

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 «Інтелектуальні технології мікросистемної ра-
діоелектронної техніки»

за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

на тему: Формувач RGB сигналів в РА

Виконав (-ла):

студент (-ка) IV курсу, групи РІ-81

Гладовський Микола Віталійович

_____ Прізвище, ім'я та по батькові



_____ підпис

Керівник:

Ст. викладач Попсуй Володимир Ілліч

_____ Посада, науковий ступінь, вчене звання, Прізвище, ім'я та по батькові



_____ підпис

Рецензент:

Рец. доцент, каф. РІ Сушко Олександр

_____ Посада, науковий ступінь, вчене звання, Прізвище, ім'я та по батькові

_____ підпис

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



Студент _____

Київ – 2022 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проєкт	2	
2	A4	PI81.464419.001ПЗ	Пояснювальна записка	45	
3	A4	PI81.464419.001	Формувач RGB-сигналів в РА	2	
4	A1	PI81.464419.001Е1	Схема структурна	1	
5	A1	PI81.464419.001Е3	Схема електрична принципова	1	
6	A4	PI81.464419.001ПЕ	Перелік елементів	2	
7	A1	PI81.464419.001 СК	Складальний кресленик	1	
8	A1	PI81.464419.002 СК	Складальний кресленик	1	
9	A1	PI81.464419.002	Друкований вузол	2	
10	A1	PI81.758733.001	Друкована плата	1	

				PI81.464419.001ВД		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн	Гладовський МВ.			Формувач RGB сигналів в РА	Лист	Листів
Керівн.	Попсуй В. І.					1
Н.конт					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф.ПРЕ,Гр. PI-81	
Зав.кф	Степанов М.М.					

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Радіотехнічний факультет

Кафедра радіоконструювання та виробництва радіоапаратури

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітньо-професійна програма «Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о.зав. кафедрою

Михайло СТЕПАНОВ

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Гладовському Миколі Віталійовичу

1. Тема проєкту «Формувач RGB-сигналів в РА», керівник проєкту ст. Викладач Попсуй Володимир Ілліч, затвержені наказом по університету від 01.06.22 №822-с

2. Термін подання студентом проєкту 13 червня 2021 року

3. Вихідні дані до проєкту: струм живлення формувача від 0,5 до 2 А, максимальна напруга живлення + 5 В, габарити не більше, мм 240 x 140 x 150, напрацювання на відмову не менше ніж 3200 годин, діапазон робочої поверхні терморегулятора від - 5 °С до + 50 °С, нестабільність робочої поверхні терморегулятора не більше 1 °С .

4. Зміст пояснювальної записки: вступ, аналіз технічного завдання, обґрунтування схемотехнічного рішення, вибір елементної бази, проектування, висновки.

5. Дата видачі завдання 24 травня 2022 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Огляд існуючих рішень	06.05 – 08.05	
2	Розробка та аналіз технічного завдання	09.05 – 14.05	
3	Обґрунтування та вибір схемотехнічного рішення	15.05 – 19.05	
4	Вибір та обґрунтування елементної бази	20.05 – 22.05	
5	Проектування електронного модуля	23.05 – 26.05	
6	Проектування приладу	27.05 – 28.05	
7	Аналіз працездатності приладу	29.05 – 30.05	
8	Розрахунок віброміцності	23.05 – 27.05	
9	Оформлення текстової та графічної документації	30.05 – 03.06	

Студент

Гладовський Микола

Керівник

Попсуй Володимир

АНОТАЦІЯ

У дипломному проєкті було проведено аналіз конструктивних особливостей формувачів RGB сигналів. Актуальність теми: розробка даного проєкту є актуальною, оскільки аналоги не мають можливості програмування та автономної роботи, а також виправлено головний недолік аналогів це спотворення ШІМ сигналу на високих частотах.

Вибрано аналог формувача для розроблювального пристрою та запропоновано конструкцію пристрою, котрий являє собою програмований генератор сигналів з можливістю виводити інформацію про сигнал на екран. Обрано елементну базу, що забезпечує електричні параметри представленого пристрою та його надійну роботу, а головне доступну на українському ринку. Даний пристрій може використовуватись як джерело ШІМ сигналу у таких функціях, як: вимірювальна RGB освітлювання, керування частотою електродвигунів, регулювання яскравості підсвічування екрану техніки.

Ключові слова: формувач сигналу, PWM сигнал, RGB контролер

ANNOTATION

In the diploma project the analysis of design features of RGB signal generators was carried out. Relevance of the topic: the development of this project is relevant because the analogues do not have the ability to program and autonomous work, and the main drawback of analogues will be corrected is the distortion of the PWM signal at high frequencies.

An analog of the shaper for the development device is selected and the design of the device is proposed, which is a programmable signal generator with the ability to display information about the signal on the screen. The element base is selected, which provides the electrical parameters of the presented device and its reliable operation, and most importantly available on the Ukrainian market. This device can be used as: a source of PWM signal in such functions as measuring RGB lighting, frequency control of electric motors, brightness control of the screen.

Keywords: signal shaper, PWM signal, RGB controller.

**Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему: «Формувач RGB сигналів в РА»**

Київ — 2022 року

Зміст

Перелік скорочень.....	2
Вступ.....	3
1 Аналіз ринку	4
1.1 Огляд аналогів на ринку.....	4
1.2 Порівняння характеристик.....	10
1.3 Аналіз технічного завдання	12
2 синтез схеми пристрою	14
2.1 Розробка структурної схеми	14
2.2 Синтез схеми електричної принципової.....	15
2.3 Вибір елементної бази	17
2.3.1 Вибір пасивних компонентів	17
2.3.2 Вибір активних компонентів	20
2.3.3 Вибір інших компонентів.....	24
3 РОЗРОБКА ДРУКОВАНОГО ВУЗЛА ТА КОНСТРУКЦІЇ ПРИБОРУ.....	28
3.1 Аналіз з точки зору технолога	28
3.1.1 Обґрунтування методу виготовлення друкованої плати.....	28
3.1.2 Обґрунтування вибору матеріалу плати	28
3.1.3 Обґрунтування вибору припою	29
3.1.4 Вибір класу точності плати	29
3.2 Розрахунок елементів друкованого монтажу.....	29
3.3 Проектування друкованої плати в середовищі Altium.....	30

					PI81.431116.001 ПЗ			
ЗМ.	Лист	№ докum.	Підпис	Дата	Формувач RGB сигналів в РА	Лім.	Лист	Листів
Розробив	Гладовський М.В.						1	
Перевірів	Попсуй В.І.					PI-81, РТФ		
Н. Контр.	Попсуй В.І.							
Затвер-								

3.3.1 Розрахунок габаритів друкованої плати	30
3.3.2 Розрахунок параметрів друкованих провідників.....	31
3.3.3 Трасування провідників.....	32
3.4 Конструкція пристрою.....	33
4 РОЗРАХУНОК, ЩО ПІДТВЕРДЖУЄ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ.....	38
Перелік джерел посилання.....	Ошибка! Закладка не определена.
Додаток А.....	45

					PI81.431116.001 ПЗ			
ЗМ.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Гладовський М.В.			Формувач RGB сигналів в РА	Літ.	Лист	Листів
Перевірів		Попсуй В.І.					1	
Н. Контр.		Попсуй В.І.			PI-81, РТФ			
Затвер-								

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АКБ — Акумуляторна батарея

ДП — Друкована плата

РА — Радіо апаратура

ТЗ — Технічне завдання.

ШІМ — Широтно-імпульсна модуляція

MOSFET — Metal-Oxide-Semiconductor (метал – оксид – напівпровідник) та Field-Effect-Transistors (транзистор, керований електричним полем).

					<i>PI81.431116.001 ПЗ</i>	Лис
						2
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВСТУП

ШИМ в сучасній електроніці застосовується скрізь для регулювання яскравості підсвічування смартфона, швидкості обертання кулера в комп'ютері, для управління моторами квадрокоптера або гіроскутера. Перелік можна продовжувати нескінченно. У аматорській електроніці ШИМ контролери частото використовуються для керування яскравістю світлодіодних стрічок та керування потужними двигунами постійного струму [1].

Сьогодні кількість приладів, які можуть формувати та регулювати ШИМ сигнал, як ніколи велика. Проте виникала проблема нестабільного сигналу на низькій потужності або в цілому невелика потужність, що унеможливило підключення великого навантаження. Тому, що більшість контролерів частіше має по 2А максимум на один канал. Контролер, який розробляється в даній роботі, може плавно змінювати сигнал без його спотворення.

Отже в даній роботі будуть описані етапи створення запропонованого приладу.

					<i>РІ81.431116.001 ПЗ</i>	Лис
						3
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1 АНАЛІЗ РИНКУ

1.1 Огляд аналогів на ринку

У даний час на ринку представлено багато варіантів формувачів RGB сигналу або так званих RGB контролерів. Деякі з них розглянуто нижче:

Найпоширеніший " LT-CTR20"

Самим популярним варіантом на даний момент є пристрій, зображений на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 — " LT-CTR20" [2]

Популярний RGB контролер за низьку ціну. RGB-контролер призначений для створення світлодинамічних ефектів і управління кольором світлодіодних стрічок, світлодіодних світильників, світлодіодних модулів і ін. з радіо дистанційним пультом управління, використання якого можливе в радіусі дії лише до 5 метрів. Є можливість управління яскравістю стрічки в статичних режимах і швидкістю мерехтіння в динамічних режимах. Корпус контролера виконаний у вигляді мініатюрного приймача, дозволяє встановити його в будь-якому місці. Контролер зберігає останню програму після відключення живлення [2]. Через низьку потужність можливе підключення світлодіодної стрічки тільки до 5м. Через низьку якість ШІМ сигналу, є малопомітний ефект стробоскопу.

					PI81.431116.001 ПЗ	Лис
						4
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

Міні контролер Sean SL-02NANO

Недорогий та компактний варіант контролера, зображений на рис.

1.2



Рисунок 1.2 — Sean SL-02NANO [3]

Компактний контролер. Його розміри поміщаються в долоню руки. Має можливість керування функціями через мобільний додаток з підключенням по Bluetooth. Безліч режимів роботи – плавна зміна кольорів, різке перемикання, перемикання кольорів з загасанням, режим стробоскопа і т. д. Вхідна напруга 5...24 В [3]. Невеликий вихідний струм (по 2 А на канал), обумовлює максимальну потужність близько 72 Вт. Нестабільний ШІМ сигнал на низькому рівні яскравості призводить до ефекту мерехтіння. Для керування контролером потрібне постійне підключення до телефону, що швидко зменшує рівень заряду батареї телефону.

					<i>PI81.431116.001 ПЗ</i>	Лис
						5
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Світлодіодний освітлювач LT-СТ44

Також один з найпоширеніших бюджетних RGB контролерів на українському ринку, зображений на рис. 1.3.



Рисунок 1.3 — LT-CTR44 [4]

Це аналог першого варіанту тільки з додатковими функціями та розширеним пультом керування. Контролер також працює по інфрачервоному каналу і радіус дії пульта керування становить до 8 метрів в радіусі видимості приймача сигналу. Через особливості розповсюдження інфрачервоного сигналу потрібно направляти пульт на приймач, що затрудняє керування контролером. Головна перевага – це розширена кількість функцій управління. Насамперед кількість основних кольорів замість 16 складає вже 20, так само збільшилася кількість так званих динамічних режимів. Їх стало вдвічі більше. Вісім проти чотирьох. У пульт вбудована можливість налаштування та збереження до 6 унікальних відтінків. Спочатку вибирається потрібний колір, а потім за допомогою додаткових кнопок керується яскравість кожного каналу кольору (червоний, зелений і синій канали) [4]. Даний контролер забезпечує також струм тільки до 2 А на канал, що унеможлиблює підключення більш потужного навантаження.

На малій потужності спостерігається спотворення ШІМ сигналу.

					<i>PI81.431116.001 ПЗ</i>	Лис
						6
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

Mi-Light 2.4G RGB (FUT025)

Набір радіочастотного дистанційного керування та контролера Mi-Light, зображене на рис. 1.4.



Рисунок 1.4 — Mi-Light 2.4G RGB (FUT025) [5]

Пульт дистанційного керування може використовуватися для вибору однієї з 19 попередньо встановлених програм, дозволяє вимикати та вмикати світлодіоди, дозволяє підвищувати яскравість або затемнювати світлодіоди, а за допомогою сенсорного колеса можна вибрати окремі кольори для світлодіодів. За допомогою колеса можна вибрати будь-який можливий колір світлодіода з 640 000 кольорів.

У комплект входять як пульт дистанційного керування, так і контролер/приймач [5]. Керування виходом: 3 контури (червоний, зелений і синій) відбувається на частоті 2,4 Гц, що значно збільшує дальність керування порівняно з попередніми варіантами. Радіокерування є більш комфортним порівняно з оптичним, так як не потрібно поцілювати в приймач. В даній версії максимальний вихідний струм сягає 6А на канал, що дозволяє підключати більш потужне навантаження. Пульт живиться від 2 ААА батарейок (не входять в комплект).

					<i>PI81.431116.001 ПЗ</i>	Лис
						7
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

RGBW Контроллер OEM 16A BHT-04

RGBW контролер з можливістю керування через Bluetooth зображений на рис. 1.5.



