
- діапазон робочої температури -30...+120 °С
- діапазон вимірюваної температури -30...+80 °С

Динамік для подачі звукових сигналів ТМВ12А05 [4]



Рисунок 2.9 - ТМВ12А05

- Напруга живлення – 5В
- Діапазон звукових частот 2300+-500 Гц

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.758743.001 ПЗ

Лис
21

-струм живлення до 20мА

-діапазон робочої температури -30...+120 °С

Підключення до мережі інтернет буде виконано за допомогою модуля Wi-Fi на базі ESP-01 від компанії Atmel [5].

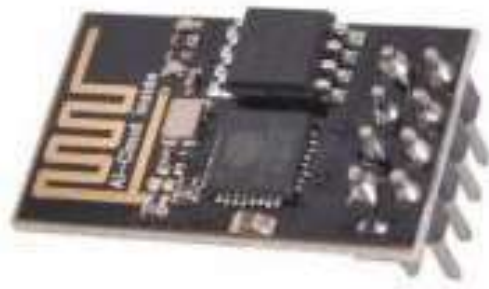


Рисунок 2.10 – Wi-Fi модуль ESP-01

-Напруга живлення – 3.3 або 5В

-вихідний сигнал аналоговий та цифровий

-струм живлення до 30мА

-діапазон робочої температури -30...+120 °С

Модуль 7-ми сегментного індикатора ТМ-1637 використовується для ві-
дображення виміряних даних на самому пристрої [2].



Рисунок 2.11 - Модуль 7-ми сегментного індикатора ТМ-1637

-Напруга живлення – 3.3 або 5В

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.758743.001 ПЗ

Лис
22

- вихідний цифровий
- струм живлення до 30мА
- діапазон робочої температури -30...+120 °С

У проекті як основний контролер використано Atmega328p

- Напруга живлення – 3.3 або 5В
- вихідний сигнал аналоговий та цифровий
- струм живлення до 30мА
- діапазон робочої температури -30...+120 °С

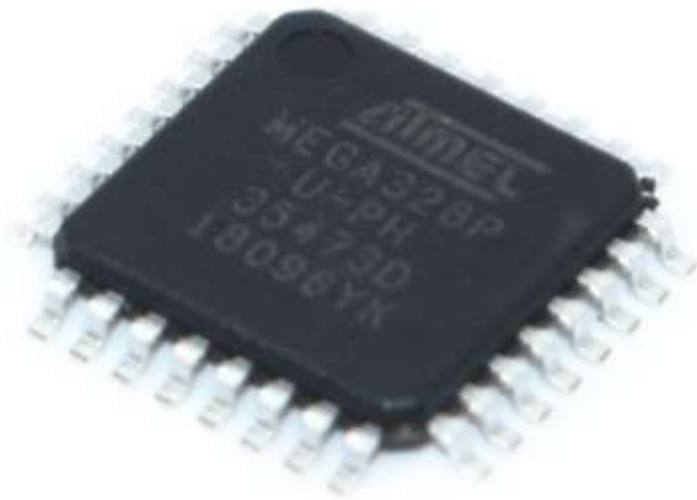


Рисунок 2.12 – Atmega328p

Інші елементи

Роль аварійного перезавантаження виконує тактова кнопка. Має компактні розміри та зроблена із якісного пластику.

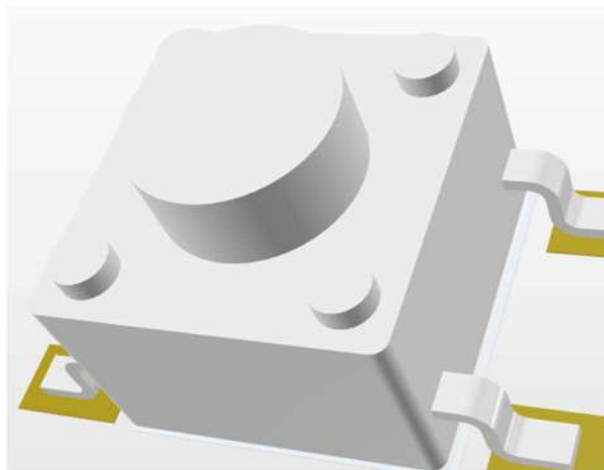


Рисунок 2.13 – Кнопка

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.758743.001 ПЗ

Підключення живлення для пристрою буде виконано у вигляді роз'єму від виробника CON, а саме SOCJ-2155. Так як він має задовільні розміри та електричні параметри.

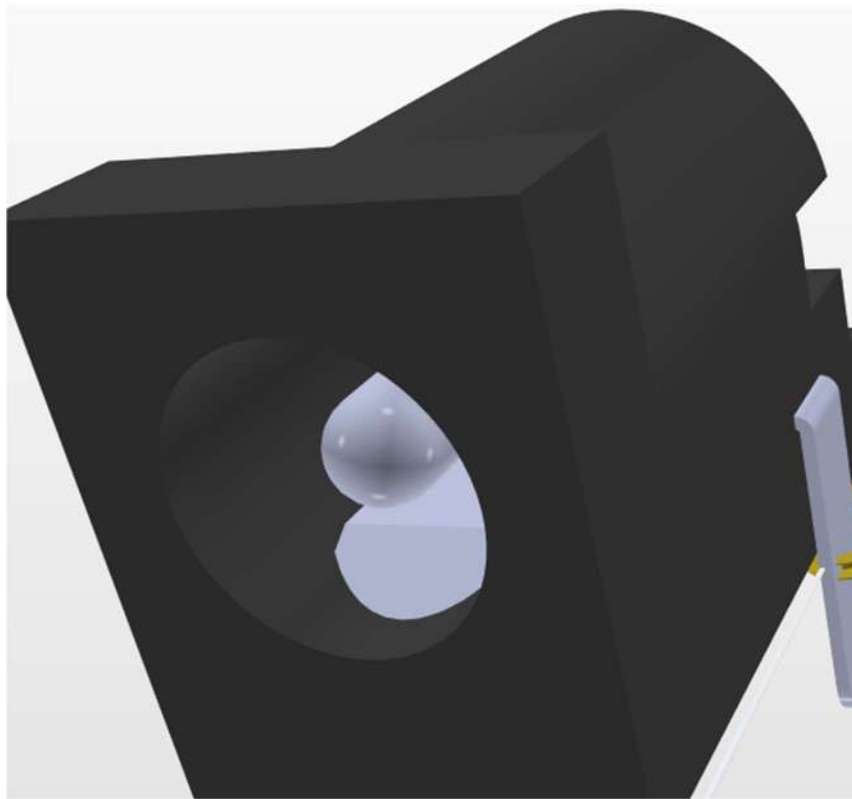


Рисунок 2.14 – роз'єму CON SOCJ-2155

Підключення до пристрою для налагодження та тестування буде виконано за допомогою 2 роз'ємів від компанії Nlinko на 6 штерків кожен, а саме DH-20-C06PE-03112.

