

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

**Радіотехнічний факультет
Кафедра прикладної радіоелектроніки**

«До захисту допущено»

В. о. зав. кафедрою

_____ Михайло СТЕПАНОВ

« ____ » _____ 2022 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньо-професійною програмою

«Радіозв'язок і оброблення сигналів»

за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

на тему: «Аварійний радіоприймач з ліхтариком на базі потужного *LED*»

Виконав:

студент IV курсу, групи РА-81

Гладкіх Максим Олегович

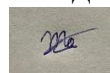


Керівник: ас. Нікітчук Артем Валерійович

Рецензент: ст. викладач Булашенко Андрій Васильович

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

Студент



Київ — 2022 року

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

Інститут/факультет **радіотехнічний**

Кафедра **прикладної радіоелектроніки**

Рівень вищої освіти – **перший (бакалаврський)**

Спеціальність (спеціалізація) **172 «Телекомунікації та радіотехніка»**

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. зав. кафедри

_____ Михайло СТЕПАНОВ

«__» _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Гладкіх Максима Олеговичу

1. Тема проекту: «Аварійний радіоприймач з ліхтариком на базі потужного *LED*»

керівник проекту Нікітчук Артем Валерійович,

затверджені наказом по університету від «01» червня 2022 р. № 822-С.

2. Строк подання студентом проекту «20» червня 2022 року.

3. Вихідні дані до проекту: нормальні умови експлуатації; мобільний спосіб використання; автономна робота не менше 1 год.; вага – не більше 1,5 кг; потужність *LED* – не менше 100 Вт; FM-радіо; декілька режимів роботи ліхтаря.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити) проаналізувати завдання; оглянути аналоги; розробити та обґрунтувати структурну та принципову схему; обрати елементну базу; розрахувати параметри схеми; спроектувати друкований вузол; розробити радіатор; визначити показники надійності; розробити конструкцію корпусу; підтвердити працездатність.

5. **Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу** (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) структурна схема; схема електрична принципова; складальний кресленик друкованого вузла; плакат.

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
—	—	—	—

7. **Дата видачі завдання «02» травня 2022 року**

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Огляд існуючих рішень	2.05.22 – 13.05.22	
2	Розробка та аналіз ТЗ	14.05.22 – 18.05.22	
3	Обґрунтування та вибір схемотехнічних рішень	19.05.22 – 30.05.22	
4	Вибір та обґрунтування елементної бази	31.05.22 – 2.06.22	
5	Проектування друкованої плати та корпусу	2.06.22 – 4.06.22	
6	Розрахунки, що підтверджують працездатність	4.06.22 – 7.06.22	
7	Оформлення документації	7.06.20 – 13.06.22	

Студент



Максим ГЛАДКІХ

Керівник

Артем НІКІТЧУК

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

АНОТАЦІЯ

У дипломному проекті розробляється аварійний радіоприймач із ліхтариком на базі потужного *LED* включає пояснювальну записку обсягом 44 сторінки, які включають: 32 рисунка, 3 таблиці, 23 посилань, 6 додатків.

Мета проекту — розробка пристрою, що буде складатись з радіоприймача з підсилювачем звукової частоти, потужного *LED* ліхтарика, акумулятора, перетворювача напруги та роз'ємів живлення.

Для досягнення цього проведено аналіз аналогів даного пристрою, виявлено переваги та недоліки. Розроблено та проаналізовано технічне завдання, структурну та електричну принципову схему. Проведено обґрунтований вибір основних компонентів. Створено конструкцію та відповідні 3D-моделі.

Ключові слова: радіоприймач, ліхтарик, *LED*, 100W, TA2003P, LM2576S-ADJ, UC3843AN, BMS.

ANNOTATION

The diploma project develops an emergency radio with a flashlight based on a powerful LED includes an explanatory note of 44 pages, which includes: 32 figures, 3 tables, 23 references, 6 appendices.

The aim of the project is to develop a device that will consist of a radio receiver with an audio frequency amplifier, a powerful LED flashlight, a battery, a voltage converter and power connectors.

To achieve this, the analysis of analogues of this device, identified advantages and disadvantages. The technical task, structural and electrical schematic diagram are developed and analyzed. A reasonable choice of the main components is made. The design and corresponding 3D models are created.

Keywords: radio, flashlight, LED, 100W, TA2003P, LM2576S-ADJ, UC3843AN, BMS.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проекту

на тему: «Аварійний радіоприймач з ліхтариком на базі потужного *LED*»

Київ – 2022 року

ЗМІСТ

Перелік скорочень.....	3
Вступ.....	4
1 Огляд існуючих рішень. аналіз технічного завдання	6
1.1 Огляд та аналіз аналогів пристрою на ринку	6
1.2 Аналіз технічного завдання	9
2 Вибір та обґрунтування схемотехнічного рішення.....	10
2.1 Розробка структурної схеми	11
2.2 Розробка схеми електричної принципової	12
2.3 Вибір елементної бази	14
2.4 Вибір матеріалу корпусу	30
3 Проектування конструкції пристрою.....	31
3.1 Визначення габаритів друкованої плати та її розмірів	31
3.2 Розрахунок діаметрів монтажних отворів	32
3.3 Розрахунок ширини друкованих провідників.....	33
3.4 Трасування друкованої плати	34
3.5 Проектування корпусу приладу	35
4 Аналіз працездатності приладу	38
4.1 Розрахунок надійності	38
4.2 Розрахунок віброміцності вузла	39
Висновки	41
Перелік джерел посилань	42

					РА81.464327.001ПЗ		
ЗМ.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Гладких М.О.				Аварійний радіоприймач з ліхтариком на базі потужного LED	Лім.	Лист
Перевірів	Нікітчук А. В.						Листів
							1
							44
Н. Контр.					РА-81, РТФ		
Затвердив							

Додаток А. Технічне завдання	45
Додаток Б. Розрахунки	50
Додаток В. Специфікація на друкований вузол.....	54
Додаток Г. Специфікація пристрою	57
Додаток Д. Детальна візуалізація	59
Додаток Е. Відомість дипломного проекту	61

					РА81.464327.001ПЗ	Лист
						2
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ДП — друкована плата

ЕП — електрична принципова

ЕРЕ — електрорадіоелементи

ТЗ — технічне завдання

LED — Light-emitting diode

					РА81.464327.001ПЗ	Лист
						3
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

На даний момент ліхтарики є майже у всіх будинках їх можна використовувати що в поході що у прогулянці ввечері або коли вдома відключили світло.

Багато людей використовують ліхтарики кожен день і щоб їм не було так сумно існують ліхтарики з радіо, за допомогою радіо можна послухати улюблену радіостанцію або важливі новини. Ліхтарики з радіо найчастіше використовують для пошуку зниклих людей або злочинців у лісах, полях. Всі можуть налаштуватися на одну частоту і слухати всю інформацію, яку їм передаватимуть.

Для опису та порівняння властивостей ліхтариків використовуються такі основні ознаки: світловий потік, режим роботи, колір лучу, здатність фокусування або форма променя, дальність променя, термін служби батареї, захист від вологи, захист від механічних впливів. Існує стандарт *ANSI FL1-2009*, який описує та стандартизує методи вимірювання та звітування про основні характеристики ліхтариків.

Світловий потік і час роботи ліхтарика — пов'язані характеристики, чим більше світловий потік, тим швидше розряджаються батареї. Не можливо збільшити вагу батарей або акумуляторів без ушкодження для комфорту під час мобільного використання. Режим роботи може бути зі стабілізацією світлового потоку, іноді з можливістю його вибору, і тоді точно відомий час роботи, або в режимі плавного зниження яскравості в міру розряду. Найбільш оптимальна форма світлової плями — рівномірно освітлене коло без яскравого центру з невеликим зниженням яскравості по краях. Гострі краї яскравості втомлюють очі під час тривалої роботи. Можливість фокусування дозволяє змінювати далекобійність ліхтаря, але теж з вибором — або добре підсвітити дальній об'єкт, але вузьким променем, або широкого променем створити таку ж саму освітленість поблизу.

Під радіоприймальним пристроєм розуміють радіоприймач, забезпечений антеною, а також засобами обробки інформації, що приймається, і відтворення

					РА81.464327.001ПЗ	Лист
						4
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

її в необхідній формі. У багатьох випадках антена та засоби відтворення конструктивно входять до складу радіоприймача.

Ліхтарик з радіо складається з радіо, акумулятора та потужного *LED* ліхтарик. Акумулятор підключено до підвищуючого перетворювача напруги, а він в свою чергу до *LED*. Підвищуючий перетворювач має 4 з'єднання. 2 з них потрібно буде підключити до живлення, а решту 2 вже підключати до діода. Для того щоб ліхтарик не нагрівався для нього потрібно додати радіатор, а ще краще додати туди вентилятор 50 мм. Для того щоб зарядити акумулятори можна використовувати, звичайний імпульсний блок живлення на 12 Вольт. Для підключення радіо ми будемо використовувати ті ж акумулятори що і для ліхтарика, але перед цим потрібно підключити знижувальний перетворювач. Для його спорудження буде використаний швидше за все мікросхема *TA2003P* тому що він дуже доступний і буде легко зібрати радіоприймач.

Новизна даного розробленого пристрою у поєднанні радіоприймача, повербанка, малопотужного та потужного *LED*, з можливістю регулювання яскравості та перемикання режимів освітлення для економії заряду акумулятора.

Пристрій актуальний для використання в аварійних ситуаціях, за відсутності зв'язку можна орієнтуватися на інформацію по радіо, малопотужний *LED* і досить ємнісний акумулятор забезпечить аварійним освітленням протягом значного часу, а за допомогою потужного *LED* з регульованою яскравістю можна виконувати як пошукові роботи, у темний час доби, так і подавати світлові сигнали.

					РА81.464327.001ПЗ	Лист
						5
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ. АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАДАННЯ

Розробку технічного завдання варто розпочати з огляду аналогів радіоприймачів із ліхтариком.

1.1 Огляд та аналіз аналогів пристрою на ринку

YAMEI RD339 [1] – Портативний ліхтарик з радіо. Зовнішній вигляд ліхтарик з радіо **YAMEI RD339** зображений на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 — Ліхтар із радіо **YAMEI RD339** [1]

Особливості **YAMEI RD339**:

- генератор електромеханічний, 5 В, 500 мА·год;
- сонячний модуль підзарядки;
- ліхтар, з фронтальним спрямованим променем;
- можливість працювати від батарейок;
- FM та AM радіо;
- вага 450 г;
- габарити 20x14x6,5 см.

Недоліки **YAMEI RD339**:

- LED малої потужності;
- акумулятор малої ємності 1000 мА·год;

					РА81.464327.001ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		6

Golon RX-9133 [2] – радіоприймач з ліхтариком. Зовнішній вигляд зображений на рис.1.2.



Рисунок 1.2 — Радіоприймач з ліхтариком *Golon RX-9133* [2]

Особливості *Golon RX-9133*:

- відтворення аудіо файлів у форматі MP3 з карти пам'яті SD і флешки;
- режим перемикання треків з допомогою кнопок на панелі;
- механічний пошук радіохвиль;
- можливість підключати до ПК;
- механічне регулювання гучності;
- ціна 500 грн;
- FM 88-108 МГц;
- габарити 25x85x160 мм;
- вага 746 г;
- підключення через *jack* 3,5 мм.

Недоліки *Golon RX-9133*:

- заряджається від мережі 220 В;
- слабкий акумулятор 1000 мА·год;
- слабкий LED.

					РА81.464327.001ПЗ	Лист
						7
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

DEGEN DE13DSP [3] – невеликий радіоприймач з ліхтариком.

Зовнішній вигляд зображений на рис.1.3.



Рисунок 1.3 — Радіоприймач з ліхтариком *DEGEN DE13DSP* [3]

Особливості *DEGEN DE13DSP*:

- роз'єм для стереонавушників;
- вбудована сирена тривоги;
- складна телескопічна антена;
- можливість заряджати смартфони, планшети та іншу техніку;
- сонячний модуль підзарядки;
- FM: 87–108 МГц;
- розміри 133x62x47 мм;
- вага 229 г;
- маленький розмір;
- ціна 3000 грн;

Недоліки *Golon RX-9133*:

- заряджається від мережі 220 В;
- слабкий акумулятор 320 мА·год;
- слабкий ліхтарик.

На основі розглянутих ліхтариків з радіоприймачем та з урахуванням їх переваг та недоліків була запропонована фірмова конструкція – універсальний

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.464327.001ПЗ

Лист

8

потужний світлодіодний ліхтарик потужністю 100 Вт з вбудованим *FM*-радіо. Цей ліхтарик має новітні елементи, привабливу схему та легке виконання.