Рисунок 1.5 — RGBW Контроллер OEM 16A BHT-04 [6]

Контролер RGBW OEM 16A BHT-04 Bluetooth використовується для дистанційного керування режимами по чотирьом каналам RGBW. Керування здійснюється програмою на смартфоні шляхом з'єднання по Bluetooth. Є можливість керувати яскравістю, відтінком, використовувати пресети та увімкнення по годинам [6]. Дальність з'єднання до 5м. Для керування контролером смартфон повинен постійно бути підключений до нього, що значно збільшує споживання енергії батареї смартфона. Контролер має максимальну потужність навантаження 192 Вт, а вихідна сила струму становить до 16 А (по 4 А на канал). Живиться прилад від напруги 12-24 В

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI81.431116.001 ПЗ

Лис

8

постійного струму. Має більш стабільний ШІМ сигнал на малій потужності ніж попередні варіанти контролерів.

Найпростіший контролер RGB OEM 6A-SMART

Даний контролер використовується у випадках, коли простір для монтажу системи освітлення обмежений. Зображений на рис. 1.6.



Рисунок 1.6 — RGB OEM 6A-SMART [7]

Мініатюрний контролер RGB. Вихідний струм до 6 А. Корпус – пластиковий. найдешевший зі всіх варіантів та з меншим функціоналом, має лише функції зміни кольору та плавний перехід між ними. В описі вказано вихідний струм до 2 А на канал, хоча на практиці є значно менше. При підключенні стандартного навантаження в 2 А, відбувається сильне спотворення ШІМ сигналу та нагрівання плати контролера. Керування відбувається кнопками, які розміщені на самій платі. Контролер не має гнізда живлення, а лише два проводи до яких потрібно підпаюватися. Напруга живлення до 12 В.

					<i>PI81.431116.001 ПЗ</i>	Лис
						9
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Порівняння характеристик

Загальні характеристики описаних вище аналогів наведені в табл. 1.1 для порівняння.

Таблиця 1.1 — Порівняльна таблиця характеристик аналогів

Характеристика	LT-CTR20	Sean SL-02NANO	LT-CTR44	FUT025	ВНТ-04	RGB OEM
Матеріал корпусу	Пластик	ПВХ-плівка	Пластик	ABS пластик	Пластик	ПВХ-плівка
Розмір, мм	50x35x23	43x22x11	50x35x23	110 x 52 x 20	50x25x15	43x22x11
Робоча напруга, В	12	12-24	12	12-24	12-24	12
Потужність, Вт	72	72	72	288	192	72
Країна-виробник	Китай	Китай	Китай	Німеччина	Полща	Китай
Керування	Оптичний сигнал, пульт	Blue-tooth	Оптичний сигнал, пульт	Радіо сигнал, пульт	Blue-tooth	Кнопками
Ціна, грн	80	179	110	450	160	46

Висновки аналітичного огляду

Серед розглянутих прикладів найпоширеніше використання пластику як матеріалу корпусу. Це можна пояснити тим, що пластик не піддається корозії, виріб з пластику має невелику вагу та невисоку ціну виготовлення корпусу. Більшість аналогів мають дистанційний режим керування, тому це полегшує їхнє використання. Також на зручність використання впливають переважно невеликі габарити.

Майже всі RGB контролери працюють за одним принципом, схема зображена на рис. 1.7. Є стабілізатор напруги, мікконтролер якій створює і керує

					PI81.431116.001 ПЗ	Лис
						10
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

ШІМ сигналом та по одному транзистору MOSFET на вихід каналу якій відкривається чи закривається в залежності від того якій сигнал на нього приходить.

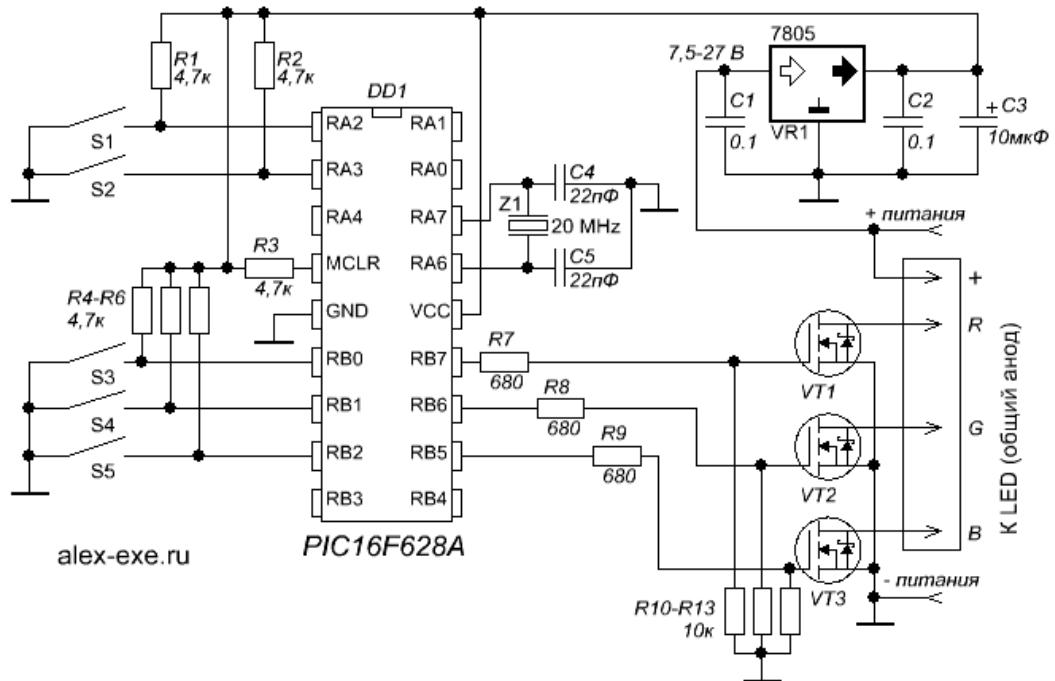


Рисунок 1.7 — Схема контролера [8]

В більш дорогих контролерах, таких як FUT025 та ВНТ-04 стоять більш потужні MOSFET транзистори, які можуть забезпечити по 6 А і 4 А на канал і якісні мікроконтролери котрі створюють ШІМ сигнал без спотворень при будь якій потужності. Проектування пристрою проводиться за аналогом FUT025 та ВНТ-04. Додатково додані ще такі обов'язкові критерії як:

- мобільність та компактні розміри;
- автономність;
- можливість швидкого підключення навантаження;
- швидка заміна прошивки;
- доступні акумулятори на українському ринку та швидка їх заміна;
- висока ремонтпридатність.

1.3 Аналіз технічного завдання

У даному дипломному проекті розроблюється формувач RGB-сигналів. Прилад призначений для формування ШІМ сигналу щоб керувати RGB каналами в РА.

Пристрій повинен мати постійну напругу живлення до 5,5 В та живитись від акумуляторів типу 18650 з можливістю їх легкої заміни користувачем.

У технічному завданні задане кліматичне виконання У 1.1, якому відповідає короткочасна робота у будь-яких категоріях розміщення до 4 включно. Експлуатація у категорії розміщення 4 забезпечує кращу безпеку приладу. Захист від механічних пошкоджень М20, умови зображені рис. 1.8.

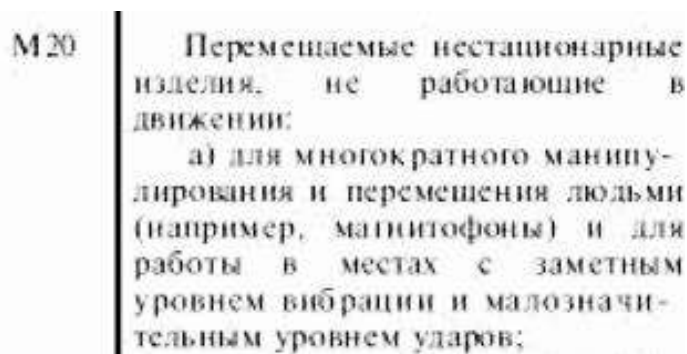


Рисунок 1.8 — умови механічних пошкоджень М20

Необхідно забезпечити період безвідмовної роботи не менше ніж 3600 годин. Дана вимога буде впливати на підбір елементної бази пристрою.

Конструкція формувача сигналів має бути малогабаритною, зручною і зрозумілою для користування. Корпус краще виконати з ABS пластику чорного кольору.

Граничні значення умов експлуатації:

- температура навколишнього середовища від - 5 °С до + 50 °С;
- відносна вологість від 20 % до 85 %.

Дані умови також впливають на вибір елементної бази пристрою.

Конструкція має бути готовою для транспортування автомобільним, залізничним та авіаційним видами транспорту в пакуванні достатньої міцності, та придатною для умов зберігання Л1, які відповідають зберіганню в опалюва-

					PI81.431116.001 ПЗ	Лис
						12
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

них і вентиляованих складах, сховищах з кондиціюванням повітря, розташованих в будь-яких макрокліматичних умовах. Матеріали та компонентна база пристрою мають відповідати вимогам до застосування в РЕА та серійно вироблятися промисловістю і бути представленою на ринку.

Висновки.

В даному розділі розглянуто аналоги пристрою існуючі на ринку та проведено їх порівняння з метою виявлення тенденцій, переваг та недоліків контролерів. Також проаналізоване технічне завдання на предмет виявлення додаткових чинників впливу на формувач сигналів. Обраний напрямок проектування пристрою з базовими аналогами FUT025 та ВНТ-04 з метою покращення експлуатаційних характеристик.

					<i>PI81.431116.001 ПЗ</i>	Лис
						13
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2 СИНТЕЗ СХЕМИ ПРИСТРОЮ

2.1 Розробка структурної схеми

Структурна схема пристрою пропонується такою як зображена на рис. 2.1.

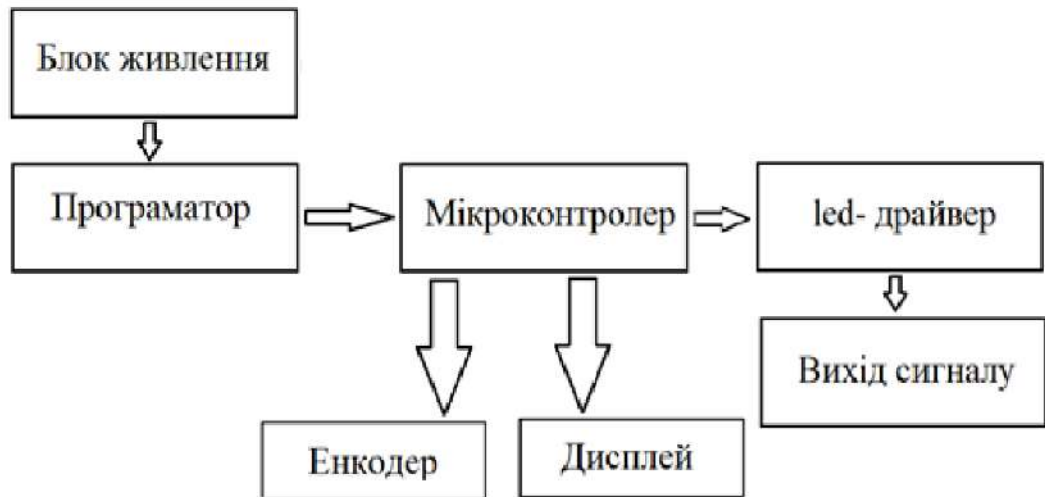


Рисунок 2.1 — Структурна схема

Живлення має бути виконано у вигляді акумуляторних елементів типу 18650 для того, щоб пристрій був переносним. Вони в свою чергу живлять усю іншу електроніку.

Плата захисту від розряду акумуляторів має визначати момент, коли напруга від блока акумуляторів падає нижче допустимої мінімальної напруги та вимикати подачу живлення на контролер. Перед контролером є енкодер за допомогою якого можна керувати функціями та LCD екран, на якому буде відображатися інформація про параметри (яскравість, колір, відтінок).

Мікроконтролер слугує для обробки даних з енкодера, визначення типу обраної функції та формування RGB сигналу на led драйвер.

2.2 Синтез схеми електричної принципової

Синтезована електрична принципова схема пристрою зображена на рис. 2.2.