					РА81.758743.001 ПЗ	Лис
						24
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

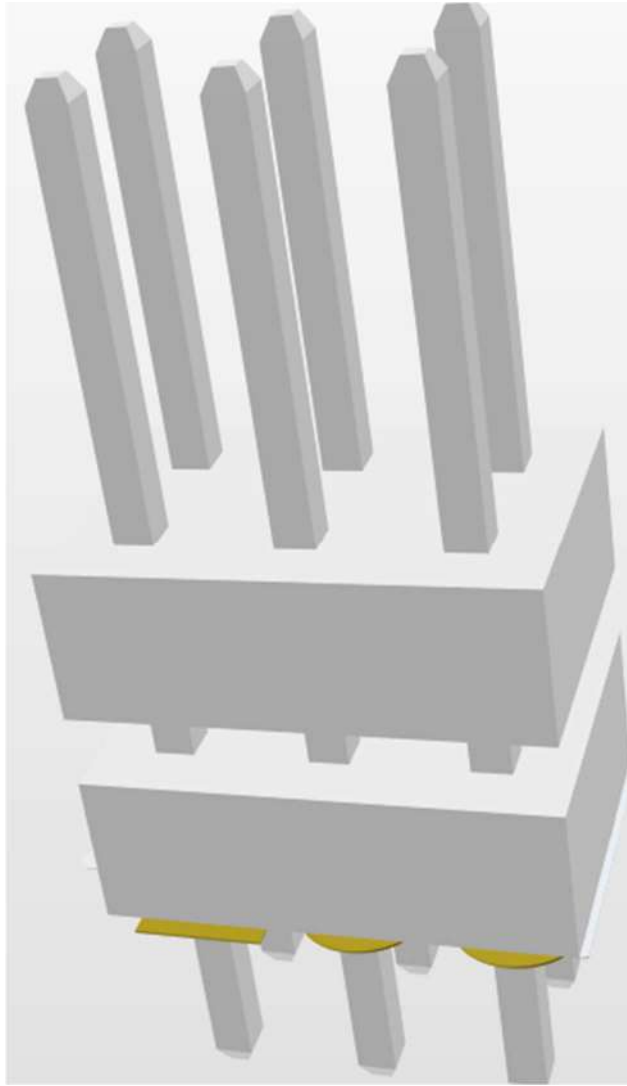


Рисунок 2.15 – роз'єм DH-20-C06PE-03112

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.758743.001 ПЗ

Лис

25

3 ПРОЕКТУВАННЯ ДРУКОВАНОГО ВУЗЛА

3.1 Аналіз технології виробництва пристрою

Пристрій буде виконано в вигляді цілісної деталі, нутрощі якого будуть складатися з плати пристрою. Компонентна база плати буде складатися з елементів вивідного та SMD типу, в наслідок чого плата буде виконана в двосторонньому форматі. Так як для збірки споживачу потрібен регулярний доступ до плати керування, був виготовлений корпус зі знімною кришкою. Для датчиків температури та наближення будуть зроблені отвори на нижній частині корпусу. Для семисигментного індикатору буде зроблено спеціальне місце для того, щоб він був встановлений врівень з корпусом.

Вибір методу виготовлення друкованої плати

Так як схема має невелику кількість радіоелементів та потребу до сторони плати, де вони повинні бути встановлені-то було обрано метод виготовлення двосторонньої плати з комбінованим негативним методом. Цей метод полягає у витравленні не захищених слоїв фольгованої мідної основи. Витравлення проходить за допомогою занурення плати з захищеними струмопровідниками у спеціальному розчині. Найчастіше роль захисника виконує фоторезист або металорезист.

Вибір матеріалу плати

Так як найпопулярнішим та практичним матеріалом для виготовлення плати є склотекстоліт, було прийнято рішення розробити друковану плату саме з цього матеріалу. Після проаналізованих документацій, було зроблено висновок, що склотекстоліт, а саме FR4 для даної друкованої плати потрібно використовувати з товщиною діелектрика, яка дорівнює 1.5 мм, а товщина фольгованого слою 40мкм.

Вибір речовини для пайки

Так як ми намагаємося зберігати природу та використовувати максимально екологічні матеріали, матеріал для пайки не є виключенням. В зв'язку з цим було прийняте рішення використовувати без свинцевий припій SAC-305 за стандартом ISO 9463:2014, який є одним з найпопулярніших у світі.

					РА81.758743.001 ПЗ	Лис
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		26

Вибір класу точності плати

У даній схемі використовуються достатньо чутливі та точні елементи, для кріплення яких потрібен клас точності вище другого, тому буде використано третій клас точності.

3.2 Розрахунок параметрів друкованої плати

Необхідно провести розрахунки габаритів контактних майданчиків і габаритних розмірів монтажних отворів. Для даної елементної бази, яку буде використано в цій друкованій платі.

Розрахунок діаметрів монтажних отворів для вивідних елементів пристрою проходить за формулою:

$$d_0 = d_v + 0.2$$

де d_0 – розмір отворів вивідного елемента;

d_v – розмір виводів.

