

Міністерство освіти і науки України

Відокремлений структурний підрозділ
«Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана
Пулюя»

(повне найменування вищого навчального закладу)
відділення телекомунікацій та електронних систем
(назва відділення)
циклова комісія телекомунікацій та радіотехніки
(повна назва циклової комісії)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи

фаховий молодший бакалавр

(освітньо-професійний ступінь)

на тему: Розробка конструкції випробувача елементів живлення

Виконав: студент (ка) II курсу, групи ТР-403ск

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітня програма: «Конструювання, виробництво та технічне
обслуговування радіотехнічних пристроїв».

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Хоптян Д.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник Недошитко Л.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

**Відокремлений структурний підрозділ
«Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»
Відділення телекомунікацій та електронних систем
Циклова комісія телекомунікацій та радіотехніки
Освітньо-професійний ступінь «фаховий молодший бакалавр»
Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»
Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
Освітня програма «Конструювання, виробництво та технічне обслуговування
радіотехнічних пристроїв».**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова циклової комісії
телекомунікацій та радіотехніки
_____ Ольга ВАСИЛИШИН
“15” квітня 2024 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

_____ Хоптян Денис Сергійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи
_____ Розробка конструкції випробувача елементів живлення _____
керівник кваліфікаційної роботи _Недошитко Людмила Миколаївна _____,
(прізвище, ім'я, по батькові)

КР затверджені наказом вищого навчального закладу від 08.04.2024 року №4/9-161.

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 14.06.2024 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Анотація

Вступ. Призначення і область застосування електронного пристрою

Розділ 1 Загальна частина

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Розділ 2 Спеціальна частина

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покрить

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

- 2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів
- 2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу
- 2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності)
- 2.1.7 Розрахунок надійності проектного виробу
- 2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.
- 2.2 Технологічна частина
 - 2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології
 - 2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки
 - 2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів
 - 2.2.4 Розробка і оформлення маршрутної технології складання і монтажу виробу
- Розділ 3 Економічна частина
 - 3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень
 - 3.2 Розрахунок собівартості продукції
 - 3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень
- Розділ 4 Охорона праці
 - 4.1 Застосування матеріальних і моральних стимулів охорони праці
 - 4.2 Ультрафіолетове випромінювання та особливості його дії на організм
- Висновки
- Перелік посилань
- Додатки

Додаткові вказівки:

Виконання проекту (з виготовленням макета, стенда, приладу і т.д.)

_____ без виготовлення макета

- 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
 - Аркуш №1 Схема електрична принципова
 - Аркуш №2 Схема електрична структурна або функціональна (при необхідності)
 - Аркуш №3 Креслення плати друкованої
 - Аркуш №4 Складальне креслення друкованого вузла
 - Аркуш №5 Складальне креслення виробу
 - Аркуш №6 Креслення деталі (елемент корпусу, радіатор, тримач, планка і т.д.) при необхідності
 - Аркуш №7 Таблиця ТЕП

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна частина	Оксана КУЩАК		
Охорона праці	Ігор Окіпний		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Отримання і аналіз технічного завдання	29.04	
2	Збір і узагальнення інформації для кваліфікаційної роботи	01.05	
3	Написання першого кваліфікаційної роботи	05.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту кваліфікаційної роботи	22.05	
5	Написання спеціального розділу	29.05	
6	Розрахунок економічної частини	24.05	
7	Написання розділу охорони праці	26.05	
8	Виконання графічної частини кваліфікаційної роботи	19.05	
9	Оформлення кваліфікаційної роботи	06.06	
10	Погодження нормоконтролю	12.06	
11	Попередній захист кваліфікаційної роботи	13.06	
12	Захист кваліфікаційної роботи		

7. Дата видачі завдання 29 квітня 2024р.

Студент

_____ (підпис)

Хоптян Денис Сергійови

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Недошитко Л.М.

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	7
ВСТУП. Призначення і область застосування радіопристрою.....	8
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	11
1.1 Розробка технічного завдання	11
1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу	11
1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз.....	12
РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	15
2.1 Розрахунково-конструкторська частина.....	15
2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів	15
2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.	16
2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази	18
2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів	25
2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу	26
2.1.6 Розрахунок надійності проектного пристрою.....	29
2.1.7 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.....	31
2.2 Технологічна частина.....	31
2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології.....	31
2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки	33
2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів	34

					2021 КВВ 172 А02 015 000 000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Усман			Випробовувач елементів	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Мельничук					Б	
Рецензент								
Н. Контр.		Задорожні						
Затверд.						РСР ТФК ТНТУ ТР-		

2.2.4 Розробка і оформлення маршрутної технології складання і монтажу виробу.....	36
РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	37
3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень	37
3.2 Розрахунок собівартості продукції.....	39
3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.....	43
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	47
4.1 Застосування матеріальних і моральних стимулів охорони праці.....	47
4.2 Ультрафіолетове випромінювання та особливості його дії на організм..	49
ВИСНОВКИ.....	56
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	57
ДОДАТКИ.....	59

					2024 KPB 172 403 015 000 000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

АНОТАЦІЯ

Хоптян Д.С. Розробка конструкції випробовувач елементів живлення: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2024.

Конструкція виробу складається з двох частин - верхня та нижня кришки. Основний елемент приладу друкована плата закріплена на верхній кришці. На верхній кришці кріпляться три кнопки для управління приладом, а також роз'єм для встановлення батарейок. У нижній кришці розміщений батарейний відсік для встановлення батарейок для роботи приладу.

Розроблена з використанням системи автоматизованого проектування двостороння плата друкована, на якій розміщені електрорадіоелементи. Підібрана елементна база дозволяє реалізувати закладені в пристрій функції, є недорогою та доступною.

Запропонована маршрутно-операційна технологія складання виробу може бути використана для серійного виробництва, є уніфікованою та розробленою з врахуванням типових технологічних процесів в галузі виробництва електронних пристроїв, що забезпечує швидку окупність вкладених інвестицій.

Ключові слова: елементи живлення, вихідна напруга, струм зарядки, струм споживання.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2024 KRD 172 102 015 000 000				

ABSTRACT

Hoptyan D.S. Design development of a tester of power elements: a qualification work for obtaining an educational and professional degree of a professional junior bachelor, majoring in 172 Telecommunications and radio engineering. Ternopil: VSP "TFC TNTU", 2024.

The design of the product consists of two parts - the upper and lower covers. The main element of the device, the printed circuit board, is fixed on the upper cover. Three buttons for controlling the device, as well as a connector for installing batteries, are attached to the top cover. In the lower cover there is a battery compartment for installing batteries for the operation of the device.

A double-sided printed circuit board, on which electro-radio elements are placed, was developed using an automated design system. The selected element base allows you to implement the functions built into the device, it is inexpensive and available.

The proposed route-operational technology of assembling the product can be used for serial production, is unified and developed taking into account typical technological processes in the field of electronic devices production, which ensures a quick return on investment.

Keywords: power cells, output voltage, charging current, consumption current.

					2024 KRD 172 102 015 000 000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Описуваний прилад виконує подібну функцію і призначений для швидкої перевірки найбільш поширених гальванічних елементів живлення побутової техніки.

Цей випробовувач вимірює залишкову ємність гальванічного елемента живлення на момент вимірювання у відсотках від номінальної ємності. Ємність елемента - це кількість електрики, яку він може віддати в навантаження. Під час розрядки постійним струмом I , її значення в ампер-годинах дорівнює розрядному струму, помноженому на тривалість розрядки елемента до заздалегідь обумовленої мінімальної напруги. Під час розрядки на постійне опір навантаження струм з часом знижується внаслідок зменшення напруги елемента [1].

Актуальність теми роботи визначається її відповідністю сучасним тенденціям, потребам та проблемам суспільства або наукової спільноти. Тема дослідження відповідає останнім науковим тенденціям і спрямована на вирішення актуальних наукових проблем, що становлять інтерес для наукової спільноти. Вона може вносити нові знання або методи у певну галузь науки. Робота спрямована на розв'язання конкретних практичних проблем, які існують у певній галузі діяльності. Це може бути вдосконалення технологічних процесів, розробка нових продуктів, систем або підходів, що матимуть практичне застосування. Тема має важливе значення для суспільства, сприяє покращенню якості життя, вирішенню соціальних проблем або підвищенню ефективності суспільних інститутів.

Робота може мати економічну вигоду, сприяти економічному розвитку, підвищенню ефективності підприємств або зниженню витрат. Тема спрямована на вирішення екологічних проблем, охорону навколишнього середовища, розвиток сталих технологій і зменшення негативного впливу на природу. Дослідження відповідає пріоритетним напрямкам розвитку, визначеним державними або міжнародними програмами, стратегіями і політиками.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2024 KRD 172 102 015 000 000				

Підсумовуючи, актуальність теми дипломної роботи полягає у її відповідності сучасним науковим, практичним, соціальним, економічним або екологічним потребам, а також у її здатності сприяти прогресу та розвитку відповідної галузі знань або діяльності.

					2021 KRD 172 102 015 000 000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні характеристики пристрою:

1. Струм споживання.....0,1А;
2. Відносна вологість повітря.....86%;
3. Напруга живлення пристрою, В.....+4,5В;
4. Габаритні розміри ДхШхВ, мм.....103х123х44;
5. Початкові струми розрядки такі: АА, ААА – 100 мА, С – 250 мА, D – 400 мА;
6. Маса, г.....300;
7. Діапазон робочих температур, °С.....0...+40.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

В схему структурну випробовувача елементів живлення входять живлення виробу +6В, регістр зсуву, мікроконтроллер, індикатор та навантаження виробу.

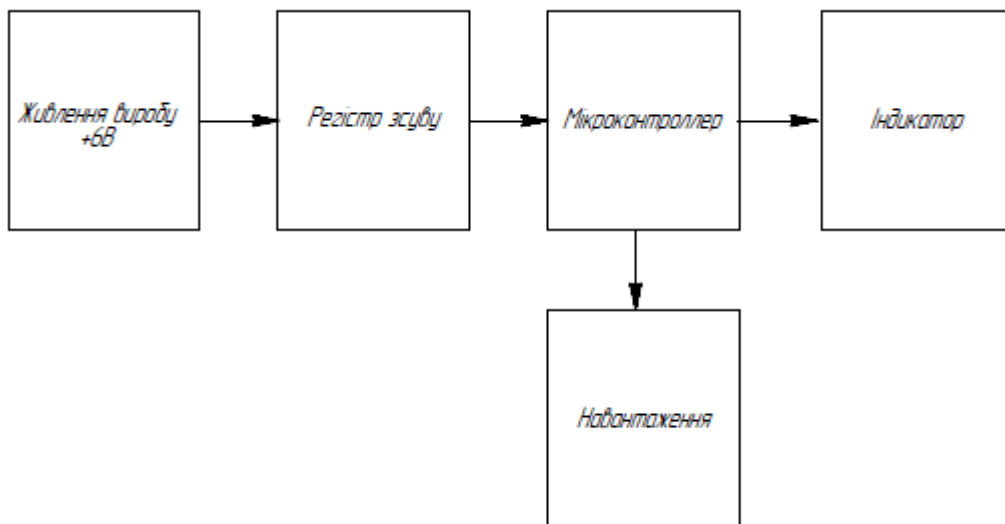


Рисунок 1.1-Схема електрична структурна випробовувача елементів живлення

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 015 000 000				

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

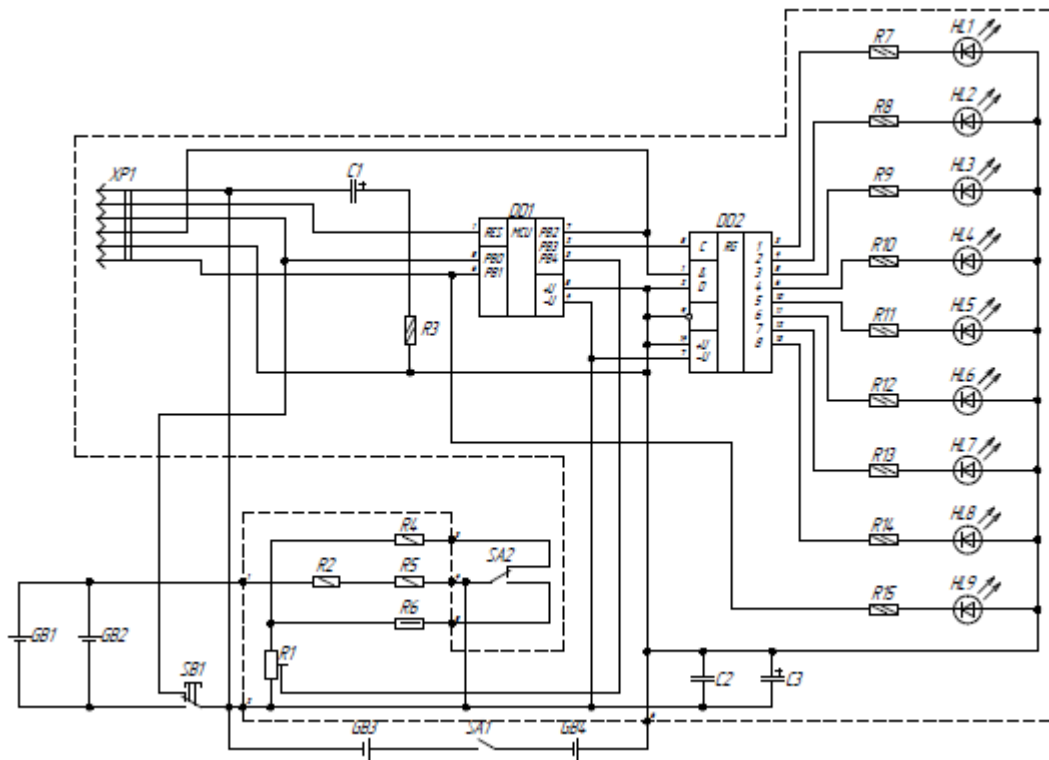


Рисунок 1.2-Схема електрична принципова випробовує елементів живлення

Прилад вимірює напругу на елементі живлення G_x за допомогою вбудованого в мікроконтролер DD1 (ATtiny 13A-SU) АЦП під час його навантаження резистором, обраним перемикачем SA2. Виміряне значення порівнюється з константами, записаними в пам'яті мікроконтролера, і програмний блок порівняння включає відповідну кількість світлодіодів на лінійній шкалі індикатора ємності елемента. Індикатор складається із семи зелених світлодіодів та одного жовтого. Число включених світлодіодів пропорційне до ємності елемента: при 100% включені всі світлодіоди HL1-HL8, при 0% включений лише жовтий світлодіод HL8. Якщо напруга елемента менше 1 В, включається червоний світлодіод HL9, що свідчить про непридатність елемента для подальшого використання.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2024 KRD 172 102 015 000 000					

Під час перевірки проводяться десять вимірів напруги елемента з паузами по 0,2 с. Потім програма обчислює середнє значення результату і порівнює його з константами, збереженими в пам'яті. Для точних показань приладу дільник напруги на підстроювальному резисторі R1 потрібно відрегулювати так, щоб напруга на його рухомому контакті (вході АЦП мікроконтролера) дорівнювала 1 В при нарузі на елементі 1,5 В.