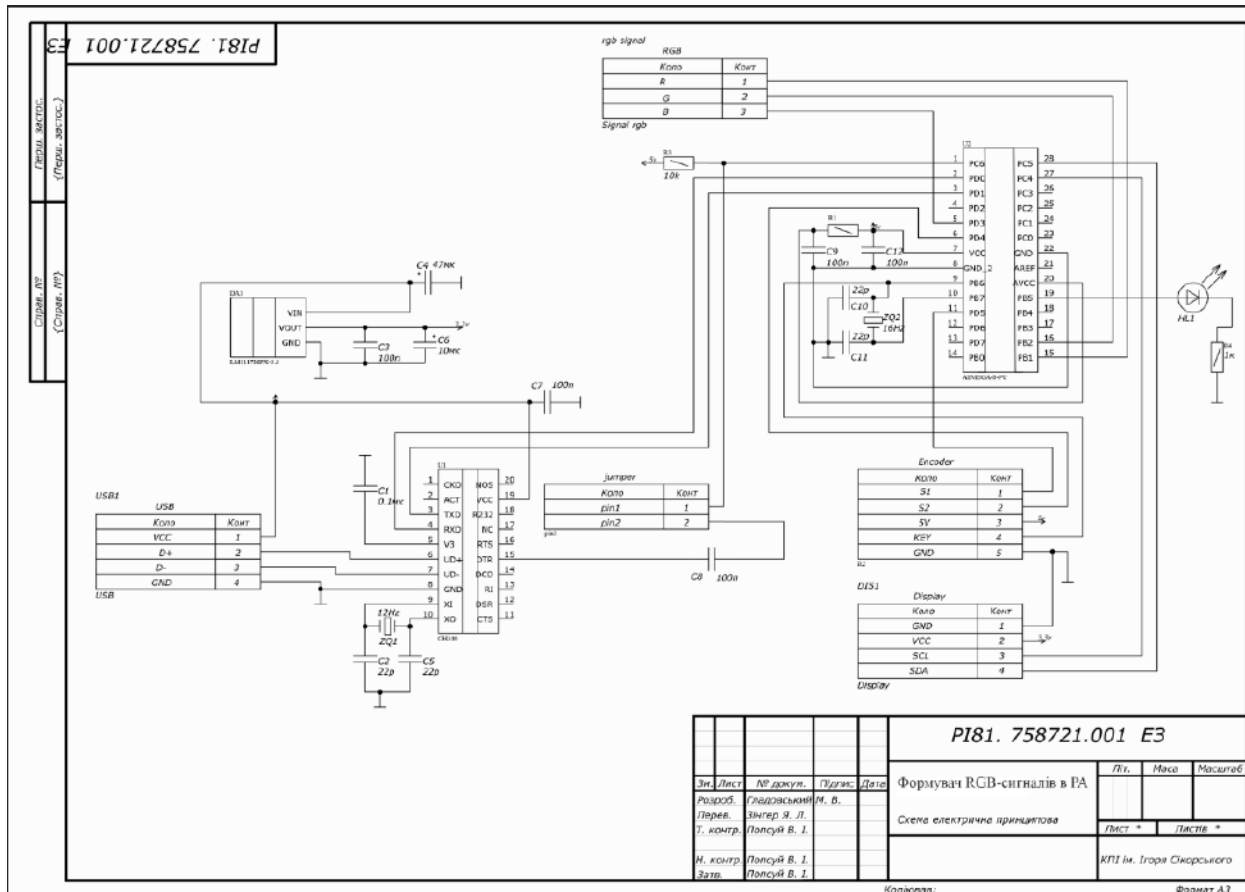


Рисунок 2.2 — Схема електрична принципова

Блок акумуляторів реалізований на трьох паралельно з'єднаних Li-ion акумуляторах типорозміру 18650 з номінальною напругою 4,2 В. Така збірка забезпечує живлення мікроконтролера та дисплея.

Для керування рівня заряду використовується готова плата балансування TP4056.

Як ключі використані польові транзистори AOD514 включені по 2 в паралель. Балансування зібране на базі мікросхеми NY2213-BB3A, номінальна напруга балансування 4,20 В. Струм балансування фіксований 42 мА (4,2 В/100 Ом = 42 мА), цього цілком достатньо для акумуляторів не дуже високої ємності. Балансування працює постійно та незалежно від схеми захисту. Поки напруга на будь-якому з акумуляторів перевищує 4,2 В, до нього підклю-

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Лис
					15

PI81.431116.001 ПЗ

часться опір навантаження 100 Ом до тих пір, поки акумулятор не розрядиться до 4,2 В [9].

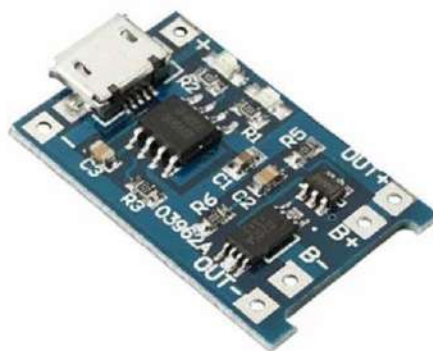


Рисунок 2.3 — Плата захисту акумуляторів [10]

У якості мікроконтролера використовується плата на базі мікросхеми ATMEGA8A-PU. Це є 8-розрядний CMOS-мікроконтролер із внутрішньою системою прошиваною флеш-пам'яттю ємністю 8 кбайт. Зазвичай такі мікросхеми використовуються з готовими для них модулями Arduino UNO. Оскільки ATMEGA8A-PU не має влаштованого програматора, то на платі розташований окремо програматор на базі мікросхеми ch340t.

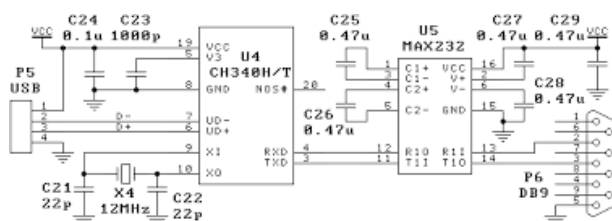


Рисунок 2.4 — Схема програматора на базі CH340T

Завантаження прошивки виконується за допомогою програми Arduino IDE, шляхом підключення плати до комп'ютера через USB.

					PI81.431116.001 ПЗ	Лис
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		16

2.3 Вибір елементної бази

Підбір елементної бази залежить від декількох чинників, а саме:

- елементна база має відповідати заданим електричним параметрам;
- елементна база має працювати належним чином в заданих кліматичних умовах;
- елементна база буде впливати на надійність та час безвідмовної роботи приладу;
- від елементної бази залежить технологічність виготовлення пристрою;
- елементна база визначає габарити пристрою.

Для вибору електро компонентів використовувався електронний каталог РКС Компоненти[11]. Тож додатковими критеріями були вартість та доступність компонентів на українському ринку.

2.3.1 Вибір пасивних компонентів

У якості елементів R1 – R3 використовуються малопотужні SMD резистори. Для підвищення технологічності виробу обрані резистори виробника Hitano, оскільки це єдиний виробник котрий має резистори усіх необхідних номіналів. Елементи в корпусах типорозміру 0805. Обрані компоненти мають наступні характеристики:

- номінальна потужність 0,125 Вт;
- діапазон номінальних опорів 1 кОм – 10 кОм;
- точність $\pm 5\%$;

Производитель	Номинал	Точность	Рном, W	Ураб, V	Типоразмер
<input type="checkbox"/> Hitano (5)	<input checked="" type="checkbox"/> 51 Ohm (2)	<input type="checkbox"/> $\pm 0,1\%$ (3)	<input checked="" type="checkbox"/> 0,125 W (17)	<input type="checkbox"/> 150 V (16)	<input checked="" type="checkbox"/> 0805 (17)
<input type="checkbox"/> SEI (1)	<input checked="" type="checkbox"/> 10 kOhm (5)	<input type="checkbox"/> $\pm 1\%$ F (12)	<input type="checkbox"/> Royal Ohm (0)	<input type="checkbox"/> 50 V (0)	
<input type="checkbox"/> Samsung (4)	<input checked="" type="checkbox"/> 33 kOhm (3)	<input checked="" type="checkbox"/> $\pm 5\%$ J (17)	<input type="checkbox"/> 0,1 W (0)	<input type="checkbox"/> 125 V (0)	
<input type="checkbox"/> Uni-Ohm (1)	<input checked="" type="checkbox"/> 91 kOhm (2)	<input type="checkbox"/> $\pm 0,01\%$ (0)	<input type="checkbox"/> 0,125W (0)	<input type="checkbox"/> 300 V (0)	
<input type="checkbox"/> Yageo (3)	<input checked="" type="checkbox"/> 1 MOhm (5)	<input type="checkbox"/> $\pm 0,05\%$ (0)	<input type="checkbox"/> 0,2 W (0)	<input type="checkbox"/> 400V (0)	

Рисунок 2.5 — Вибір резисторів

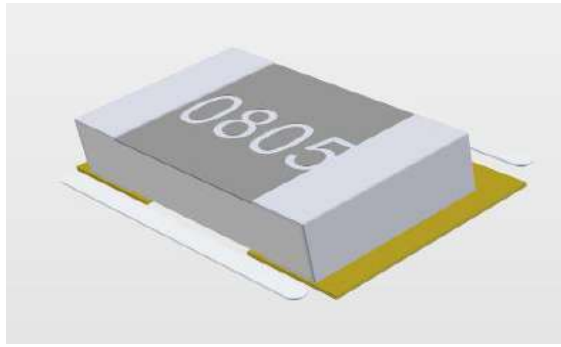


Рисунок 2.6 — 3D модель SMD резистора в середовищі Altium

KY-040 модуль енкодер від фірми Arduino. Модуль енкодера має 20 фіксованих позицій на один оборот вала. Сенсор кута повороту має 3 контакти, позначені буквами А, В і С. Принцип роботи енкодера ґрунтується на зміні положення перемикачів, один з яких відповідає за з'єднання контактів А і В, а другий - за В і С. Кожна зміна положення осі датчика змінює стан перемикачів. Зовнішній діаметр циліндра вала – 6,85 мм (без нарізі). Так само, енкодер має кнопку, що спрацьовує при натисканні на вал. Кнопка може мати будь-яке призначення, наприклад, для вибору пунктів меню, зміна чутливості сенсора та інше. Низький TTL рівень на сенсорі з'являється, при замкнутих контактах, тоді нуль подається на контакти CLK і DT. Високий логічний рівень генерується при подачі напруги живлення 5 В. Контакти CLK і DT передають дані про оберти вісі енкодера в напрямку "по" або "проти" годинникової стрілки.

Призначення контактів енкодера:

- CLK: контакт А енкодера;
- DT: контакт В енкодера;
- SW: визначає стан кнопки;
- VCC (+): напруга живлення;
- GND: «земля» (контакт С) [12]

Виробник	Опис	Тип	В наявності/на замовлення
<input type="checkbox"/> Arduino (0)	<input checked="" type="checkbox"/> Магнітний енкадер на основі датчика Холла. Кут повороту: налаштовується від 18 ° до 360 °. Інтерфейс: I2C (адреса: 0x36), роздільна здатність: 12-біт. Вихід:	<input checked="" type="checkbox"/> Датчик (1)	<input checked="" type="checkbox"/> склад Київ (1)
<input type="checkbox"/> DFROBOT (0)		<input type="checkbox"/> Датчик атмосферного тиску, інтерфейс I2C, Вихідні дані: 16 біт тиск та температура, роздільна здатність: тиск 0.01hPa,	<input type="checkbox"/> РАДІОМАГ-Київ (1)
<input type="checkbox"/> FREEDUINO (0)			<input type="checkbox"/> РАДІОМАГ-Львів (1)
<input type="checkbox"/> KRADEX (0)			<input type="checkbox"/> РАДІОМАГ-Харків (1)
<input type="checkbox"/> LC ELEKTRONIK (0)			<input type="checkbox"/> РАДІОМАГ-Одеса (1)

Рисунок 2.7 — Вибір енкадера

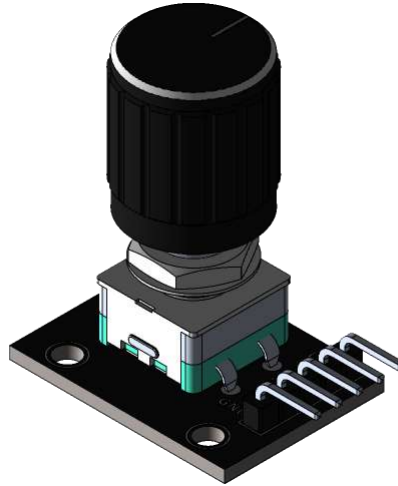


Рисунок 2.8 — 3D модель енкадера підстроювального резистора в середовищі Altium

					<i>PI81.431116.001 ПЗ</i>	Лис
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		19

Конденсатори С 1-С 12 обрані фірми Hitano через меншу вартість. Виконаний у SMD корпусі типорозміру 0805 з точністю $\pm 5\%$.

Производитель	Ёмкость	Точность	Типоразмер
<input type="checkbox"/> Hitano (1)	<input checked="" type="checkbox"/> 100 nF (4)	<input checked="" type="checkbox"/> $\pm 5\%$ J (4)	<input checked="" type="checkbox"/> 0805 (4)
<input type="checkbox"/> Yageo (1)	<input type="checkbox"/> 6,8 pF (1)	<input type="checkbox"/> -20/+80% Z (1)	
<input type="checkbox"/> AVX (0)	<input type="checkbox"/> 7,5 pF (1)	<input type="checkbox"/> $\pm 10\%$ K (21)	
<input type="checkbox"/> CTS (0)	<input type="checkbox"/> 10 pF (6)	<input type="checkbox"/> $\pm 20\%$ M (3)	
<input type="checkbox"/> Cinetech (0)	<input type="checkbox"/> 11 pF (1)	<input type="checkbox"/> $\pm 0,10\text{pF}$ B (0)	

Рисунок 2.9 — Вибір конденсаторів

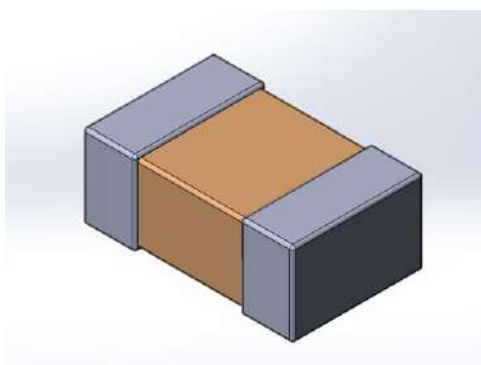


Рисунок 2.10 — 3D модель SMD конденсатора у середовищі Altium

Пасивні компоненти поверхневого монтажу були обрані фірми Hitano, а енкодер належить виробнику Arduino.