Розрахунок параметрів для контактних майданчиків D_{km} елементів вивідного типу які використані на платі отримуються за формулою:

$$D_{km} = d_0 + 0.6$$

Якщо $d_0 \geq 1.1$ розміри контактних майданчиків отримуються за формулою:

$$D_{km} = d_0 + \frac{2}{3}d_0$$

Данні розрахунків було введено у таблиці 3.1 та 3.2

Таблиця 3.1 – Параметри вивідних елементів

Назва елемента	d_v	d_0	D_{km}
BA1	0.8	1	1.6
BT1	0.8	1	1.6
DD2	0.8	1	1.6
HL1	0.8	1	1.6
R9	0.8	1	1.6

Таблиця 3.2 – Параметри вивідних елементів

Назва елемента	d_v	d_0	D_{km}
----------------	-------	-------	----------

					РА81.758743.001 ПЗ	Лис
						27
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

VD1	0.8	1	1.6
X1	2.8	3	5
X2	0.8	1	1.6
X3	0.7	0.9	1.5

Розрахунки габаритних параметрів контактних майданчиків елементів поверхневого монтажу:

$$B \times L = (b + 0.3) \times (l + 0.3);$$

де $B \times L$ – габаритні параметри контактних майданчиків поверхневого монтажу;

$b \times l$ – розміри виводів елементів поверхневого монтажу.

Данні розрахунків було введено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Параметри елементів поверхневого монтажу.

Назва елемента	$b \times l$	$B \times L$
R1-R8,R10	1.3×0.65	1.6×0.95
C1-C5,C7	1.3×0.65	1.6×0.95
C6	3.7×1.7	4×2
DS1	0.6×1	0.9×1.3
SD1	1.8× 1.1	2.1×1.4
DA1	1.7×0.3	2×0.6
DD1	1.2×0.6	1.5 × 0.6

Усі параметри розміри отворів та контактних майданчиків для монтування елементів на плату проведено. Для подальшого проектування необхідно розрахувати площу плати та площу перерізу провідників.

3.3 Визначення та розрахунки габаритних параметрів плати

Так як технічне завдання потребує достатньо специфічної форми плати, а саме плата повинна бути виконана у формі півкола, отже її площа буде залежати від діаметру цього півкола. Що і буде розраховано в цьому підрозділі.

					РА81.758743.001 ПЗ	Лис
						28
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

Для визначення необхідних розмірів друкованої плати необхідно керуватися декількома параметрами:

- Площа зайнята використовуваними елементами в пристрої
- Площа необхідна для допоміжних зон
- Експлуатаційні умови
- Обмеження щодо щільності монтажу та обраним класом точності

Розрахунок сумарної площі усіх елементів плати, за допомогою чого можна визначити необхідну площу. Результати записано в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4 – сумарна площа елементів

Назва елемента	Кількість	Площа мм ²
R1-R8,R10,C1-C5,C7	15	20
C6	1	150
DS1	1	100
SD1	1	50
DA1	1	50
DD1	1	150
VD1	1	50
X1	1	200
X2	1	50
X3	1	50
BA1	1	300
BT1	1	100
DD2	1	400
HL1	1	50
R9	1	150
Сумарна площа елементів мм ²		2150

Виходячи з розрахунків мінімальна площа ДП дорівнює 2150 мм². Так як плата має форму півкола що накладає деякі обмеження на монтаж елементів на платі. Також враховуючи отвори для кріплення та для полегшення

проектуванні під час розведення плати було прийняте рішення збільшити площу до 4360 мм².

Так як плата буде у формі півкола і значення площі залежить від діаметру кола, то діаметр буде визначено за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{8 * S}{\pi}}$$

де D – діаметр ДП.

S – площа ДП.

$$D = \sqrt{\frac{8 * 4360}{\pi}} = 105.4 \text{ мм}$$

Отже габаритні розміри плати визначені, а це означає що залишилось розрахувати площу перерізу провідників.

Розрахунок параметрів провідників

Щоб розрахувати параметри провідників потрібно знати максимальне значення напруги та струму, що протікає крізь провідник.

Після огляду елементної бази стало зрозуміло, що усі провідники можна розділити на три категорії: сигнальні, силові з напругою 5.25 В, силові з напругою 3.3 В. Отримані значення систематизовані в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – параметри провідників

Тип провідника	Напруга, В	Струм, мА	Ширина у вузькому місці	Ширина у широкому місці
Сигнальна	5.25	10	0.35	0.4
Силова	5.25	300	0.35	0.9
Силова	3.3	100	0.35	0.9

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.758743.001 ПЗ

Лис
30

3.4 Проектування та трасування ДП

Завдяки усім зробленим вище можна задати правила трасування для редактора *Altium Designer*, щоб провести макси ефективно розміщення елементів на платі та най точніше розведення провідників. Земля буде залита у вигляді полігону. Результат виконаного трасування провідників та розміщення елементів наведено на рис 3.1 та 3.2.

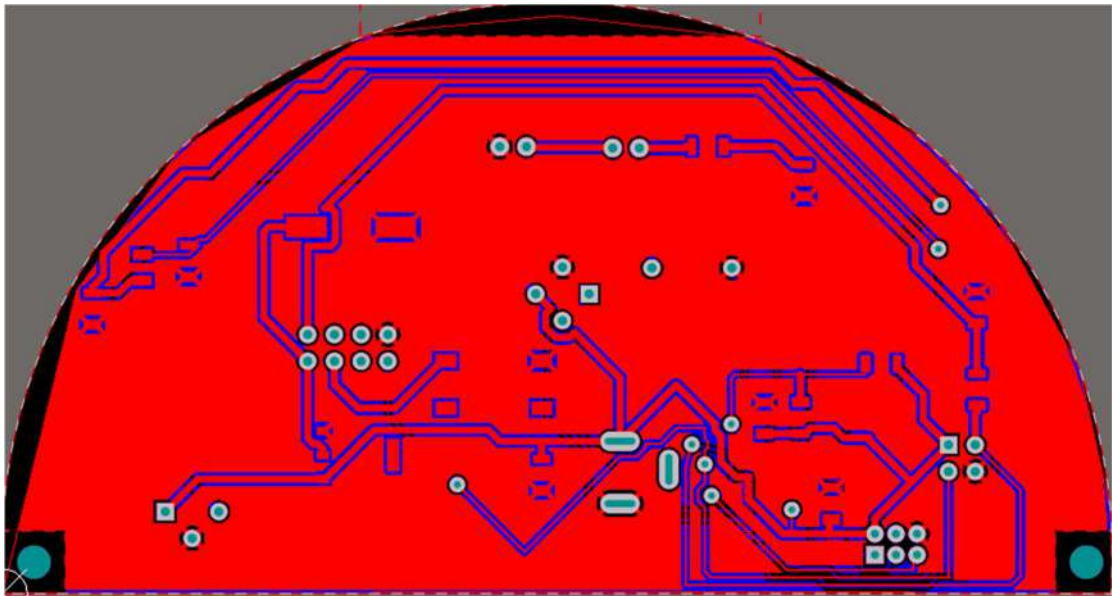


Рисунок 3.1 – верхня частина провідників (Top Layer)