Регістр зсуву 74HC164 (DD2) комутує світлодіоди HL1-HL8 індикатора, червоний світлодіод HL9 підключений до виходу PB1 мікроконтролера. Після ввімкнення живлення всі світлодіоди спалахують на 2 с, після чого прилад готовий до роботи. Кнопка SB1 запускає підпрограму вимірювання і підключає негативний висновок елемента до загального проводу. Під час вимірювання кнопку потрібно утримувати натиснутою. Перемикач SA2 має три положення для вибору резистора, що задає струм навантаження залежно від типорозміру елемента живлення. Початкові струми розрядки такі: AA, AAA – 100 мА, C – 250 мА, D – 400 мА.

Для калібрування приладу використовують підстроювальний резистор R1. До випробувача підключають свіжий гальванічний елемент Gx напругою 1,5 В. При перемикачі SA2 в положенні "AA, AAA" і натиснутій кнопці SB1 обертанням двигуна підстроювального резистора R1 на вході мікроконтролера PB4 встановлюють напругу 1 В щодо виведення 4.

У вихідному стані кнопки SB1 контакт 3 роз'єму XP1 з'єднаний із загальним проводом, що під час програмування мікроконтролера може викликати збій або вихід з ладу програматора. Щоб уникнути цього, під час програмування необхідно відключити провід від контакту 1 кнопки SB1 або утримувати цю кнопку натиснутою до завершення програмування. Світлодіод HL9, підключений через резистор R15 до контакту 6 гнізда XP1, не впливає на роботу програматора STK500.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 015 000 000				

Випробувач живиться від двох гальванічних елементів GB2 та GB3 типорозміру AA. Вимикач живлення SA1 має три положення (два з них "Увімк.") і встановлений між елементами живлення. Можна використовувати інше джерело живлення зі стабілізованою напругою до 5 В і звичайним вимикачем [1].

					2021 KRD 172 102 015 000 000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору кон- струкційних матеріалів і покритть.

Опис компонування виробу друкованої плати проектованого випробовувача елементів живлення та обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів є важливими аспектами у розробці надійного і функціонального приладу. Нижче наведено детальний опис:

Розміщення мікроконтролера і супутніх компонентів:

Мікроконтролер DD1 (ATtiny 13A-SU) розміщується в центральній частині плати для забезпечення мінімальної довжини провідників до інших компонентів, що знижує паразитні індуктивності та ємності.

Блок живлення мікроконтролера, включаючи фільтруючі конденсатори, розташовується поруч для забезпечення стабільного живлення.

Резистори, що задають струм навантаження, встановлюються у групі біля перемикача SA2. Це дозволяє мінімізувати довжину комутованих ланцюгів і зменшити втрати потужності.

Світлодіоди HL1-HL8 розташовуються лінійно на краю плати для зручності візуального контролю. Червоний світлодіод HL9 розміщується окремо для чіткого сигналу про непридатність елемента.

Регістр зсуву 74HC164 (DD2) розташовується поруч зі світлодіодами для мінімізації довжини провідників і забезпечення швидкої комутації.

Підстроювальний резистор і точка калібрування:

Підстроювальний резистор R1 розташовується у доступному місці для зручності налаштування під час калібрування приладу.

Кнопка SB1 і роз'єм XP1 розташовуються на краю плати для легкого доступу та підключення тестованих елементів живлення.

Для виготовлення плати обрано FR-4, що є стандартним матеріалом для друкованих плат. Він забезпечує хороші електричні ізоляційні властивості,

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 015 000 000				

механічну міцність і термостійкість. FR-4 має низьку вартість і широко доступний.

Провідники покриті міддю з подальшим нанесенням лудіння або гальванічного нанесення олов'яно-свинцевого сплаву для захисту від окислення. Це забезпечує хорошу паяльну здатність і довговічність.

На поверхню плати наноситься захисний шар лаку (конформне покриття), який захищає від вологи, пилу, хімічних впливів і механічних пошкоджень. Це важливо для забезпечення надійної роботи в різних умовах експлуатації.

Використані світлодіоди із високою яскравістю та низьким енергоспоживанням для забезпечення чіткого візуального відображення інформації навіть при денному освітленні.

Використані кнопки і перемикачі з довгим терміном служби і надійною механікою для забезпечення стабільної роботи при багаторазовому використанні.

Компонування друкованої плати проектного випробовувача елементів живлення розроблено з урахуванням мінімізації паразитних ефектів і забезпечення зручності експлуатації та налаштування. Вибір матеріалів і покриттів обґрунтовано їх властивостями, що забезпечують надійність, довговічність і стабільну роботу приладу в різних умовах [1].

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Корпус даного пристрою виготовлений із пластмаси. Верхня та нижня кришки мають форму типу “корито”. На верхній кришці за допомогою гвинтів та шайб кріпиться плата друкована. Верхня кришка має отвори для просування світлодіодів, які запаянні на платі. На верхній кришці кріпляться три кнопки для управління приладом, а також роз’єм для встановлення батарейок. У нижній кришці розміщений батарейний відсік для встановлення батарейок для роботи приладу.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 015 000 000	

Корпус виготовлений з пластмаси чорного кольору методом лиття. Цей метод все частіше застосовується для виготовлення корпусів сучасних конструкцій [14].

Корпус являється дуже важливою складовою частиною виробу і він визначає його експлуатаційні і техніко–економічні характеристики.

Конструкція корпусу забезпечує мінімальні паразитні зв'язки між елементами схеми. Таке зменшення рівня паразитних зв'язків досягається раціональним взаємним розміщенням радіокомпонентів.

Корпус має жорстку міцну конструкцію і захищає усі розміщені в ньому елементи від механічних впливів, як в процесі експлуатації так і в процесі транспортування виробу.

Корпус забезпечує легкий доступ до розміщених в ньому складових для заміни, огляду і ремонту.

Конструкція забезпечує мінімальні розміри і масу. Це забезпечується і передбачається при виготовленні друкованого вузла.

Корпус захищає виріб від проникнення пилу і вологи в середину.

Конструкція корпусу даного пристрою забезпечує доступ до елементів, регулювання параметрів пристрою, а також здійснення контрольних–вимірювальних робіт. Апарат є зручним в користуванні.

В якості конструктивного матеріалу для виготовлення друкованої плати використовується фольгований двосторонній склотекстоліт. З допомогою нього в подальшому виконанні технологічного процесу виготовляється друкована плата з друкованими провідниками, контактними площадками і отворами. В якості провідного матеріалу використовується широкозастосовуваний матеріал – мідь. В якості ізолюючого матеріалу–склотекстоліт [19].

Елементи на платі розташовані дуже компактно, і тому розміри плати мінімальні 75*65мм. Всі основні елементи розміщені на одній стороні плати, а на іншій стороні плати знаходяться дев'ять світлодіодів. У приладі немає елементів, котрі виділяють велику кількість тепла.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 015 000 000				

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1 Конденсатор типу ЕСАР [2]

Позиційне позначення	C1, C3	
Назва компонента	Конденсатор ЕСАР	
Виробник	"Jamicon"	
Критерії вибору	Напруга, діапазон ємностей, температурний режим роботи, розміри.	
Параметри та характеристики		
Номинальна напруга	16 В	
Номинальна ємність	1, 1000мкФ	
Допуск ємності	± 20%	
Термін служби	2000 г	
Робоча температура	-55 ... 105 °С	
Тангенс кута втрат	0,14%	



Рисунок 2.1- Зовнішній вигляд конденсатора типу ЕСАР

Таблиця 2.2 Конденсатор типу NPO [3]

Позиційне позначення	C2	
Назва компонента	Конденсатор NPO	
Виробник	"Murata"	
Критерії вибору	Параметри, робоча напруга, розміри, технічні характеристики.	
Параметри та характеристики		
робоча напруга	50 В	
відхилення ємності від номінального значення	±10%	
інтервал робочих температур	-40°C...+100°C	
температурний коефіцієнт ємності	+3,3%	
відносна вологість	до 98%	
діапазон тиску	6,6-2942гПа	
ємність	100нФ	
група ТКЄ	H20	

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 015 000 000					

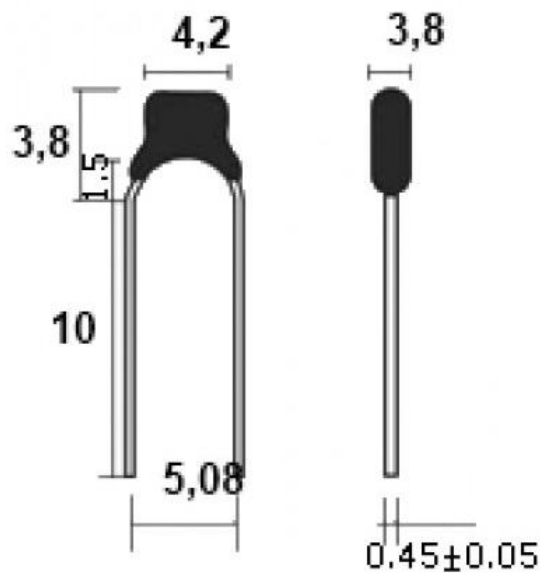
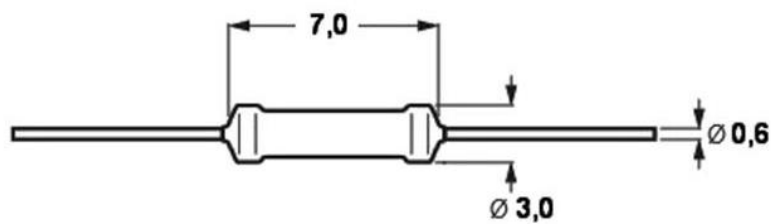


Рисунок 2.2- Габаритні розміри керамічного конденсатора NPO

Таблиця 2.3 Резистор MFP [4]

Позиційне позначення	R1-R15
Назва компонента	MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність розсіювання, опір, габарити
Параметри та характеристики	
діапазон номінальних опорів	1...10·10 ⁶ Ом
допустиме відхилення опору	±10%
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	-60.....+70°C



Рисинок 2.3- Габаритні розміри резисторів MFP- "Yageo"

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 015 000 000				

Таблиця 2.4 - Світлодіод L-1503GT [5]

Позиційне позначення	HL1-HL9	
Назва компонента	Світлодіод L-1503GT	
Виробник	Kingbright	
Критерії вибору	недорогі, яскравість свічення, хороші параметри	
Параметри конструкції	див.рисунок 2.4	
Параметри та характеристики		
Розміри (лінза) (д * в), мм	3 * 4,5	
Колір випромінювання	червоний	
Довжина хвилі	700nm	
Яскравість світіння	3 мкд	
Робоча напруга	2,25-2,6V	
Робочий струм	15mA	
Кут світіння	60 °	
Робоча температура	-40 ° до 60 ° C	

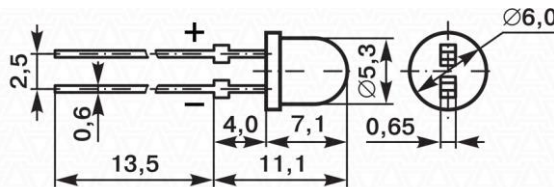


Рисунок 2.4- Габарити світлодіода L-1503GT

Таблиця 2.5- Кнопка PBS-11A [6]

Позиційне позначення	SB1	
Назва компонента	Кнопка 36-3420	
Виробник	"Rexant"	
Критерії вибору	Напруга та струм, металеве виконання	
Параметри та характеристики		
Номінальна напруга	12В	
Номінальний струм	3	
Кількість контактних груп	1	
Діаметр установки	16мм	
Робоча температура	-25°C до +85°C;	
Ресурс	10000 циклів	
Кількість контактів у контактній групі	3	

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 015 000 000					

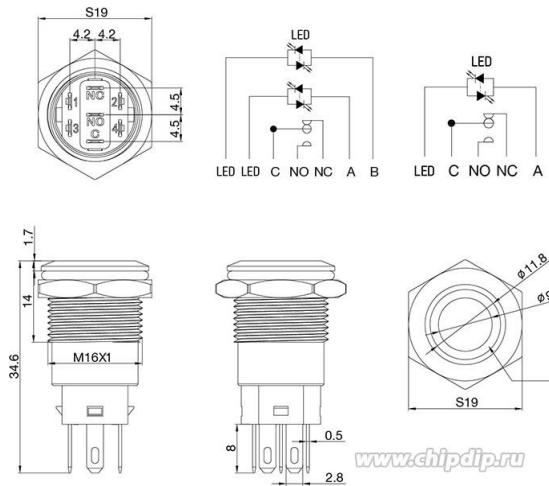


Рисунок 2.5- Габаритні розміри кнопки 36-3254 "Rexant"

Таблиця 2.6 – Перемикач RWB-201 [7]

Позиційне позначення	SA1
Назва компонента	Перемикач RWB-201
Виробник	Jietong "Switch"
Критерії вибору	відповідність принциповій схемі
Параметри конструкції	див.рисунок 2.6
Параметри та характеристики	
Робоча напруга	250В
Колір	зелений
Робочий струм	15А
Робоча напруга постійна	12В
Кількість контактів в контактній групі	3
Напруга підсвічування	220В
Максимальний комутований постійний струм	35А
Кількість контактних груп	2А

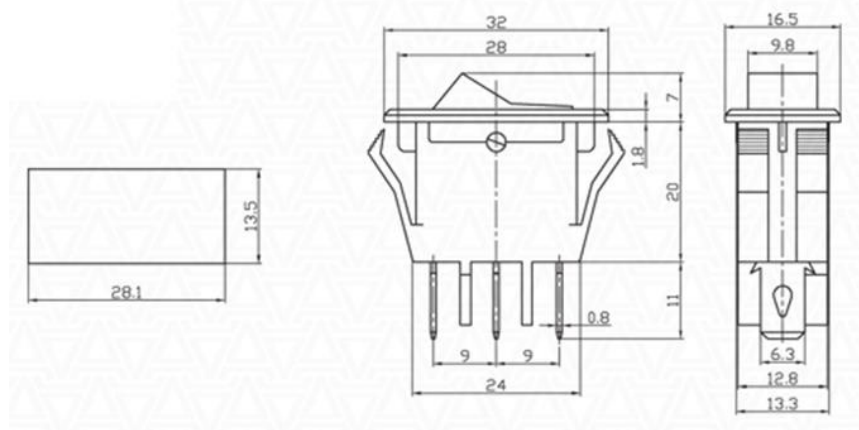


Рисунок 2.6 – Габаритні розміри перемикача RWB-201

Таблиця 2.7- Перемикач MRS-102-2C7 "Jietong Switch"2 [8]

Позиційне позначення	SA2
Назва компонента	Перемикач MRS-102-2C7
Виробник	"Jietong Switch"
Критерії вибору	Розміри, функції та якість
Параметри та характеристики	
Номінальність	6A, 250В/10A, 125В
Контактний опір	≤50мОм
Опір ізоляції	≥100мОм
Діелектрична інтенсивність	≥1500В/1мін