2.3.2 Вибір активних компонентів

В основі формувача сигналів лежить мікросхема Atmega8-PU. Вона являє собою 8-ми бітний мікроконтролер з тактовою частотою 8 МГц. Об'єм пам'яті програм 8 кбайт. Споживаний струм дорівнює 3,6 мА, що є дуже вигідним для автономності пристрою. Оскільки всі його параметри задовольняють вимоги до пристрою пошук аналогів не проводився.

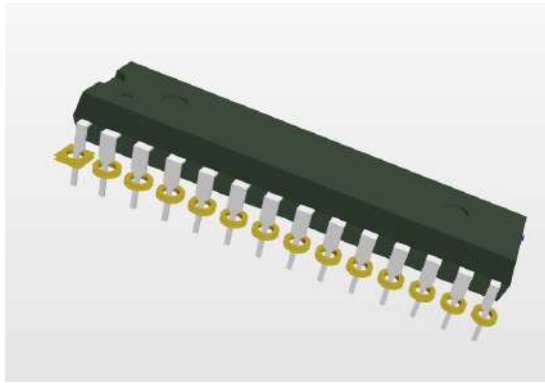


Рисунок 2.11 — 3D модель Atmega8-PU у середовищі Altium

Програматор для мікросхеми позначений на схемі як U1. Найдешевшим та популярним на ринку є програматор на базі мікросхеми СН340-Т. Він характеризується низьким енергоспоживанням. Виробник гарантує високу надійність та довгострокову стабільність.

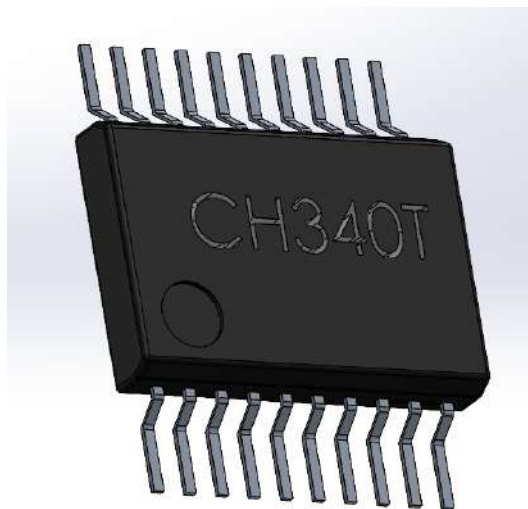


Рисунок 2.12 — 3D модель СН340-Т у середовищі Altium

Для формування сигналу 3,3 В на окремі виводи мікросхеми Atmega8-PU було обрано лінійний регулятор з низьким падінням напруги LM1117MPX-3.3. Максимальний струм навантаження 0,8 А. Максимальна вхідна напруга 15 В. Завдяки своїм малим розмірам та тому, що всі його параметри задовольняють вимоги до пристрою пошук аналогів не проводився.

					<i>PI81.431116.001 ПЗ</i>	Лис
						21
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

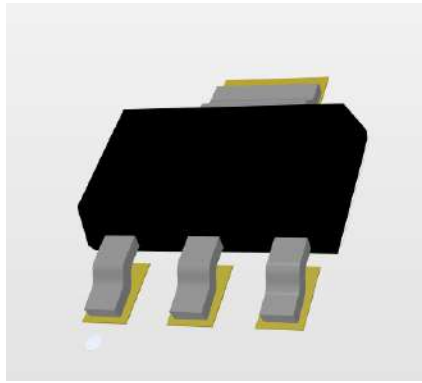


Рисунок 2.13 — 3D модель LM1117MPX у середовищі Altium

В якості кварцових резонаторів на частоту 16 та 12 Гц було обрано елемент КХ-3Н у корпусі HC49/U3Н. Виробник обіцяє стабільність частоти +/- 30 ppm. Виконаний в SMD корпусі. Досить поширений на платах Arduino за свої стабільні параметри.

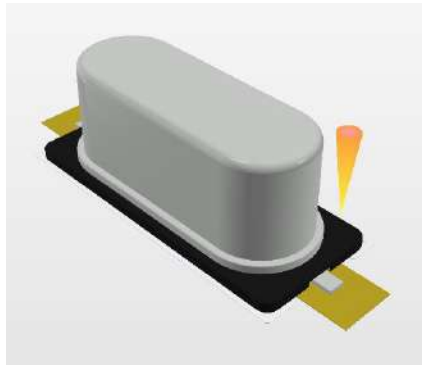


Рисунок 2.14 — 3D модель КХ-3Н у середовищі Altium

Для підключення більшого навантаження використовується готовий та бюджетний варіант Led Amplifier Controller на базі трьох транзисторів IRF3205 MOSFET полярність N в TO220, показаний на рисунку 2.15

Транзистори IRF3205 MOSFET полярність N - завдяки великому максимально допустимому струму та низькому опору каналу, часто використовують як силові ключі в автомобільних електронних пристроях і там, де потрібно комутувати відносно великі струми при невеликій напрузі. Характеристики:

- Максимальна потужність, що розсіюється, 144 Вт
- Гранично допустима напруга стік-витік 55 В

					PI81.431116.001 ПЗ	Лис
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		22

- Гранично допустима напруга затвор-витік 10 В
- Максимально допустимий постійний струм стоку 18 А
- Максимальна температура каналу 150 °С
- Опір стік-витік відкритого транзистора 0,008 Ом
- Корпус TO220 [13]



Рисунок 2.15 — Зовнішній вигляд драйвера [14]

Екран для виводу інформації позначений на схемі як Display. Був обраний від фірми Arduino. OLED дисплей графічний SSD1306 I2C 0,91" 128x32 Arduino AVR STM32. Модуль компактного графічного OLED-дисплея на контролері SSD1306 для Arduino, AVR, PIC, STM32 та інших мікроконтролерів. OLED-технологія дисплея – світлодіоди не потребують додаткового підсвічування: висока якість відображення, хороші кути огляду, мінімальне енергоспоживання [15]

- Діагональ екрану: 0,91"
- Роздільна здатність: 128 x 32
- Колір: синій
- Інтерфейс підключення: I²C
- Напруга живлення: 3,3-5 В
- Розмір плати: 38 x 12 мм

					<i>PI81.431116.001 ПЗ</i>	Лис
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		23

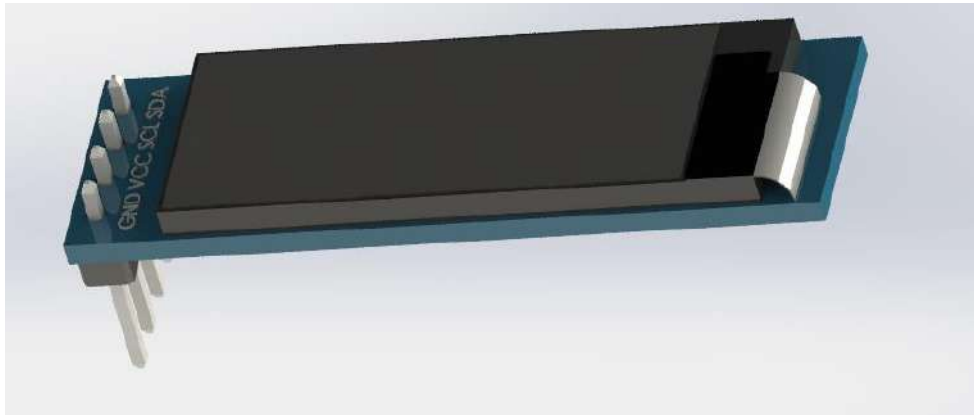


Рисунок 2.16 — 3D модель дисплею у середовищі Altium

2.3.3 Вибір інших компонентів

У якості світлодіода HL1 обраний GNL-5013LRD виробника G-NOR, оскільки він доступний на українському ринку. Світлодіод червоного кольору з довжиною хвилі 660 нм, кутом огляду 60°. Корпус круглої форми діаметром 5 мм.

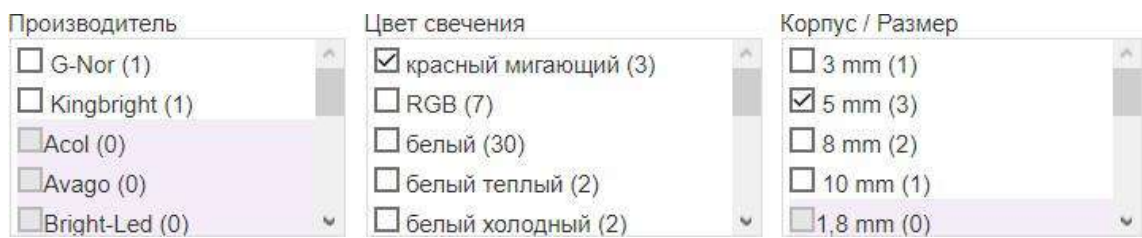


Рисунок 2.17 — Вибір світлодіода

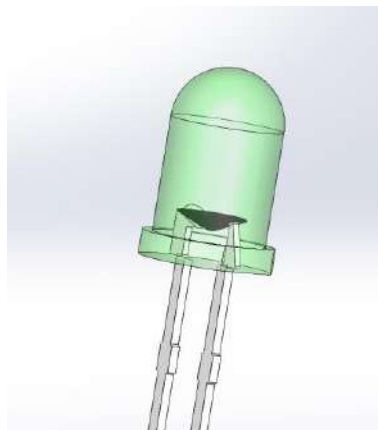


Рисунок 2.18 — 3D модель світлодіода у середовищі Altium

Елемент СВ1 це тримач для трьох акумуляторів типу 18650 від фірми Keystone electronics. Перевага була надана фірмі Keystone, бо це єдина фірма котра пропонує необхідні типи слотів. Блок встановлюються на корпус де для

					<i>P181.431116.001 ПЗ</i>	Лис
						24
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

нього передбачено отвори для кріплення.

Производитель	Назначение	Количество элементов
<input type="checkbox"/> Global Tone (1)	<input checked="" type="checkbox"/> AAA (11)	<input checked="" type="checkbox"/> 1 (6)
<input type="checkbox"/> KLS (1)	<input type="checkbox"/> A, AA (2)	<input type="checkbox"/> 2 (8)
<input type="checkbox"/> Keystone (6)	<input type="checkbox"/> AA (18)	<input checked="" type="checkbox"/> 3 (5)
<input type="checkbox"/> MPD (1)	<input type="checkbox"/> AA, AAA (2)	<input type="checkbox"/> 4 (6)
<input checked="" type="checkbox"/> BULGIN (0)	<input type="checkbox"/> AAA, AAAA, N (1)	<input type="checkbox"/> 6 (1)

Рисунок 2.19 — Вибір слота для акумуляторів

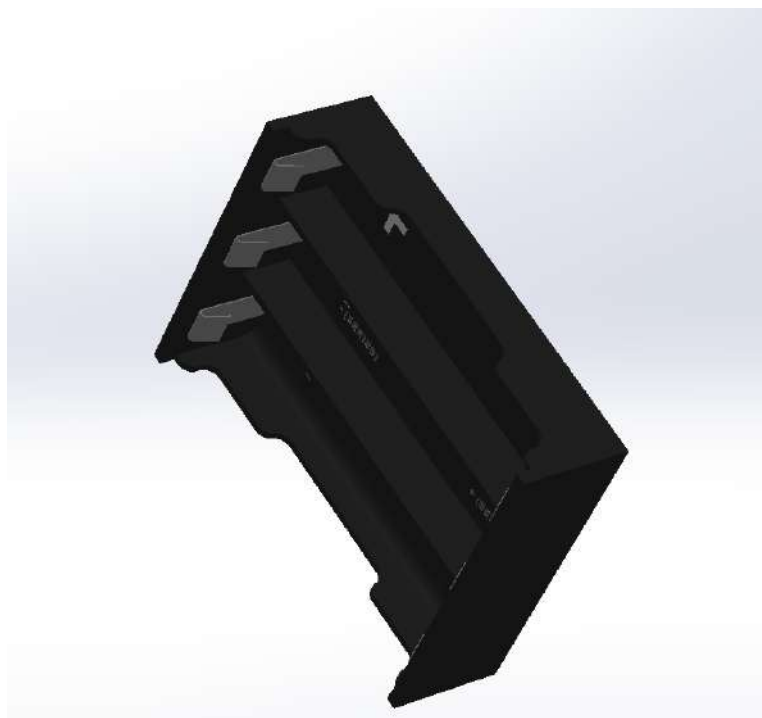


Рисунок 2.20 — 3D модель слота у середовищі Altium

Для швидкого підключення навісних елементів було обрано конектори лінійки s на 3, 4 і 5 входів.

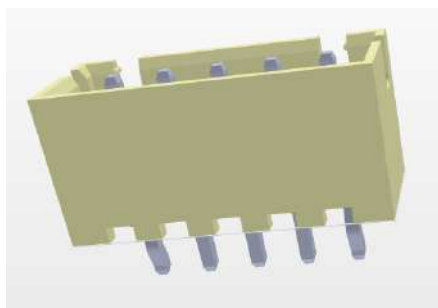


Рисунок 2.21 — 3D модель конекторів у середовищі Altium

Для завантаження прошивки було обрано врізний вхід типу micro USB
якій розміщений збоку корпусу.

