

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)

ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА  
до кваліфікаційної роботи

фаховий молодший бакалавр  
(освітньо-професійний ступінь)

на тему: Розробка конструкції автомата керування вуличним світлом з  
астротаймером

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)

Біда О.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Недошитко Л.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Дедів І. Ю.

(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

\_\_\_\_\_ Біда Олег Олексійович \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи

Розробка конструкції автомата керування вуличним світлом з астротаймером \_\_\_\_\_

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 Профілактика нещасних випадків, професійних захворювань і отруєнь на виробництві

4.2 Класифікація видів горіння

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	85.05	
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

\_\_\_\_\_ Біда О.О.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_ Недошитко Л.М.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

<b>АНОТАЦІЯ</b> .....	7
<b>ВСТУП.</b> Призначення і область застосування радіопристрою.....	9
<b>РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА</b> .....	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
<b>РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА</b> .....	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. ....	17
2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази .....	18
2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів .....	27
2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу .....	30
2.1.6 Розрахунок надійності проектного пристрою.....	33
2.1.7 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.....	35
2.2 Технологічна частина.....	35
2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології.....	35
2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки .....	36
2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів .....	38

					<i>2024.КВР.172.403.002.000.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Біда</i>			<i>Автомат керування вуличним світлом з астротаймером Пояснювальна записка</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Недошитко</i>					<i>5</i>	
<i>Рецензент</i>						<i>ВСП ТФК ТНТУ ТР-403ск м. Тернопіль</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Задорожній</i>						
<i>Затверд.</i>								

2.2.4 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.....	39
<b>РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....</b>	<b>42</b>
3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень .....	42
3.2 Розрахунок собівартості продукції.....	44
3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.....	48
<b>РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....</b>	<b>52</b>
4.1 Профілактика нещасних випадків, професійних захворювань і отруєнь на виробництві .....	52
4.2 Класифікація видів горіння.....	53
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>57</b>
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....</b>	<b>58</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>60</b>

## АНОТАЦІЯ

Біда О.О. Розробка конструкції автомат керування вуличним світлом з астротаймером: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2024.

Спроектowana конструкція пристрою реалізована в пластмасовому корпусі, який складається із 2 конструктивних елементів: верхньої та нижньої кришок. Органи управління кріпляться на верхній кришці. Також в проекті розроблена з використанням системи автоматизованого проектування двостороння плата друкована, на якій розміщені решта електрорадіоелементів.

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: мікроконтроллер, управління, астротаймер, освітлення.

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					

## ABSTRACT

Bida O.O. Development of the design of an automatic control of street lights with an astrotimer: 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 designed design of the device is implemented in a plastic case, which consists of 2 structural elements: upper and lower covers. Controls are mounted on the top cover. Also, in the project, a double-sided printed circuit board was developed using the automated design system, on which the rest of the electro-radio elements are placed. 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, it is unified and developed taking into account typical technological processes in the field of electronic device production, which ensures hears a quick return on investment.

Key words: microcontroller, control, astrotimer, lighting.

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					



## ВСТУП

Пропонований пристрій відрізняється від раніше опублікованих приладів того ж призначення тим, що визначає моменти включення та виключення вуличного освітлення, розраховуючи положення Сонця щодо горизонту.

Для автоматичного керування роботою вуличного освітлення зазвичай використовують два типи пристроїв. Один з них включають і виключають освітлення в залежності від рівня природної освітленості - це так звані сутінкові вимикачі. Інші включають і виключають штучне світло в певний заздалегідь заданий час - це так називаються програмовані таймери.

Кожен тип пристроїв має свої переваги та недоліки. Сутінкові вимикачі в ідеалі забезпечують оптимальне управління освітленням, включаючи і виключаючи його саме тоді, коли це необхідно. Наприклад, у ясну погоду воно буде включено ввечері пізніше, ніж у похмуру погоду. Отим забезпечується оптимальна освітленість вулиці незалежно від погодних умов. Щоправда, різниця між часом включення або виключення освітлення за ясної та похмурої погоди дуже невелика, за спостереженнями автора, вона не перевищує 7... 10 хв.