1.2 Аналіз технічного завдання

Ліхтарик з радіоприймачем призначений для освітлення дороги, приміщення або на природі під час кемпінгу чи на полюванні та риболовлі. *FM*-радіо має бути з антеною. Використовувати прилад можна в нормальних умовах експлуатації.

Відповідно до технічного завдання кліматичні умови О5.1 згідно з ГОСТ 15150-69 [4], передбачає такі умови:

- робоча температура в межах від +35 °С до -10 °С
- гранична температура в межах від +35 °С до -10 °С;
- середнє значення відносної вологості повітря – 80% при температурі +27 °С;
- граничне значення відносної вологості повітря – 98% при температурі +35 °С;
- робоче значення атмосферного тиску – 106 кПа;
- мінімально допустиме значення атмосферного тиску – 86 кПа.

Вказаній категорії відповідає апаратура, що призначена для експлуатації на суші, річках, озерах.

Умови транспортування виконуються згідно ГОСТ 23216-78 [5] – дуже легкі. Перевезення відбувається без зайвих навантажень автомобільним транспортом – транспортними засобами з пневматичним демпфуванням по дорогах з асфальтним або бетонним покриттям (дороги 1-ї категорії по будівельним нормам та правилам затвердженими Укравтодором) на будь-яку відстань.

За ГОСТ 30773-2001 [6] утилізацією приладу займається сам виробник. При утилізації всі частини приладу можна розділити на дві групи: які ідуть на повну ліквідацію та на подальшу переробку.

					РА81.464327.001ПЗ	Лист
						9
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

Утилізацією приладу займається сам виробник. При утилізації всі частини приладу можна розділити на дві групи: які ідуть на повну ліквідацію та на подальшу переробку.

Пристрій повинен мати середній строк служби не менше року експлуатації, а імовірність безвідмовної роботи не менше 0,95 на протязі перших 1000 годин. Ремонт та технічне обслуговування здійснюється у виробника. Для забезпечення технічного обслуговування пристрою корпус слід зробити розбірним.

Оскільки виготовлення пристрою одиничне, корпус слід виготовити на 3D принтері. У якості матеріалу буде використаний ABS – пластик.

Для забезпечення найкращих показників, слід обрати найсучасніші компоненти на даний момент. Для того, щоб прилад у майбутньому пішов у виробництво, він повинен бути дешевшим для споживача.

					РА81.464327.001ПЗ	Лист
						10
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМОТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ

В цьому розділі розроблена структурна і електрична принципова схема та проведено вибір елементної бази.

2.1 Розробка структурної схеми

На (рис. 2.1) зображено структурна схема радіоприймача із ліхтариком.

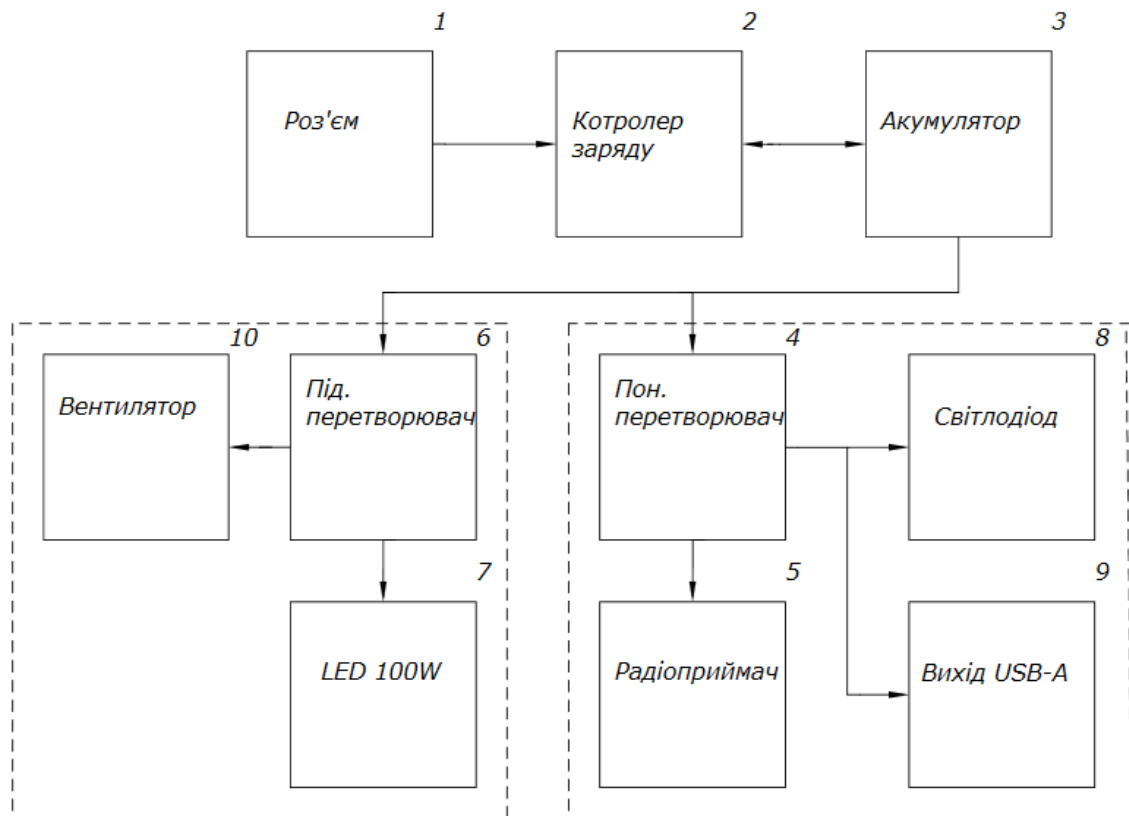


Рисунок 2.1 — Структурна схема

Структурна схема складається з:

1. Роз'єм для підключення зарядного пристрою – служить для заряджання акумуляторів.
2. Контролер заряду – контролер заряду це пристрій, який автоматично регулює рівень струму та напруги від джерела для забезпечення заряду акумуляторних батарей, таким чином оберігаючи акумулятори від пошкоджень.
3. Акумулятор – використовують для живлення приладу під час мобільного використання.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.464327.001ПЗ

Лист

11

4. Понижуючий перетворювач напруги – використовується для зниження напруги. З 3-40 В 1,5-35 В. У цьому випадку на вхід буде йти 11-12 В, а на виході можна відрегулювати на 3 В.
5. Радіоприймач – призначений для приймання електромагнітних хвиль радіодіапазону.
6. Підвищуючий перетворювач напруги – використовується для підвищення напруги з 10-32 В в 12-35 В.
7. LED 100 Вт.
8. Малопотужний LED.
9. Вихід USB-A для зарядки техніки.
10. Вентилятор для обдування радіатора та компонентів.

2.2 Розробка схеми електричної принципової

Проаналізувавши наявні аналоги на ринку, з усіма їх недоліками та перевагами, відповідно до структурної схеми та завдання було розроблено схему електричну принципову зображену на рис. 2.2.

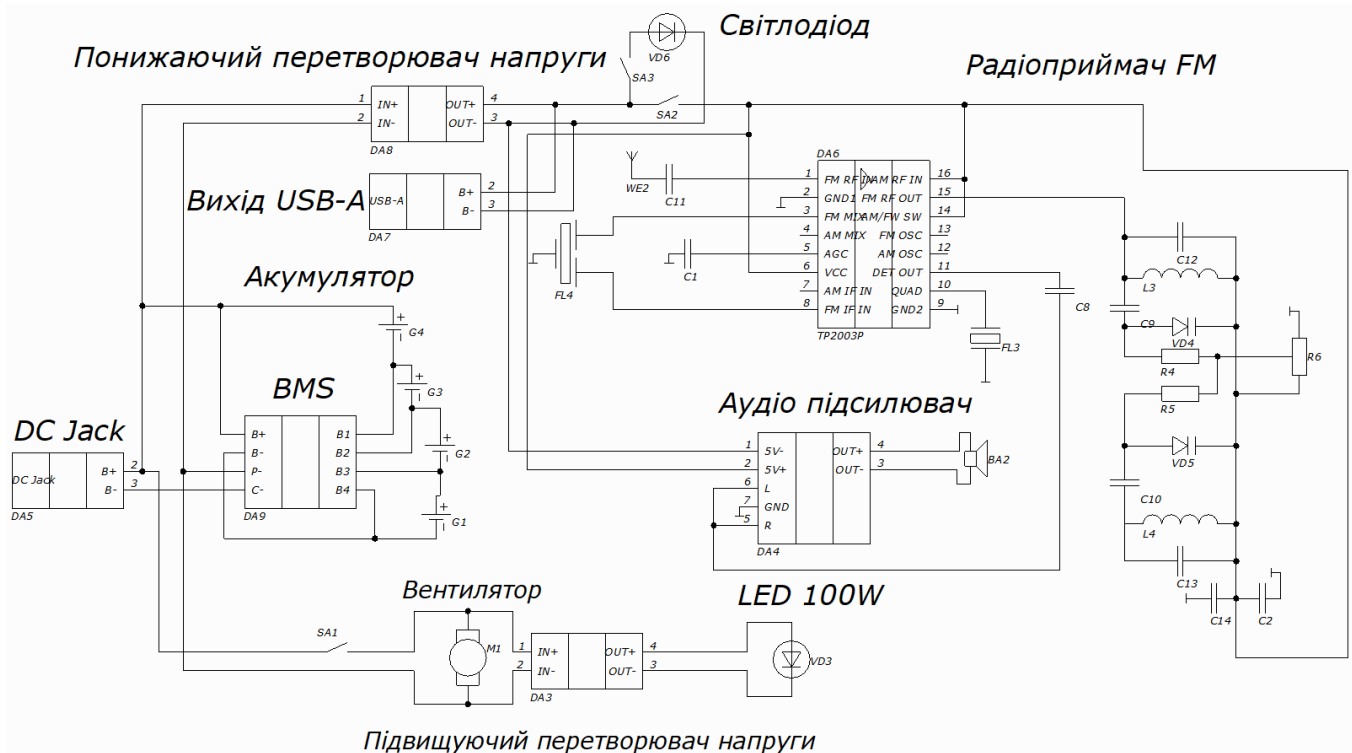


Рисунок 2.2 — Схема електрична принципова

Ця схема складається з 3 модулів.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.464327.001ПЗ

Листм

12

Гніздо живлення підключено до *BMS* модуля. А він у свою чергу вже підключений до чотирьох акумуляторів, щоб стежити за їх рівнем заряду.

Після цього йде розвилка на дві сторони:

1. Акумулятор підключено до понижуючого перетворювача напруги в основі якого лежить *LM2576S-ADJ* – імпульсний понижувальний регулятор напруги. Він може перетворювати напругу з діапазону 3-40 В у 1,5-35 В (вихідну напругу можна регулювати).

На вихід перетворювача підключено радіоприймач з телескопічною антеною. Він буде побудований на базі *TA2003*. Діапазон частот – від 88 до 145 МГц. Живлення – 5 В.

2. Також акумулятор підключено до підвищуючого перетворювача напруги в основі якого лежить *UC3843AN* – високопродуктивний ШІМ-контролер з струмовим режимом. Він може перетворювати напруги з 10-32 В в 12-35 В.

До виходу підвищуючого перетворювача підключається *LED*.

Для зручності використання ліхтарика буде додано маленький діод для освітлення маленької території.

На одній стороні корпусу буде 3 підписані вимикачі, такі як:

1. Увімк/викл приймача (*SA2*);
2. Увімк/викл *VD6* (*SA3*);
3. Увімк./викл *VD3* та вентилятора (*SA2*).

Так само буде 3 регулятори:

1. Регулювання гучності;
2. Керування приймачем;
3. Регулювання яскравості *VD3*.

Динамік буде водонепроникний для зручності використання його у мокрих умовах

Дана схема має складатися з дешевих та популярних деталей, які можуть бути легко замінені у разі виходу зі строю приладу. Також наявність таких дешевих елементів суттєво зменшує ціну всього виробу без втрати якості.

					<i>РА81.464327.001ПЗ</i>	Лист
						13
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Вибір елементної бази

Вимоги до елементної бази:

- технологічність;
- компактність;
- економічність;
- доступність.

Розглянувши достатньо варіантів, було обрано наступні компоненти.