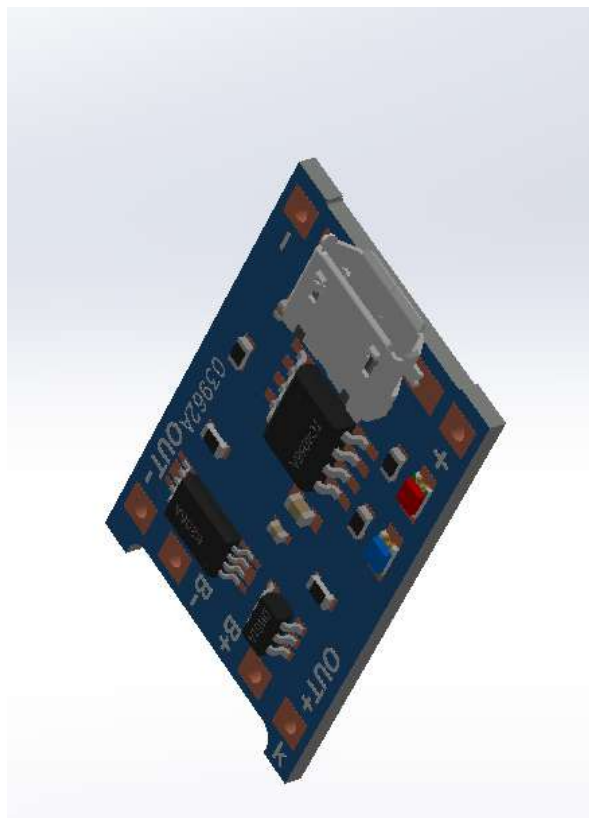


Рисунок 2.22 — 3D модель USB входу у середовищі Altium

Для вмикання пристрою був обраний перемикач клавiшний KCD1-110
ON-OFF 2pin[17]

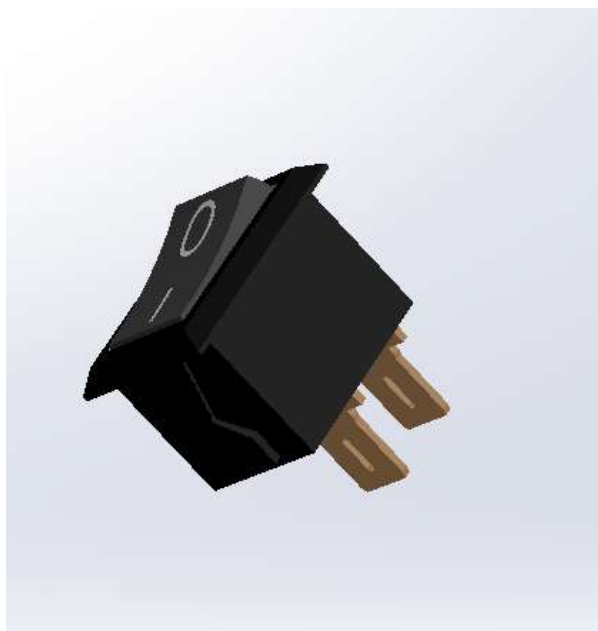


Рисунок 2.23 — 3D-модель перемикача у середовищі Altium

					<i>PI81.431116.001 ПЗ</i>	Лис
						26
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

Для швидкого підключення навантаження було обрано врізне гніздо OEM №18 4 pin. Воно буде розташоване збоку корпусу та завдяки резиновій прокладці контакти будуть захищені від можливої вологи та корозії.

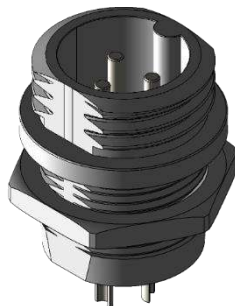


Рисунок 2.24 — 3D модель гнізда у середовищі Altium

					<i>PI81.431116.001 ПЗ</i>	Лис
						27
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3 РОЗРОБКА ДРУКОВАНОГО ВУЗЛА ТА КОНСТРУКЦІЇ ПРИБОРУ

3.1 Аналіз з точки зору технолога

Більшість компонентів виконані у корпусах поверхневого монтажу, також є вивідні компоненти. Отже доцільно виготовляти двосторонню друковану плату. Оскільки користувачу буде необхідно замінювати акумулятори в пристрої, було прийняте рішення розмістити блок акумуляторів у верхній частині корпусу під кришкою. Також на верхню частину корпусу вивести енкадер, завдяки якому можна буде керувати функціями та led дисплей на якому буде відображатися потрібна інформація. Усі інші елементи будуть розміщені на нижній стороні плати та не доступні звичайному користувачу.

3.1.1 Обґрунтування методу виготовлення друкованої плати

Оскільки схема, відповідно до завдання, має невелику кількість елементів, як поверхневого монтажу, так і вивідних, то дана плата орієнтовно матиме односторонній монтаж та один шар металізації, тож її доцільно виготовляти лазерно-прасковим методом. Суть зазначеного методу виготовлення друкованих плат у тому, що на фольгований текстоліт наноситься захисний малюнок, який запобігає травленню міді. В результаті після травлення на платі залишаються доріжки провідників. Перевагами обраного методу є простота та дешевизна виготовлення навіть в домашніх умовах. Основний недолік це явище бічного підтравлення, котре обмежує роздільну здатність.

3.1.2 Обґрунтування вибору матеріалу плати

Найрозповсюдженішим варіантом для виробництва двосторонніх плат є композитний матеріал на основі скловолокна FR-4. Цей фольгований склотекстоліт термостійкий, має високу механічну міцність, високий поверхневий опір та низькі втрати. Обрано склотекстоліт з товщиною фольги 35 мкм та товщиною діелектрика 1,5 мм.

					PI81.431116.001 ПЗ	Лис
						28
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1.3 Обґрунтування вибору припою

Враховуючи значення доступності, міцності та ціни було обрано безсвинцевий припій SAC 305. Даний припій забезпечує міцні паяні з'єднання та підвищену втомну міцність, сумісний з будь-якими флюсами.

3.1.4 Вибір класу точності плати

Так як було обрано лазерно-прасковий метод виготовлення плати, спроектували її з невисоким насиченням поверхні ДП елементами, то клас точності – 2.

3.2 Розрахунок елементів друкованого монтажу

Необхідно провести розрахунки розмірів монтажних отворів та розмірів контактних майданчиків для вибраної компонентної бази, що буде розміщуватися на друкованій платі.

Розрахунок розмірів контактних майданчиків для елементів поверхневого монтажу здійснюється за формулою:

$$BL = (b + 0,3)(l + 0,3)$$

де $B \times L$ — розміри контактних майданчиків; $b \times l$ — розміри виводів.

Отримані значення занесено в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 — Розміри контактних майданчиків для SMD елементів

$b \times l$, мм	$B \times L$, мм	Назва елемента
0,4x1,2	0,7x1,5	R1 – R3
0,4x1,2	0,7x1,5	C1-C12
5,3x1,8	5,6x2,1	KX-3H
Три по (0,9x1,4) Один (2,9x1,4)	Три по (1,2x1,7) Один (3,2x1,7)	LM1117MPX-3.3
0,1x1,2	0,4x1,5	CH340T

Розрахунок діаметрів отворів для вивідних елементів проводиться за формулою:

$$d_0 = d_B + 0,2$$

де d_0 — розміри отворів для вивідних елементів; d_B — розміри виводів.

Розміри самих контактних майданчиків $D_{км}$ для вивідних елементів розраховуються за формулою:

$$D_{км} = d_0 + 0,6$$

За умови $d_0 > 1$ мм розміри контактних майданчиків розраховуємо за інакшою формулою:

$$D_{км} = d_0 + \frac{1}{2} \cdot d_0$$

Отримані значення занесено в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 — Розміри контактних майданчиків вивідних елементів

d_B , мм	d_0 , мм	$D_{км}$, мм	Назва елемента
0,5	07	1,2	Atmega8a-pu
0,5	0,7	1,2	Свідтлодіод (5мм) L-53ND
0,8	1	1,6	JST XH 3pin
0,8	1	1,6	JST XH 4pin
0,8	1	1,6	ST XH 5pin

Всі необхідні дані для монтажу елементів отримані. Далі можна переходити до проектування друкованої плати.

3.3 Проектування друкованої плати в середовищі Altium

Для створення 3D моделі друкованої плати було використане програмне забезпечення Altium Designer.

3.3.1 Розрахунок габаритів друкованої плати

На площу плати впливає загальна площа елементів, що будуть встановлені на плату. Тобто спочатку треба розрахувати площу вивідних елементів та

елементів поверхневого монтажу, а також площу кріплень друкованої плати.

Формула для розрахунку площі друкованої плати:

$$S_{\text{дп}} = \sum KXY$$

де $S_{\text{дп}}$ — мінімальна площа плати; K — коефіцієнт, що залежить від габаритів елемента; X — ширина елемента; Y — довжина елемента.

Розрахунок мінімальної площі друкованої плати проводиться в програмному забезпеченні Microsoft Excel. Результати розрахунку наведені на рис. 3.1.

1	Елемент:	Площа мм ² :	Сума:		
2	CH340T	100	712 мм ²		
3	atmega-8	270			
4	LM1117MPX-3.3	80			
5	quartz 1	75			
6	quartz 2	75			
7	C smd 12 шт.	36			
8	R smd 2 шт.	6			
9	led	20			
10	pin 2	50			
				Обираємо:	
				40 × 40	1600 мм ²

Рисунок 3.1 — Результат розрахунку мінімальної площі друкованої плати в мм²

Для забезпечення оптимального розміщення елементів, а також перегріву певних елементів, було обрано прямокутну плату з розмірами 40x40 мм², загальна площа плати — 1600 мм².

3.3.2 Розрахунок параметрів друкованих провідників

Для розрахунку ширини друкованих провідників необхідно визначити максимальне значення струму та напруги, що проходять через кола.

Аналізуючи схему електричну принципову та параметри усіх компонентів схеми провідники можна розділити на чотири категорії. Розрахунок проводився за допомогою програмного забезпечення PTC Mathcad. Результати розрахунків наведені в таблиці 3.3, де U — максимально можлива напруга, I — максимально можливий струм.

Таблиця 3.3 — Результат розрахунку параметрів провідників

Тип лінії:	Напруга, В:	Струм, А:	Ширина лінії, мм ²		Зазор, мм
			у вузькому	у широкому	
Силова	5	0.5	0.250	0.100	150
Сигнальна	5	0.250	0.100	0.250	150

Детальний розрахунок наведений в додатку В.

Також необхідно розрахувати зазори між елементами друкованого монтажу за формулою:

$$S_{min} = S_m + \Delta t_{во}$$

де S_m — мінімальна допустима відстань між сусідніми друкованими об'єктами; $\Delta t_{во}$ — допуск на ширину провідника.

Відповідно обраному класі точності дані параметри рівні $S_m = 0,45$ мм, $\Delta t_{во} = 0,1$ мм.

Отже:

$$S_{min} = 0,45 + 0,1 = 0,55 \text{ мм.}$$

3.3.3 Трасування провідників

Усі наведені вище розрахунки проводились для внесення правил у редакторі Altium PCB для розміщення компонентів на платі та розведення провідників. Заливка землі виконана полігоном з нижньої сторони плати. Результати трасування зображені на рис. 3.2 та рис. 3.3.

					PI81.431116.001 ПЗ	Лис
						32
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

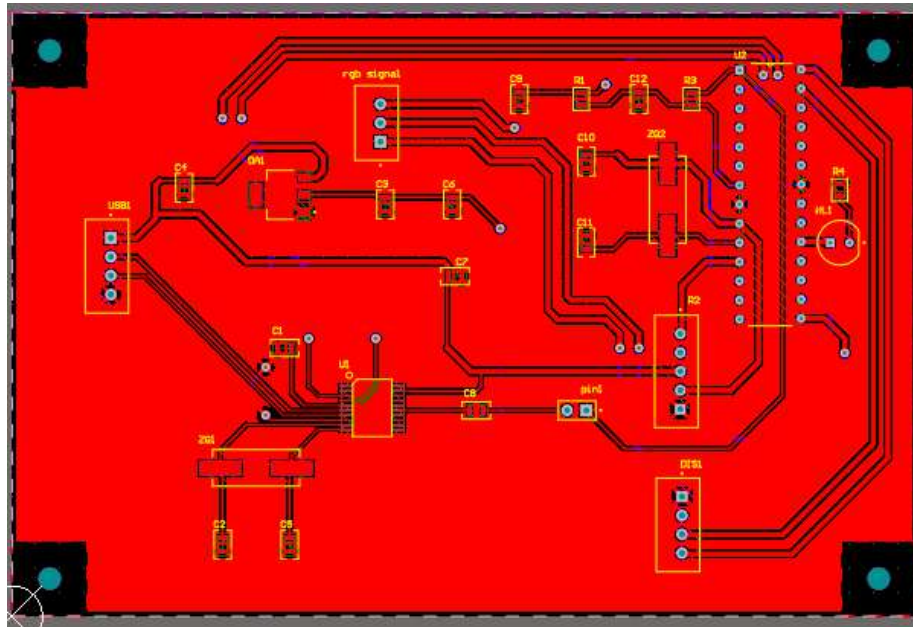


Рисунок 3.2 — Верхній шар металізації

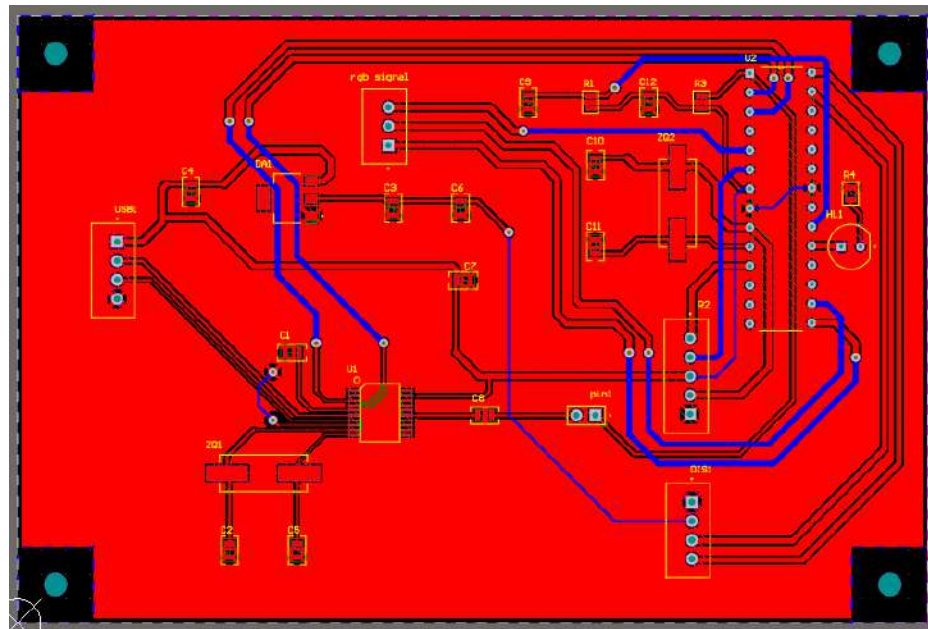


Рисунок 3.3 — Нижній шар металізації

Була виконана перевірка на відповідність правилам трасування та усунені помилки. Тому можна переходити до проектування корпусу пристрою.