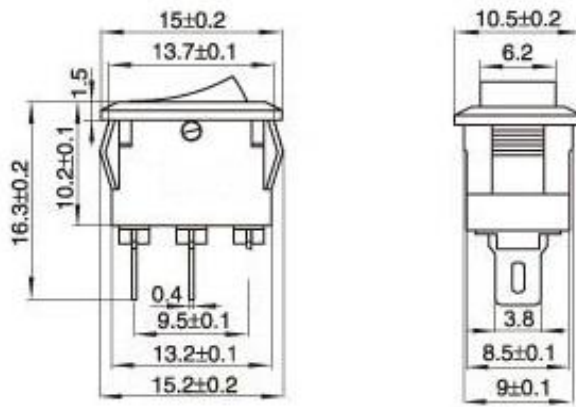


Рисунок 2.7- Габаритні розміри перемикача MRS-102-2C7

Таблиця 2.8 -Мікросхема ATtiny13A-PU "Microchip" [9]

Позиційне позначення	DD1
Назва компонента	Мікросхема ATtiny13A-PU
Виробник	"Microchip"
Критерії вибору	максимальний струм навантаження, максимальна вхідна напруга, восьмибітний мікроконтролер
Параметри конструкції	див. рисунок 2.8
Параметри та характеристики	
Напруга живлення	1.8...5.5В
Об'єм Flash-пам'яті	1кБ
Об'єм пам'яті EEPROM	64Б
Об'єм пам'яті SRAM	64Б
Тактова частота	20 МГц
Кількість таймерів	8біт 1
Кількість компараторів	1
Кількість перетворювачів А/D 10біт	4
Кількість каналів output compare	2
Кількість зовнішніх переривань	6
Кількість каналів ШІМ	2

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 015 000 000					

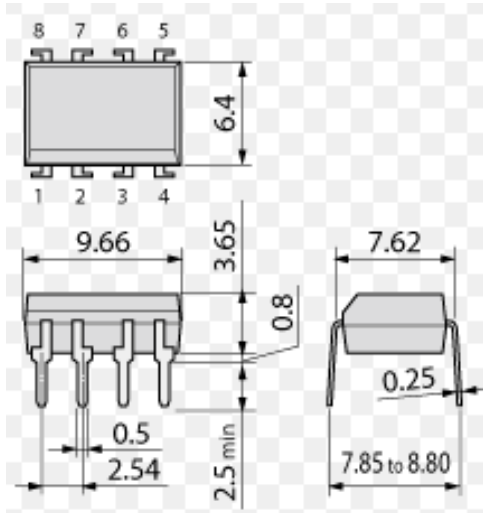
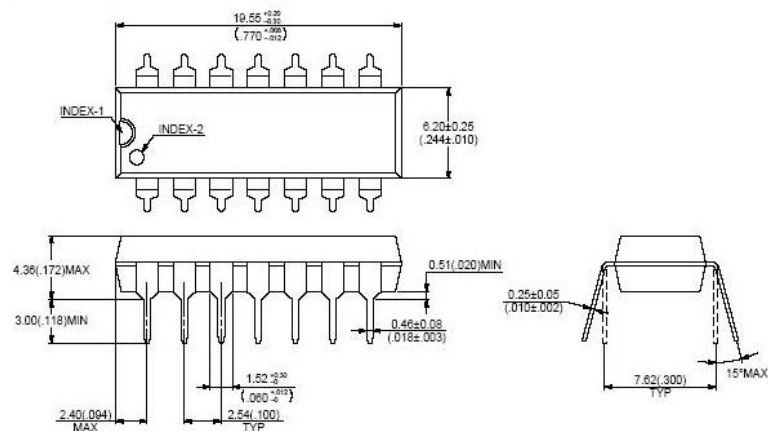


Рисунок 2.8 – Габаритні розміри мікросхеми ATtiny13A-PU "Microchip"

Таблиця 2.9 - Мікросхема 74НС164N "Nexperia" [10]

Позиційне позначення	DD2
Назва компонента	мікросхема 74НС164N
Виробник	"Nexperia"
Критерії вибору	8-бітовий зсувний регістр з послідовним входом, паралельним виходом
Параметри та характеристики	
Серія	74hc
Тип логічного елемента	елемента зсувний регістр
Кількість елементів	1
Кількість біт на елемент	8
Напруга живлення, В	2...6
Робоча температура, °C	-40...+12
Корпус	dip-14(7.62мм)
Вага, г	1.9

14-pin plastic DIP
(DIP-14P-M02)



Рисинок 2.9- Габаритні розміри мікросхеми 74НС164N

Таблиця 2.10 - Резистор підстроювальний 3329Н [11]

Позиційне позначення	R1
Назва компонента	Резистор 3329Н
Виробник	Bourns
Критерії вибору	корпусовані, вивідний, потужність 1 Вт.
Паметри конструкції	Див.рис.2.10
Параметри та характеристики	
Номинальне відхилення	10%
Максимальна постійна напруга	500В
Температурний коефіцієнт	250+/-
Робоча температура	-55 ... +125°C
Спосіб монтажу	в отвір
Опір	2кОм

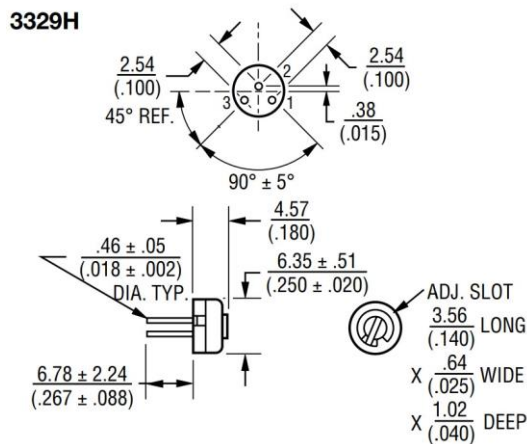


Рисунок 2.10 –Габаритні розміри резистора підстроювального 3329Н

Таблиця 2.11 - Роз'єм В6В-ЕН-А [12]

Позиційне позначення	XP1
Назва компонента	Роз'єм В6В-ЕН-А
Виробник	"JST"
Паметри конструкції	Див.рис.2.11
Параметри та характеристики	
Робочий струм, А	3
Крок контакту мм	2,5
Кількість контактів	6
Робоча напруга, В	250
Вага, г	0,53



Рисунок 2.11 –Зовнішній вигляд роз'єму B6B-EH-A "JST"

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Схема електрична принципова RC-фільтра зображена на рисунку 2.12.

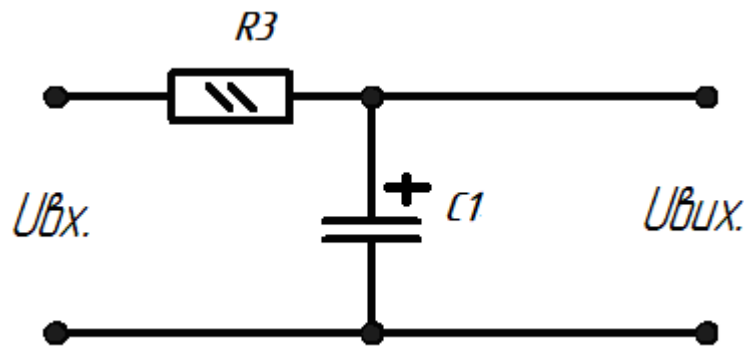


Рисунок 2.12- Схема електрична принципова RC-фільтра

1. Вихідні дані для проведення розрахунку:

$$C = 1\text{мкФ}$$

$$F_c = 10\text{кГц}$$

2. Розрахунок частоти зрізу проводиться за формулою:

$$f_c = \frac{1}{2\pi CR}, \quad (2.1)$$

де C – ємність конденсатора;

R – опір резистора;

Оскільки частота зрізу нам відомо, вона становить 10кГц, то розрахуємо тільки опір резистора.

3. Розрахунок опору резистора:

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 015 000 000					

$$R = \frac{1}{2\pi C f_c}, \quad (2.2)$$

де f_c – частота зрізу, становить 10кГц.

$$R = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 10000 \cdot 10} = 8 \text{кОм}$$

Вибираємо резистор з опором 8,2 кОм та потужністю розсіювання 0,125Вт.

$$R3 = 8,2 \text{кОм}$$

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Виходячи з технологічних можливостей виробництва вибрано комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85 [15].

Визначаємо мінімальну ширину друкованого провідника, мм., по постійному струму для кіл живлення і заземлення:

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{j_{\text{доп}} * t} = \frac{0,5 \text{А}}{48 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2} * 0,035 \text{м}} = 0,29 \text{мм} = 0,3 \text{мм}, \quad (2.3)$$

де I_{\max} – допустима густина струму, який протікає в провідниках.

Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{\max} = 0,5 \text{А}$;

$j_{\text{доп}}$ – допустима густина струму, вибирається в залежності від методу виготовлення плати з табл.,

$$j_{\text{доп}} = 48 \text{А/мм}^2, \quad t – \text{товщина провідника, } 35 \text{мкм} = 0,035 \text{м}$$

Визначаємо мінімальну ширину провідника, мм., виходячи з допустимого падіння напруги на ньому:

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_{\text{д}} * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом.мм}^2}{\text{м}} * 0,5 \text{А} * 0,4 \text{м}}{0,5 \text{В} * 0,035 \text{м}} = 0,2 \text{мм}, \quad (2.4)$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 015 000 000	

де: $p = 0,0175 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м}$ – питомий об'ємний опір,

$L = 0,5 \text{ м}$ – довжина провідника,

$U_{\text{дон}} = 2B$ – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальні значення діаметрів монтажних отворів d :

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r \quad (2.5)$$

де: d_E – максимальний діаметр виводу встановленого ЕРЕ (діаметр вивода ЕРЕ.)

$\Delta d_{н.в.}$ – нижнє граничне відхилення від номінального діаметру монтажного отвору (0,1 для всіх)

r – різниця між мінімальним діаметром отвору і максимальним діаметром вивода ЕРЕ, її вибирають в межах 0,1...0,4мм. Розрахункові значення d зводяться до нормалізованого ряду отворів: 1,1; 1,3; 1,5 мм.

$d_{E1} = 0,8$ -для мікросхем, конденсаторів, резисторів, діодів, підпаювання провідників;

$d_{E2} = 1,0$ - для трансформатора, індуктивності L1, конденсатора C1, C3, резисторів R8, R1, мікросхем DA1 та діода VD5.

$$d = d_{E1} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,8 + |\pm 0,1| + 0,2 = 1,1 \text{ мм}$$

$$d = d_{E2} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 1,0 + |\pm 0,1| + 0,2 = 1,3 \text{ мм}$$

Приймаємо такі стандартні діаметри отворів; 1,1; 1,3; 1,5.

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{\text{min}} = D_{1\text{min}} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.6)$$

де: $h\phi$ – товщина фольги; $D_{1\text{min}}$ – мінімальний ефективний діаметр площадки;

$$D_{1\text{min}} = 2 \left(b_m + \frac{d_{\text{max}}}{2} + \delta_d + \delta_p \right) \quad (2.7)$$

де: b_m – відстань від краю просвердленого отвору до краю контактної площадки;

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

δ_d і δ_p - допуски на розташування отворів і контактних площадок;

$$\delta_d = 0,25 \text{ мм, } \delta_p = 0,4 \text{ мм.}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 015 000 000				

d_{max} - максимальний діаметр просвердленого отвору, мм:

$$d_{max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad (2.8)$$

де: Δd - допуск на отвір.

$$d_{max1} = 1,1 + 0,1 + 0,1 = 1,3 \text{ мм}$$

$$d_{max2} = 1,3 + 0,1 + 0,1 = 1,5 \text{ мм}$$

$$D_{1min1} = 2 \left(0,06 + \frac{1,3}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 2,72 \text{ мм}$$

$$D_{1min2} = 2 \left(0,06 + \frac{1,5}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 2,92 \text{ мм}$$

$$D_{min1} = 2,92 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 2,8 \text{ мм}$$

$$D_{min2} = 2,92 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 3 \text{ мм}$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{max} = D_{min} + (0,02 \dots 0,06) \quad (2.9)$$

$$D_{max1} = 2,82 + 0,02 = 2,82 \text{ мм}$$

$$D_{max2} = 3 + 0,02 = 3,02 \text{ мм}$$

Визначаємо ширину провідників. Мінімальна ширина провідників для ДДП і зовнішніх шарів БДП, які виготовлені комбінованим методом:

$$b_{min} = b_{1min} + 1.5h\phi + 0,03 \quad (2.10)$$

де b_{1min} - мінімальна ефективна ширина провідника, мм. $b_{1min} = 0,15$ мм для плат 4- го класу точності.

$$b_{min} = 0,15 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 0,23 \text{ мм}$$

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{1min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{max}}{2} + \delta p \right) + \left(\frac{d_{max}}{2} + \delta l \right) \right] \quad (2.11)$$

$$S_{1min1} = 2,5 - \left[\left(\frac{2,82}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,3}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,01 \text{ мм}$$

$$S_{1min2} = 2,5 - \left[\left(\frac{3,02}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,5}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,21 \text{ мм}$$

де: L_0 - відстань між центрами відповідних елементів;

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	УПРАВЛІННЯ КРД 172 А02 015 000 000				

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta_p) \quad (2.12)$$

$$S_{2min1} = 2,5 - (2,82 + 2 \cdot 0,4) = -1,12 \text{ мм}$$

$$S_{2min2} = 2,5 - (3,02 + 2 \cdot 0,4) = -1,32 \text{ мм}$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta_l) \quad (2.13)$$

$$S_{3min1} = 2,5 - (2,82 + 2 \cdot 0,05) = -0,42 \text{ мм}$$

$$S_{3min2} = 2,5 - (3,02 + 2 \cdot 0,05) = -0,62 \text{ мм}$$

У зв'язку із тим, що в розрахунку виходять від'ємні значення, то необхідно контактні площадки робити овальними для резисторів, конденсаторів електrolітичних і керамічних, мікросхеми та світлодіодів.