Гніздо живлення *DC 5,5/2,5* з двоконтактним клемником яке зображено на рисунку 2.3. Кабель фіксується гвинтовою клемою, що забезпечує швидкий монтаж і надійне з'єднання кабелю без пайки. Для зручності монтажу є розмітка полярності контакту.



Рисунок 2.3 — Гніздо живлення *DC 5,5/2,5* [7]

Характеристики:

- тип роз'єму: *DC Jack 5.5 x 2.5 2P* під гвинт;
- робоча напруга: до 24 В;
- максимально допустимий струм: 3 А;
- діаметр зовнішнього контакту, мм: 5,5;
- діаметр внутрішнього контакту, мм: 2,5;
- робоча температура -20 °C ... +70 °C;
- вага 3,2 г;

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.464327.001ПЗ

Лист

14

BMS 4S 60-100A 12V Li-Pol – контролер заряду/розряду з балансуванням, який зображено на рисунку 2.4.

Плата виконує функцію захисту акумуляторів від перерозряду, перезаряду та від короткого замикання у навантаженні. Також є функція балансування для рівномірного заряду акумуляторів та опціонально, захисту від перегріву акумуляторів.

Добре підходить для шуруповертів та іншого акумуляторного інструменту.

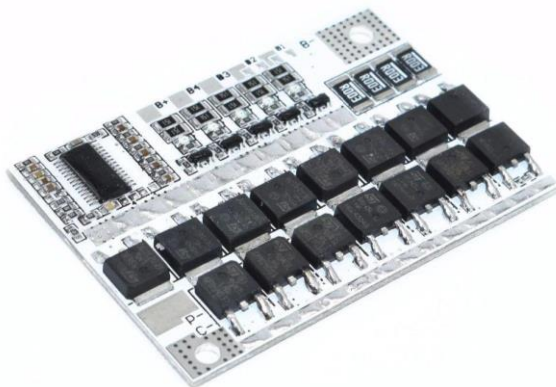


Рисунок 2.4 — *BMS 4S 60-100A 12V Li-Pol* [8]

Характеристики:

- кількість елементів: 4S (4шт);
- напруга заряду: 12 В;
- постійний струм заряду: 60 А;
- постійний струм розряду: 80 А;
- перевантаження струму розряду: 1,5 – 2,5S;
- балансування елементів;
- струм балансування: 60 мА;
- захист від перезаряду: 4,14 – 4,24 В;
- захист від перерозряду: 2,72 – 2,88 В;
- напруга спрацьовування від перезаряду – 4,24 В;
- напруга повернення в нормальний режим – 4,14 В;
- напруга спрацьовування захисту від глибокого розряду – 2,9 В;
- відновлення робочого режиму – 3,1 В;

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.464327.001ПЗ

Лист

15

- відновлення зарядки при зниженні напруги на елементі до: 2,9-3,1 В;
- захист від короткого замикання;
- розміри модуля, мм: 42,1 x 61,2 x 4.

Акумулятор літій-полімерний (*Li-pol*) 3.7V 10000 мА·год 3С 30А (рис. 2.5).

Такий акумулятор можливо використовувати у різних умовах та різних повсякденних побутових приладах.



Рисунок 2.5 – Акумулятор *Li-pol* 3.7V 10000 мА·год 3С 30А [9]

Характеристики:

- номінальна потужність: 10000 мА·год;
- номінальна напруга: 3,7 В/4,2 В;
- зарядна напруга: $4,2 \pm 0,05$ В;
- розрядна напруга: $2,75 \pm 0,05$ В;
- стандартний струм заряджання: 0,5 С (5 А);
- стандартний струм розряду: 1 С (10 А);
- максимальний струм заряду: 1 С (10 А) ($T \geq 10$ °С);
- максимальний струм розряду: 3 С 30 А ($t \geq 0$ °С);
- рекомендована температура: при зарядці 0 ~ 45 °С, при розрядці: -20 ~ 60 °С;
- кількість циклів заряд/розряд: 1000;
- опір: ≤ 3 мОм;
- розмір: 132 мм – довжина, 65 мм – ширина, 16 мм – висота;
- вага: 225 г.

					РА81.464327.001ПЗ	Лист
						16
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

DC-DC підвищуючий перетворювач стабілізатор (рис. 2.6).

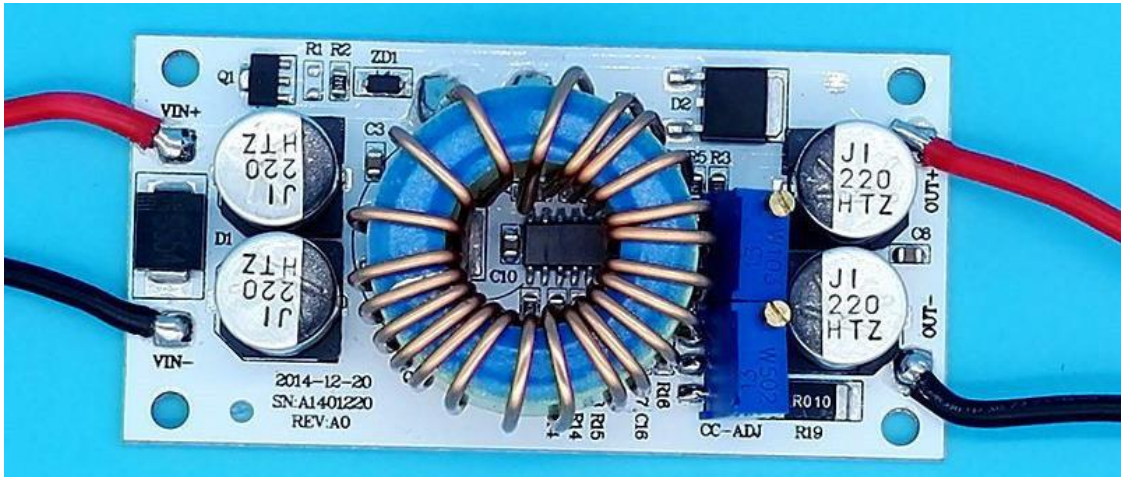


Рисунок 2.6 – DC-DC перетворювач 100 Вт/10 А 10-32В/12-35В [10]

Характеристики:

- тип модуля: неізолюваний модуль, що підвищує (BOOST);
- постійна вхідна напруга, В: 8,5-48;
- вхідний струм, А: піковий – 10, якщо перевищує 8 необхідно використовувати додаткове охолодження;
- струм спокою: 12 мА;
- вихідна напруга: 10-50 В регульована;
- вихідний струм: 0,2-8 А регульований;
- температура: від -40 до +85 градусів;
- робоча частота: 150 КГц;
- ефективність перетворення: до 96%;
- розмір модуля: довжина – 70 мм, ширина – 36 мм, висота – 13 мм;
- один модуль: 50 г.

LM2596 – понижуючий DC-DC перетворювач напруги, який зображено на рисунку 2.7.

LM2596 – це імпульсний знижувальний регульований стабілізатор постійної напруги. Найменше нагрівається якщо порівнювати з модулями на лінійних стабілізаторах. Джерело живлення може застосовуватись у широкому спектрі пристроїв. До безумовних переваг відноситься робота відчутному діапазоні вхідної напруги.

					РА81.464327.001ПЗ	Лист 17
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.7 — Понижуючий *DC-DC* перетворювач напруги *LM2596* [11]

Характеристики:

- ефективність перетворення (ККД): до 92%;
- частота перемикання: 150 кГц;
- робоча температура: від -40 до +85 °С;
- вплив зміни вхідної напруги на рівень виходу: $\pm 0,5\%$;
- підтримка встановленої напруги з точністю: $\pm 2,5\%$;
- вхідна напруга: 3-40 В;
- вихідна напруга: 1,5-35 В (регульована);
- вихідний струм: номінальний до 1 А, від 1 до 2 А помітно зростає нагрівання, граничний 3 А (потрібний додатковий радіатор);
- розмір: 45 x 20 x 14 мм.

Аудіопідсилювач на *РАМ8403* 2х3Вт з регулятором гучності – який зображено на рисунку 2.8. Маленький, але досить потужний стерео підсилювач *D* класу на мікросхемі *РАМ8403* з регулятором гучності та з вихідною потужністю до 3 Вт на канал. Підсилювач має дуже малі шуми, невеликі розміри та високу економічність, що дозволяє використовувати його в портативних пристроях з автономним живленням.



Рисунок 2.8 — Аудіопідсилювач на *РАМ8403* з регулятором гучності [12]

					<i>РА81.464327.001ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		18

Характеристики:

- мікросхема підсилювача: *РАМ8403*;
- клас підсилювача: *D*;
- вихідна потужність: 2 х 3Вт;
- опір навантаження: від 4 Ом до 8 Ом;
- напруга живлення: от 2,5 В до 5 В;
- гранична напруга живлення: 5,5 В;
- розміри: 18,5 х 21,1 мм.

Світлодіод 100 Вт – над’яскравий світлодіод, світловий потік 10000 Лм, білий колір світіння, підвищена яскравість.

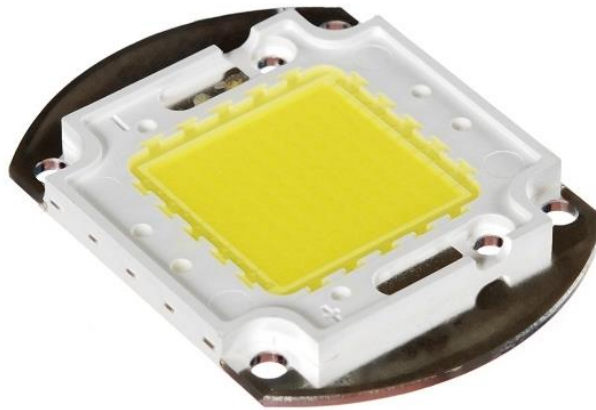


Рисунок 2.9 — Світлодіод 100 Вт [13]

Характеристики:

- потужність: 100 Вт;
- світловий потік: 9000 – 10000 люмен;
- пряма напруга (*VF*): 32-36 В;
- прямий струм (*IF*): 3000 мА;
- колірна температура: 3000 – 3200 К (теплий білий);
- кут освітлення: 140°;
- час життя: > 50000 годин.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.464327.001ПЗ

Лист

19

Лінза *LED Lens* (рис. 2.10).

Світлодіодні лінзи (каліматори) використовують для зміни кута спрямованості світіння світлодіода. Існують лінзи як збільшення кута світіння і звуження. Каліматори можна встановлювати на одинарні світлодіоди в будь-якому виробі, застосовуються при створенні та виробництві прожекторів побутового та спеціалізованого призначення та у ліхтариках для полювання, туризму та повсякденного життя.



Рисунок 2.10 — Лінза *LED Lens* [14]

Характеристики:

- розміри (діаметр x висота), мм: 50 x 22;
- розміри кріплення (діаметр x висота), мм: 54 x 8;
- кут свічення: 90°;
- матеріал лінзи: скло;
- матеріал кріплення: метал.

Водонепроникний динамік 2 дюйми 4 Ом 3 Вт – який зображено на рисунку 2.11.



Рисунок 2.11 – Водонепроникний динамік [15]

					РА81.464327.001ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		20

Характеристики:

- модель № YDG50-1-4F32P-R;
- розміри 52x76 мм;
- номінальна вхідна потужність 3 Вт;
- максимальна вхідна потужність 5 Вт;
- опір 4 Ом;
- резонансна частота $1650 \pm 20\%$ Гц;
- частота ефекту. Діапазон F0-20 кГц;
- рівень звукового тиску 88 ± 3 дБ 1 Вт/0,5 М;
- розмір магніту 32x18x6 мм;
- вага 49 г;

Фільтр керамічний SFELA, 10,7МГц – який зображено на рисунку 2.12.

Фільтри для аудіо- та відео- обладнання FM діапазону. Кількість коливальних елементів: 2 чи 4. Номінальна центральна частота: 10,7 МГц ± 30 кГц.



Рисунок 2.12 — Фільтр керамічний SFELA [16]

Характеристики:

- серія cf;
- тип: керамічний;
- резонансна частота, МГц: 10,7;
- ширина смуги пропускання за рівнем 3дБ, Гц: 180000;
- макс послаблення, що вноситься, дБ: 7;
- робоча температура, ° С: -20 ... 80;
- вага, г: 0,3.

					РА81.464327.001ПЗ	Лист
						21
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

Керамічний фільтр з центральним дискримінатором 10,7 МГц – який зображено на рисунку 2.13.