3.4 Конструкція пристрою

Для подальшого проектування пристрою використовується програмне забезпечення SolidWorks. Завдяки ньому можна спроектувати корпус та розмістити у ньому плату. Також дане програмне забезпечення використовується для складання відповідних креслень та іншого графічного матеріалу. В першу чергу необхідно експортувати 3D модель друкованої плати у дане середо-

					<i>PI81.431116.001 ПЗ</i>	Лис
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		33

ВИЩЕ.

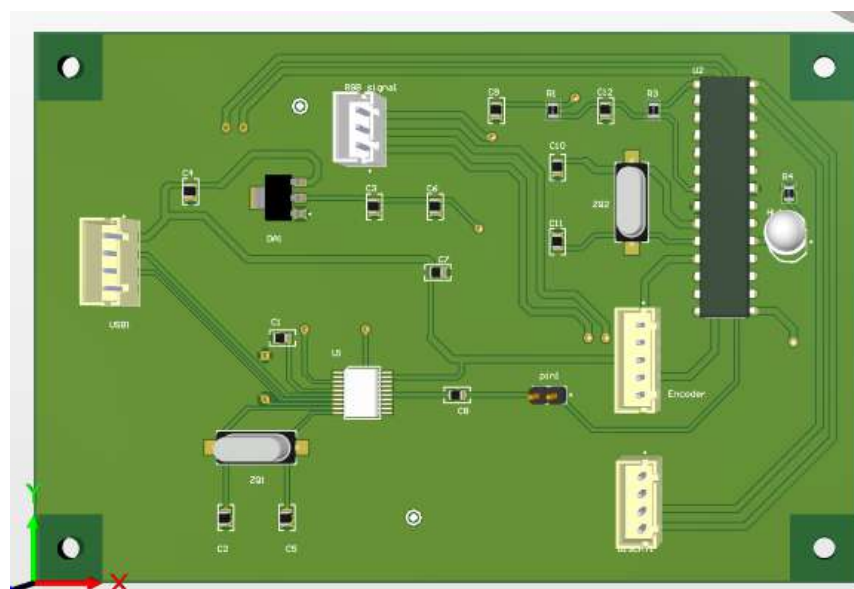


Рисунок 3.4 — Экспортирована 3D модель плати у середовищі SOLIDWORKS

Конструкція приладу буде складатись з корпусу прямокутної форми, під котру проектувалась друкована плата. В самому корпусі необхідно передбачити отвори для світлодіода, енкодера, дисплея та кнопки. Згідно з технічним завданням матеріалом корпусу має бути ABS-пластик. Вибір матеріалу залежить від його доступності на ринку та можливістю його використання у радіоелектронних пристроях. Враховуючи умови експлуатації, а саме імовірність високого показника вологості, що неодмінно впливає на корпус, було надано перевагу ABS-пластику.

Це еластичний, термопластичний аморфний полімерний сополімер, що має підвищену ударостійкість в порівнянні з полістиролом загального призначення. Також даний матеріал зносостійкий. ABS-пластик володіє оптимальною комбінацією еластичності та ударостійкості, що в поєднанні з відмінною розмірною стабільністю робить його одним з найбільш популярних пластиків. Основними недоліками цього пластику є низька стійкість до ультрафіолетового випромінювання та схильність до руйнування нафтовими сполуками [18]. Основні фізико-механічні властивості матеріалу наведені в таблиці 3.4.

					PI81.431116.001 ПЗ	Лис
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		34

Таблиця 3.4 — Основні характеристики ABS-пластика

Густина	1,02 – 1,08 г/см ³
Міцність при розтягуванні	35 – 50 МПа
Міцність при згині	50 – 87 МПа
Міцність при стисненні	46 – 80 МПа
Усадка	0,4 – 0,7 %
Вологопоглинання	0,2 – 0,4 %
Ударна в'язкість по Шарлі (з надризом)	10 – 30 кДж/м ²
Жорсткість по Брінеллю	90 – 150 МПа
Температура розм'якшення	90 – 105 °С
Температура самозаймання	395 °С

Такий розкид параметрів зумовлений наявністю різних модифікацій матеріалу, що обираються залежно від умов використання .



Рисунок 3.5 — Зовнішній вигляд корпусу пристрою без кришки АКБ

Корпус сформований з двох частин. Так як пристрій не отримуватиме довготривалих навантажень, то було прийнято плату та деякі навісні деталі кріпити на термоклей, так як це швидко, зручно та економічно вигідно. Верхня і нижня частини корпусу з'єднуються між собою гвинтами саморізами.

					PI81.431116.001 ПЗ	Лис
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		35

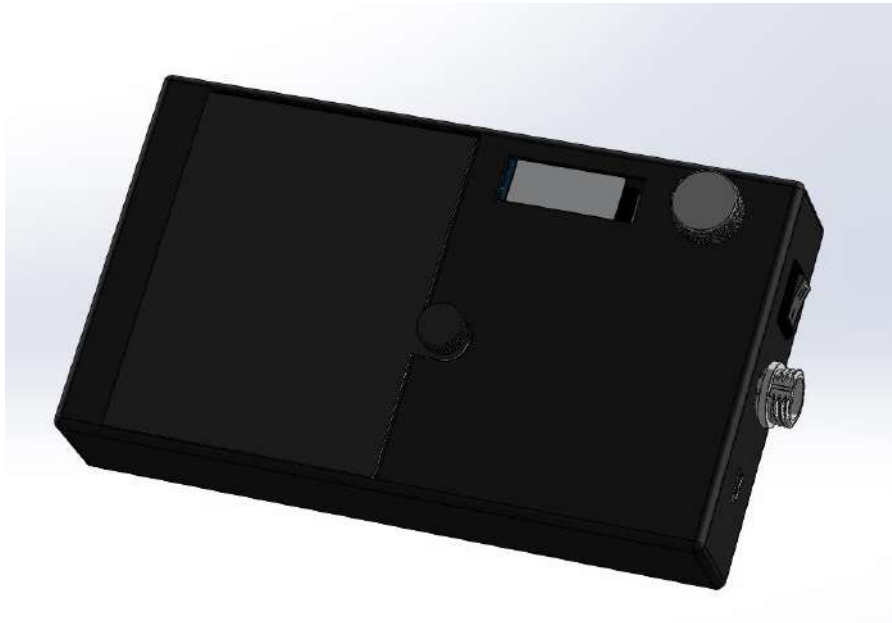


Рисунок 3.6 — Верхня частина корпусу з кришкою для АКБ

Відсік для акумуляторів фіксується на корпусі двома саморізами.



Рисунок 3.8 — Нижня частина корпусу

Отвори для з'єднання частин корпусу розташовані симетрично один до одного з лівої та правої сторони корпусу. Передбачається монтаж за допомогою саморізів шляхом нарізання різьби в пластику при першому закручуванні.

					<i>PI81.431116.001 ПЗ</i>	Лис
						36
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

У даному розділі був проведений аналіз з точки зору технолога, визначені матеріали для виготовлення плати та корпусу пристрою. Також поведені розрахунки для визначення габаритів друкованої плати та параметрів провідників. Розроблена 3D модель плати та проведене трасування провідників за допомогою програмного забезпечення Altium Designer. Для проектування конструкції корпусу використане програмне забезпечення SOLIDWORKS. Корпус розроблений враховуючи вимоги технічного завдання.

					<i>PI81.431116.001 ПЗ</i>	Лис
						37
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

4 РОЗРАХУНОК, ЩО ПІДТВЕРДЖУЄ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ

Імовірність безвідмовної роботи $P(x)$ для DN-розподілу розраховуємо за рівнянням

$$P(x) = 0.5 \left\{ \left[1 + \operatorname{erf} \left(\frac{1-x}{v \sqrt{2x}} \right) \right] + e^{\frac{2}{v^2}} \left[1 + \operatorname{erf} \left(-\frac{1+x}{v \sqrt{2x}} \right) \right] \right\}$$

де $P(x)$ – ймовірність безвідмовної роботи; $\operatorname{erf}(x)$ – функція інтеграла помилок; v – коефіцієнт варіації ($v = 1$).

$$\lambda_p = \lambda_0 K_1 K_2 K_3$$

де λ_p – інтенсивність відмов ЕРЕ; λ_0 – середньостатистична інтенсивність відмов ЕРЕ;

K_1 – функція температури та коефіцієнта навантаження;

K_2 – рівень механічних експлуатаційних впливів (вібрацій та ударів);

K_3 – відносна вологість у внутрішньому об'ємі РЕА.

Розрахунки починаємо з визначення розрахункової інтенсивності ЕРЕ λ_p , далі визначаємо середній наробіток до відмови, розв'язуючи рівняння:

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{T_0}{2\pi t_b^3}} \exp \left[-\frac{(t_b - T_0)^2}{2t_b T_0} \right]$$

де T_0 – середній наробіток до відмови, t_b – тривалість випробувань ($t_b = 3 \cdot 10^4$)

Визначивши T_0 приймають $\mu = T_0$ задають необхідний час роботи t , а показники надійності ЕРЕ визначають в залежності від параметра $x = t / \mu$ та коефіцієнта варіації v .

Інтенсивність відмов конденсаторів:

Керамічні

$$\lambda_p = \lambda_0 K_p K_c$$

де λ_0 взято з таблиці – [табл. П1.33, 9]

					PI81.431116.001 ПЗ	Лис
						38
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

K_c – коефіцієнт, що враховує номінальну ємність та математичну модель розрахунку для окремих груп конденсаторів [табл. П1.35, 9]. K_p – взято з таблиці - [табл. П1.34, 9].

Інтенсивність відмов транзисторів:

Біполярні:

$$\lambda_p = \lambda_0 K_p K_\phi K_{s1}$$

де λ_0 взято з таблиці – [табл. П1.8, 9];

K_p взято з таблиці - [табл. П1.9-1.14, 9];

K_ϕ взято з таблиці- [табл. П1.15, 9];

K_{s1} взято з таблиці - [табл. П1.16, 9].

Інтенсивність відмов резисторів:

$$\lambda_p = \lambda_0 K_p K_R$$

де λ_0 взято з таблиці - [табл. П1.23, 9];

K_R – коефіцієнт, що враховує номінальний опір [табл. П1.25, 9].

Інтенсивність відмов мікросхеми:

$$\lambda_p = \lambda_0 K_{c,T} K_{\text{корп}}$$

де λ_0 взято з таблиці – [табл. П1.4, 9];

$K_{c,T}$ – коефіцієнт режиму, що враховує складність інтегральних мікрохем та температуру навколишнього середовища [табл. П1.5, 9];

K_U – коефіцієнт, що враховує вплив максимальних значень напруг живлення [табл. П1.6, 9]; = 1

$K_{\text{корп}}$ – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу корпусу інтегральних мікросхем (= 3 для пластмасових корпусів)

					РІ81.431116.001 ПЗ	Лис
						39
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати розрахунків зведено в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 — Надійність приладу

Назва компоненту	$\lambda_0, 10^{-6}/\text{год}$	K_1	K_2	K_3	Н шт.	$\lambda_p, 10^{-6}/\text{год}$
Світлодіод	0,031	0,1484	1,6	0,7	1	0,03
До 1 МОм	0,04	1,9	0,7	-	2	0,15
Конденсатори	0,04	0,7	0,93		12	0,05
Керамічний	0,017	0,145	1,58	-	12	0,006
Мікросхеми	0,019	0,7	0,93	-	2	0,05
Кварцовий резонатор	0,012	1,105	1,2		2	0,008
Стабілізатор	2,6	0,7	0,22		1	0,44

Визначимо із таблиці сумарну інтенсивність відмов схеми: $\lambda_{\Sigma p} = 0,684 \cdot 10^{-6}/\text{год}$

Згідно ТЗ середній строк служби – 3600 годин.