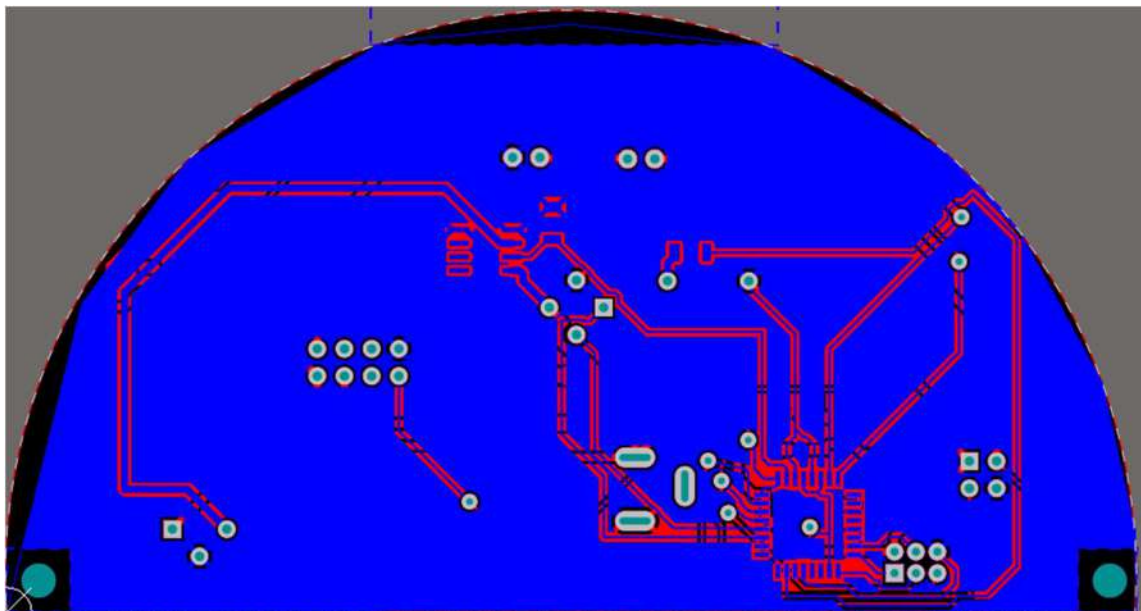


Рисунок 3.2 – нижня частина провідників (Bottom Layer)

Після проектування за допомогою *Altium Designer* було проведено перевірку на помилки та мінімізована їх кількість. Отже можна приступати до проектувати корпус.

					РА81.758743.001 ПЗ	Лис
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		31

4 КОНСТРУЮВАННЯ КОРПУСУ ТА ПРИСТРОЮ

Для початку перенесемо ДП в середовище *Solid Works* для цього конвертуємо файл с платую в формат .step та відкриваємо за допомогою ПЗ. Що зображено на Рис 4.1 та 4.2.

Виріб складається з плати та корпусу. Плата кріпиться до корпусу за допомогою двох гвинтів типу М3.