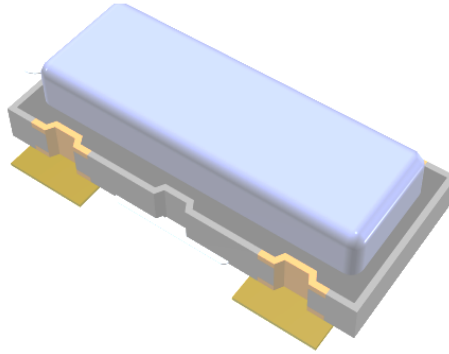


Рисунок 2.13 — Керамічний фільтр

Характеристики:

- продукт: керамічні фільтри;
- частота: 10,7 МГц;
- стиль завершення: *SMD/SMT*;
- мінімальна робоча температура: - 20 °С;
- максимальна робоча температура: +80 °С;
- серія: *CDS*.

Змінний резистор (потенціометр) В100К – який зображено на рисунку 2.14.



Рисунок 2.14 — Змінний резистор (потенціометр) В100К [17]

Характеристики:

- довжина валу (L): 15 мм;
- жіаметр валу: 6 мм;

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.464327.001ПЗ

Лист
22

- тип монтажу: в отвори;
- маркування: B100K.

Варікап *KB109A* – який зображено на рисунку 2.15.



Рисунок 2.15 — Варікап KB109A [18]

Характеристики:

- мінімальна загальна ємність варикапу, пФ 2,2;
- максимальна загальна ємність варикапу, пФ 2,7;
- при $U_{зв}$, В: 25;
- добротність варикапу: 300;
- мінімальний коефіцієнт перекриття по ємності: 4;
- максимальний коефіцієнт перекриття ємності: 5,5;
- максимальна постійна зворотна напруга, В: 28;
- постійний зворотний струм (при $U_{зв.макс}$), мкА: 0,5;
- верхня робоча частота, МГц: 10;
- пряма потужність, що розсіюється, мВт: 5;
- діапазон робочих температур: -60...100;
- вага, г: 0,06.

Металевий плівковий резистор 100K Ohm 1/4W 1% *MFR-25FRF52-100K*, який зображено на рисунку 2.16.

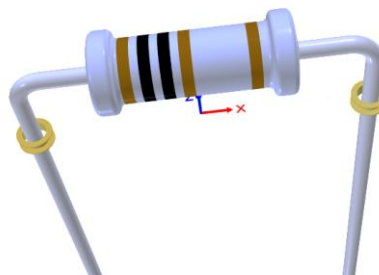


Рисунок 2.16 — *MFR-25FRF52-100K*

					РА81.464327.001ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		23

Характеристики:

- опір: 100 кОм;
- номінальна потужність: 250 мВт (1/4 Вт);
- допуск: 1 %;
- температурний коефіцієнт: 100 PPM / °C;
- мінімальна робоча температура: - 55 °C;
- максимальна робоча температура: +155 °C;
- номінальна напруга: 250 В;
- діаметр: 2,4 мм;
- довжина: 6,3 мм.

Багатошаровий керамічний конденсатор MLCC - SMD/SMT
0805J0500221FCT (рис. 2.17).

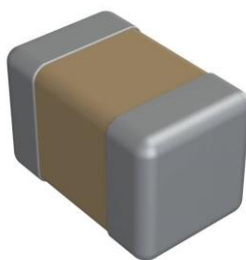


Рисунок 2.17 — 0805J0500221FCT

Характеристики:

- ємність: 220 пФ;
- номінальна напруга постійного струму: 50 В постійного струму;
- діелектрик: C0G (NP0);
- допуск: 1 %;
- висота: 1,3 мм;
- стиль завершення: SMD/SMT.

Багатошаровий керамічний конденсатор MLCC свинцеві
FG26X7R2E104KNT00 – який зображено на рисунку 2.18.

					РА81.464327.001ПЗ	Лист
						24
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.18 — *FG26X7R2E104KNT00*.

Характеристики:

- ємність: 0,1 мкФ;
- номінальна напруга постійного струму: 250 В постійного струму;
- діелектрик: *X7R*;
- допуск: 10 %;
- відстань між проводами: 5 мм;
- стиль корпусу: заглиблений;
- мінімальна робоча температура: - 55 °С;
- максимальна робоча температура: +125 °С;
- продукт: *MLCC* загального типу;
- довжина: 6 мм;
- ширина: 5,5 мм;
- висота: 3,5 мм.

Керамічний багаторазовий конденсатор (*MLCC*) *SMD/SMT*
AQ147M200GAJBE – який зображено на рисунку 2.19.



Рисунок 2.19 — *AQ147M200GAJBE*

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PA81.464327.001ПЗ

Лист
25

Характеристики:

- ємність: 20 пФ;
- режим живлення CC: 500 В постійного струму;
- діелектрик: P90;
- толерантність: 2 %;
- код розміру (мм): 2828;
- висота: 2,79 мм;
- мінімальна температура: - 55 С;
- максимальна температура: +125 С;
- тип роз'єму: SMD/SMT.

Алюмінієвий електролітичний конденсатор радіальні виведені 16VDC 1000uF 10x16mm LS 5.0mm EEU-FR1C102B – який зображено на рисунку 2.20.



Рисунок 2.20 — EEU-FR1C102B [19]

Характеристики:

- ємність: 1000 мкФ;
- номінальна напруга постійного струму: 16 В постійного струму;
- максимальна робоча температура: +105 °С;
- діаметр: 10 мм;
- відстань між проводами: 5 мм;
- довжина: 16 мм;
- допуск: 20 %;
- пульсація струму: 1,79 А;
- мінімальна робоча температура: - 40 °С.

					РА81.464327.001ПЗ	Лист
						26
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

Алюмінієвий електролітичний конденсатор *EEU-EB1H470H* – який зображено на рисунку 2.21.

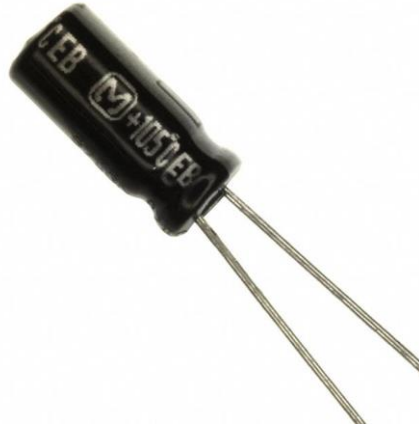


Рисунок 2.21 – *EEU-EB1H470H* [20]

Характеристики:

- ємність: 47 мкФ;
- номінальна напруга постійного струму: 50 В постійного струму;
- максимальна робоча температура: +105 °С;
- мінімальна робоча температура: - 40 °С;
- діаметр: 6,3 мм;
- відстань між проводами: 2,5 мм;
- довжина: 15 мм;
- допуск: 20 %;
- пульсація струму: 87 мА.

Багатошаровий керамічний конденсатор *MLCC SMD/SMT SQCB7M300GAJWE* – який зображено на рисунку 2.22.



Рисунок 2.22 — *SQCB7M300GAJWE*

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PA81.464327.001ПЗ

Лист

27

Характеристики:

- ємність: 30 пФ;
- номінальна напруга постійного струму: 500 В постійного струму;
- діелектрик: P90;
- допуск: 2 %;
- висота: 0,762 мм;
- мінімальна робоча температура: - 55 °С;
- максимальна робоча температура: +125 °С;
- продукт: РЧ мікрохвильові SLC;
- стиль завершення: SMD/SMT.

USB TYPE-A, який зображено на рисунку 2.23.



Рисунок 2.23 — USB TYPE-A [21]

Характеристики:

- тип роз'єму: USB-A (USB TYPE-A);
- кількість контактів: 4;
- робоча температура: 0°С ~ 85°С;
- кількість портів 1;
- номінальний струм (ампер): 1А;
- напруга номінальна: 30 В змінного струму.

50 mm Silent Mini Fan, який зображено на рисунку 2.24.



Рисунок 2.24 — USB TYPE-A [22]

Характеристики:

- оозмір вентилятора: 50 x 50 x 10 мм;
- швидкість вентилятора: 4500 об/хв ($\pm 10\%$);
- рівень шуму: 26,09 дБ/А;
- потік повітря: 9,42 CFM = 16 м³/год;
- номінальна напруга: 10,8 ~ 13,2 В;
- номінальний струм: 0,06 А;
- тип підшипника: підшипник втулки.

Перемикач *on-off*, який зображено на рисунку 2.25.



Рисунок 2.25 — Перемикач *on-off* [23]

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.464327.001ПЗ

Характеристики:

- номінал: 6А 250V; 10А 125 АС;
- механічна міцність: >50 000 циклів;
- температура навколишнього середовища: -10°C~+85°C.

2.4 Вибір матеріалу корпусу

В якості матеріалу корпусу обрано *ABS* – пластик світлого коліру, оскільки виріб експлуатуватиметься як стаціонарно так і мобільно. Даний матеріал має гарну міцність, естетичність та є досить дешевим. Фізико-хімічні властивості *ABS* пластику ТУ 2246-016-057-05762341-2005:

- щільність: 1,02 – 1,08 г/см³;
- відносне подовження: 10 - 15%;
- міцність при згинанні: 50 - 87 МПа;
- міцність при стисненні: 46 - 80 МПа;
- міцність при розтягуванні: 35 - 50 МПа;
- усадка (при виготовленні виробів): 0,4 – 0,7%;
- діелектрична проникність при 10⁶ Гц: 2,4-5;
- модуль пружності при розтягуванні при 23 °С: 1700 - 2930 МПа;
- твердість за Брінеллем: 90 - 150 МПа;
- вологопоглинання: 0,2 - 0,4 %;
- ударна в'язкість по Шарлі (з надрізом): 10 - 30 кДж/м²;
- теплостійкість за Мартенсом: 86 - 96 °С;
- температура розм'якшення: 90 - 105 °С;
- максимальна температура тривалої експлуатації: 75 - 80 °С;
- діапазон технологічних температур: 200-260 °С;
- тангенс кута діелектричних втрат при 10⁶ Гц: (3-7)·10⁻⁴;
- питомий об'ємний електричний опір: 5 · 10¹³ Ом/м;
- електрична міцність: 12-15 МВ/м;
- температура самозаймання: 395 °С.

					РА81.464327.001ПЗ	Лист
						30
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ПРОЕКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЮ

3.1 Визначення габаритів друкованої плати та її розмірів

Для визначення площі плати треба розрахувати мінімальну площу, що відповідає загальній площі всіх елементів кожної сторони, тобто елементів поверхневого монтажу та вивідних елементів окремо. Тож розрахуємо площу всіх елементів за формулою (3.1) [24]:

$$S_{\Pi} = S_{\text{мг}} + 1,5S_{\text{сг}} + 2S_{\text{вг}} + S_{\text{кр}}, \quad (3.1)$$

де $S_{\text{мг}}$ — площа малогабаритних елементів;

$S_{\text{сг}}$ — площа середньобагатинних елементів;

$S_{\text{вг}}$ — площа великобагатинних елементів;

$S_{\text{кр}}$ — площа кріпильних елементів.

Дані для цих розрахунків наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 — Площа компонентів

Елемент	Площа одного ел., мм ²	Кількість ел.	Площа усіх ел., мм ²
Конденсатор 0,1 μF	22,7	2	45,3
Конденсатор 220 pF	4,9	2	9,8
Конденсатор 47 μF	149	1	149
Конденсатор 1000 μF	33,1	1	33,1
Конденсатор 30 pF	4,7	1	4,7
Конденсатор 20 pF	15,8	2	30,8
Фільтр дискримінатора 10,7 МГц	14,2	1	14,2
Фільтр проміжної частоти 10,7 МГц	40	1	40
Мікросхема TP2003P	211,9	1	211,9
Мікросхема LM2596DC	960,3	1	960,3

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.464327.001ПЗ

Лист

31

Продовження таблиці 3.1

Елемент	Площа одного ел., мм ²	Кількість ел.	Площа усіх ел., мм ²
Мікросхема РАМ8403	391	1	391
Котушка	192,5	2	385
Резистор 100 кОм	34,3	2	68,6
Потенціометр 100 кОм	93,7	1	93,7
Варікап КВ109А	30	2	60
Антенa Connectors 221789-1	59,8	1	59,8
Кріпильні елементи	100	4	400

З формули 3.1 отримуємо $S_{\pi} = 1318 + 1,5 \cdot 960,2 + 2 \cdot 613 + 400 = 4383 \text{ мм}^2$.

Значення мінімальної площі дорівнює 4383 мм^2 . Оскільки обрано плату стандартної прямокутної форми, для запобігання перегріву, певних елементів, враховуючи отвори для кріплення ДП та збільшення площі для кращого трасування, візьмемо більше значення площі, рівне 6040 мм^2 .