У реальних умовах сутінкові вимикачі, будучи чутливими до зовнішніх впливів аналоговими пристроями, мають істотну залежність моментів спрацьовування від ряду факторів, що заважають. До них можна віднести сильну залежність характеристик фоторезисторів, що використовуються як датчики освітленості, від температури навколишнього середовища, наведення електромагнітних перешкод на ланцюги вимірювання освітленості, забруднення оптичного вікна датчика освітленості. Все це істотно збільшує похибку спрацьовування вимикача і зводить "нанівець" теоретичну оптимальність управління освітленням.

Сучасні програмовані таймери, що використовуються для управління вуличним освітленням, являють собою, по суті, електронні частини з двома будильниками. За сигналом одного будильника таймер вмикає світло ввечері, за сигналом іншого - виключає вранці. Ці повністю цифрові пристрої вільні від недоліків, властивих сутінковим вимикачам. Вони надійні в роботі та забезпечують стабільність моментів роботи. Головний недолік програмованого таймера полягає в тому, що через кожні два-три дні він вимагає коригування моментів спрацювання через те, що тривалість світлового дня природним чином змінюється. Це не дозволяє їсти такий пристрій необслуговуваним.

З розвитком компактних обчислювальних засобів програмовані таймери стали поступатися своє місце в системах управління вуличним освітленням новому типу пристроїв - астротаймерам, що являють собою електронні частини, пов'язані з мікроконтролером.

						Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата	2021.10.04	

У мікроконтроллер закладена програма астрономічних розрахунків, за якою він за відомими географічними координатами місця установки обчислює моменти знаходження світила (в даному випадку Сонця) у певних точках небесної сфери (наприклад, у точках сходу та заходу) і формує сигнали управління вулицями. Обслуговування такого пристрою мінімальне і зводиться до коригування ходу годинника, що потрібно дуже рідко, і заміни разів на кілька років батарей резервного живлення.

Похибка роботи астротаймера визначається ступенем досконалості реалізованого в програмі мікроконтролера алгоритму астрономічних розрахунків.

Для управління вуличним освітленням цілком достатньо, щоб вона не перевищувала  $\pm 5 \dots 7$  хв.

Пропонований пристрій автоматичного керування роботою вуличного освітлення побудовано на базі астротаймера [1].

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					

## РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

### 1.1 Розробка технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

Допустимі географічні координатні місця встановлення, град.:

Широта (північна) .....0...69,9;

Довгота (східна) .....0...180;

Точність завдання географічних координат, град .....0,1;

Похибка визначення моменту проходження Сонцем заданої точки небесної сфери мін, не гірше .....±3;

Напруга живлення, .....6,5...9;

Споживаний струм, мА .....35...60;

Максимальне напруга в ланцюзі управління контактором, .....36;

Максимальний струм спрацьовування контактора, А .....3,6.

### 1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

Схема структурна пристрою в своєму складі має такі елементи: живлення +9В, стабілізатор напруги +5В, мікросхеми годинника реального часу, основного блоку схеми мікроконтролера, системи управління та індикації, а також навантаження.

Рисунок 1.1-Схема електрична структурна

### 1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Рисунок 1.2-Схема електрична принципова

Основою пристрою є мікроконтролер ATmega168PA-PU (DD2). Відлік часу здійснюється за допомогою мікросхеми годинника реального часу DS1307N (DD1). Для відображення необхідної інформації використовується РК-дисплей HG1, який має два рядки по 16 символів. Резистор R11 регулює яскравість підсвічування дисплея, а підстроювальний резистор R8 дозволяє налаштувати контрастність зображення.