Сумарна ймовірність безвідмовної роботи при ($t = 3600$ год): $P = 80,3 \%$

Розрахунок віброміцності друкованого вузла

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

- довжина плати $a = 0,4$ м;
- ширина плати $b = 0,4$ м;
- товщина плати $h = 1,6 \text{ м} \cdot 10^{-3}$ м.

Матеріал друкованої плати – двосторонній фольгований стеклотекстолит СФ-2-35 з параметрами:

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

					PI81.431116.001 ПЗ	Лис
						40
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

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

- коефіцієнт Пуассона $\xi = 0,22$.

Маса встановлених на платі елементів $M = 0,023 \text{ кг}$.

Визначимо приведену масу друкованої плати:

$$m_n = \rho \cdot h = 2,05 \cdot 10^3 \cdot 0,0016 = 3,28 \text{ кг/м}^2.$$

Визначимо приведену масу плати з деталями:

$$m = m_n + m_e = 3,28 + \frac{0,023}{0,06 \cdot 0,06} = 9,669 \text{ кг/м}^2$$

Розраховуємо циліндричну жорсткість:

$$D = \frac{E \cdot h^3}{12(1-\xi^2)} = \frac{3,02 \cdot 10^{10} \cdot 1,6 \cdot 10^{-9}}{12(1-0,22^2)} = 4,231 \text{ Нм}$$

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

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

де $\beta = a / b = 1$ – коефіцієнт, залежний від співвідношення довжини і ширини плати.

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

$$\varphi(\beta) = 9,87$$

Визначимо значення резонансної частоти плати:

$$f_0 = \frac{\varphi(\beta)}{2 \cdot \pi \cdot a^2} \sqrt{\frac{D}{m}} = \frac{9,87}{2 \cdot \pi \cdot 0,06^2} \cdot \sqrt{\frac{4,231}{9,669}} = 288,6 \text{ Гц}$$

Висновок

Так як резонансна частота плати 288,6 Гц, що в декілька разів перевищує максимальну частоту вібраційних впливів ($f = 60 \text{ Гц}$), то обраний варіант кріплення плати влаштовує вимоги віброміцності.

					РІ81.431116.001 ПЗ	Лис
						41
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1 У результаті аналізу ринку були підсумовані усі плюси та мінуси існуючих варіантів формувачів RGB сигналу. Головним фактором конкурентоспроможності визначено можливість підключення більшого навантаження та автономність пристрою.

2 На основі аналізу аналогів, розроблено структурну схему пристрою з котрої синтезована принципова схема. Напруга живлення становить 4,2 В від трьох акумуляторів. Вибір компонентної бази керувався доступністю елементів на українському ринку, низькою ціною та малою потужністю розсіювання, що забезпечить довшу роботу пристрою на одному заряді акумуляторів. Основними елементами стали мікросхема Atmega 8-PU та програматор СН340Т.

3 Проведено аналіз з точки зору технолога, обрано матеріал плати, припій, метод виготовлення та клас точності плати. Проведено розрахунки для визначення мінімальної площі плати, що дорівнює 1600 мм². За допомогою програмного забезпечення Altium Designer спроектовано друковану плату, виконано компоновку та трасування. Надалі у середовище SolidWorks виконано тривимірне моделювання конструкції приладу.

4 Виконано розрахунки для перевірки та підтвердження працездатності виробу. Імовірність безвідмовної роботи складає 1 на проміжку в 3600 годин. Розраховано резонансну частоту плати (286,6 Гц) яка в декілька раз перевищує максимальну частоту впливу 60 Гц.

5 Створено необхідну конструкторську документацію.

6 Розроблений прилад задовольняє вимоги технічного завдання.

					<i>PI81.431116.001 ПЗ</i>	Лис
						42
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Контроллер ШИМ своими руками.// –[Електронний ресурс]– Режим доступу до ресурсу: <https://bit.ly/3lQ3zsX>. (дата звернення 09.05.2022)
2. Контролер RGB 6A інфрачервоний, 24 кнопки.// –[Електронний ресурс]– Режим доступу до ресурсу: <https://bit.ly/3t3b7fY>. (дата звернення 09.05.2022)
3. RGB-контролер Sean SL-02NANO для LED стрічки. // – [Електронний ресурс]– Режим доступу до ресурсу: <https://bit.ly/3t4HZox>. (дата звернення 09.05.2022)
4. ИК RGB Контроллер 6A (44 кнопки) // –[Електронний ресурс]– Режим доступу до ресурсу: <https://ledhouse.com.ua/p3283564-rgb-kontroller-knopki.html>. (дата звернення 09.05.2022)
5. Mi-Light 2.4G RGB Remote and Controller (FUT025).// – [Електронний ресурс]– Режим доступу до ресурсу: <https://www.atenlighting.co.uk/led-rgb-controller-24wh.html>. (дата звернення 09.05.2022)
6. Контроллер RGBW OEM 16A BHT-04 Bluetooth.// – [Електронний ресурс]– Режим доступу до ресурсу: <https://bit.ly/3amluF3>. (дата звернення 09.05.2022)
7. LED контроллер для светодиодной ленты RGB диммер – [Електронний ресурс]– Режим доступу до ресурсу: <http://beegreen.com.ua/led-kontroler-dlya-svitlodiodnoyi-strichki-rgb-dimmer-11352>
8. Контроллер rgb светодиода.// –[Електронний ресурс]– Режим доступу до ресурсу: <https://bit.ly/3GsJyIG>. (дата звернення 09.05.2022)
9. BMS контроллер заряда-разряда для 18650 с балансировкой НХ-3S-FL25А-А.// –[Електронний ресурс]– Режим доступу до ресурсу: <http://radiolux.com.ua/files/pdf/НХ-3S-FL25А-А.pdf>. (дата звернення 09.05.2022)

					PI81.431116.001 ПЗ	Лис
						43
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

10. BMS 1S TP4056–[Електронний ресурс]– Режим доступу до ресурсу: <https://kharkov.prom.ua/ua/p1076980395-bms-tp4056-kontroller.html>

11. РКС .// –[Електронний ресурс]– Режим доступу до ресурсу: <https://www.rcscomponents.kiev.ua/catalog>

12. Модуль KY-040 енкодера EC11 // –[Електронний ресурс]– Режим доступу до ресурсу: <https://arduino.ua/prod1223-modul-enkoder> (дата звернення 09.05.2022)

13. Транзистор IRF3205 MOSFET полярність N TO220// – [Електронний ресурс]– Режим доступу до ресурсу: <https://blackchip.com.ua/tranzistori-moduli/tranzistor-irf3205/> (дата звернення 09.05.2022)

14. Led Amplifier Controller // –[Електронний ресурс]– Режим доступу до ресурсу: <https://bit.ly/3ttm3DG>. (дата звернення 09.05.2022)

15. OLED дисплей графічний SSD1306// –[Електронний ресурс]– Режим доступу до ресурсу: <https://kharkov.prom.ua/ua/p1461031694-oled-displej-graficheskij.html> (дата звернення 09.05.2022)

16. Плата переходник micro USB.// –[Електронний ресурс]– Режим доступу до ресурсу: <https://bit.ly/3aWkYhx>. (дата звернення 09.05.2022)

17. KCD110-2pin// –[Електронний ресурс]– Режим доступу до ресурсу: https://voron.ua/catalog/034011--pereklyuchatel_klavishnyu_kcd1-110_on-off_2pin_chernuu (дата звернення 09.05.2022)

18. СТИРОЛЬНЫЕ ПОЛИМЕРЫ (ABS ПЛАСТИК)–[Електронний ресурс]– Режим доступу до ресурсу: <https://snabhim.kharkov.ua/p272637633-stirolnye-polimery-abs.html> (дата звернення 09.05.2022)

					РІ81.431116.001 ПЗ	Лис
						44
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А – Технічне завдання

Додаток Б – Комплект КД

Додаток В – Розрахунки

					<i>РІ81.431116.001 ПЗ</i>	Лис
						45
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ДОДАТОК В РОЗРАХУНКИ

					<i>РІ81.431116.001 ПЗ</i>	<i>Лис</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>46</i>

Розрахунок проведений у програмі Mathcad. Результат наведений на рис. В.1 — рис. В.5.

Для розрахунку ширини друкованих провідників необхідно знати який максимальний струм та напруга проходять через силові та сигнальні ланцюги. Аналізуючи отримане завдання отримуємо, що для сигнальних провідників $I_{max} = 0,01A$, а для силових $I_{max} = 1,5A$. Проведемо розрахунки ширини друкованих провідників за допомогою Mathcad.

Розрахунок ширини друкованих провідників для всіх присутніх у схемі рівнів сигналу

Для сигнальних:

Мінімальне значення ширини друкованого провідника t1 у вузькому

Вибираємо за класом $tminD_S := 0.45mm$

Допуск на ширину провідника (нижнє відхилення) $\Delta tno_S := -0.1mm$

$$t1V_S := tminD_S + |\Delta tno_S| = 0.55mm$$

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

Мінімальне значення ширини друкованого провідника t1 у широкому

Вибираємо за класом точності (на один менше) $tminD_S := 0.75mm$

Допуск на ширину провідника (нижнє відхилення) $\Delta tno_S := -0.15mm$

$$t1III_S := tminD_S + |\Delta tno_S| = 0.9mm$$

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

Довжина провідника (м) $l_S := 0.1m$

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

Прикладена напруга $U_{жив_S} := 5V$

Максимальний струм (А) $I_{max_S} := 0.01A$

$$t2_S := \frac{l_S \cdot I_{max_S} \cdot \rho}{h_S \cdot U_{жив_S} \cdot 0.03} = 3.704 \cdot 10^{-3} mm$$

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:

Максимальний струм $I_{max_S} := 0.01A$

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

Допустима щільність струму в провіднику (А/мм²) $j_S := 20 \frac{A}{mm^2}$

$$t3_S := \frac{I_{max_S}}{h_S \cdot j_S} = 0.014 mm$$

Ст - 1

Рисунок В.1 — Розрахунок для сигнальних ланцюгів

					PI81.431116.001 ПЗ	Лис
						47
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

Для Мінімальне значення ширини друкованого провідника t1 у вузькому

Вибираємо за класом $t_{\min D_p} := 0.45 \text{ mm}$

Допуск на ширину провідника (нижче $\Delta t_{\text{но}p} := -0.1 \text{ mm}$

$$t1V_p := t_{\min D_p} + |\Delta t_{\text{но}p}| = 0.55 \text{ mm}$$

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

ноі Мінімальне значення ширини друкованого провідника t1 у широкому

Вибираємо за класом $t_{\min D_p} := 0.75 \text{ mm}$

точності-
Допуск на ширину провідника (нижче $\Delta t_{\text{но}p} := -0.15 \text{ mm}$

відхилення)

$$t1Ш_p := t_{\min D_p} + |\Delta t_{\text{но}p}| = 0.9 \text{ mm}$$

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

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

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

($\Omega \cdot \text{мм}^2/\text{м}$)-

Довжина провідника (м)- $l_p := 0.1 \text{ m}$

Товщина фольги $h_p := 35 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

Прикладена напруга $U_{\text{жив}p} := 5 \text{ V}$

Максимальний струм $I_{\text{max}p} := 1.5 \text{ A}$

(А)-

$$t2_p := \frac{l_p \cdot I_{\text{max}p} \cdot \rho}{h_p \cdot U_{\text{жив}p} \cdot 0.03} = 0.556 \text{ mm}$$

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:

Максимальний струм $I_{\text{max}p} := 1.5 \text{ A}$

(мА)-

Товщина фольги $h_p := 35 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

(мм)-

Допустима щільність струму в $j_p := 20 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}$

провіднику ($\text{A}/\text{мм}^2$)-

$$t3_p := \frac{I_{\text{max}p}}{h_p \cdot j_p} = 2.143 \text{ mm}$$

Ст - 2

Рисунок В.2— Розрахунок для силових ланцюгів

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI81.431116.001 ПЗ

Лис
48

З розрахованих даних обираємо ширину провідників у вузькому та широкому місці, при цьому повинна виконуватись умова:

Для силових:

$$t_{\min_v} \geq \begin{cases} t1V_P & \text{у вузькому місці} \\ t2_P \\ t3_P \end{cases} \quad t_{\min_w} \geq \begin{cases} t1III_P & \text{у широкому місці} \\ t2_P \\ t3_P \end{cases}$$

$$t_{\min_vS} := \max(t1V_P, t2_P, t3_P) = 2.143\text{-mm} \quad t_{\min_wS} := \max(t1III_P, t2_P, t3_P) = 2.143\text{-mm}$$

Для сигнальних:

$$t_{\min_v} \geq \begin{cases} t1V_S & \text{у вузькому місці} \\ t2_S \\ t3_S \end{cases} \quad t_{\min_w} \geq \begin{cases} t1III_S & \text{у широкому місці} \\ t2_S \\ t3_S \end{cases}$$

$$t_{\min_vP} := \max(t1V_S, t2_S, t3_S) = 0.55\text{-mm} \quad t_{\min_wP} := \max(t1III_S, t2_S, t3_S) = 0.9\text{-mm}$$

Рекомендована ширина для сигнального провідника $t_{\min_wP} = 0.9\text{-mm}$

Рекомендована ширина для силового провідника $t_{\min_wS} = 2.143\text{-mm}$

Якщо не можливо провести провідник шириною $t_{\min_wP} = 0.9\text{-mm}$ та $t_{\min_wS} = 2.143\text{-mm}$