3.2 Розрахунок діаметрів монтажних отворів

Розрахуємо діаметри отворів для вивідних елементів за формулою:

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

де D_0 — розміри отворів для вивідних елементів;

D_v — розміри виводів.

Розрахуємо розміри контактних майданчиків для вивідних елементів за формулою:

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

де D_k — розміри контактних майданчиків для вивідних елементів.

За умови $D_0 \geq 1,1$ розміри контактних майданчиків розрахуємо за формулою:

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

					РА81.464327.001ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		32

Отримані значення наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 — Розміри діаметрів монтажних отворів для вивідних елементів

Назва елемента	D_v , мм	D_0 , мм	D_k , мм
PAM8403	0,8	1,0	1,6
TP2003P	0,9	1,1	1,83
LM2596DC	0,9	1,1	1,83

3.3 Розрахунок ширини друкованих провідників

Ширина друкованих провідників залежить від максимального струму та напруги, що проходять через сигнальні та силові ланцюги. Проаналізувавши схему, було виділено чотири класи: силова 1 типу та 2 типу, сигнальна 1 типу та 2 типу. Для силового ланцюга 1 типу масимальний струм буде 2 А при максимальній напрузі 12 В. Для силового ланцюга 2 типу масимальний струм буде 12 А при максимальній напрузі 14,8 В. Для сигнальних провідників 1 типу максимальний струм будет 16,5 мА, а максимальна напруга – 3 В. Для сигнальних провідників 2 типу максимальний стум будет 0,8 А, а максимальна напруга буде 5 В.

Розрахунок їх ширини було проведено в програмі *Mathcad*, скриншот наведений у додатку Б. Для звучності усі дані були занесені у таблицю 3.3.

Таблиця 3.3 — Розміри друкованих провідників.

Тип лінії	Напруга, В	Струм, А	Ширина провідника, мм	
			у вузькому	у широкому
Силова 1 типу	12	2	1,42	1,42
Силова 2 типу	14,8	12	8,57	8,57
Сигнальна 1 тип	3	$16,5 \cdot 10^{-6}$	0,3	0,55
Сигнальна 2 тип	5	0,8	0,57	0,57

Відповідно до ГОСТ 23751-86 для даного виробу, який виготовляється в домашніх умовах обрано третій клас точності друкованої плати.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.464327.001ПЗ

Лист

33

3.4 Трасування друкованої плати

В програмі для створення друкованих плат *AltiumDesigner* [25], проведемо трасування у редакторі *PCB* для створення полігонів та побудови доріжок. Вигляд трасування у верхньому шарі показано на рис. 3.1, а трасування у нижньому шарі на рис. 3.2.

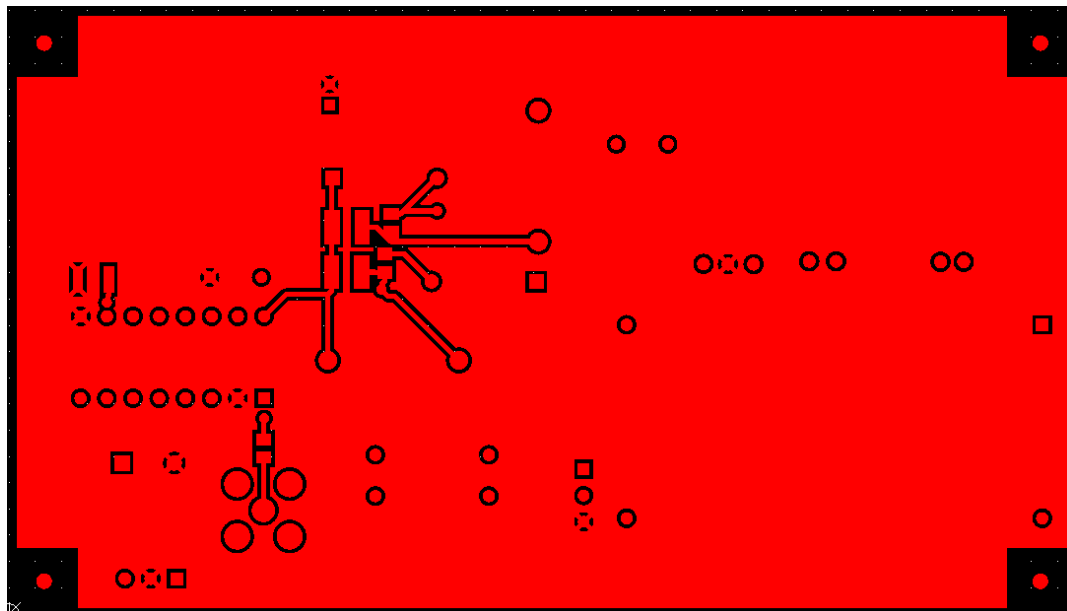


Рисунок 3.1 — Верхній шар трасування (*Top Layer*)

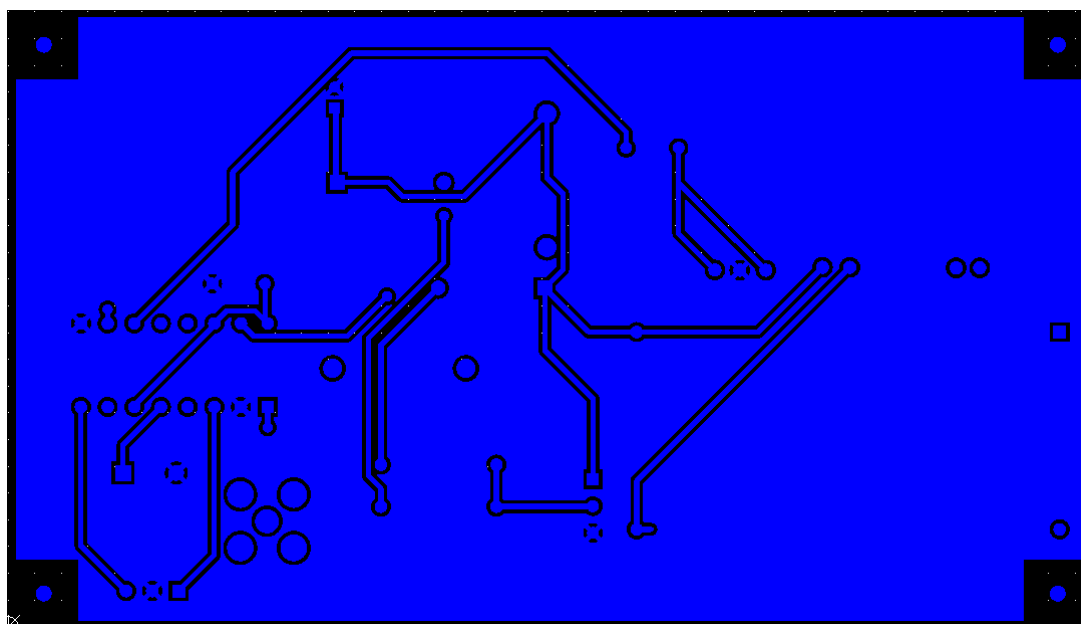


Рисунок 3.2 — Нижній шар трасування (*Bottom Layer*)

Після побудови плати виконано її перевірку на помилки та можливі похибки які здатна виявити програма *AltiumDesigner*, результати показано на рис. 3.3.

					РА81.464327.001ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		34

- роз'єм *USB 5V* для підзарядки зовнішніх пристроїв від АКБ;
- роз'єм для зарядки *14,8V*;
- головний потужний *VD3*;
- малопотужний світлодіод (від *5V*);
- динамік;
- антена;
- увімк/викл приймача;
- увімк/викл *VD6*;
- увімк./викл *VD3* та вентилятора;
- керування приймачем;
- регулювання яскравості *VD3*;
- регулювання гучності.

Враховуючи усі вищенаведені вимоги, було створено корпус в програмі *SolidWorks*. На рис. 3.5 можна побачити корпус спереду.

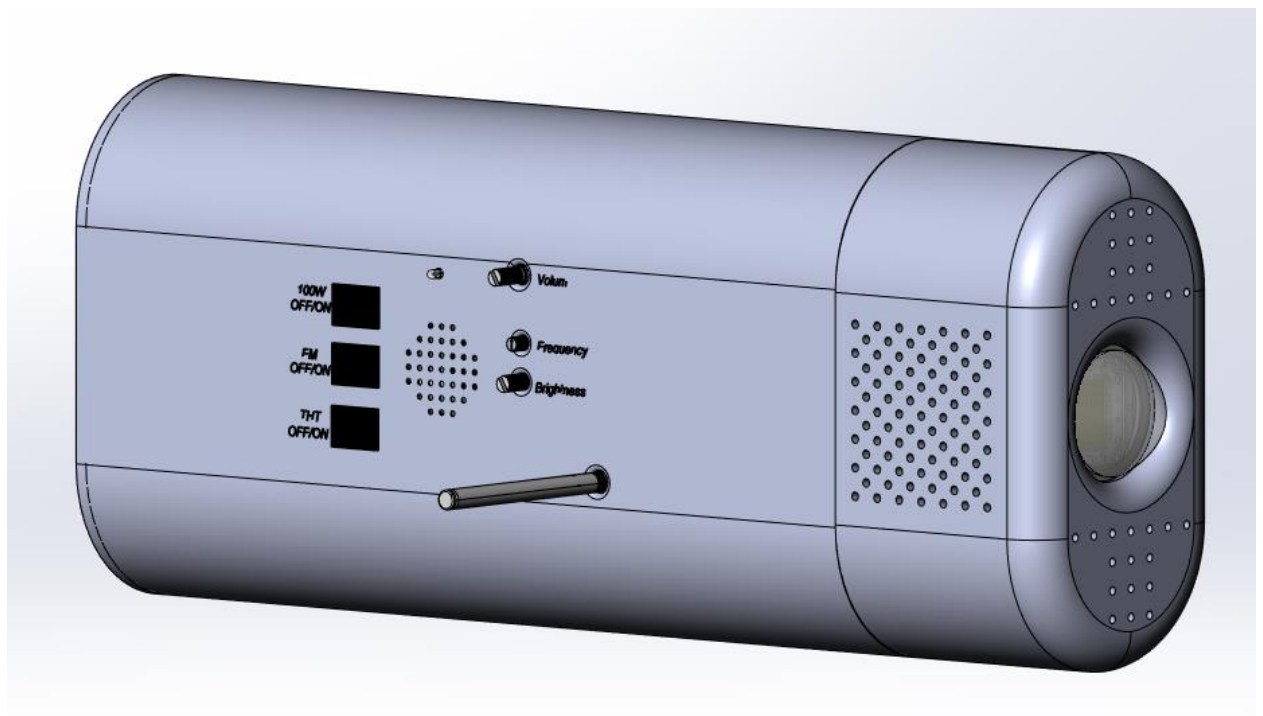


Рисунок 3.5 — Вигляд корпусу спереду

Для зручності використання кнопок та регулювальників було нанесено певне гравіювання біля кожного компонента. Дана антена телескопічна 85 - 370 мм. Динамік прикритий спеціальною перфорацією для захисту від деформації. На бічній/задній стороні, зображено на рис. 3.6 знаходиться вхід

					РА81.464327.001ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		36

Гніздо живлення *DC 5.5/2.5* для зарядки акумуляторів і *USB TYPE-A* для використання приладу як додаткова станція живлення для різних підтримуваних таким живленням приладів.