Вхідні дані вводяться в мікроконтролер за допомогою кнопок SB1 - SB4. Сигнал для керування освітленням формується мікроконтролером через порт PD7 (високий рівень - увімкнено, низький рівень - вимкнено). Ключ на транзисторі VT1 керує контактором KM1, який вмикає та вимикає вуличне освітлення. Застосування пристрою дуже широке, оскільки він може керувати освітленням як на вулицях міст і селищ, так і на приватних земельних ділянках. Потужність освітлювальних приладів може варіюватися від сотень ват до десятків кіловат. Конкретний вибір контакторів залежить від потужності керованого освітлення, тому його не розглядають у цій специфікації. У деяких випадках може знадобитися заміна транзистора VT1 для роботи з потужним контактором. Для керування освітленням на приватних ділянках, де сумарна потужність світильників не перевищує кількох сотень ват, рекомендується використовувати безконтактний симісторний комутатор замість контактора KM1. У цьому випадку транзистор VT1 і резистор R12 не встановлюють, а вхід комутатора підключають до перемикача SA1. Такий комутатор може керувати лампами з сумарною потужністю до 1,5 кВт, що забезпечує надійність, безшумність і мінімальний рівень перешкод в електромережі. Також відпадає потреба в додатковому джерелі живлення для обмотки контактора.

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					

При потужності навантаження до 200-250 Вт симістор VS1 може працювати без тепловідведення, що дозволяє розмістити всі елементи комутатора безпосередньо на друкованій платі пристрою, за умови її відповідної модифікації.

Перемикач SA1 дозволяє будь-якої миті примусово включити освітлення, що може бути корисним, наприклад, під час пошуку та заміни несправних ламп. У верхньому положенні перемикача освітлення керується автоматично за сигналами мікроконтролера. Живлення пристрою здійснюється від будь-якого нестабілізованого джерела постійної напруги 6,5-9 В. Струм споживання залежить від струму підсвічування дисплея HG1 і може становити 35-60 мА в залежності від опору резистора R11. Параметри джерела живлення для обмотки контактора залежать від типу застосовуваного контактора, проте його напруга не повинна перевищувати 36 В (з урахуванням пульсацій), інакше транзистор VT1 може бути пошкоджений.

Пристрій призначений для тривалої роботи без обслуговування, тому в програмі мікроконтролера передбачено захист від можливого "зависання" через випадкові збої. Цей захист реалізовано за допомогою сторожового таймера мікроконтролера, який активується при перевищенні нормальної тривалості виконання основних програмних циклів.

У таких випадках сторожовий таймер перезапускає мікроконтролер, що призводить до повторного старту програми. Єдина необхідна операція - встановлення оптимальної контрастності відображення інформації на дисплеї за допомогою підстроювального резистора R8.

										Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата						

## РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### 2.1 Розрахунково-конструкторська частина

#### 2.1.1 Опис конструювання виробу. Обґрунтування вибору кон-струкційних матеріалів і покриттів.

Конструювання радіотехнічного виробу складається з кількох основних етапів: розташування електронних компонентів на друкованій платі, вибір конструкційних матеріалів для корпусу і елементів, а також обґрунтування використання відповідних покриттів для забезпечення надійності та довговічності роботи пристрою.

Розташування електронних компонентів включає наступні кроки. Мікроконтролер та інші основні мікросхеми розташовуються на центральній частині друкованої плати для забезпечення зручного підключення до інших компонентів та оптимізації довжини доріжок. Пасивні компоненти (резистори, конденсатори) встановлюються навколо основних мікросхем, враховуючи їх функціональні зв'язки та мінімізацію паразитних ефектів. Джерела живлення та регулятори розміщуються ближче до краю плати для зручного підключення до зовнішніх джерел живлення і мінімізації нагрівання інших компонентів. РК-дисплей встановлюється на верхній частині плати для забезпечення зручного доступу до візуальної інформації, а кнопки керування розміщуються на передній панелі корпусу для легкого доступу користувача.

Корпус пристрою виготовляється з пластмаси, яка має хороші ізоляційні властивості, легка, міцна і зручна для виготовлення методом лиття під тиском. Пластмаса також забезпечує естетичний вигляд і дозволяє легко виконувати різноманітні форми корпусу.