то можна використовувати ширину провідників $t_{\min_vP} = 0.55\text{-mm}$ та $t_{\min_vS} = 2.143\text{-mm}$

Рисунок В.3 — Узагальнюючі результати

					PI81.431116.001 ПЗ	Лис
						49
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок зазорів S між елементами друкованого монтажу:

Найменша номінальна відстань S_m між елементами провідникового рисунку (між двома провідниками)

Мінімально допустима відстань між сусідніми друкованими об'єктами (мм)- $S_m := 0.45\text{mm}$

Допуск на ширину провідника (верхнє відхилення) (мм)- $\Delta t_{\text{во}} := 0.1\text{mm}$

$$S_{\text{min}} := S_m + \Delta t_{\text{во}} = 0.55\text{-mm}$$

Рисунок В.4 — Розрахунок зазорів

Розрахунок мінімальної відстані L у вузькому місці для прокладання одного провідника між двома контактними майданчиками

Діаметр контактного майданчика 1(мм) - $D1 := 2\text{mm}$

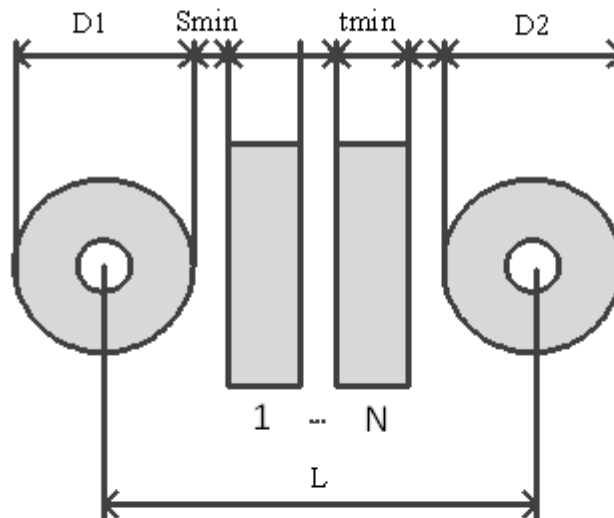
Діаметр контактного майданчика 2(мм) - $D2 := 2\text{mm}$

Відстань між елементами провідникового рисунку, (мм)- $S_{\text{min}} = 0.55\text{-mm}$

Кількість провідників- $N := 2$

Розміщення центрів осей (мм)- $T := 0.1\text{mm}$

Ширина провідника- $t_{\text{min}} := 0.9\text{mm}$



$$L := \frac{D1 + D2}{2} + N \cdot t_{\text{min}} + S_{\text{min}} \cdot (N + 1) + T = 5.55\text{-mm}$$

ПРИМІТКА: Для завдань підвищеної складності - $T=0,05$ мм, для завдань звичайної і низької складності - $T=0,1$ мм. Ширина провідника та відстань між елементами обираються з попередніх розрахунків.

Якщо значення L менше, ніж відстань між виводами мікросхеми - то між ними можна провести N провідників.

Рисунок В.5 — Розрахунок відстані


					PI81.431116.001 ПЗ	Лис
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		50

ДОДАТОК А

ПОГОДЖЕНО:

ст. Викладач Попсуй В.І.

(керівник)



Попсуй Володимир Ілліч

(підпис)

(розшифровка

підпису)

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Степанов М.М.

(Завідувач кафедри КіВРА)

(підпис)

(розшифровка

підпису)

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Формувач RGB сигналів в РА

1 Назва і підстави для виконання роботи

Назва: формувач RGB сигналів в РА

Підстави для виконання: завдання, видане кафедрою прикладної радіоелектроніки від 15. 02. 2022 р.

2 Мета і призначення ДП

Метою роботи є розробка портативного пристрою для формування RGB-сигналів для РА.

3 Технічні вимоги

- Діапазон робочих температур пристрою від - 5 °С до + 50 °С;
- Струм комутації до 1,0 А на канал;
- Максимальна напруга живлення до 6 В;
- Габарити пристрою не повинні перевищувати 240x 140 x 150 мм.
- Напрацювання на відмову не менше ніж 3600 годин.
- Потужність: до 10 Вт .
- Вага: до 500 гр.
- Сумісність з акумулятором тип 18650.

4 Вимоги до життєдіяльності та стійкості до зовнішніх впливів та чинників

Кліматичне виконання – У 1.1 (згідно ГОСТ 15150–69).

- Захист від механічних пошкоджень – М20 (згідно ГОСТ 17516.1-90);
- Час безвідмовної роботи 3600 годин.

У 1.1 – помірний макрокліматичний район (більшість території США, територія Європи, зокрема Білорусь, Україна). Температури експлуатації: мінус 5 + 40 °С.

5 Вимоги до транспортування, зберігання та експлуатації

Умови експлуатації згідно ГОСТ 16019-2001. Н7 —Носима, що експлуатується на відкритому повітрі або в неопалюваних наземних та підземних спорудах.

Транспортувати автомобільним, залізничним та авіаційним видом транспорту в упакованому вигляді.

6 Вимоги до ДП

Звіт (дипломний проект) має бути оформлено згідно з ДСТУ 3974-2000 і ДСТУ 3008: 2013

7 Вимоги до сировини, матеріалів і ПКВ

Матеріал: корпус пристрою повинен виконаний з пластику ABS або PETG, компоненти використовувати з наявних на ринку України.

8 Вимоги до розробленої документації

Документація оформлюється згідно СКД.

9 Умови експлуатації

Кімнатні умови:

- Температура навколишнього середовища від – 5 до + 40°C;
- Вологість навколишнього середовища 20 – 85%;
- Виникнення періодичних ударів із максимальним прискоренням до 8 g, та тривалістю впливу 1 – 3 мс.

10 Вимоги до розроблюваної продукції

Технічне обслуговування проводити 1 раз на рік. Ремонт здійснювати в спеціалізованих сервісних центрах. При одиничному виробництві ремонт може проводити кваліфікований користувач.

11 Вимоги до технологічності

Вимоги до технологічності по ГОСТ 14.201-83.

- Пристрій повинен бути відновлюваний і ремонтпридатний згідно ДСТУ 2470-94.

12 Вимоги до розроблювальної документації

Документація оформлюється згідно ДСТУ 3008:2015.

Конструкторська документація має містити у своєму складі:

- текстову документацію: пояснювальна записка, перелік елементів, специфікація на розроблені друковані вузли і пристрій.
- графічну документацію: загальний обсяг має становити мінімум 3 листа формату А1 — це структурна схема пристрою, схема електрична принципова, кресленик друкованої плати, складальний кресленик друкованого вузла, складальний кресленик пристрою.
- електронну презентацію проекту

13 Орієнтовний зміст дипломного проекту

Титульний лист

Завдання на дипломний проект

Анотація

Вступ

1. Огляд існуючих рішень. Аналіз технічного завдання.
2. Розробка структурної та принципової схеми та їх аналіз з метою виявлення додаткових факторів впливу на конструкцію пристрою.
3. Проектування електронного модулю.
4. Проектування пристрою та розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції.

Висновки

Перелік посилань

Додаток А Технічне завдання

Додаток Б Комплект КД

Додаток В Скрін шоти розрахунків

14 Етапи виконання дипломного проекту

Таблиця А.1 — Етапи дипломного проекту

№	Назва етапу	Термін виконання	Форма звітності
1	Огляд існуючих рішень	01.05 – 05.05	Розділ 1
2	Розробка та аналіз технічного завдання	10.05 – 13.05	Розділ 1
3	Синтез схеми пристрою	15.05 – 22.05	Розділ 2
4	Розробка друкованого вузла	23.05 – 26.05	Розділ 3
5	Розробка корпусу пристрою	27.05 – 30.05	Розділ 3
6	Розрахунок віброміцності	31.05 – 1.06	Розділ 4

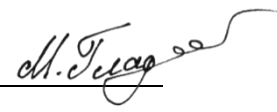
11 Вимоги до технологічності порядок приймання дипломного проекту матеріалів, як подаються по закінченню дипломного проекту у цілому

Представлення проміжних результатів дипломного проекту керівнику у за-значен терміни.

2. Представлення завершеного дипломного проекту керівнику.
3. Перевірка дипломного проекту на наявність плагіату.
4. Представлення кафедрі готового дипломного проекту за 7 днів до дати захисту.
5. Захист дипломного проекту перед екзаменаційною комісією.


Виконавець:

Гладовський М. В.



Керівник:



ст. Викладач Попсуй В.І.



ДОДАТОК Б

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл	Прим.
				<u>Документація</u>		
A4			PI81.431116.001 ПЗ	Пояснювальна записка		
A2			PI81.431116.001 СК	Складальний кресленик		
A3			PI81.431116.001 ЕЗ	Схема електрична принципова		
A4			PI81.431116.001 ПЕ	Перелік елементів		
				<u>Складальні одиниці</u>		
A2		1	PI81.431116.002	Друкований вузол	1	
				<u>Деталі</u>		
A4		2	PI81.731144.001	Корпус	1	
A4		3	PI81.731144.002	Кришка	1	
A4		4	PI81.731144.003	Кришка АКБ	1	
A4		5	PI81.741231.001	Гвинт кришки АКБ	1	
				<u>Інші вироби</u>		
		6		<u>Енкодер HW-040</u>	1	EN1
		7		Дисплей SSD1306 I2C	1	DIS1
		8		Кнопка KCD1 - 110	1	SB1
			PI81.431116.001			
Изм	Лист	№ докум.	Подп	Дата		
Розроб.		Гладовський М.В.			Лит.	Арк
Пров.		Попсуй В.І.				Аркушів
Т.конт						1
Н.конт						2
Утв					НТУУ «КПІ» РТФ	
					Формувач RGB сигналів в РА	

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A2			PI81.431116.002 СК	Складальний кресленик		
			PI81.758721.001T1M	Координати металізованих отворів		
			PI81.758721.001T2M	Координати неметалізованих отворів		
			PI81.758721.001T3M	Топологія верхнього шару		
			PI81.758721_Топологія шару нижньої.001T4M	Топологія нижнього шару		
			PI81.758721.001T5M	Топологія верхньої захисної маски		
			PI81.758721.001T6M	Топологія нижньої захисної маски		
			PI81.758721.001T7M	Топологія шару верхньої шовкографії		
			PI81.758721.001T8M	Топологія шару нижньої шовкографії		
			PI81.758721.001T9M	Профіль плати		
				<u>Деталі</u>		
A2		1	PI81.758721.001	Друкована плата	1	

					PI81.431116.002		
Змін	Лист	№ докум.	дп	Дата			
Розроб.	Гладовський М.В.				Лит.	Арк.	Аркуші
Перев.	Попсуй В.І.					1	2
Т.конт					Друкований вузол		
					НТУУ «КПІ» РТФ		

Н.конт						
Зате						
Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				<u>Інші вироби</u>		
				Роз'ємні з'єднання		
		2		<u>JST XH 3-4-5 pin</u>	3	X1,X2, X3
				Резистори		
		3		RC0805FR-10KR-Hitano 1 кОм		
				0,25 Вm ± 1%	1	R1
		4		RC0805FR-10KR-		
				Hitano 10 кОм 0,25 Вm ± 1%	1	R2
		5		Кварцовий резонатор КХ-3НТ	2	ZQ1-2
		6		Стабілітрон LM1117MPX-3.3	1	DA1
				Мікросхеми		
		7		CH340T	1	U1
		8		Atmega8-ру	1	U2
		9		Індикатор HB5-115R	1	HL1
				PI81.431116.002		2
Змін	Лист	№ докум.	Підп	Дата		

Позн.	Найменування	Кіл.	Примітки
<u>Конденсатори</u>			
C1-C5	C0805B104K160NT-Hitano 100 нФ 16В ±10%	5	Hitano
C6-C9	C0805B106K160N3-Hitano 22 нФ 16В ±10%	4	Hitano
C10	C0805B474K160N3-Hitano 10 мкФ 16В ±10%	1	Hitano
C11	C0805B474K160N3-Hitano 47 мкФ 16В ±10%	1	Hitano
C12	C0805B104K160NT-Hitano 0,1 мкФ 16В ±10%	1	Hitano
<u>Мікросхеми</u>			
U1	CH340T	1	ST Microelectronics
U2	Atmega8-PU	1	ST Microelectronics
<u>Резистори</u>			
R1	RC0805FR-10KR-Hitano 1 кОм 0,25 Вт ± 1%	1	Hitano
R2	RC0805FR-10KR-Hitano 10 кОм 0,25 Вт ± 1%	1	Hitano
<u>Кварцовий резонатор</u>			
ZQ1-2	KX-3HT	2	
<u>Стабілітрон</u>			
DA1	LM1117MPX-3.3	1	
<u>Індикатори</u>			
HL1	HB5-115R	1	Huey-Jann
<u>Роз'ємні з'єднання</u>			
X1,X2,X3	JST XH 3-4-5 pin	3	JST

PI81.431116.001 ПЕ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив	Гладовський		<i>dl. Gladovskiy</i>	
Перевір.	Понсуй		<i>PN</i>	
Реценз.				
Н. Контр				
Затверд.				
Формувач RGB сигналів в РА Перелік елементів				
Лім.		Арк.		Аркушів
				1
КПІ ім. Ігоря Сікорського, РТФ				

#

#