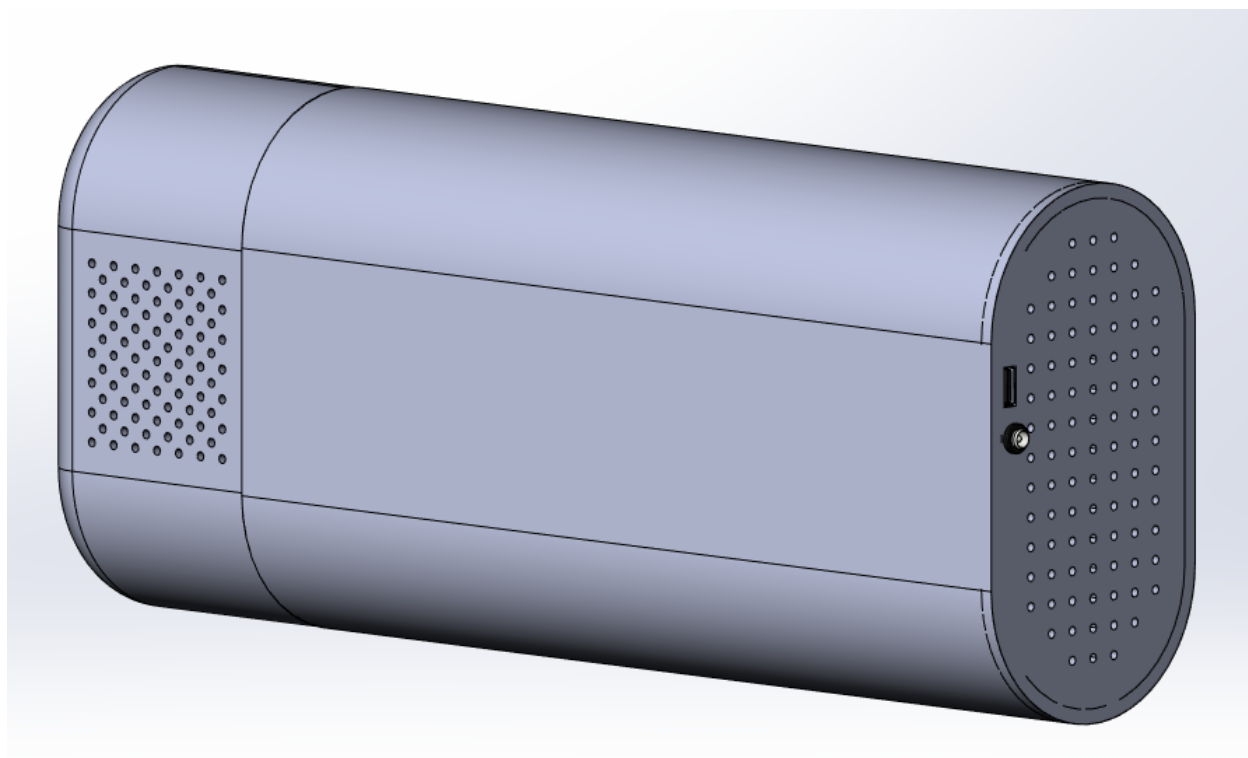


Рисунок 3.6 — Вид корпусу збоку/ззаду

Корпус був зроблений з *ABS* пластику на 3D принтері, для економії та виконання всіх умов працездатності.

Плата буде кріпитися до корпусу за допомогою самонарізних гвинтів, а задня частина корпусу прилягає до основної частини, що дозволяє швидко його розібрати у разі потреби заміни чогось. Вид усіх компонентів зображено на рис. 3.7.

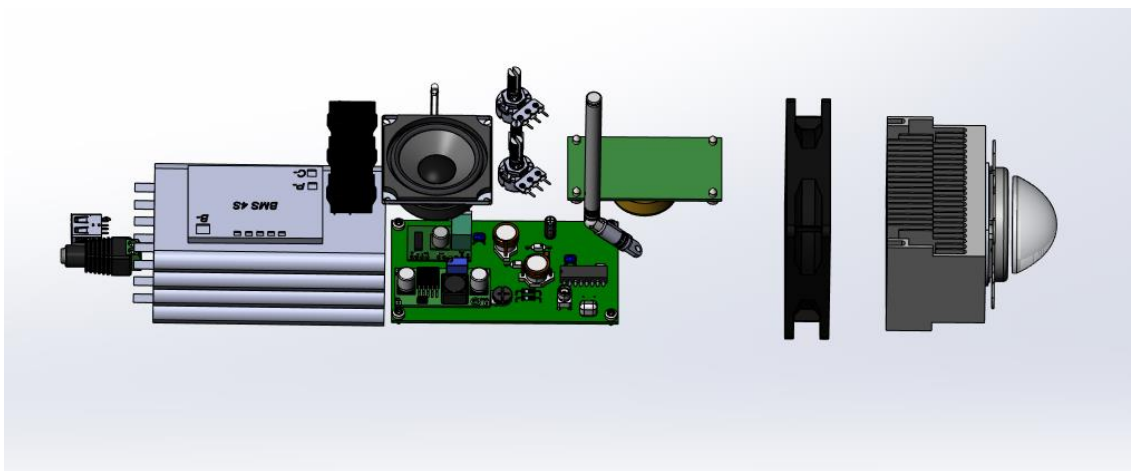


Рисунок 3.7 — Вид усіх компонентів

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.464327.001ПЗ

Лист
37

4 АНАЛІЗ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПРИЛАДУ

При розробці приладу необхідно переконатися в надійності приладу в плані терміну служби плати та вібростійкості.

4.1 Розрахунок надійності

Розрахунок буде здійснено завдяки ДСТУ-2862-94.

Для того, щоб розрахувати надійність пристрою необхідно знати такі параметри, як:

λ – інтенсивність відмов

N – кількість елементів

K_n – коефіцієнт навантаження

A_t – температурний коефіцієнт

A_e – коефіцієнт умови експлуатації

$\lambda_{зг}$ – результат

T – середній час напрацювання до відмови

Q – ймовірність відмови

P – ймовірність безвідмовної роботи

Розрахунок надійності полягає в визначенні показників надійності приладу за відомими характеристиками надійності складових компонентів і умов експлуатації. Всі дані для розрахунку надійності занесені в табл. 4.1.

$$\lambda_{зг} = \lambda \cdot N \cdot k \cdot A_t \cdot A_e \quad (4.1)$$

Таблиця 4.1 – Дані для розрахунку надійності

Назва	N	λ	K_n	A_t	A_e	$\lambda_{зг}$
Конденсатори	9	$3,3 \cdot 10^{-9}$	0,3	0,45	10	$1,98 \cdot 10^{-7}$
Резистори	3	$0,4 \cdot 10^{-9}$	0,3	0,9	9	$2,916 \cdot 10^{-9}$
Мікросхеми	2	$0,3 \cdot 10^{-9}$	0,25	0,9	9	$1,215 \cdot 10^{-9}$
Фільтр	2	$1 \cdot 10^{-9}$	0,2	0,45	9	$1,6 \cdot 10^{-9}$
Варікап	1	$0,2 \cdot 10^{-9}$	0,2	1,1	10	$4,4 \cdot 10^{-10}$

Продовження таблиці 4.1

Назва	N	λ	K_n	A_t	A_e	$\lambda_{зг}$
Антенa	1	$2 \cdot 10^{-9}$	1	1	10	$1,22 \cdot 10^{-9}$
Плата	3	$2 \cdot 10^{-9}$	0,2	2	10	$2,4 \cdot 10^{-8}$

Сума дорівнює $\lambda_{зг} = 2,29391 \cdot 10^{-7}$.

Середній час напрацювання на відмову дорівнює:

$$T = \frac{1}{\lambda_{зг}} = 435937 \text{ год.} \quad (4.2)$$

Цей час складає 18100 днів а отже повністю відповідає вимогам ТЗ.

Імовірність безвідмовної роботи приладу. Беремо на увагу роботу приладу протягом 1000 годин. Розраховуємо за такою формулою:

$$P = e^{-\lambda_{зг} \cdot t} = 0,999 \quad (4.3)$$

Ймовірність відмов в роботі приладу протягом 1000 годин розраховується за такою формулою:

$$Q = 1 - P = 0,001 \quad (4.4)$$

Отже, розрахована сумарна ймовірність безвідмовної роботи надає підстави стверджувати, що прилад надійний і працездатний. А отже повністю відповідає вимогам ТЗ.

4.2 Розрахунок віброміцності вузла

Розрахунок віброміцності дуже важливий етап проектування пристрою. Для того, щоб розрахувати віброміцність вузла необхідні такі параметри, як:

Довжина плати $a = 0,1031 \text{ м}$;

Ширина плати $b = 0,0586 \text{ м}$;

Товщина плати $h = 0,0016 \text{ м}$;

Щільність плати $\rho = 2,05 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$;

Модуль пружності $E = 3,02 \cdot 10^{10}$;

Коефіцієнт Пуассона $\xi = 0,22$;

Маса елементів що встановленні на платі $M = 0,021787 \text{ кг}$.

Розрахуємо приведену масу елементів на друкованій платі:

					РА81.464327.001ПЗ	Лист
						39
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m_e = M / S = 3,606 \text{ кг/м}^{-2}, \quad (4.5)$$

де S – площа плати.

Розрахуємо приведену масу плати з деталями:

$$m = p \cdot h + M = 6.886 \text{ кг/м}^{-2}. \quad (4.6)$$

Розрахуємо циліндричну жорсткість:

$$D = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \xi)} = 10,833 \text{ Н·м}. \quad (4.7)$$

Визначимо значення функції $\varphi(B)$ для кріплення плати в чотирьох точках:

$$\varphi(B) = \pi^2 \sqrt{\frac{1 + 1,62 \cdot \frac{b}{B} + \frac{1}{B^2}}{1 + 1,62 \cdot \frac{b}{B^3} + \frac{b}{B^6}}} = 11,62, \quad (4.8)$$

де $B = \frac{a}{b} = 1,759$ – коефіцієнт, що залежить від співвідношення довжини та ширини плати.

Розрахуємо значення резонансної частоти плати:

$$f_0 = \frac{\varphi(B)}{2 \cdot \pi \cdot a^2} \sqrt{\frac{D}{m}} \approx 218 \text{ Гц}. \quad (4.9)$$

Резонансна частота плати 218 Гц, тобто це в 3 рази більше максимальної частоти впливу вібрації ($f = 70$ Гц). Виходячи з усіх проведених розрахунків безвідмовної роботи, приладу складає 18100 днів. А варіант кріплення повністю збігається з умовами ТЗ.

					РА81.464327.001ПЗ	Лист
						40
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті було розроблено аварійний радіоприймач із ліхтариком на базі потужного *LED*. Його можна використовувати у різних випадках.

1. Після огляду аналогів на ринку було з'ясовано їхні переваги та недоліки. Найчастіше головний недолік був дуже слабкий світлодіод. А перевага – наявність ручного генератора для живлення акумуляторів. Ще було проведено аналіз ТЗ, за підсумком було відомо який прилад необхідно зробити.

2. Розроблено структурну схему приладу та схему електричну принципову, обрано всю елементну базу. Ухвалено рішення використати вже готові модулі деяких компонентів. Обрано матеріал корпусу *ABS*.

3. Розробка друкованої плати була виконана у програмі *AltiumDesigner*. Використання ПЗ допомогло визначитись з розміщенням та габаритами модулів. Здійснено розрахунок діаметрів монтажних отворів та пораховано ширину друкованих провідників. В результаті авто-трасування друкованої плати були виявлені незначні помилки, які з легкістю були виправлені. Модель друкованої плати імпортована до програми *SolidWorks* використовувалась для створення конструкції корпусу. В результаті було отримано корпус з усіма органами керування та маркуваннями.

4. В четвертому розділі проведено аналіз працездатності пристрою, а саме показників надійності та вібростійкості. Результати розрахунків підтверджують, що пристрій відповідає вимогам ТЗ.

					РА81.464327.001ПЗ	Лист
						41
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Ліхтар з ручкою багатофункціональний Yamei RD339 // rozetka.com.ua [Електронний ресурс]. – Режим доступу – <https://rozetka.com.ua/ua/266131156/p266131156/> – Назва з екрану.
2. Радиоприемник Golon RX-9133 // rozetka.com.ua [Електронний ресурс]. – Режим доступу – <https://rozetka.com.ua/ua/269491221/p269491221/> – Назва з екрану.
3. Багатофункціональний радіоприймач-ліхтарик з функціями автономного живлення і сигналізації DEGEN DE13DSP // rozetka.com.ua [Електронний ресурс]. – Режим доступу – <https://rozetka.com.ua/ua/334889620/p334889620/> – Назва з екрану.
4. Электронный фонд ГОСТ 15150-69 // docs.cntd.ru [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://docs.cntd.ru/document/1200003320> - Назва з екрану.
5. Электронный фонд ГОСТ 23216-78 // docs.cntd.ru [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://docs.cntd.ru/document/1200007148> - Назва з екрану.
6. Электронный фонд ГОСТ 30773-2001 // docs.cntd.ru [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://docs.cntd.ru/document/1200028876> - Назва з екрану
7. Гніздо живлення DC-099 5.5/2.5мм // voron.ua [Електронний ресурс]. – Режим доступу – https://voron.ua/catalog/022676--гнездо_pitaniya_dc-099_5525mm_metall_massivnyy_flanets – Назва з екрану.
8. BMS контроллер 5S 100A // trendyol.com [Електронний ресурс]. – Режим доступу – <https://www.trendyol.com/zauss/3s-4s-5s-100a-21v-bms-18650-lityum-lipo-pil-sarj-koruma-devresi-p-94810244> – Назва з екрану.
9. Аккумулятор Литий-полимерный (Li-pol) 3.7V 10000mAh 3C 30A // gerbest.com.ua [Електронний ресурс]. – Режим доступу – <https://gerbest.com.ua/uk/akkumulyator-lytyj-polymernyj-li-pol-3-7v-10000mah-3c-30a> – Назва з екрану.