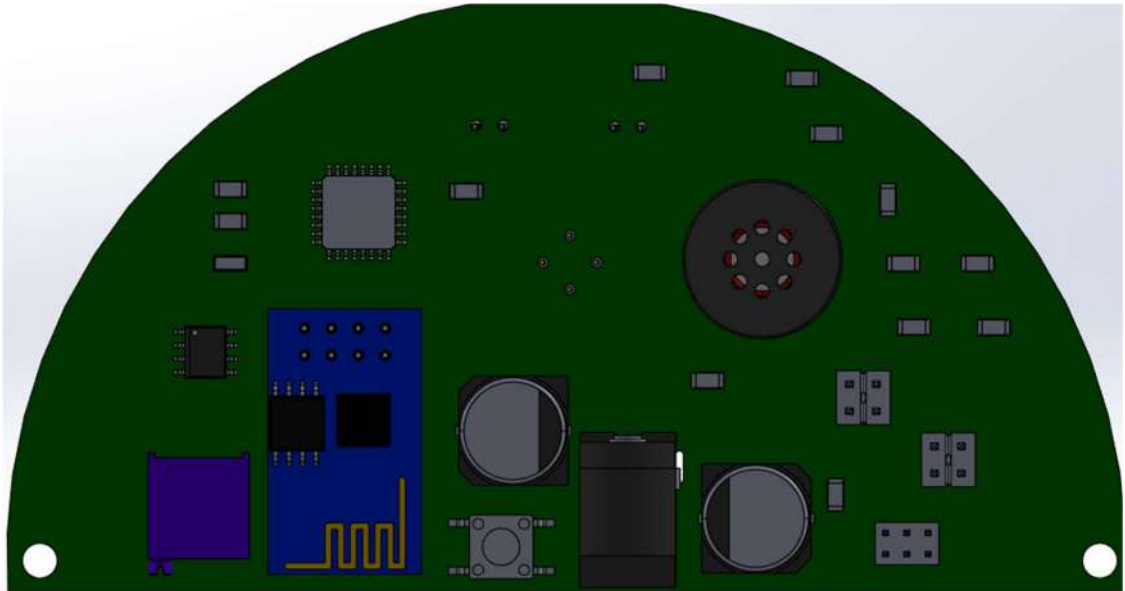


Рисунок 4.1 – Плата у *Solid Works* зверху

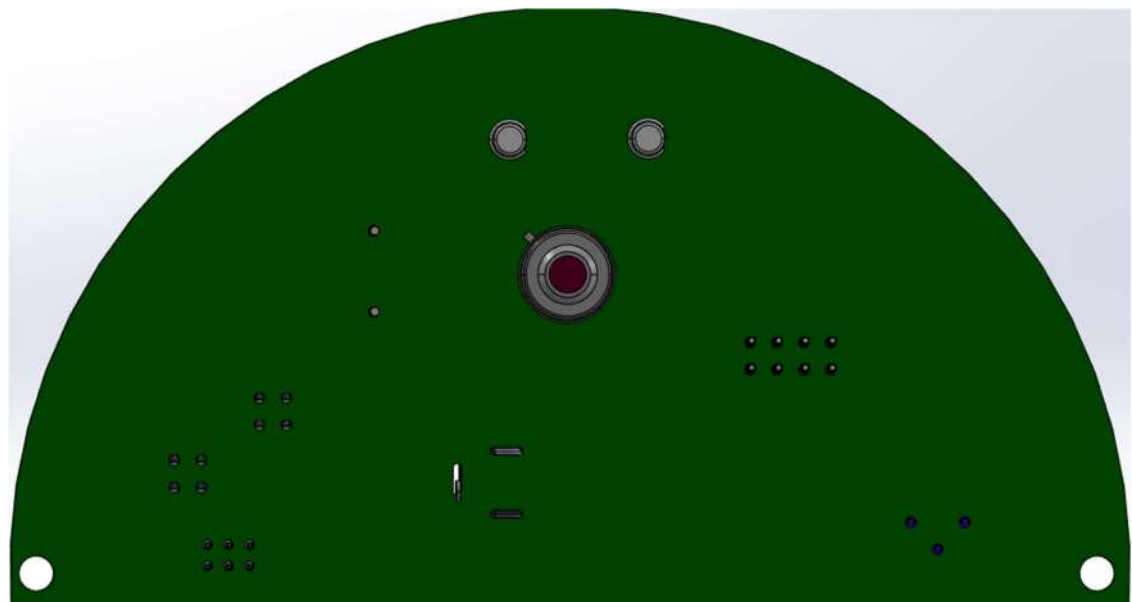


Рисунок 4.2 – Плата у *Solid Works* знизу

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.758743.001 ПЗ

Лис

32

4.1 Конструювання корпусу

Корпус матиме вигляд чверті сфери, на фронтальній стороні передбачено місце для 7-ми сигментного індикатору. На нижній частині розташовується 3 отвори для ІЧ індикатора, фотодіоду та ІЧ світлодіоду для датчику наближення. На задній панелі розташовано два отвори для кріплення пристрою на стіну та отвір для роз'єма живлення. Задня кришка пристрою буде з'ємна для спрощення збірки, налагодження та ремонту у разі потребі пристрою. Задня кришка кріпиться до основної частини за допомогою трьох гвинтів типу М3х8.

Корпус буде виготовлено з PLA пластмаси червоного кольору методом 3Д друку. Так як це максимально дешевий метод виготовлення та достатній для задоволення надійності та ударостійкості пристрою.

Корпус зображено на рис 4.3.



Рисунок 4.3 – корпус пристрою

Основна частина пристрою у нутроці якої встановлюється плата зображено на рисунку 4.4 та 4.5.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.758743.001 ПЗ