Розміри корпусу визначаються з урахуванням розмірів друкованої плати та розташованих на ній компонентів. Наприклад, розміри 114×123×64 мм забезпечують достатньо місця для розміщення всіх необхідних елементів. Конструкція корпусу складається з двох частин – верхньої та нижньої кришок, що з'єднуються за допомогою саморізів. Верхня кришка має ніжки для кріплення плати, а також отвори для встановлення світлодіодів і резисторів [16].

Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів включає наступні аспекти. Пластмаса для корпусу вибирається завдяки своїм високим діелектричним властивостям, стійкості до механічних пошкоджень і впливу зовнішнього середовища.

Пластмаса легко обробляється і дозволяє створювати складні форми методом лиття під тиском. Метали для контактів та кріплень, такі як мідні та латунні сплави, забезпечують добру електропровідність та корозійну стійкість, а сталеві кріплення (гвинти, саморізи) вибираються за їхню міцність і надійність.

Антикорозійні покриття, такі як цинк, нікель або хром, використовуються для захисту металевих частин, забезпечуючи стійкість до корозії та підвищуючи довговічність виробу.

Ізоляційні покриття, включаючи пластикові та епоксидні смоли, застосовуються для покриття друкованих плат і захисту електронних компонентів від вологи та механічних пошкоджень.

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					

Теплопровідні пасти та підкладки використовуються для покращення тепловідведення від потужних елементів, таких як транзистори та регулятори напруги.

Таким чином, раціональне компоновання радіотехнічного виробу та вибір відповідних конструкційних матеріалів і покриттів є ключовими аспектами при проектуванні надійного та довговічного пристрою.

Використання сучасних матеріалів та технологій дозволяє забезпечити високі експлуатаційні характеристики і зручність у користуванні, що є важливим для задоволення потреб кінцевих користувачів [16].

### 2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Корпус являється однією з важливих складових частин виробу. Він забезпечує механічний захист розміщених в ньому елементів, служить основною несучою конструкцією виробу як при експлуатації так і при його транспортуванні. Також він забезпечує хороший захист від вологи і пилу, від попадання прямого сонячного проміння та захищає виріб від механічних пошкоджень [14].

Корпус даного пристрою виготовлений із пластмаси та складається із верхньої та нижньої кришок. До верхньої кришки кріпляться плата друкована за допомогою гвинтів та шайб та скло під індикатор за допомогою клею, накладки під кнопки і перемикач. Роз'єм за допомогою гвинтів та шайб кріпиться до нижньої кришки. До нижньої кришки кріпляться заглушки. Кришки між собою кріпляться за допомогою гвинтів. У двох кришках є місце де розміщений роз'єм живлення у спеціальному пазі.

Дуже важливе значення при проектуванні виробу має його компоновка. Адже такі показники як дизайн, конструктивне оформлення, зручність при експлуатації і ремонті відносяться до основних факторів, що враховується при проектуванні виробу.

Вимоги до габаритних розмірів плат визначимо технологією їх виготовлення. Розміри плати виконаємо економічно доцільними (істотне обмеження на типорозміри з метою стандартизації інструментів і пристосувань). Відхилення від прямокутної форми і створення пазів у зовнішньому контурі призводить до підвищених виробничих витрат і неповного використання вихідних матеріалів.

Розміри плати повинні відповідати ГОСТ 10317-72, в якому рекомендовано типи плат із співвідношенням сторін від 1 до 1 до 2 до 1. Максимальна ширина не повинна перевищувати 500мм. Рекомендована товщина в мм: 0,8; 1; 1,5; 2; 2,5; 3.

Якщо електрорадіоелементи мають штирові виводи, то їх встановлюють в отвори друкованої плати і загинають виводи під кутом 60° і обрізають в межах контактних площадок і запаюють методом пайки «хвилюю припоєю». При цьому забезпечимо більшу щільність монтажу, так як на одній і тій же платі розташуємо більшу кількість елементів [15].

Від правильного розташування корпусів мікросхем на друкованій платі залежать такі параметри РЕА як габарити, маса, надійність, завадостійкість.

Крок установки інтегральних мікросхем визначається необхідною щільністю компоновки, температурними режимами роботи компонентів на платі, методом розробки топології плати (ручна, машинна), типом корпусу і складністю електричної схеми. Рекомендований крок установки ІМС 2,5 мм [16].