					РА81.464327.001ПЗ	Лист
						42
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

10. 250W boost constant current module // aliexpress.com [Електронний ресурс].– Режим доступу – <https://www.aliexpress.com/item/32714779285.html> – Назва з екрану.

11. PCS LM2596 DC-DC // ebay.com [Електронний ресурс].– Режим доступу – <https://www.ebay.com/itm/221920170517> – Назва з екрану.

12. PAM8403 2x 3Вт // mini-tech.com.ua [Електронний ресурс].– Режим доступу – <https://www.mini-tech.com.ua/usilitel-zvuka-d-klass-pam8403-2x3w-s-regulyatorom-gromkosti> – Назва з екрану.

13. LED 100W // foton.ua [Електронний ресурс].– Режим доступу – <https://foton.ua/catalog/sverkhyarkie-svetodiody/led-100w-white-10000-lm.html> – Назва з екрану.

14. Линза LED Lens // foton.ua [Електронний ресурс].– Режим доступу – <https://foton.ua/catalog/optika-dlya-svetodiodov/led-lens-10-100w-90.html> – Назва з екрану.

15. Водонепроницаемый динамик // china.org.ru [Електронний ресурс].– Режим доступу – <http://china.org.ru/product/ru/1600251197189> – Назва з екрану.

16. Фільтр керамічний SFELA // sibelcom.tech [Електронний ресурс].– Режим доступу – <https://sibelcom.tech/katalog-ehlektronnyh-komponentov/filtry-kupit-optom-ceny/sfelf10m7ha00-b0> – Назва з екрану.

17. B100K // radiodetali.com.ua [Електронний ресурс].– Режим доступу – <https://radiodetali.com.ua/ua/product/rezistor-peremenny-rv16ln-ph-b100k-20kq-100kom-7896> – Назва з екрану.

18. KB109A // radio-magazin.com.ua [Електронний ресурс].– Режим доступу – <https://radio-magazin.com.ua/varikapi/kv109a.html> – Назва з екрану.

19. EEU-FR1C102B // mouser.com [Електронний ресурс].– Режим доступу – <https://eu.mouser.com/ProductDetail/Panasonic/EEU-FR1C102B?qs=n1SRcuzDZT2NINIhuJGtOA%3D%3D> – Назва з екрану.

20. EEU-EB1H470H // mouser.com [Електронний ресурс].– Режим доступу – <https://eu.mouser.com/ProductDetail/Panasonic/EEU-EB1H470H?qs=MtOUKu mLmnbfl4jhe7p%252BtA%3D%3D> – Назва з екрану.

					РА81.464327.001ПЗ	Лист
						43
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

21. USB-A // snapeda.com [Електронний ресурс].– Режим доступу – <https://www.snapeda.com/parts/UJ2-AH-1-SMT/CUI%20Devices/view-part/?ref=search&t=USB-A> – Назва з екрану.

22. 50mm Silent Mini Fan // performance-pcs.com [Електронний ресурс].– Режим доступу – <https://www.performance-pcs.com/fans-accessories/50mm-fans/scythe-mini-kaze-50mm-silent-mini-fan-sy501012m.html> – Назва з екрану.

23. Перемикач *on-off* // electronoff.ua [Електронний ресурс].– Режим доступу – <https://electronoff.ua/good/pereklyuchatel-on-off-zelenyj-2pin-kcd1-101-12.php> – Назва з екрану.

24. Технологія виготовлення друкованих плат // ztu.edu.ua [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/139930/mod_resource/content/1/Лекція%20САПР-11-1.pdf - Назва з екрану.

25. Altium Designer // Altium.com [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.altium.com/ru/altium-designer/> - Назва з екрану.

ДОДАТОК А. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

ПОГОДЖЕНО

ЗАТВЕРДЖЕНО

асист. Нікітчук А. В.

д.т.н., проф. Степанов М. М.

(керівник)

(В.о. зав. кафедри ПРЕ)

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

«Аварійний радіоприймач з ліхтариком на базі потужного *LED*»

Київ – 2022 року

А.1. НАЗВА І ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

Назва переддипломного проекту «Аварійний радіоприймач з ліхтариком на базі потужного *LED*».

Підставою для виконання є завдання, видане кафедрою прикладної радіоелектроніки від «02» травня 2022 року

А.2 МЕТА ВИКОНАННЯ КР І ПРИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКЦІЇ

Метою дипломного проекту є розробка конструкції Аварійний радіоприймач з ліхтариком на базі потужного *LED*

Продукт буде використаний у туристичних/домашніх цілях.

Пристрій працює від акумуляторних батарей.

А.3 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

А.3.1 Призначення

Напруга живлення: 12В;

Струм живлення: до 3 А;

Управління: пристрій повинен мати кнопку ON/OFF та налаштування радіопередавача;

Життєздатності та стійкості до зовнішніх впливів і чинників.

Кліматичні вимоги УХЛЗ.1 згідно ГОСТ 15150-69.

Захист від механічний впливів Н7 згідно ГОСТ 16019-2001.

А.3.2 Надійності

Середній час безвідмовної роботи від 20000 до 120000 годин.

Ймовірність безвідмовної роботи протягом 1000 годин не менше 0,95.

Середній строк служби не менше 1-го року.

А.3.3 Конструкції

Прилад може мати форму прямокутного паралелепіпеда, і з'єднуватись через DC 5.5/2.5 роз'єм.

Потужність *LED* не менше 100Вт.

Наявність FM-радіо 88-145 МГц з антеною.

Габаритні параметри, Ш×Д×В, не більше, мм: 500×500×500.

Встановити кнопку ON/OFF .

Наявність 1-го роз'єма DC 5.5/2.5 для зарядки акумулятора.

Маса: не більше 1,5 кг.

A.3.4 Уніфікації і стандартизації

Використовувати уніфіковану та стандартизовану елементну та матеріальну базу.

A.3.5 Дизайну, ергономіки та технічної естетики

Прилад повинен зовнішньо бути схожим на коробку. Колір корпусу чорний або сірий.

A.3.6 Експлуатації, зручності технічного обслуговування та ремонту

Технічний обслуговування проводити 1 раз у рік (заміна акумулятора).

Кліматичне виконання виробу - УХЛЗ.1 (згідно ГОСТ 15150-69):

- робоча температура в межах від $+40^{\circ}\text{C}$ до -10°C ;
- гранична температура в межах від $+45^{\circ}\text{C}$ до -10°C ;
- середнє значення відносної вологості повітря – 75% при температурі $+15^{\circ}\text{C}$;
- граничне значення відносної вологості повітря – 98% при температурі $+25^{\circ}\text{C}$;
- робоче значення атмосферного тиску – 106 кПа;
- мінімально допустиме значення атмосферного тиску – 86 кПа.

A.3.7 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.

A.3.8 Транспортування і зберігання

Умови транспортування згідно ГОСТ 23216-78.

Зберігання: за ГОСТ 15150-69.

A.3.9 Якості і технічного рівня

Відповідає світовому рівню.

А.3.10 Вимоги до сировини, матеріалів і пкв

Вибір пластику (ABS) матеріалу для корпусу.

А.4 ВИМОГИ ДО КОНСЕРВАЦІЇ, ПАКУВАННЯ І МАРКУВАННЯ

Маркування: маркувати кнопку увімк/викл.

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

Консервація: не передбачено.

А.5 ВИМОГИ ДО РОЗРОБЛЮВАНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Документація оформлюється згідно ДСТУ 3008:2005.

Конструкторська документація має містити у своєму складі:

Текстову документацію, тобто – ПЗ (пояснювальна записка), перелік елементів, специфікація на розроблені друковані вузли.

Графічну документацію. Загальний обсяг має становити мінімум 3 листа А1. Це – структурна схема пристрою, схема електрична принципова, креслення друкованих плат, складальне креслення друкованих вузлів, і плакат пристрою.

А.6 ОРІЄНТОВНИЙ ЗМІСТ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

- Титульний листопа
- Завдання на дипломний проект
- Зміст
- Вступ
- 1. Огляд існуючих рішень. Аналіз технічного завдання
- 2. Вибір та обґрунтування схемотехнічних рішень
- 3. Вибір та обґрунтування елементної бази
- 4. Проектування приладу
- 5. Розрахунки, що підтверджують працездатність
- Висновки
- Перелік посилань

- Додаток А Технічне завдання
- Додаток Б Перелік елементів
- Додаток В Специфікація на друкований вузол

А.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 – 2.06.22	Розділ 3
5	Проектування приладу	2.06.22 – 4.06.22	Розділ 4
6	Розрахунки, що підтверджують працездатність	4.06.22 – 7.06.22	Розділ 4
7	Оформлення документації	7.06.20 – 13.06.22	Креслення і додатки

А.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

_____ Максим ГЛАДКІХ

Керівник

_____ Артем НІКІТЧУК

ДОДАТОК Б. РОЗРАХУНКИ

Розрахунок ширини друкованих провідників для всіх присутніх у схемі рівнів сигналу

Для сигнальних:

Мінімальне значення ширини друкованого провідника $t1$ у вузькому місці, мм:

Вибираємо за класом точності- $t_{minD_S} := 0.25\text{mm}$

Допуск на ширину провідника (нижнє відхилення) $\Delta t_{ho_S} := -0.05\text{mm}$

$$t1V_S := t_{minD_S} + |\Delta t_{ho_S}| = 0.3\text{mm}$$

ПРИМІТКА: Для завдань підвищеної складності - клас точності 3, для завдань звичайної складності - клас точності 2.

Мінімальне значення ширини друкованого провідника $t1$ у широкому місці, мм:

Вибираємо за класом точності (на один менше) $t_{minD_S} := 0.45\text{mm}$

Допуск на ширину провідника (нижнє відхилення) $\Delta t_{ho_S} := -0.1\text{mm}$

$$t1III_S := t_{minD_S} + |\Delta t_{ho_S}| = 0.55\text{mm}$$

ПРИМІТКА: Для завдань підвищеної складності - клас точності 2, для завдань звичайної складності - клас точності 1.

Мінімально допустиму ширину провідника $t2$ з урахуванням допустимого падіння напруги на ньому (3%):

Питомий опір провідників (Ом*мм²/м)- $\rho_s := 0.0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$

Довжина провідника (м)- $l_S := 0.021\text{m}$

Товщина фольги (мм)- $h_S := 35 \cdot 10^{-3} \text{mm}$

Прикладена напруга (В)- $U_{жив_S} := 3\text{V}$

Максимальний струм (А)- $I_{max_S} := 16.5 \cdot 10^{-3} \text{A}$

$$t2_S := \frac{l_S \cdot I_{max_S} \cdot \rho}{h_S \cdot U_{жив_S} \cdot 0.03} = 1.925 \times 10^{-3} \text{mm}$$

ПРИМІТКА: Прикладена напруга і максимальний струм визначаються за схемою електричною принциповою та DataSheet на корпус. Довжина провідника обирається згідно довжини з'єднання в файлі pcb3.pcb.

Мінімально допустиму ширину провідника $t3$ з урахуванням допустимого рівня струму на ньому:

Рисунок Б.1 — Розрахунок ширини сигнальних провідників

Розрахунок ширини друкованих провідників для всіх присутніх у схемі рівнів сигналу

Для сигнальних:

Мінімальне значення ширини друкованого провідника t1 у вузькому місці, мм:

Вибираємо за класом точності-

$$t_{minD_S} := 0.25\text{mm}$$

Допуск на ширину провідника (нижнє відхилення)

$$\Delta t_{noS} := -0.05\text{mm}$$

$$t1V_S := t_{minD_S} + |\Delta t_{noS}| = 0.3\text{-mm}$$

ПРИМІТКА: Для завдань підвищеної складності - клас точності 3, для завдань звичайної складності - клас точності 2.

Мінімальне значення ширини друкованого провідника t1 у широкому місці, мм:

Вибираємо за класом точності (на один менше)

$$t_{minD_S} := 0.45\text{mm}$$

Допуск на ширину провідника (нижнє відхилення)

$$\Delta t_{noS} := -0.1\text{mm}$$

$$t1III_S := t_{minD_S} + |\Delta t_{noS}| = 0.55\text{-mm}$$

ПРИМІТКА: Для завдань підвищеної складності - клас точності 2, для завдань звичайної складності - клас точності 1.