Лис
33

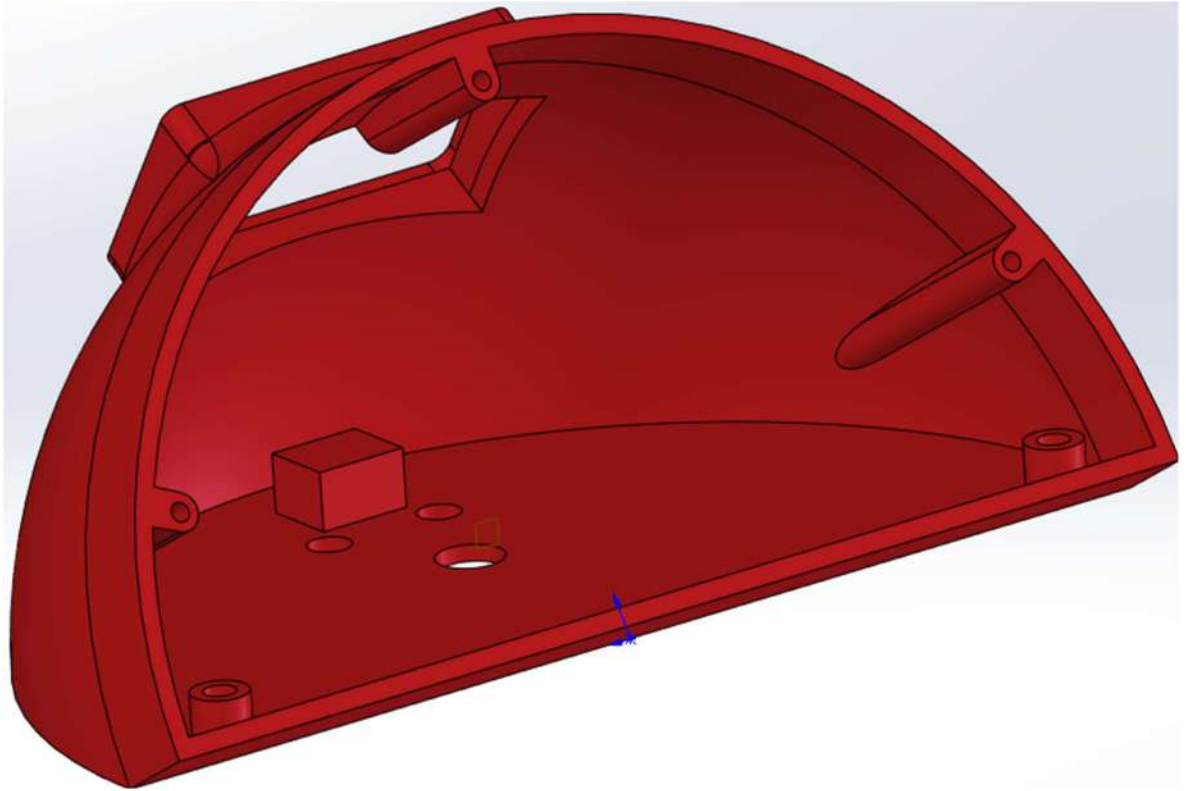


Рисунок 4.4 – основна частина корпусу без плати

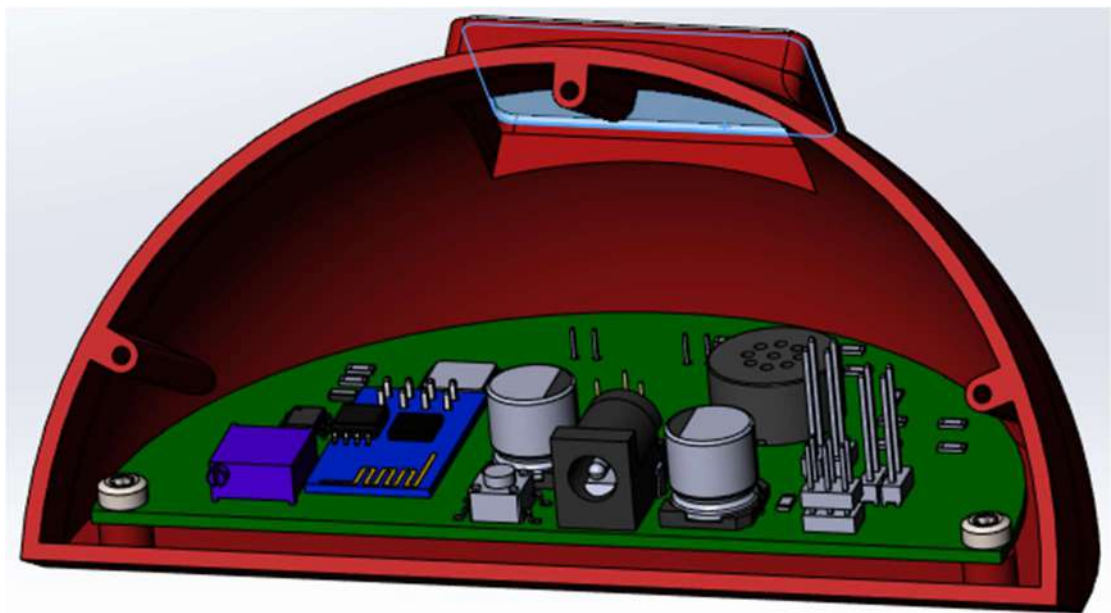


Рисунок 4.5 – основна частина корпусу з платою

Задня кришка виконана з дуже зручними отворами для кріплення приладу на стіну та максимально точно підігнаним отвором для використання роз'єма живлення. Вона виконана достатньої товщини щоб при кріпленні на стіну була можливість підключити живлення ззаду. На рис 4.6 зображено задню кришку.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.758743.001 ПЗ

Лис
34

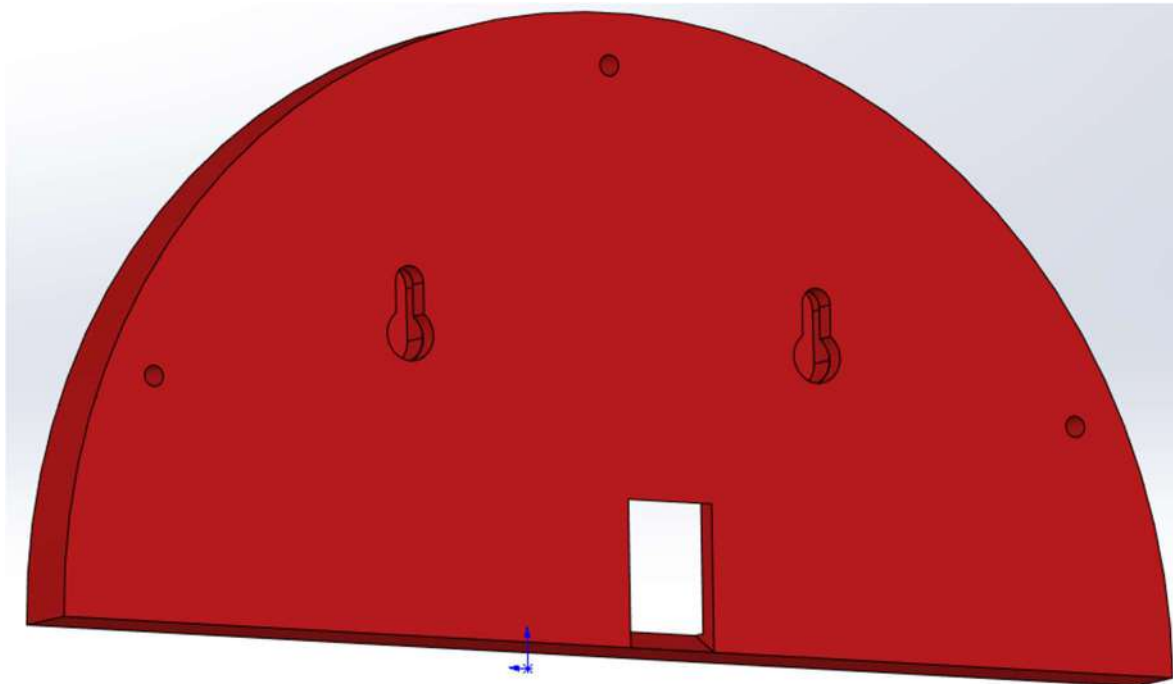


Рисунок 4.6 - Задня кришка пристрою

В цьому розділі було повністю розроблено конструкцію корпусу та пристрою. Змодельовано корпус його кріплення та збірку пристрою.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.758743.001 ПЗ

Лис
35

5 РОЗРАХУНКИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

Для підтвердження працездатності та чи задовольняє пристрій умовам ТЗ необхідно провести розрахунки надійності пристрою беручи до уваги: умови експлуатації та імовірності відмови елементів.