2.1.6 Розрахунок надійності проектного пристрою

Надійність характеризується рядом розрахункових показників, найбільш важливими з яких є інтенсивність відмов, середнє напрацювання до відмови, імовірність безвідмовної роботи. Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [13]:

Таблиця 2.12 - Вихідні дані для розрахунку надійності

№п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	К _{нопр}	I _{відм} · 1e-06	К-сть · К _{нав} від · 1e-06
1	ІМС	2	1	0,03	0,06
2	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
3	Резистори постійні	14	0,42	0,8	4,704
4	Конденсатори електrolітичні	1	0,4	2,4	0,96
5	Конденсатори керамічні	1	0,1	1,4	0,14
6	Роз'єм	1	1	0,05	0,05
7	Резистори підстроювальні	1	0,42	5	2,1
8	Світлодіоди	9	1	4	36
9	Пайки	90	1	0,02	1,8
10	Батарей	4	1	30	120

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 015 000 000				

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 0.000165914 1/год

Середня наробка до відмови: 6027.2 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.998342$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.983545$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.847119$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.190303$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.000000$

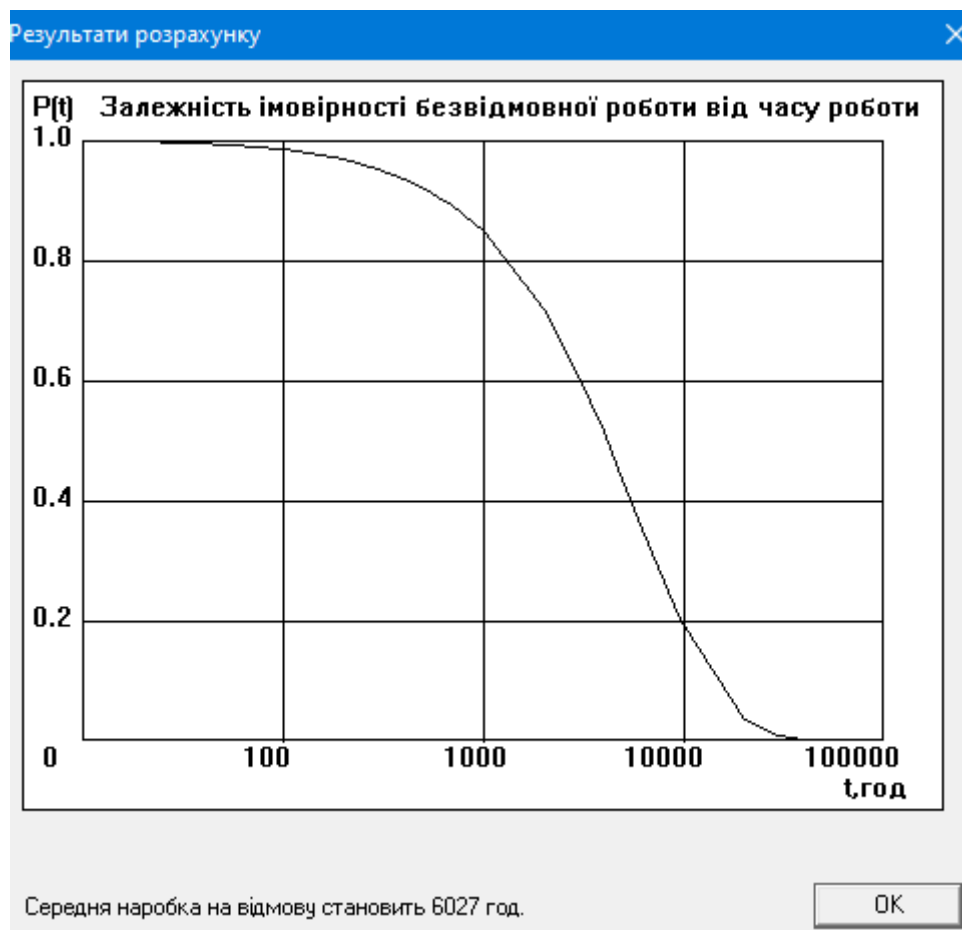


Рисунок 2.13 - Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Інтенсивність відмов: 0.000165914 1/год, середня наробка до відмови:
6027.2 год.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KPB 172 102 015 000 000				

2.1.7 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності

При виконанні друкованої плати обиралися елементна база із дешевих та найпоширеніших електрорадіоелементів, які мають не надто великий розкид параметрів, але при цьому вони можуть забезпечити хорошу роботу та надійність пристрою. Також даний пристрій призначений для роботи в нормальних кліматичних умовах і не призначений для роботи при низьких температурах, або при високих.

Отже виготовили пристрій, який має низьку ціну, тому буде мати хороший попит серед людей з середнім та низьким рівнем забезпеченості, також при цьому пристрій буде мати хороші електричні параметри при нормальних режимах роботи.

Розрахуємо споживану потужність пристрою [16]:

Для розрахунку споживаної потужності, яка носить активний характер використовується формула:

$$P = U \cdot I \cdot \cos, \quad (2.14)$$

де U – напруга живлення пристрою, становить 5В;

I – струм споживання пристрою, становить 100мА;

$$P = 5\text{В} \cdot 0,5\text{А} \cdot 1 = 1,5 \text{ Вт}$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу

Для того щоб забезпечити технологічність конструкції виробу, зручність його зборки при виробництві також розборки при налагоджуванні корпус можна виконати з верхньої, нижньої кришок.

Такий тип конструкції повинен забезпечувати легкий доступ до вузлів виробу його регулювання й налагоджування.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 015 000 000				

Даний корпус виготовляється з пластмаси. Такі корпуси мають переваги над іншими матеріалами в тому, що вони будуть меншої маси, будуть мати кращий естетичний вигляд, а також з пластмаси можна виготовляти більш складніші типи корпусів. Недоліком є те що даний тип корпусів немає хорошого охолодження, особливо для тих приладів які сильно нагріваються.

Такий тип корпусів виготовляється методом лиття під тиском, це є один із основних способів у виробництві.

Даний спосіб виготовлення базується на заповненні формувальної порожнини прес-форми розплавом з подальшим його ущільненням за рахунок тиску і охолодженням [19].

Для кріплення друкованого вузла виливаються чотири стойки. Товщина стінок корпусу становить 2мм. З використанням друкованого монтажу значно спростила зборка вузла також налагоджування і регулювання. Для кріплення динаміка на верхній кришці є спеціальний отвір.

Завдяки тому, що виготовляються дві кришки, технологічний процес складається з наступних операцій:

1. Виготовлення прес-форми за типовими технічними умовами на верстатах з ЧПУ.
2. Приготування суміші з пластмас. Кришки виготовлені з пластику методом формування.
3. Процес лиття. Проводиться через водостічні канали в спеціально підготовлених формах.
4. Охолодження. Сплав поступово остигає.
5. Експлуатація механічних модифікацій. Виконується зняття жолоби, свердління отворів та інші доповнення.
6. Контроль якості. Проводиться 100% перевірка. Операція проводиться візуально фахівцями [14].

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 015 000 000					

2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки

Якісна оцінка технологічності конструкції проектного випробувача елементів живлення базується на аналізі кількох ключових аспектів, що впливають на зручність виробництва, експлуатацію та обслуговування виробу. Оцінка технологічності включає такі параметри:

1. Простота виготовлення

Матеріали: Використання стандартних матеріалів (FR-4 для друкованих плат) і компонентів (мікроконтролер ATtiny 13A-SU, резистори, світлодіоди) забезпечує легкість у придбанні та обробці.

Технології: Всі компоненти сумісні з сучасними технологіями монтажу (поверхневий монтаж, SMD), що спрощує процес складання і пайки.

Дизайн плати: Плата розроблена з мінімальними перехресними з'єднаннями і зручним розміщенням компонентів, що зменшує складність її виготовлення.

2. Легкість монтажу та складання

Компонування: Компоненти розміщені логічно і компактно, що полегшує процес монтажу. Наприклад, групування резисторів і перемикача для зручного підключення.

Доступність: Основні регульовальні елементи (підстроювальний резистор R1) та роз'єми розташовані в доступних місцях, що полегшує процес калібрування і тестування.

3. Надійність і довговічність

Вибір компонентів: Використання високоякісних і надійних компонентів, таких як стабільні резистори і довговічні світлодіоди, забезпечує тривалий термін служби приладу.

Захисне покриття: Конформне покриття плати захищає електроніку від вологи, пилу та хімічних впливів, підвищуючи надійність приладу.

4. Зручність обслуговування та ремонту

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2024 KRD 172 102 015 000 000				

Модульність: Логічне розташування компонентів полегшує заміну і ремонт окремих частин приладу. Наприклад, світлодіоди легко ідентифікуються і замінюються у разі виходу з ладу.

Сумісність: Використання стандартних роз'ємів і компонентів забезпечує доступність запчастин і зручність у їх заміні.

5. Економічність виробництва

Вартість матеріалів: Вибрані матеріали і компоненти мають адекватне співвідношення ціни та якості, що знижує загальні витрати на виробництво.

Технологічні процеси: Використання стандартних виробничих процесів і обладнання мінімізує витрати на впровадження нових технологій.

6. Ергономічність та зручність використання

Інтерфейс користувача: Світлодіодний індикатор ємності з чіткою візуалізацією рівня заряду та кольоровими індикаторами забезпечує легкість у сприйнятті інформації.

Елементи управління: Зручне розташування кнопки SB1 і перемикача SA2 полегшує процес перевірки елементів живлення.

Проектований випробувач елементів живлення характеризується високою технологічністю конструкції завдяки використанню стандартних матеріалів і компонентів, продуманому компонованню плати, забезпеченню зручності монтажу і обслуговування, а також економічності виробництва. Ці фактори забезпечують не лише надійність і довговічність приладу, а й його зручність у експлуатації та обслуговуванні, що є важливими критеріями для якісної оцінки технологічності конструкції [19].

2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів

Технологія виготовлення друкованої плати комбінованим позитивним методом поєднує фотолітографічний процес з хімічним травленням, що дозволяє отримати високоточні і якісні плати. Виготовлення плати починається з

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2024 KRD 172 102 015 000 000				

підготовки основи, яка складається з матеріалу FR-4 (склотекстоліт), покрито-го міддю з обох боків. Спочатку поверхню мідної фольги очищують для вида-лення окислів та забруднень за допомогою механічного (шліфування) або хімічного (обробка спеціальними розчинами) способу. Наступним етапом є нанесення фоторезисту позитивного типу, який стає розчинним під дією ульт-рафіолетового світла. Фоторезист наноситься на обидві сторони плати мето-дом занурення або шовкотрафаретного друку, після чого плата сушиться в спеціальній сушильній камері для рівномірного покриття.

Після нанесення фоторезисту на плату накладається фотошаблон з ма-люнком провідників, виготовлений на прозорій плівці, і проводиться експо-нування під ультрафіолетовою лампою. Світло проходить через прозорі ділян-ки шаблону і впливає на фоторезист, роблячи його розчинним. Потім плата занурюється в проявник (лужний розчин), який розчиняє експоновані ділянки фоторезисту, залишаючи мідь відкритою в тих місцях, де будуть травитися провідники. Плата занурюється в травильний розчин (наприклад, розчин хлорного заліза або персульфату амонію), який розчиняє відкриті ділянки міді, залишаючи провідники, захищені фоторезистом. Процес травлення контро-люється за часом і температурою для досягнення необхідної глибини травлен-ня.

Після травлення плата обробляється розчином для видалення залишків фоторезисту, що оголює провідники. На поверхню плати наноситься захисний шар лаку (паяльна маска), який захищає провідники від окислення і випадко-вого замикання під час пайки, а також флюс для підготовки поверхні до пайки. Готова плата піддається електричним і візуальним тестам для перевірки наяв-ності дефектів і відповідності проекту.

Основні матеріали, використані в процесі виготовлення, включають FR-4 як стандартний матеріал для основи друкованих плат, що забезпечує міцність і стійкість до високих температур, і мідну фольгу для створення провідників. Допоміжні матеріали включають фоторезист позитивного типу

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 015 000 000				

для точного відтворення малюнка провідників, лужний розчин для розчинення експонованого фоторезисту, хлорне залізо або персульфат амонію для розчинення міді, паяльну маску для захисту провідників і флюс для підготовки провідників до пайки. Комбінований позитивний метод виготовлення друкованих плат є ефективним способом отримання високоякісних плат з точними провідниками. Використання сучасних матеріалів і технологій забезпечує надійність і довговічність готових виробів, що є важливим для різноманітних електронних пристроїв [15].

2.2.4 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу

Маршрутно-операційна технологія складання виробу у додатках даної роботи.

					2021 KRD 172 102 015 000 000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

Для реалізації проектних рішень необхідно визначити обсяг інвестицій для їх здійснення. Обсяг інвестицій складається з вартості основних фондів за групами та витрат, пов'язаних з їх придбанням і вводом в експлуатацію.

1) Вартість будівель визначається, виходячи із орендної плати за них (приймається середня величина оренди виробничих приміщень в даному регіоні на час написання дипломного проекту; приймається $-1000\text{грн}/\text{м}^2$ за місяць). При цьому вартість передавальних пристроїв включається в орендну плату будівель.

Вартість будівель розраховується за формулою:

$$V_{\text{буд}} = C_{\text{буд}} \times S_{\text{буд}}, \quad (3.1)$$

$$V_{\text{буд}} = 1000 \times 150 = 150000 \text{ (грн.)}$$

де $V_{\text{буд}}$ - вартість будівлі, грн.;

$C_{\text{буд}}$ – орендна плата за 1м^2 будівлі, грн./ м^2 ;

$S_{\text{буд}}$ – площа будівлі, м^2 (приймається 150м^2).

Будівлі оренднуються разом із обладнанням, тобто :

$$V_{\text{буд}\Sigma} = V_{\text{буд}} + V_{\text{обл}}, \quad (3.2)$$

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 150000 + 75000 = 225000 \text{ (грн.)}$$

де $V_{\text{буд}\Sigma}$ - вартість оренди будівель включно з вартістю обладнання;

$V_{\text{обл}}$ – вартість обладнання.

При цьому вартість обладнання складає:

$$V_{\text{обл}} = V_{\text{буд}} \cdot K_o, \quad (3.3)$$

$$V_{\text{обл}} = 150000 \cdot 0,5 = 75000 \text{ (грн.)}$$

де K_o – коефіцієнт, що враховує вартість обладнання ($K_o = 0,4 \div 0,6$).

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KPB 172 102 015 000 000				

2) Вартість інструментів та приладів ($V_{\text{інстр}}$) складає 2% від вартості обладнання. При цьому витрати на їх доставку приймають в розмірі 10% від їх вартості. Таким чином, вартість інструментів та приладів розраховується за формулою:

$$V_{\text{інстр}} = V_{\text{обл}} \times 0,02 \times 1,1, \quad (3.4)$$

$$V_{\text{інстр}} = 75000 \times 0,02 \times 1,1 = 1650 \text{ (грн.)}$$

3) Вартість виробничого та господарського інвентарю ($V_{\text{інв}}$) складає 3% від вартості обладнання. При цьому витрати на його доставку приймають в розмірі 10% від його вартості. Таким чином, вартість інвентарю розраховується за формулою:

$$V_{\text{інв}} = V_{\text{обл}} \times 0,03 \times 1,1, \quad (3.5)$$

$$V_{\text{інв}} = 75000 \times 0,03 \times 1,1 = 2475 \text{ (грн.)}$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

$$\text{ПІ} = V_{\text{буд}\Sigma} + V_{\text{інстр}} + V_{\text{інв}} \quad (3.6)$$

$$\text{ПІ} = 225000 + 1650 + 2475 = 229125 \text{ (грн.)}$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

$$A = \frac{S_{\text{бал}} \times H_a}{100}, \quad (3.7)$$

$$A = \frac{4125 \times 25}{100} = 1031,25 \text{ (грн.)}$$

де $S_{\text{бал}}$ - балансова вартість основних фондів, грн. (для розрахунку приймають величину вартості основних фондів, що розрахована за формулами 3.4–3.5 в тому випадку, коли будівлі орендують разом з обладнанням);

H_a - норма амортизації, % (величина норми амортизації встановлюється у відсотках до вартості кожної з груп основних фондів і становить: для будівель – 5%, обладнання – 20%, інструментів та приладів – 25%, інвентарю – 25%).