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					

### 2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1- Резистори MFP Уагео [2]

Позиційне позначення R1-R7, R9-R12

Назва компонента Резистор MFP

Виробник Уагео

Критерії вибору Потужність розсіювання, максимальна робоча на-пруга, діапазон опорів, відхилення від номіналу

Параметри конструкції див. рисунок 2.1

Параметри та характеристики

номінальна потужність 0,125, 0,25 Вт

діапазон номінальних опір 1...10•10<sup>6</sup> Ом

допустиме відхилення опору ±10%

максимальна робоча напруга 200В

діапазон робочих температур -60.....+70°C

Рисунок 2.1- Габаритні розміри резисторів MFP Уагео

Таблиця 2.2- Конденсатор RDE5C1H [3]

Позиційне позначення C1-C3

Назва компонента Конденсатор NPO

Виробник Murata

Критерії вибору діапазон ємностей, максимальна напруга

Параметри конструкції див. рисунок 2.2

Параметри та характеристики

Робоча напруга 50В

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

Діапазони ємностей 5нФ – 0,1мкФ

Група ТКС H20

Рисунок 2.2- Габаритні розміри конденсатора NPO

Таблиця 2.3 - Кварцовий резонатор HC-49U [4]

Позиційне позначення ZQ1

Назва компонента Кварцовий резонатор HC-49U- 32768 кГц

Виробник АСТ

Критерії вибору Резонансна частота, робоча температура, відповідність схемі пристрою

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					

Параметри та характеристики

Резонансна частота, МГц 32768 кГц  
Точність настройки dF/Fx 10-6 30  
Температурний коефіцієнт 10-30, Ктх  
Нагрузочная ємність 32пФ  
Робоча температура 20 ... +70°C  
Корпус НС-49  
Довжина корпусу 13.5мм  
Діаметр (ширина) корпуси, D (W) 11.5мм

Рисунок 2.3- Габаритні параметри кварцового резонатора НС-49U- 32768 кГц

Таблиця 2.4- Транзистор 10N65F [5]

Позиційне позначення VT1

Назва компонента Транзистор 10N65F

Виробник "UMW"

Критерії вибору Параметри, структура, габарити, відповідність схемі

Параметри конструкції див. рисунок 2.4

Параметри та характеристики

Тип транзистора: MOSFET

Полярність: N

Максимальна потужність, що розсіюється (Pd): 50 W

Гранично допустима напруга сток-витік |Uds|: 650 V

Гранично допустима напруга затвор-витік | Ugs |: 30 V

Максимально допустимий постійний струм стоку | Id |: 10 A

Максимальна температура каналу (Tj): 150 °C

Час зростання (tr): 26.2 ns

Вихідна ємність (Cd): 146.5 pf

Опір сток-витік відкритого транзистора (Rds): 0.85 Ohm

Тип корпусу: TO220F

Рисунок 2.4 – Габаритні розміри та зовнішній вигляд транзистора 10N65F

Таблиця 2.5 -Мікросхема DS1307N "HGSEMI" [6]

Позиційне позначення DD1

Назва компонента Мікросхема DS1307N

Виробник "HGSEMI"

Критерії вибору максимальний струм навантаження, максимальна вхідна напруга

Параметри конструкції див. рисунок 2.5

Параметри та характеристики

Функція Clock, Calendar

Інтерфейс шини системного годинника Serial

Формат часу HH:MM:SS

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					



Напруга живлення – макс. 5.5 V  
 Напруга живлення – min. 4.5 V  
 Максимальна робоча температура + 85 °C  
 Мінімальна робоча температура - 40 °C  
 Вид монтажу Through Hole  
 Корпус PDIP N  
 Серія DS1307  
 Розмір пам'яті системного годинника 56 B