Розрахунок надійності

Розрахунок буде проведено за стандартами ДСТУ-2862-94.

Значення параметрів які необхідні для приблизного розрахунку надійності пристрою.

N – кількість елементів

λ – інтенсивність відмов

K_n – коефіцієнт навантаження

A_e – коефіцієнт умови експлуатації

A_t – температурний коефіцієнт

Q – ймовірність відмови

T – середній час напрацювання до відмови

P – ймовірність безвідмовної роботи

Розрахунки значень надійності буде приведено в таблиці 5.1

Сумарне значення $\lambda_{заг}$ всього пристрою розраховується за формулою:

$$\lambda_{заг} = \sum_{k=0}^n \lambda_{рез}$$

Отже $\lambda_{заг} = 3,1 * 10^{-6}$

Знаючи значення надійності пристрою, можна розрахувати середній час напрацювання на відмову за формулою:

$$T = \frac{1}{\lambda_{заг}} = 323164 \text{ годин}$$

З огляду на отриманий результат можна зробити висновок, що пристрій має достатньо великий час напрацювання на відмову, а саме значення пристрою задовольняють значенням ТЗ.

					РА81.758743.001 ПЗ	Лис
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		36

Назва	Коеф. умови експлуатації, ае	Температурний коеф, ат	Коеф. навантаження, Кп	Інтенсивність відмов, λ	Кількість, N	Результат λрез
Резистори	9,00	0,70	0,20	4,5E-08	10,00	5,67E-07
Конденсатори	8,00	0,50	0,30	3,3E-08	6,00	2,38E-07
Резонатори	10,00	0,40	0,30	6,40E-08	1,00	7,68E-08
Конектор	7,00	1,20	0,30	2,00E-08	3,00	1,51E-07
Мікросхеми	10,00	2,40	0,40	2,30E-08	6,00	1,32E-06
Динаміки	7,00	0,30	0,50	2,00E-08	1,00	2,10E-08
Фотодіоди	8,00	0,40	0,20	1,20E-08	1,00	7,68E-09
Світлодіоди	8,00	0,40	0,20	1,30E-08	1,00	8,32E-09
Плата	10,00	2,00	1,40	2,50E-08	1,00	7,00E-07

Таблиця 5.1 – розрахунок надійності

Тепер ми маємо змогу розрахувати ймовірність безвідмовної роботи пристрою. Врахуємо що пристрій буде працювати на протязі 1 року. Значення будемо розраховувати за даною формулою:

$$P = e^{-\lambda_{заг}} = 0,999996$$

Ймовірність відмови приладу під час роботи протягом року отримується за формулою.

$$Q = 1 - P = 0,000004$$

В ході експлоатації пристрою ймовірність роботи без відмови матиме гірші значення, але це матиме достатньо малий вплив на якість та час роботи пристрою.

ВИСНОВОК

У дипломному проекті було розроблено пристрій за допомогою якого можна вимірювати температуру людей та систематизувати дані, які відправляються на website та формуються у базі даних. Цей пристрій має значні переваги в порівнянні з аналогами, а саме: систематизація даних, живлення від стаціонарного блоку живлення, тобто пристрій не є портативним і не потрібно робити заміну елементів живлення, як у існуючих аналогів, також не можна відмітити оригінальність та зручність у дизайні пристрою.

					<i>РА81.758743.001 ПЗ</i>	Лис
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		38

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Даташит на здвоєний компаратор LM393
URL:<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/3068/MOTOROLA/LM393.html>(дата звернення 27.05.2022)
2. Модуль 7-ми сегментного індикатору Тm-1637 URL:
<https://arduino.ua/art80-dorabotka-biblioteki-tm-1637-dlya-7-mi-semientnogo-ekrana>(дата звернення 27.05.2022)
3. Даташит для інфрачервоного датчику температури MLX90614
URL:https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/MLX90614_rev001.pdf(дата звернення 27.05.2022)
4. Характеристики динаміку ТМВ12А05 URL:
http://radiocom.dn.ua/image/data/pdf/TMB12A_BUZ.pdf(дата звернення 27.05.2022)
5. Даташит Wi-Fi модуля ESP-01 URL:
<https://www.microchip.ua/wireless/esp01.pdf>(дата звернення 27.05.2022)

					РА81.758743.001 ПЗ	Лис
						39
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

ТЗ

1. НАЗВА І ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

Назва курсового проекту «Настінний пірометр».

Підставою для виконання є завдання, видане кафедрою прикладної радіоелектроніки від «11» лютого 2022 року

2. ВИКОНАВЕЦЬ

Виконавець — студент групи РА-81 Тележинський Володимир Дмитрович.

3. МЕТА ВИКОНАННЯ КР І ПРИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКЦІЇ

Метою курсового проекту є розробка конструкції настінного пірометра, перевірка її на працездатність та оформлення необхідної конструкторської документації.

Настінний пірометр призначений для вимірювання температури будь-якої частини тіла людини, та демонстрації температури на дисплеї.

4. ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ.

4.1 Призначення

Напруга живлення: від +4.4 В до +5.25 В;

Струм: 0.1 А;

Життєздатності та стійкості до зовнішніх впливів і чинників.

Кліматичні вимоги О4 згідно ГОСТ 15150-69.

Наявність роз'єм CON-SOCJ-2155.

Можливість підключення до інтернету.

4.2 Надійності

Середній час безвідмовної роботи не менше 9000±10% годин.

Імовірність безвідмовної роботи 0,95.

Середній строк служби не менше 1-го року.

4.3 Конструкції

Прилад повинен мати форму наближену до чверті кулі, і з'єднуватися за допомогою роз'єма CON-SOCJ-2155 та будь-якого типу бездротового зв'язку.

Габаритні параметри, Ш×Д×В, не більше, мм: 200×150×370.

Маса: не більше 666г.

Вимоги до кріплення: пристрій повинен мати зручне кріплення на стіну на задній панелі.

4.4 Уніфікації і стандартизації

Використовувати уніфіковану та стандартизовану елементну та матеріальну базу.