Результати розрахунку річної суми амортизаційних відрахувань слід звести в табл. 3.1

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2024 KRD 172 102 015 000 000				

Таблиця 3.1 Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

№з/ п	Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, тис. грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, тис. грн.
	Інструменти та прилади	1650	412,5
	Виробничий та господарський інвентар	2475	618,75
	Всього:	4125	1031,25

3.2 Розрахунок собівартості продукції

Собівартість продукції як економічна категорія є грошовим виразом витрат на її виробництво та реалізацію. При розрахунку собівартості всі витрати групуються за калькуляційними статтями. При цьому перелік статей калькуляції повинен відповідати переліку, прийнятому на конкретному підприємстві. В загальному вигляді калькуляція собівартості продукції включає такі статті витрат:

1. Сировина і матеріали.
2. Енергія технологічна.
3. Заробітна плата виробничих робітників (основна і додаткова).
4. Відрахування на соціальні заходи.
5. Утримання та експлуатація машин і механізмів.
6. Загальновиробничі витрати.

Виробнича собівартість

7. Адміністративні витрати.
8. Витрати на збут.
9. Інші операційні витрати.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KPB 172 102 015 000 000				

Повна собівартість

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

1) Витрати матеріалів (покупних виробів) на одиницю продукції визначають за формулою:

$$B_M = \sum_{i=1}^m (H_{mi} \times C_{mi}) \times K_{тр} \quad (3.8)$$

$$B_M = 408 \times 1,04 = 424,32 \text{ (грн.)}$$

де m — кількість видів матеріалів, які використовують для виробництва одиниці продукції;

H_{mi} — норма витрат i -го виду матеріалу (покупних виробів) на виробництво одиниці продукції, натур. од.;

C_{mi} — ціна придбання i -го виду матеріалу (покупних виробів), грн. од.;

$K_{тр}$ - коефіцієнт, що враховує транспортні витрати на доставку матеріалів до підприємства (для розрахунку приймається в розмірі 4 % від вартості матеріалів: $K_{тр}=1.04$). Розрахунки слід звести в табл.3.2

Таблиця 3.2- Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	25	25
2	Кришка нижня	1	30	30
3	Кришка верхня	1	30	30
4	Мікросхеми	2	80	160
5	Батарейки	4	15	60
6	Конденсатори керамічні	1	1	1
7	Резистори постійні	14	0,5	7
8	Світлодіод	9	5	45
9	Конденсатори електролітичні	2	5	10
10	Роз'єм	1	20	20
11	Змінний резистор	1	5	5
12	Кнопки	3	5	15
				408

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2024 KRD 172 102 015 000 000				

2) Вартість технологічної енергії враховується при розрахунку витрат на утримання та експлуатацію машин і механізмів згідно статистичних даних базового підприємства (див. п.6).

3) Витрати на основну заробітну плату виробничих працівників ($V_{o.z.pl.}$): для розрахунку заробітної плати працівників визначають відрядну розцінку за кожну операцію (одиницю роботи чи продукції), виконану працівником, за формулою:

$$P_{від} = \frac{\sum_{i=1}^m T_{шт,i}}{60} \times C_r, \quad (3.9)$$

$$P_{від} = \frac{38}{60} \times 117 = 74,1(\text{грн})$$

де $t_{шт,i}$ – час виконання однієї операції (одиниці роботи чи продукції);

C_r – годинна тарифна ставка відповідно до розряду виконуваних робіт (див. додаток А).

Розрахунок витрат на основну заробітну плату основних робітників слід звести в табл.3.3

Таблиця 3.3- Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{шт, хв.}$	Розряд	Годинна тарифна ставка, (C_r), грн/год
1	Пайка	13	V	117
2	Регулювання	12	V	117
3	Складання	13	V	117
	Всього	38		

4) Витрати на додаткову заробітну плату працівників ($V_{дод.z.pl.}$): приймаються в розмірі 11% від основної заробітної плати виробничих працівників і розраховують за формулою:

$$V_{дод.z.pl.} = P_{від} \times 0.11 \quad (3.10)$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2024 KPB 172 102 015 000 000					

$$V_{\text{дод.з.пл.}} = 74,1 \times 0,11 = 8,2 \text{ (грн)}$$

5) Сума відрахувань на соціальні заходи ($C_{\text{в.с.з.}}$) визначається за встановленими законодавством нормами у відсотках від витрат на основну й додаткову заробітну плату:

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{\alpha}{100} \times (P_{\text{від}} + V_{\text{дод.з.пл.}}) \quad (3.11)$$

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (74,1 + 8,2) = 18,1 \text{ (грн)}$$

де α відсоток відрахувань на соціальні заходи (приймають 22%);

6) Витрати на утримання та експлуатацію машин і механізмів є комплексними, оскільки охоплюють витрати, що безпосередньо необхідні для експлуатації обладнання; амортизаційні відрахування на відтворення машин і механізмів, тощо. Оскільки такі витрати неможливо обчислити безпосередньо на одиницю продукції, їх розподіляють за вибраною базою розподілу. Найчастіше за таку базу беруть заробітну плату виробничих працівників.

Витрати на утримання та експлуатацію машин і механізмів *розраховуються за формулою:*

$$V_{\text{уео}} = \frac{\alpha_{\text{уео}}}{100} \times (P_{\text{від}} + V_{\text{дод.з.пл.}}) \quad (3.12)$$

$$V_{\text{уео}} = \frac{80}{100} \times (74,1 + 8,2) = 65,84 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 50÷100%);

7) Витрати за статтею “ Загальновиробничі витрати ” також комплексні. Загальновиробничі витрати охоплюють витрати на управління, виробниче та господарське обслуговування в межах виробництва, а також витрати на заробітну плату з відрахуванням на соціальні заходи управлінських працівників, спеціалістів, обслуговуючого персоналу, охорону праці, тощо. Вказані витрати розраховують за формулою:

$$V_{\text{зв}} = \frac{\alpha_{\text{зв}}}{100} \times (P_{\text{від}} + V_{\text{дод.з.пл.}}) \quad (3.13)$$

$$V_{\text{зв}} = \frac{130}{100} \times (74,1 + 8,2) = 106,99 \text{ (грн.)}$$

					2021 KPB 172 102 015 000 000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $\alpha_{зв}$ - відсоток загально виробничих витрат (приймають 60÷200%).

7. Разом виробнича собівартість ($S_{вир}$) визначається як сума витрат за пунктами 1-6.

$$S_{вир} = V_m + (P_{від} + V_{дод.з.пл.} + C_{в.с.з.}) + V_{уео} + V_{зв} \quad (3.14)$$

$$S_{вир} = 424,32 + (74,1 + 8,2 + 18,1) + 65,84 + 106,99 = 697,55 \text{ (грн.)}$$

На підставі розрахованих вище даних складають калькуляцію собівартості одиниці продукції (однієї деталі) та запланованого випуску. Калькуляція собівартості представлена в табл. 3.4

Таблиця 3.4- Калькуляція собівартості

№ з/п	Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.
1	2	3
1	Витрати матеріалів	424,32
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	74,1
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	8,2
4	Відрахування на соціальні заходи	18,1
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	65,84
6	Загально виробничі витрати	106,99
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		697,55
7	-змінні (сума 1-4) $V_{зм.од}$	524,72
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $V_{уп.од}$	172,83

8. Ціна одиниці продукції(одного виробу) розраховується за формулою:

$$Ц_{од.пр} = S_{пов} \times \frac{100 + \alpha_{пр}}{100} \quad (3.15)$$

$$Ц_{од.пр} = 697,55 \times \frac{100 + 25}{100} = 871,94 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ - відсоток запланованого прибутку (25%)

3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

					2021 KRD 172 102 015 000 000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1) Річний прибуток від реалізації проекту *розраховується за формулою:*

$$\Pi_p = (\text{Цод}_{\text{пр.}} - S_{\text{пов.}}) \times N_p, \quad (3.16)$$

$$\Pi_p = (871,94 - 697,55) \times 1000 = 174390 \text{ (грн)},$$

де Π_p - річний прибуток від реалізації проекту, грн.;

$\text{Цод}_{\text{пр.}}$ - ціна одиниці продукції, грн.;

$S_{\text{пов.}}$ - собівартість одиниці продукції, грн.;

N_p - річна виробнича програма (план виробництва), од.

2) Чистий прибуток від реалізації проекту *розраховується за формулою:*

$$\text{ЧП} = \Pi_p - \Pi_p \times \frac{\Pi_{\text{п}}}{100}, \quad (3.17)$$

$$\text{ЧП} = 174390 - 174390 \times \frac{18}{100} = 142999,8 \text{ (грн.)}$$

де ЧП - чистий прибуток від реалізації проекту, грн.;

$\Pi_{\text{п}}$ - ставка податку на прибуток, % (приймається відповідно до чинного законодавства – 18%).

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

$$S_{\text{повв}} = S_{\text{пов}} \times N_p \quad (3.18)$$

$$S_{\text{повв}} = 697,55 \times 1000 = 697550 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

$$P_{\text{п}} = \frac{\text{ЧП}}{S_{\text{повв}}} \times 100\% \quad (3.19)$$

$$P_{\text{п}} = \frac{142999,8}{697550} \times 100\% = 20,5 \%$$

де $P_{\text{п}}$ - рентабельність продукції, %;

$S_{\text{повв}}$ - собівартість всього виробництва, грн.

Повернення інвестованого капіталу оцінюється на основі показника грошового потоку від інвестицій.

5) Сума чистих грошових надходжень від інвестицій розраховується за формулою:

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 015 000 000					

$$ГП = ЧП_t + A_t, \quad (3.20)$$

$$ГП = 142999,8 + 1031,25 = 144031,05 \text{ (грн.)},$$

де $ГП_t$ - сума чистих грошових надходжень у t-му році, грн.;

A_t - величина амортизаційних відрахувань у t-му році, грн.

б) Загальний абсолютний ефект від реалізації інвестицій характеризує чиста теперішня (дисконтована) вартість проекту, яка розраховується за формулою:

$$ЧТВ = ТВ - ПІ \quad (3.21)$$

$$ЧТВ = 249971,25 - 229125 = 20846,25 \text{ (грн.)}$$

де ЧТВ - чиста теперішня вартість проекту, грн.;

ТВ - теперішня вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту, грн.

Теперішню вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту обчислюють за формулою:

$$ТВ = \sum_{i=1}^n \frac{ГП_t}{(1+r)^t} \quad (3.22)$$

$$ТВ = \frac{144031,05}{(1+0,1)^1} + \frac{144031,05}{(1+0,1)^2} = 249971,25 \text{ (грн.)}$$

де $ГП_t$ - грошовий потік, який очікується у t-му році від реалізації проекту, грн.;

$\frac{1}{(1+r)^t}$ - коефіцієнт коригування майбутніх сум грошових потоків (дисконтний множник);

r - норматив приведення різночасових витрат (ставка дисконту) у вигляді десяткового дробу ($r = 0,1-0,2$);

n - кількість років інвестування, $t = 1, 2, \dots, n$ (приймається з розрахунку виконання умови $ТВ > ПІ$).

Якщо чиста теперішня вартість перевищує нуль, проект має бути схвалений як прибутковий, якщо ж вона має від'ємну величину або дорівнює нулю, то проект слід відхилити, оскільки його реалізація призведе до збитків або не принесе підприємству додаткового доходу на вкладений капітал.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KPB 172 102 015 000 000					

Іншою характеристикою інвестиційного проекту є індекс прибутковості інвестицій, який порівнює теперішню вартість майбутніх грошових потоків з початковими інвестиціями:

$$ІП = \frac{ТВ}{ПІ} \quad (3.23)$$

$$ІП = \frac{249971,25}{229125} = 1,1$$

де ПІ- індекс прибутковості інвестицій.

Проект, який має індекс прибутковості більший за одиницю, схвалюється як прибутковий, а якщо цей індекс менший за одиницю - відхиляється.

Дисконтований термін окупності інвестицій($Ток_{диск}$) характеризує кількість років, за які будуть відшкодовані початкові інвестиції та розраховується за формулою:

$$Ток_{диск} = \frac{ПІ}{ГП_{диск}} \quad (3.24)$$

$$Ток_{диск.} = \frac{229125}{124985,63} = 1,83р$$

де $ГП_{диск}$ - середньорічна величина дисконтованих грошових потоків:

$$ГП_{диск} = \frac{ТВ}{t}, \quad (3.25)$$

$$ГП_{диск} = \frac{249971,25}{2} = 124985,63 \text{ (грн.)}$$

де t- кількість років інвестування. Підсумки вищенаведених розрахунків доцільно звести в табл. 3.5

Таблиця 3.5-Показники оцінки економічної ефективності використання елементів виробничо-ресурсного потенціалу

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний обсяг виробництва виробу:	од.	1000
2	Собівартість виробу	грн./од.	697,55
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	871,94
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	229125
5	Чистий прибуток	грн.	142999,8

6	Рентабельність виробу	%	20,5
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	20846,25
9	Індекс прибутковості	-	1,1
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	1,83

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Застосування матеріальних і моральних стимулів охорони праці

У підвищенні організаційного рівня роботи з охорони праці, мобілізації колективів і керівників виробничих підрозділів на своєчасне та якісне виконання заходів, передбачених планами робіт, важливе значення має матеріальне і моральне стимулювання.

Стимулювання діяльності з охорони праці направлене на підвищення зацікавленості працівників у забезпеченості здорових і безпечних умов праці. Стимулювання передбачає як матеріальні і моральні заохочення, так і стягнення за невиконання покладених на конкретну особу обов'язків відносно безпеки праці або порушень вимог щодо охорони праці. До числа заохочувальних заходів належать премії, винагороди за виконану конкретну роботу, винахідництво і раціоналізаторські пропозиції з питань охорони праці тощо.

Згідно Закону України "Про охорону праці" до працівників можуть застосовуватись будь-які заохочення за активну участь та ініціативу у здійсненні заходів щодо підвищення рівня безпеки та поліпшення умов праці. Види заохочень визначаються колективним договором, угодою.

Власник або уповноважений ним орган зобов'язаний вживати заходів щодо полегшення і оздоровлення умов праці працівників шляхом впровадження прогресивних технологій, досягнень науки і техніки засобів механізації та автоматизації виробництва, вимог ергономіки, позитивного досвіду з охорони праці, зниження та усунення запиленості та загазованості повітря у виробничих приміщеннях, зниження інтенсивності шуму, вібрації, випромінювання і

					ЗПД КРД 172 А02 015 000 000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

таким чином ефективно профілакувати травмованість, професійну захворюваність та аварійність на виробництві.

На випадок незабезпечення вимог щодо охорони праці роботодавець сплачує страховий тариф у збільшеному розмірі на соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві і професійних захворювань. І, навпаки, при належному стані охорони праці страховий тариф зменшується.

На кожному підприємстві, організації, установі повинні функціонувати системи матеріального заохочення трудових колективів за роботу без травм. Матеріальне заохочення за підвищення рівня охорони праці здійснюється у формі премій, підвищення надбавок за високу професійну майстерність, підвищення розряду (для робочих), підвищення окладу (для посадових осіб і спеціалістів), а також нагородження подарунками, виділенням пільгових путівок в санаторії, дома відпочинку і т.п.

Матеріальні санкції за недотримання норм і вимог охорони праці здійснюються шляхом часткового або повного позбавлення надбавок, переведення на нижче оплачувану роботу і ін.