Рисунок 2.5 – Габаритні розміри мікросхеми DS1307N

Таблиця 2.6 - Перемикач ASW-09-102 [7]  
 Позиційне позначення SA1  
 Назва компонента Перемикач ASW-09-102  
 Виробник "Jietong Switch"  
 Критерії вибору Розміри, функції та якість  
 Параметри та характеристики  
 Номінальність 6A, 250B/10A, 125B  
 Контактний опір  $\leq 50\text{мОм}$   
 Опір ізоляції  $\geq 100\text{мОм}$   
 Діелектрична інтенсивність  $\geq 1500\text{В/1мін}$

Рисунок 2.6- Габаритні розміри перемикача ASV-09-102

Таблиця 2.7- Кнопка PBS-11A "Jietong Switch" [8]  
 Позиційне позначення SB1-SB4  
 Назва компонента Кнопка тактова PBS-11A  
 Виробник Jietong Switch  
 Критерії вибору Габарити, практичність, функції  
 Параметри конструкції Див.рис.2.7  
 Параметри та характеристики  
 Спосіб монтажу в отвори на плату  
 Робоча напруга 12В  
 Робочий струм 0.05А  
 Висота 13мм  
 Типорозмір 6x6  
 Вага 0.33г

Рисунок 2.7- Габаритні розміри кнопки PBS-11A "Jietong Switch"

Таблиця 2.8 - Резистор підстроювальний 3329H [9]  
 Позиційне позначення R8  
 Назва компонента Резистор 3329H  
 Виробник Bourns  
 Критерії вибору корпусовані, вивідний, потужність 1 Вт.

										Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата						

Паметри конструкції Див.рис.2.8  
Параметри та характеристики  
Номінальне відхилення 10%  
Максимальна постійна напруга 500В  
Температурний коефіцієнт 250+/-  
Робоча температура -55 ... +125°C  
Спосіб монтажу в отвір  
Опір 20кОм

Рисунок 2.8 –Габаритні розміри резистора підстроювального 3329Н

Таблиця 2.9- Дисплей BGB12232-10 "Blaze" [10]

Позиційне позначення HG1

Назва компонента Дисплей BGB12232-10

Виробник "Blaze"

Критерії вибору Розміри, колір підсвічування, споживання

Параметри конструкції Див.рис.2.9

Параметри та характеристики

Кількість точок у рядку 122

Кількість рядків 32

Тип кристалів STN

Колір підсвічування Білий

Тип контролера sbn1661

Напруга живлення Vdd-Vss, 5

Розмір модуля WxHxTмм 84x44x12.8

Видима площа WxHмм 60x18

Вага, г 24

Рисунок 2.9 Зовнішній вигляд дисплея BGB12232-10

Таблиця 2.10 -Мікросхема KIA7805API [11]

Позиційне позначення DA1

Назва компонента Мікросхема KIA7805API

Виробник "Korea Electronics"

Критерії вибору максимальний струм навантаження, максимальна вхідна напруга

Параметри конструкції див. рисунок 2.10

Параметри та характеристики

Категорія продукту Лінійні регулятори напруги

Вид монтажу Through Hole

Тип корпусу TO-220-3

Вихідна напруга 5 V

Вихідний струм 1.5 A

Діапазон робочих температур 0 C to + 125 C

Вага виробу 6 g

Вхідна напруга (макс.) 25 V

Вхідна напруга МІН. 7 V

Серія UA7805

										Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата						

Рисунок 2.10– Габаритні розміри та зовнішній вигляд мікросхеми KIA7805API

Таблиця 2.11 -Мікросхема ATMEGA168PA-PU [12]

Позиційне позначення DD2

Назва компонента Мікросхема ATMEGA168PA-PU

Виробник "Microchip"

Критерії вибору Параметри, функції, вхідна та вихідна напруга

Параметри конструкції див. рисунок 2.11

Параметри та характеристики

Розрядність 8-bit

Тактова частота 20MHz

Пам'ять програм 16KB (8K x 16)