Мінімально допустиму ширину провідника t2 з урахуванням допустимого падіння напруги на ньому (3%):

Питомий опір провідників (Ом*мм²/м)-

$$\rho := 0.0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

Довжина провідника (м)-

$$l_S := 0.021\text{m}$$

Товщина фольги (мм)-

$$h_S := 35 \cdot 10^{-3} \text{mm}$$

Прикладена напруга (В)-

$$U_{жизS} := 5\text{V}$$

Максимальний струм (А)-

$$I_{maxS} := 0.8\text{A}$$

$$t2_S := \frac{l_S \cdot I_{maxS} \cdot \rho}{h_S \cdot U_{жизS} \cdot 0.03} = 0.056\text{-mm}$$

ПРИМІТКА: Прикладена напруга і максимальний струм визначаються за схемою електричною принциповою та DataSheet на корпус. Довжина провідника обирається згідно довжини з'єднання в файлі pcb3.pcb.

Мінімально допустиму ширину провідника t3 з урахуванням допустимого рівня струму на ньому:

Рисунок Б.2 — Розрахунок ширини сигнальних провідників

Для силових:

Мінімальне значення ширини друкованого провідника t1 у вузькому місці, мм:

Вибираємо за класом точності- $t_{minD_P} := 0.25mm$

Допуск на ширину провідника (нижнє відхилення) $\Delta t_{no_P} := -0.05mm$

$$t1V_P := t_{minD_P} + |\Delta t_{no_P}| = 0.3 \cdot mm$$

ПРИМІТКА: Для завдань підвищеної складності - клас точності 3, для завдань звичайної складності - клас точності 2.

Мінімальне значення ширини друкованого провідника t1 у широкому місці, мм:

Вибираємо за класом точності- $t_{minD_P} := 0.45mm$

Допуск на ширину провідника (нижнє відхилення) $\Delta t_{no_P} := -0.1mm$

$$t1III_P := t_{minD_P} + |\Delta t_{no_P}| = 0.55 \cdot mm$$

ПРИМІТКА: Для завдань підвищеної складності - клас точності 2, для завдань звичайної складності - клас точності 1.

Мінімально допустиму ширину провідника t2 з урахуванням допустимого падіння напруги на ньому (3%):

Питомий опір провідників (Ом*мм²/м)- $\rho := 0.0175 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$

Довжина провідника (м)- $l_P := 0.043m$

Товщина фольги (мм)- $h_P := 35 \cdot 10^{-3} mm$

Прикладена напруга (В)- $U_{жив_P} := 12V$

Максимальний струм (А)- $I_{max_P} := 2A$

$$t2_P := \frac{l_P \cdot I_{max_P} \cdot \rho}{h_P \cdot U_{жив_P} \cdot 0.03} = 0.119 \cdot mm$$

ПРИМІТКА: Прикладена напруга і максимальний струм визначаються за схемою електричною принциповою та DataSheet на корпус. Довжина провідника обирається згідно довжини з'єднання в файлі pcb3.pcb.

Мінімально допустиму ширину провідника t3 з урахуванням допустимого рівня струму на ньому:

Рисунок Б.3 — Розрахунок ширини силових провідників

Для силових:

Мінімальне значення ширини друкованого провідника t_1 у вузькому місці, мм:

Вибираємо за класом точності-

$$t_{\min D_P} := 0.25 \text{ mm}$$

Допуск на ширину провідника (нижнє відхилення)

$$\Delta t_{\text{но}P} := -0.05 \text{ mm}$$

$$t_{1V_P} := t_{\min D_P} + |\Delta t_{\text{но}P}| = 0.3 \text{ mm}$$

ПРИМІТКА: Для завдань підвищеної складності - клас точності 3, для завдань звичайної складності - клас точності 2.

Мінімальне значення ширини друкованого провідника t_1 у широкому місці, мм:

Вибираємо за класом точності-

$$t_{\min D_P} := 0.45 \text{ mm}$$

Допуск на ширину провідника (нижнє відхилення)

$$\Delta t_{\text{но}P} := -0.1 \text{ mm}$$

$$t_{1\Pi_P} := t_{\min D_P} + |\Delta t_{\text{но}P}| = 0.55 \text{ mm}$$

ПРИМІТКА: Для завдань підвищеної складності - клас точності 2, для завдань звичайної складності - клас точності 1.

Мінімально допустиму ширину провідника t_2 з урахуванням допустимого падіння напруги на ньому (3%):

Питомий опір провідників (Ом*мм²/м)- $\rho := 0.0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$

Довжина провідника (м)- $l_P := 0.078 \text{ m}$

Товщина фольги (мм)- $h_P := 35 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

Прикладена напруга (В)- $U_{\text{жив}P} := 14.8 \text{ V}$

Максимальний струм (А)- $I_{\max P} := 12 \text{ A}$

$$t_{2P} := \frac{l_P \cdot I_{\max P} \cdot \rho}{h_P \cdot U_{\text{жив}P} \cdot 0.03} = 1.054 \text{ mm}$$

ПРИМІТКА: Прикладена напруга і максимальний струм визначаються за схемою електричною принциповою та DataSheet на корпус. Довжина провідника обирається згідно довжини з'єднання в файлі pcb3.pcb.

Рисунок Б.4 — Розрахунок ширини силових провідників

ДОДАТОК В. СПЕЦИФІКАЦІЯ НА ДРУКОВАНІЙ ВУЗОЛ

[illegible]

[illegible]

ДОДАТОК Г. СПЕЦИФІКАЦІЯ ПРИСТРОЮ

[illegible]

ДОДАТОК Д. ДЕТАЛЬНА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ



Рисунок Д.1 — Зовнішній вигляд пристрою №1

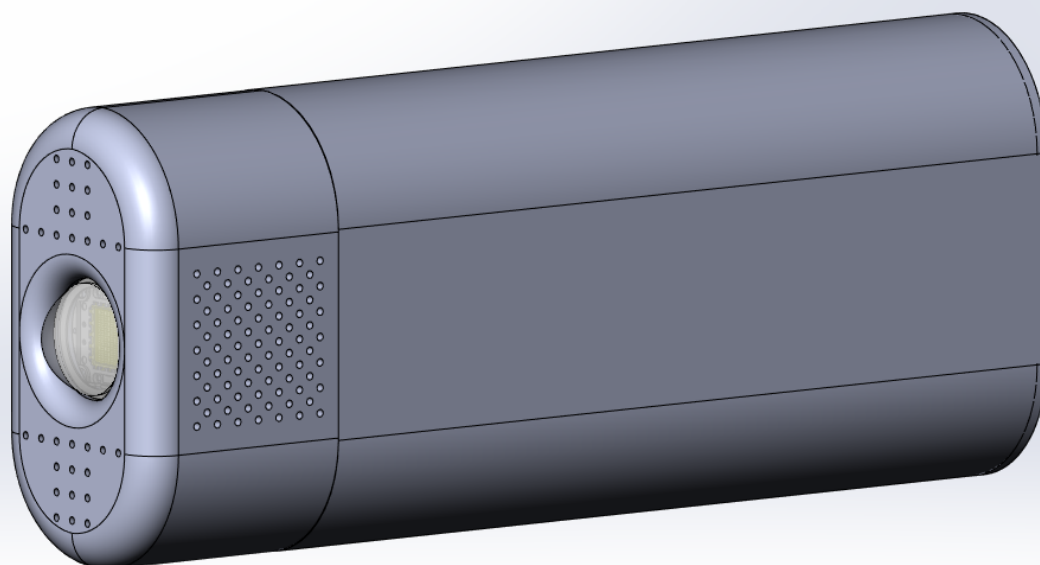


Рисунок Д.2 — Зовнішній вигляд пристрою №2

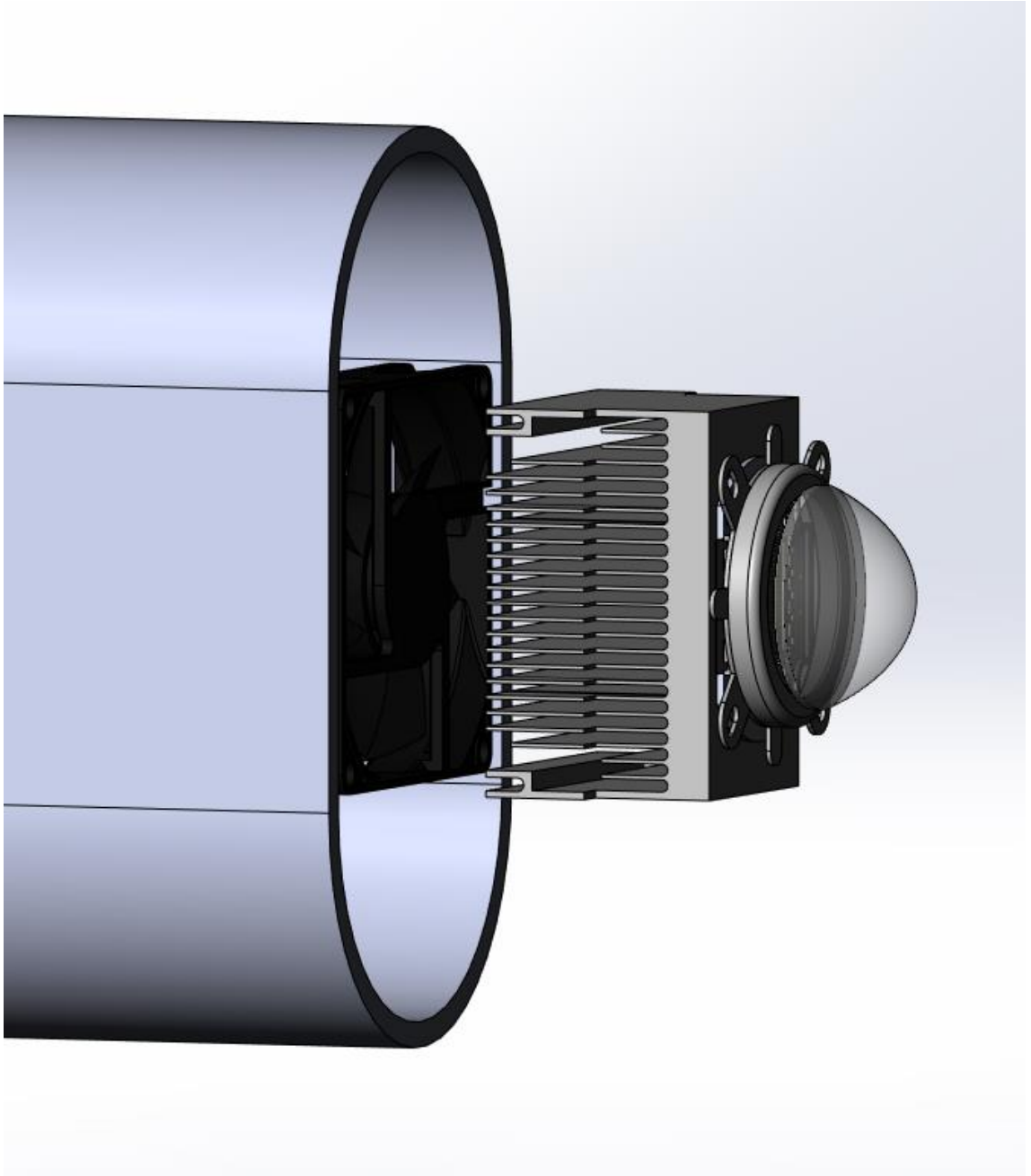


Рисунок Д.3 — Зовнішній вигляд пристрою №3

ДОДАТОК Е. ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/П	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання	2	
2	A4	РА81.464327.001 ПЗ	Пояснювальна записка	44	
3	A4	РА81.758755.003	Аварійний радіоприймач	2	
4	A4	РА81.758755.004	Специфікація	1	
5	A3	РА81.758755.001 Е1	Структурна схема	1	
6	A3	РА81.758755.001 Е3	Схема електрична принципова радіоприймача	1	
7	A3	РА81.758755.002 Е3	Схема електрична принципова	1	
8	A3	РА81.758755.001 СК	Друкована плата	1	
9	A3	РА81.758755.002 СК	Корпус	1	

				ДП РА81.464327.001		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Гладкіх М.О.		16.06	Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.	Нікітчук А.В.		16.06		1	1
Консульт.					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ПРЕ Гр. РА-81	
Н/контр.						
Зав.каф.						