Моральне заохочення працівників за досягнення в забезпеченні охорони праці здійснюється шляхом нагородження почесними грамотами, занесення на дошку пошани, присвоєння почесних звань тощо.

Розроблення системи стимулювання охорони праці, аналіз та оцінка її ефективності здійснює служба охорони праці при участі представників профспілки, служби оплати праці та інших служб підприємства, організації, установи.

Система стимулювання покращення умов і безпеки праці на виробництві орієнтується на наступні показники:

- зниження рівня виробничого травматизму;
- зниження рівня професійних захворювань;
- зниження кількості аварій;
- зниження кількості порушень норм і вимог з охорони праці;

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 015 000 000				

- зниження кількості штрафів і виплат через них;
- своєчасність виконання програм і планів, зобов'язань з охорони праці в колективному договорі; інші показники.

За порушення нормативних актів з охорони праці, невиконання розпоряджень посадових осіб державного нагляду з питань технічної безпеки, гігієни праці і виробничого середовища підприємства, організації, установи можуть притягатись органами державного нагляду за охороною праці до сплати штрафів.

4.2 Ультрафіолетове випромінювання та особливості його дії на організм

Ультрафіолетовим випромінюванням (УФВ) називають електромагнітні випромінювання в оптичній ділянці з довжиною хвилі в діапазоні 200-380 нм.

За способом генерації воно належить до теплового випромінювання, але за своєю дією подібне до іонізуючого випромінювання. Природнім джерелом УФВ є сонце. Штучними джерелами є електричні дуги, лазери, газорозрядні джерела світла.

Генерація ультрафіолетового випромінювання починається при температурі тіла понад 1200 °С, а його інтенсивність зростає з підвищенням температури.

Енергетичною характеристикою УФВ є густина потоку потужності, яка вимірюється у Вт/м².

Усі УФВ прийнято поділяти на три ділянки (А, В, С) в залежності від довжини хвилі (рис. 4.1):

$$\begin{aligned}
 A - \lambda &= 380 - 315 \text{ нм,} \\
 B - \lambda &= 315 - 280 \text{ нм,} \\
 C - \lambda &= 280 - 200 \text{ нм.}
 \end{aligned}$$

Рисунок 4.1 - УФВ

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KPB 172 102 015 000 000	

Інтенсивність випромінювання та його електричний спектральний склад залежить від температури поверхні, що є джерелом УФВ, наявності пилу та загазованості повітря.

Вплив УФВ на людину кількісно оцінюється за еритемною дією, тобто в почервонінні шкіри, яке в подальшому (як правило, через 48 годин) призводить до її пігментації (засмаги).

УФВ має незначну проникаючу здатність. Воно затримується верхніми шарами шкіри людини. Ультрафіолетове випромінювання необхідне для нормальної життєдіяльності людини. За тривалої відсутності УФВ в організмі людини розвивається негативне явище, яке отримало назву “світлового голодування”.

У той же час тривала дія значних доз УФВ може призвести до ураження очей та шкіри. Ураження очей гостро проявляються у вигляді фото – або електрофтальмії. Тривала дія УФВ довжиною хвилі 200-280 нм може призвести до утворення ракових клітин. УФВ впливає на центральну нервову систему, викликає головний біль, підвищення температури, нервові збудження, зміни у шкірі та крові.

Випромінювання ділянки 315-380 нм має слабку біологічну дію, переважно флуоресценцію. Випромінювання в ділянці 200-280 нм руйнує біологічні клітини, викликає коагуляцію білків. Короткохвильове випромінювання змінює освітлення робочих місць, іонізує повітря. Природне короткохвильове ультрафіолетове випромінювання (виходить від сонця) не потрапляє на Землю, а поглинається озоновим шаром. Для УФВ, в залежності від ділянки випромінювання, встановлена допустима густина потоку енергії у Вт/м², яка наведена у табл. 4.1.

Таблиця 4.1- Допустима густина потоку енергії

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 015 000 000				

Ділянка випромінювання	Довжина хвилі, нм	Допустима густина потоку енергії, Вт/м ²
А	380...315	10
В	315...280	0,05
С	280...200	0,001

До заходів захисту від УФВ належать конструкторські та технологічні рішення, які або усувають генерацію УФВ, або знижують його рівень. Застосовується екранування джерел УФВ. Екрани можуть бути хімічними (хімічні речовини, які містять інгредієнти, що поглинають УФВ) і фізичними (перепони, які віддзеркалюють або поглинають промені). Ефективним засобом захисту від дії УФВ є одяг, виготовлений зі спеціальних тканин, що затримують УФВ (наприклад, із попліну, бавовни). Для захисту очей використовують окуляри із захисним склом. Руки захищають рукавицями.

Більш широкого застосування в промисловості, науці і медицині знаходять оптичні квантові генератори (ОКГ) – лазери.

Лазери використовують при дефектоскопії матеріалів, в радіоелектронній промисловості, в будівництві, при обробці твердих і надтвердих матеріалів. За їх допомогою здійснюється багатоканальний зв'язок на великих відстанях, лазерна локація, дальнометрія, швидке опрацювання інформації.

Лазер – це генератор електромагнітних випромінювань оптичного діапазону, робота якого полягає у використанні вимушених випромінювань.

Принцип дії лазера базується на властивості атома (складної квантової системи) випромінювати фотони при переході із збудженого стану в основний (з меншою енергією).

Головною особливістю лазерного випромінювання є його чітка спрямованість, що дозволяє на великій відстані від джерела отримати точку світла майже незмінних розмірів з великою концентрацією енергії.

За характером генерації електромагнітних хвиль лазери поділяються на імпульсні (тривалість випромінювання до 0Д5с) і лазери безперервної дії (тривалість випромінювання від 0,25 с і більше).

					2021 KPB 172 102 015 000 000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Лазер генерує електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі від 0,2 до 1000 мкм. Цей діапазон за довжиною хвилі та біологічною дією поділяється на три ділянки:

- ультрафіолетову (від 0,2 до 0,38 мкм);
- видиму (від 0,38 до 0,78 мкм);
- ближню інфрачервону (від 1,4 до 1000 мкм).

У зв'язку з малою довжиною хвилі лазерне випромінювання може бути сфокусоване оптичними системами невеликих геометричних розмірів (розміри обмежені дифракцією), завдяки чому на малій площі досягається велика густина енергії випромінювання.

Дія лазерного випромінювання на організм людини має складний характер і обумовлена як безпосередньою дією лазерного випромінювання на тканину, так і вторинними явищами, обумовленими змінами в організмі внаслідок опромінення. Розрізняють термічну і біологічну дію лазерного випромінювання на тканини, що може призвести до теплової, ударної дії світлового тиску, електрострикції (механічні коливання під дією електричної складової електромагнітного поля), перебудови внутрішньоклітинних структур та інше.

Уражаюча дія лазерного променя залежить від потужності, довжини хвилі випромінювання, тривалості імпульсу, частоти повторення імпульсів, часу взаємодії, біологічних та фізико-хімічних особливостей опромінюваних тканин та органів.

Термічна дія випромінювання лазерів безперервної дії має багато спільного із звичайним нагріванням. При помірній інтенсивності випромінювання на шкірі можуть з'явитися видимі зміни (порушення пігментації, почервоніння) з досить чіткими межами ураженої ділянки, а при інтенсивності випромінювання понад 100 Втс*1 виникає кратероподібний отвір внаслідок руйнування та випарювання клітинних структур.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 015 000 000				

Загалом, шкіряний покрив, який сприймає більшу частину енергії лазерного випромінювання, значною мірою захищає організм людини від серйозних внутрішніх ушкоджень. Але є відомості, що опромінення окремих ділянок шкіри викликає порушення у різних системах організму, особливо нервовій та серцево-судинній.

При великій інтенсивності і дуже малій тривалості імпульсів спостерігається біологічна дія лазерного випромінювання, обумовлена процесами, які виникають внаслідок вибіркового поглинання тканинами електромагнітної енергії, а також електричними і фотоелектричними ефектами. Тому, при відносно слабких ушкодженнях шкіри може виникати ураження внутрішніх тканин – набряки, крововиливи, змертвіння тканин, згортання крові. Результатом лазерного опромінення, навіть дуже малих доз, можуть бути такі явища, як нестійкість артеріального тиску, порушення серцевого ритму, втома, роздратування, головний біль, підвищена збудженість, порушення сну. Звичайно, такі порушення зворотні і зникають після відпочинку.

Особливо чутливі до дії лазерного випромінювання очі людини. Ураження очей виникає від влучення як прямого, так і відбитого променя лазера, навіть якщо поверхня відбиття не є дзеркальною. Характер ураження залежить від довжини хвилі. Найсерйознішу небезпеку становить випромінювання УФ діапазону, яке може призвести до зміни структури білка (коагуляція) рогівки та опіку слизової оболонки, що викликає повну сліпоту. Випромінювання видимого діапазону впливає на клітини сітківки, внаслідок чого настає тимчасова сліпота або втрата зору від опіку з наступною появою рубцевих ран. Випромінювання 14 діапазону, яке поглинається райдужною оболонкою, кришталіком та скловидним тілом, більш-менш безпечно, але також може спричинити сліпоту.

Внаслідок лазерного опромінення у біологічних тканинах організму можуть виникати вільні радикали, які активно взаємодіють з органічними моле-

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 015 000 000				

кулами та порушують нормальний хід процесів обміну на клітинному рівні. Наслідком цього є загальне погіршення стану здоров'я.

Під лазерною безпекою розуміється сукупність організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів, які забезпечують безпеку умов праці персоналу при використанні лазерів.

Прийняття тих або інших заходів лазерної безпеки залежить, перш за все, від класу лазера (табл. 16.2у).

Клас небезпеки лазера встановлюється підприємством, яке його виготовляє.

Усі лазери повинні бути марковані знаком лазерної небезпеки.

Установка лазерів дозволяється тільки у спеціально обладнаних приміщеннях. На дверях приміщення, де знаходяться лазери 2,3,4 класів, повинні бути нанесені знаки лазерної небезпеки.

Лазери 4 класу повинні бути розташовані в окремих приміщеннях. Велике значення має стан приміщення всередині. Всі предмети, за винятком спеціального устаткування, не повинні мати дзеркальної поверхні.

Розташовувати устаткування потрібно так, щоб воно стояло вільно. Для лазерів 2,3,4 класів з ліцевої сторони пультів і панелей управління необхідно залишати вільний простір шириною 1,5 м – при однорядовому розташуванні лазерів, і шириною не менше 2м- при дворядовому. Із задніх та бокових сторін лазерів потрібно залишати відстань не менше 1 м.

Керування лазерами 4 класу повинно бути дистанційним, а двері приміщення, де вони знаходяться, повинні мати блокування.

При використанні лазерів 2 та 3 класів необхідно запобігати попаданню випромінювання на робочі місця. Повинні бути передбачені огороження лазерно шкідливої зони, або екранування пучка випромінювання. Для екранів та огорож потрібно вибирати вогнестійкі матеріали, які мають найменший коефіцієнт відбиття на довжину хвилі генерації лазера. Ці матеріали не повинні виділяти токсичні речовини при дії на них лазерного випромінювання.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 015 000 000				

При експлуатації лазерів 2,3,4 класів треба здійснювати періодичний дозиметричний контроль (не менше одного разу на рік), а також додатково в таких випадках: при надходженні в експлуатацію нових лазерів 2-4 класів, при зміні конструкції засобів захисту, при організації нових робочих місць.

					2021 KRD 172 102 015 000 000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні даної кваліфікаційної роботи було здійснено розробку конструкції «Випробовувач елементів живлення». Проведено вибір елементної бази на основі сучасних і поширених радіоелементів.

При проектуванні друкованого вузла була використана система автоматичного проектування Altium Designer, за допомогою якої було здійснено встановлення елементів і трасування друкованих провідників на друкованій платі приладу. В результаті отримано двосторонню друковану плату мінімальних розмірів 75×65мм з координатною сіткою 2,5мм. Також отримана плата має мінімальні паразитні зв'язки.

Найкращим методом для виготовлення друкованої плати виявився комбінований метод. Елементи розміщені на друкованому вузлі досить компактно. Конструкція друкованого вузла є досить нескладна, конструкція корпусу виробу є також не складна. Корпус має такі розміри 123x103x44, що дає змогу легко розмістити його в будь-якому зручному місці.

Проведено розрахунок друкованого монтажу в результаті якого визначено ширину друкованих провідників, відстань між друкованими провідниками, між провідником і контактною площадкою, діаметри монтажних отворів.

Розроблена конструкція даного пристрою являється технологічною і з деякими доробками може впроваджуватися у виробництво. Розроблена маршрутно-операційна технологія складання друкованого вузла і виробу.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 015 000 000				

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Дипломне проектування URL: <https://eguru1.tk.te.ua/course/view.php?id=390> (дата звернення 10.02.2024).
2. Конденсатор типу ЕСАР [електронний ресурс] – Режим доступу: <http://vicgain.sdot.spmikro/smikr11>(дата звернення 10.02.2024).
3. Конденсатор типу NPO [електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.mircond.com/cc/k10_17brlmcc; (дата звернення 18.02.2024).
4. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.5v./ds/trnz/kt361>; (дата звернення 10.02.2024).
5. Світлолід L-1503GT [електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.chipinfo./dsheets/transistors/1361>; (дата звернення 10.02.2023).
6. Кнопка PBS-11A [електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.betatvcom.dn.ua/komplekt/pdf/active_comp/tranzistorSVH; (дата звернення 10.02.2024).
7. Перемикач RWB-201 [електронний ресурс] – Режим доступу: http://cxemu.te.ua/cxemu/160-naikraswiu_akusti4miy_vimuka4; (дата звернення 10.02.2024).
8. Перемикач MRS-102-2C7 "Jietong Switch"2 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.chipdip./product/cls7-ts6601-13.0-180>(дата звернення 15.02.2024).
9. Мікросхема ATtiny13A-PU "Microchip" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<http://hardelectronics./diod-1n4148.html>(дата звернення 15.02.2024).
10. Мікросхема 74НС164N "Nexperia" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://electronoff.ua/good/tranzistor-bc556b-pnp-65v-0-1a-korpus-to-92.php>(дата звернення 15.02.2024).
11. Резистор підстроювальний 3329H [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://electronoff.ua/good/tranzistor-bc556b-pnp-65v-0-1a-korpus-to-92.php>(дата звернення 15.02.2024).

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2024 KRD 172 102 015 000 000				

12. Роз'єм В6В-ЕН-А [електронний ресурс] – Режим доступу :http://cxemu.te.ua/cxemu/160-naikraswiu_akusti4miy_vimuka4; (дата звернення 10.02.2024).

13. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>

14. Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. 240 с.

15. Губар В. Г., Адаменко І. О. Фізико-теоретичні основи проектування радіоелектронної апаратури. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 10,2 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 221 с.

16. Ольшевський С.В. Конструювання радіоелектронних засобів : конспект лекцій за курсом. Київський національний університет імені Тараса Шевченка : Київ – 2014.-199с.

17. Вербицький Є.В. Конспект лекцій з дисципліни «Системи електроживлення електронної апаратури.» – Київ: НТУУ»КПІ», 2016. – 180 с.