Об'єм EEPROM 512 x 8

Об'єм RAM 1K x 8

Число ліній введення/виводу 23

Вбудовані інтерфейси I2C, SPI, UART/USART

Вбудована периферія

Brown-out Detect/Reset, POR, PWM, WDT

Наявність та тип ЦАП/АЦП A/D 6x10b

Напруга живлення 1.8 V ~ 5.5 V

Рисунок 2.11– Габаритні розміри та зовнішній вигляд мікросхеми ATMEGA168PA-PU

#### 2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Для розрахунку стабілізаторів напруги на ІМС, як правило, необхідні наступні початкові дані: номінальне значення вихідної напруги  $U_{CT\ BIX\ NOM}$ ; граничні значення вихідної напруги  $U_{CT\ BIX\ min}$ ,  $U_{CT\ BIX\ max}$ ; мінімальний і максимальний струми навантаження  $I_H\ min$ ,  $I_H\ max$ ; температурна нестабільність напруги вхідної  $\alpha U$ ; нестабільність вихідної напруги  $K_{HCTU}$  або коефіцієнт пульсацій вихідної напруги  $K_P$ ; коефіцієнт стабілізації напруги  $K_{CTU}$ ; внутрішній опір стабілізатора  $R_{CT\ BIX}$ ; температурний коефіцієнт  $\gamma$  [19].

Рисунок 2.12– Електрична принципова схема стабілізатора і конденсатора

Вибір ІМС виконується за заданими  $U_{CT\ BIX}$ ,  $I_{CT\ BIX\ max}$ ,  $K_{CTU}$ ,  $\gamma$ ,  $R_{CT\ BIX}$  із рисунку 2.18. Бажано віддавати перевагу тим ІМС, які працюють з меншою кількістю зовнішніх елементів.

При цьому повинні виконуватися наступні умови

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					

Таблиця 2.12 - Параметри стабілізаторів

Було обрано стабілізатор KIA7805API "Korea Electronics, який має параметри такі як в КР142ЕНА.

Незалежно від типу обраної ІМС визначаємо наступні параметри

$$+ \quad (2.1)$$

$$(2.2)$$

$$(2.3)$$

де  $\alpha(+)$ ,  $\alpha(-)$  – найбільше позитивне та негативне відносне змінювання вхідної напруги.

Можливі граничні значення ККД:

$$(2.4)$$

$$(2.5)$$

Передбачається, що струм споживаний стабілізатором є малим .

Визначення ємності конденсатора за формулою:

$$(2.6)$$

де  $C_0$  – ємність, мкФ;

Коефіцієнт пульсацій  $K_{п0}=0,03$  %;

$r$  – опір, Ом.

Розраховуємо робочу напругу:

Рисунок 2.13 – Графік для визначення коефіцієнта  $H$ : (2.7)

Вибираємо тип конденсатора з довідника за параметрами  $C_0$  ном і  $U_{роб}$ .

Вибираємо конденсатор типу NPO-1 мкФ 5% "Murata".

### 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 [19].

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

$$b_{min1} = \quad (2.8)$$

де  $I_{max}$ - допустима густина струму, який протікає в провідниках.

Визначається із аналізу принципової схеми,  $I_{max} = 1A$  ;

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					

Ідоп – допустима густина струму, вибирається в залежності від методу виготовлення плати з табл.1,  $j_{доп} = 48 \text{ А/мм}^2$ ,  $t$  – товщина провідника,  $35 \text{ мкм} = 0,035 \text{ мм}$

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

$$b_{min}^2 = \dots \quad (2.9)$$

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

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

$U = 0,9 \text{ В}$  – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів  $d$ :

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r \quad (2.10)$$

де:  $d_E$  – максимальний діаметр виводу встановленого ЕРЕ (діаметр ви-вода 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, кварца, конденсаторів, резисторів, підпаювання провідників.

$d_{E2} = 1,0$  -для дисплея НГ1, реле К1, транзистора VT1, мікросхеми DA1 та батареї GB1.

$$d = d_{E1} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,8 + |0,1| + 0,3 = 1,1 \text{ мм}$$

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

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{min} = D1_{min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.11)$$

де:  $h\phi$  – товщина фольги;  $D1_{min}$  – мінімальний ефективний діаметр площадки; (2.12)

де:  $b_m$  – відстань від краю просвердленого отвору до краю контактної площадки;  $b_m = 0,06 \text{ мм}$ .