4.5 Дизайну, ергономіки та технічної естетики.

Колір корпусу червоний або зелений, в корпусі повинен бути отвір для екрану та роз'єму живлення.

4.6 Експлуатації, зручності технічного обслуговування та ремонту

Технічний обслуговування не проводиться.

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

Керуватися положеннями стандартів про вимоги технічної безпеки, елек-тробезпеки, пожежної безпеки.

4.8 Транспортування і зберігання

Умови транспортування згідно ГОСТ 16019-2001.

Зберігання: за ГОСТ 15150-69

4.9 Якості і технічного рівня

Відповідає світовому рівню.

5 ВИМОГИ ДО СИРОВИНИ, МАТЕРІАЛІВ І ПКВ

Вибір не екологічного матеріалу для корпусу.

6 ВИМОГИ ДО КОНСЕРВАЦІЇ, ПАКУВАННЯ І МАРКУВАННЯ

Маркування: не передбачено.

Пакування: не передбачено.

Консервація: не передбачено.

7 ЕТАПИ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

Дипломний проект виконується в 7 етапів.

Таблиця 1 – етапи Дипломного проекту

№	Назви етапу	Термін виконання	Форма звітності
1	Огляд існуючих рішень	2.05.22 – 13.05.22	Розділ 1
2	Розробка та аналіз ТЗ	14.05.22 – 18.05.22	Розділ 1
3	Вибір та обґрунтування схемотехнічних рішень	19.05.22 – 30.05.22	Розділ 2
4	Вибір та обґрунтування елементної бази	31.05.22 – 6.06.22	Розділ 3
5	Проектування приладу	7.06.22 – 12.06.22	Розділ 4
6	Розрахунки, що підтверджують працездатність	13.06.22 – 15.06.22	Розділ 4
7	Оформлення документації	16.06.20 – 20.06.22	Креслення і додатки

8 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 комісією.

Виконавець

Тележинський В.Д. _____



Керівник

доц.к.т.н. Лащевська Н.О. _____



Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A3			РА81. 433246.001 СК	Складальний кресленик		
A3			РА81.758765.001 ЕЗ	Схема електрична принципова		
A4			РА81.436335.001 ПЕ	Перелік елементів		
				<u>Деталі</u>		
		1	РА81.758754.001	Друкована плата	1	
				<u>Інші вироби</u>		
				Конденсатор 47 μ F, 10V \pm 20% Panasonic Radial Lead Type HD-A	1	C1
				Конденсатор 22pF \pm 20% Panasonic Radial Lead Type HD-A	2	C2, C3
				Конденсатор 0.1 μ F, 10V \pm 20% Panasonic Radial Lead Type HD-A	1	C4
				Конденсатор 47 μ F, 10V \pm 20% Panasonic Radial Lead Type HD-A		C5
				Конденсатор 0.1 μ F \pm 20% Panasonic Radial Lead Type HD-A		C6
				Динамік ТМВ12А05 Melexis	1	BA1
				Мікросхема MLX90614 Melexis		BT1
				Мікросхема LM393 Texas Instruments	1	DA1
				Мікросхема Atmega328p Atmel	1	DD1
				Мікросхема ESP – 01 Atmel	1	DD2
				Мікросхема AMS1117 Texas Instruments	1	DS1
				Мікросхема ТМ1637 Texas Instruments	1	HG1
				РА81.436335.001		
			№ докум.	Підпис	Дата	
Розробив	Тележнинський В.Д.					
Перевір.	Лащевська Н.О.					
Реценз.						
Н. Контр						
Затверд.	Лащевська Н.О.					
				Інтелектуальний зонд оцінки температури тіла		
				Літ.	Арк.	Аркушів
					1	2
				НТУУ «КПІ» РТФ		

Позн.	Найменування				іл.	Примітки		
	<u>Динамік</u>							
BA	TMB12A05 Melexis							
	<u>Мікросхема</u>							
BT	MLX90614 Melexis							
D	LM393 Texas Instruments							
D	Atmega328p Atmel							
D	ESP – 01 Atmel							
DS	AMS1117 Texas Instruments							
H	TM1637 Texas Instruments							
	<u>Конденсатори</u>							
C1	47uF,10V±20% Panasonic Radial Lead Type HD-A							
C2	22pF±20% Panasonic Radial Lead Type HD-A							
C4	0.1uF,10V±20% Panasonic Radial Lead Type HD-A							
C5	47uF,10V±20% Panasonic Radial Lead Type HD-A							
C6	0.1uF±20% Panasonic Radial Lead Type HD-A							
	<u>Фотодіод</u>							
HL	GNL-5012PD Texas Instruments							
					РА81.436335.001 ПЕ			
					РА81.436335.001 ПЕ			
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата				
Розробив	Тележинський В.Д.				Інтелектуальний зонд оцінки температури тіла	Літ.	Арк.	Арк.
Перевір.	Лащевська Н.О.						1	2
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського, РТФ		
Н.Контр								
Затверд.	Лащевська Н.О.							

По зн.	Найменування					Кіл.	Примітки
	<u>Резистори</u>						
R1	1K Ohm,1/4W,5% SMD Trimpot Trimming Po-					1	
R2	2K Ohm,1/4W,5% SMD Trimpot Trimming Po-					2	
R3	4,7K Ohm,1/4W,5% SMD Trimpot Trimming					1	
R5	22 Ohm,1/4W,5% SMD Trimpot Trimming Po-					1	
R6	4,7K Ohm,1/4W,5% SMD Trimpot Trimming					3	
R7	10K Ohm,1/4W,5% SMD Trimpot Trimming					1	
R1	100 Ohm,1/4W,5% SMD Trimpot Trimming					1	
	<u>Світлодіод</u>						
V	SFH 4556 Texas Instruments					1	
					РА81.436335.001 ПЕ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Тележинський В.Д.			Інтелектуаль- ний зонд оцінки температури тіла	Лі т.	А рк.	Арку- шів
Перевір.	Лащевська Н.О.					2	2
Реценз.							
Контр.							
Затверд.	Лащевська Н.О.						
						КПІ ім. Ігоря Сі- корського, РТФ	