18. Литвиненко В.А. Конспект лекцій з дисципліни «Електроживлення РЕА» – Кам'янське : ДДТУ, 2020. – 67 с.

19. Захарченко М.В.. «Електроживлення систем зв'язку». Лабораторний практикум. - Одеса: ОНАЗ ім. Попова, 2011. – 312 с..іл.

20. Фіндрєєв А.І., Банзак О.В. «Джерела безперебійного живлення телекомунікаційних і комп'ютерних систем». Навчальний посібник. - Одеса:, 2010. – 196 с.

21. Воробйова О.М., Панфілов І.П., Савицька М.П., Флейта Ю.В Електроніка та мікросхемотехніка: підручник /. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2015. 298 с.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2024 KRD 172 102 015 000 000					

ДОДАТКИ

					2021 KRD 172 102 015 000 000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А Друкована плата

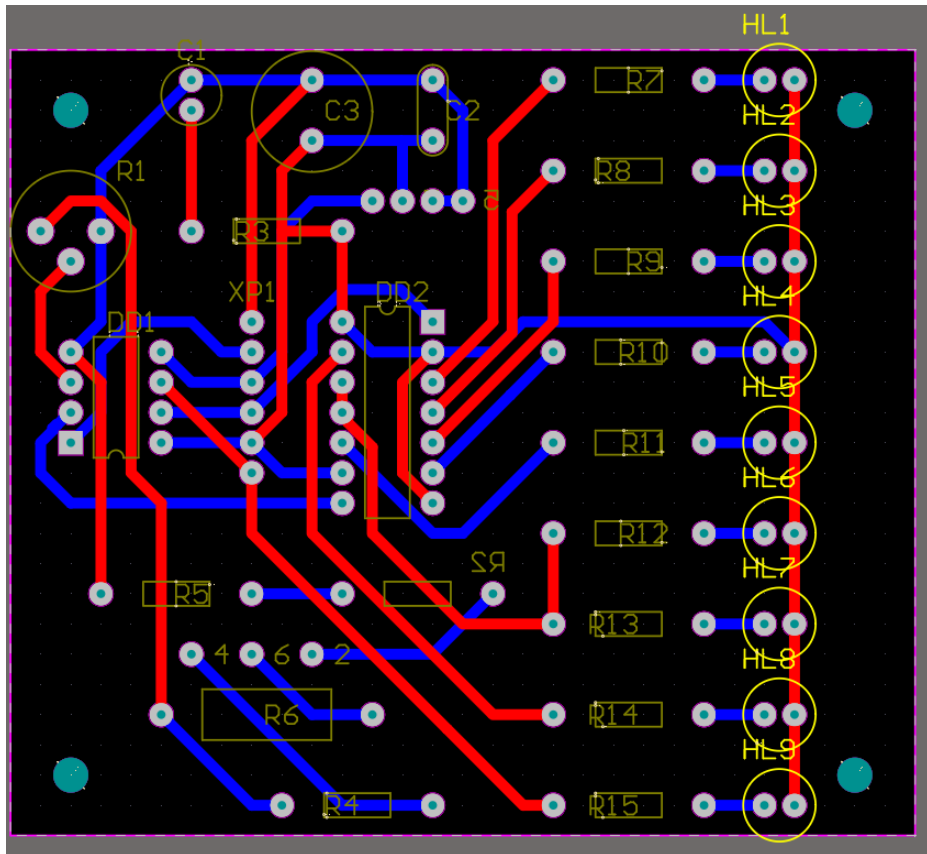


Рисунок А.1 – Друкована плата

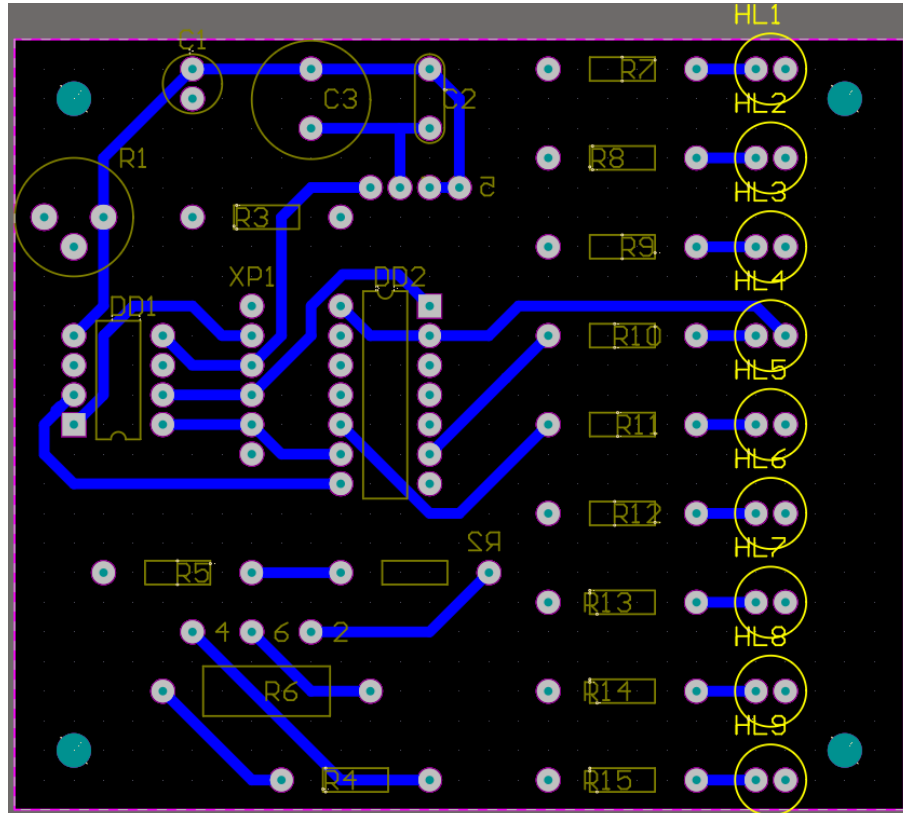


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Bottom

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2021 KRD 172 102 015 000 000

Арк.

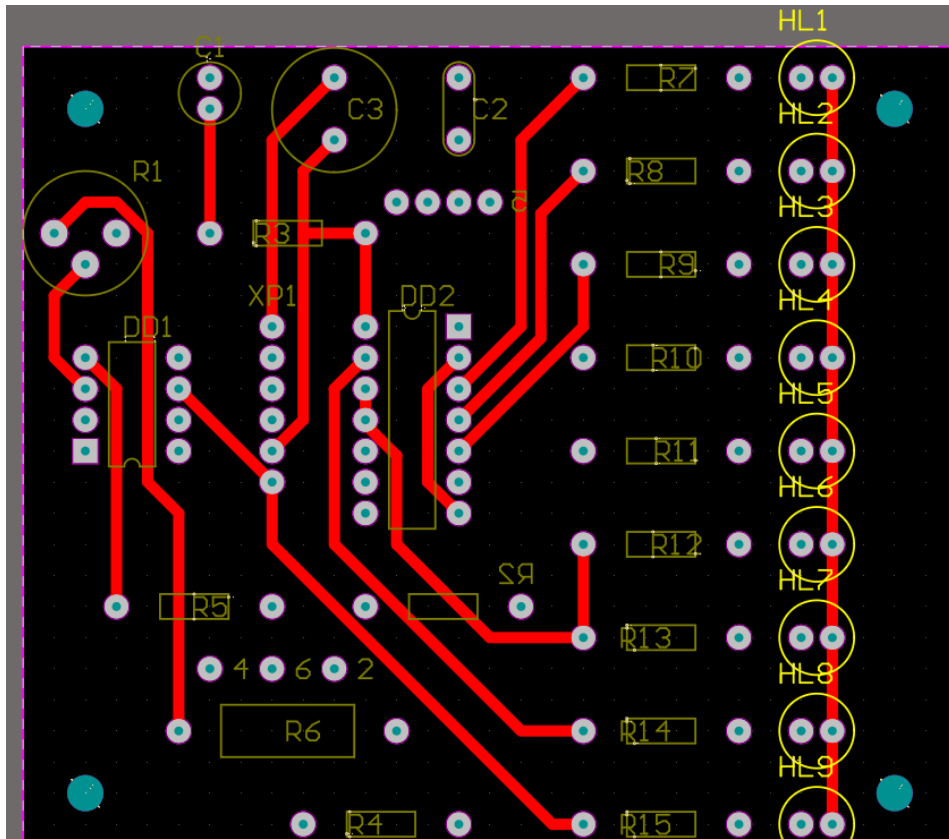


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Тор

					2021 KRD 172 102 015 000 000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Б 3D модель пристрою

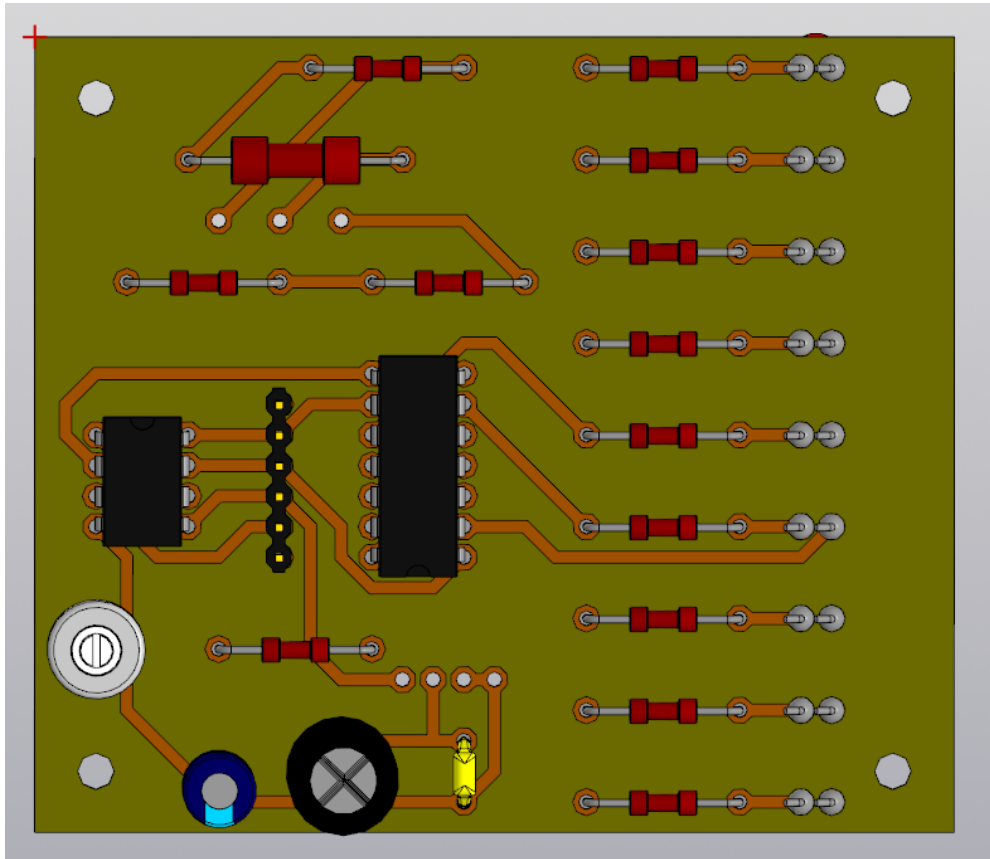


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний

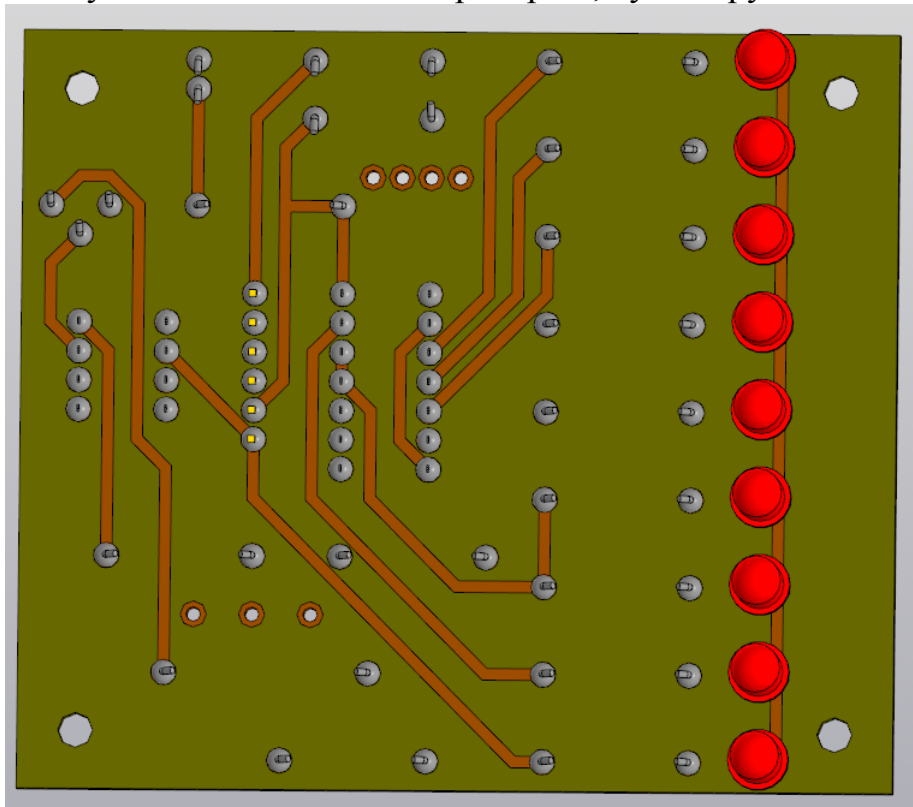


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний знизу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2021 KRD 172 102 015 000 000

Арк.

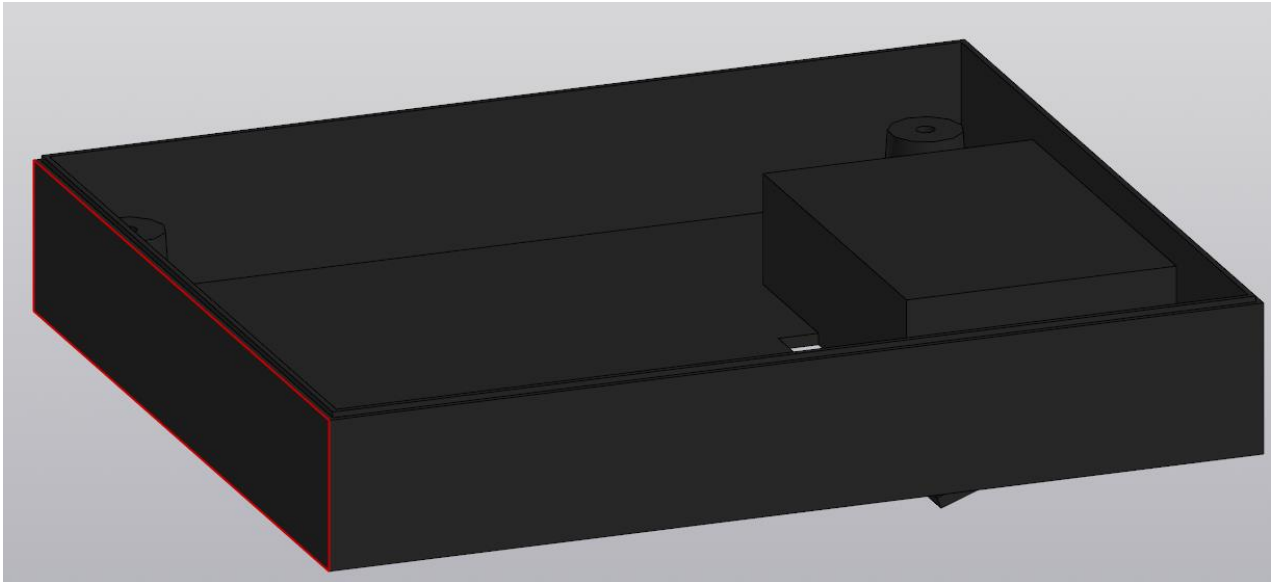


Рисунок Б.3– 3D модель пристрою, нижня кришка

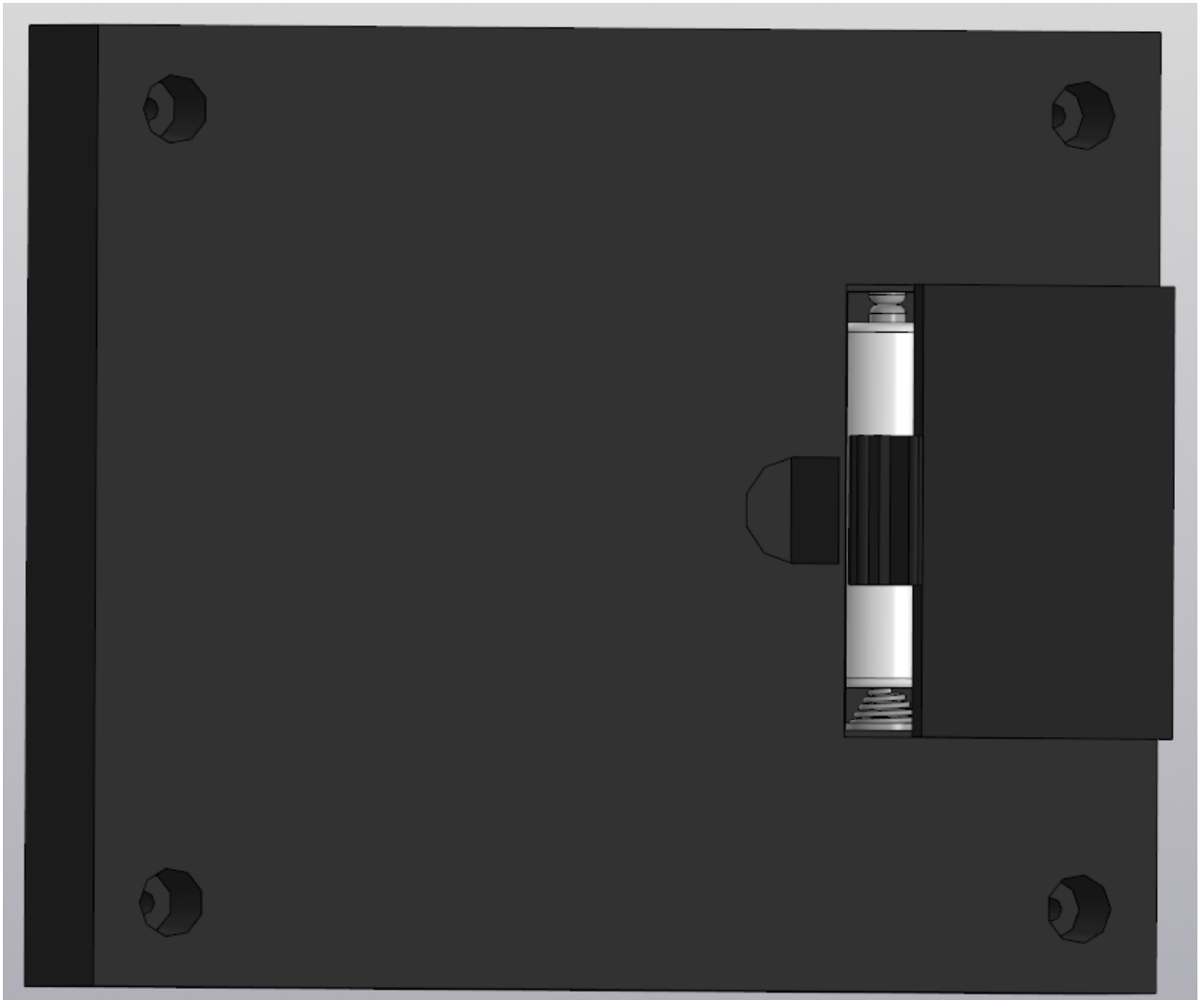


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, нижня кришка знизу

					2021 KRD 172 102 015 000 000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

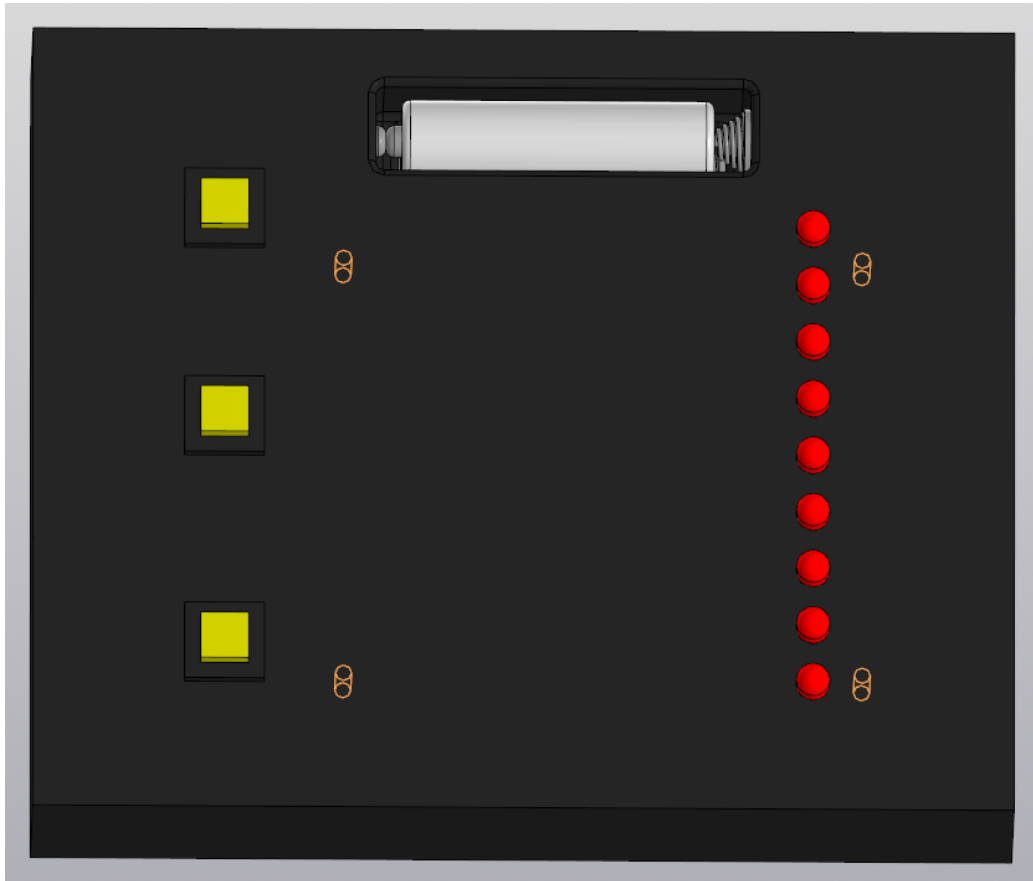


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, верхня кришка



Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, верхня кришка знизу

						2021 KRD 172 102 015 000 000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

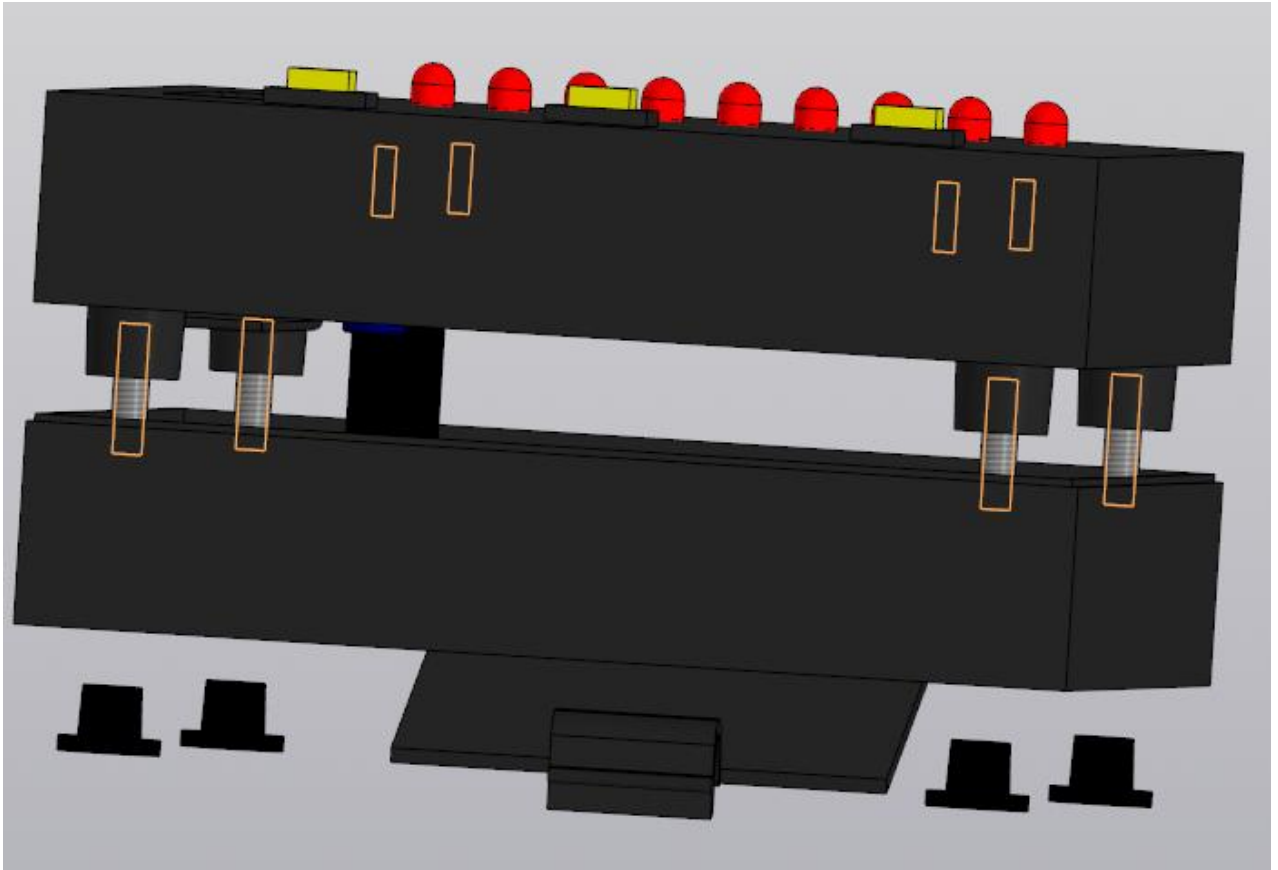


Рисунок Б.7 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

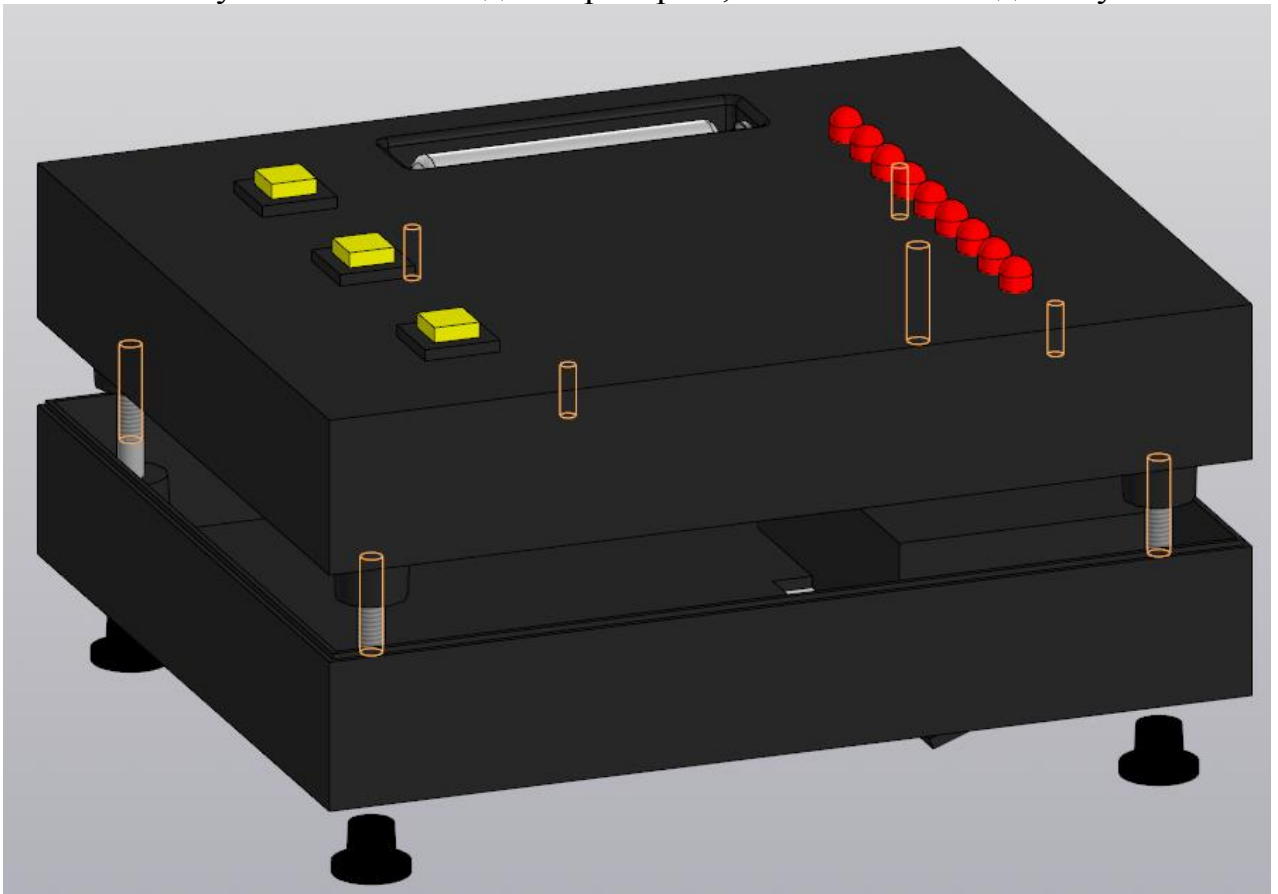


Рисунок Б.8 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

					2021 KRD 172 102 015 000 000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		