$\delta d$  і  $\delta r$  - допуски на розташування отворів і контактних площадок;

$$\delta d = 0,25 \text{ мм}, \delta r = 0,4 \text{ мм}.$$

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

$$d_{max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad (2.13)$$

де:  $\Delta d$  - допуск на отвір.

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

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

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

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

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{max} = D_{min} + (0,02 \dots 0,06) \quad (2.14)$$

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

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

Визначаємо ширину провідників. Мінімальна ширина провідників для ДДП і зовнішніх шарів БДП, які виготовлені комбінованим методом: (2.15)

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					

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

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.  
Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою: (2.16)

де:  $L_0$  – відстань між центрами відповідних елементів;  
Мінімальна відстань між двома контактними площадками:  
$$S_{2min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta_p) \quad (2.17)$$

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta_1) \quad (2.18)$$

$$S_{3min1} = 2,5 - (2,8 + 2 \cdot 0,05) = -0,4 \text{ мм}$$

$$S_{3min2} = 2,5 - (3,0 + 2 \cdot 0,05) = -0,6 \text{ мм}$$

У зв'язку із тим, що в розрахунку виходять від'ємні значення, то необхідно контактні площадки робити овальними для резисторів, конденсаторів електролітичних і керамічних, мікросхем, кварца, транзисторів, реле та підпаювання провідників.

### 2.1.6 Розрахунок надійності проектного пристрою

Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD\_Release [13]:

Таблиця 2.13 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть		К-сть		К-сть	
шт.	Кнопр	Івідм*1e-06	К-сть*Кнав	від*1e-06			
1	ІМС 3	1	0,03	0,09			
2	Транзистори НЧ	1	0,35	4	1,4		
3	Дисплей	1	1	10	10		
4	Реле	1	2,2	2,2			
5	Кнопки	4	1	2,2	8,8		
6	Конденсатори керамічні		3	0,1	1,4	0,42	
7	Резистори постійні		11	0,42	0,8	3,696	
8	Резонатор кварцовий		1	1	0,2	0,2	
9	Друкована плата		1	1	0,1	0,1	
10	Пайки		113	1	0,02	3,26	
11	Гніздо		2	1	0,02	0,04	
12	Батарей		1	1	30	30	
13	Кнопка		4	1	2,2	8,8	
14	Резистори підстроювальні		1	0,42	5	2,1	

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 9.1766e-005 1/год

Середня наробка до відмови: 10897.3 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи P(t):

t = 10 год. P(t) = 0.999083

t = 100 год. P(t) = 0.990865

t = 1000 год. P(t) = 0.912319

t = 10000 год. P(t) = 0.399453

t = 100000 год. P(t) = 0.000103

Рисунок 2.14- Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 10897 год. Надійність виробу є високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

### 2.1.7 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності:

Розрахуємо споживану потужність пристрою [18]:

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

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi, \quad (2.19)$$

де U – напруга живлення пристрою, становить +9В постійної напруги;

I – струм споживання пристрою, становить 50мА;

$$P = 9\text{В} \cdot 1\text{А} \cdot 1 = 9\text{Вт}$$

## 2.2 Технологічна частина

### 2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу

Для того щоб забезпечити технологічність конструкції виробу зручність його зборки при виробництві також розбори при налагоджуванні. Корпус можна виконати з двох коритоподібних кришок верхньої та нижньої. Такий тип конструкції повинен забезпечувати легкий доступ до вузлів виробу його регулювання й налагоджування. Даний корпус виготовляється з чорної пластмаси. Такі корпуса мають переваги над металевими це-простота виготовлення його легко збирати і обробляти але є один недолік пластмаса є гігроскопічною із часом такий корпус втрачає властивості захисту. Ще такий корпус має гарний естетичний вигляд.

Наступний етап це виготовлення корпусу. Він повинен відповідати умовам нормального зовнішнього вигляду з врахуванням розміщених в ньому різних деталей. Корпус проектного пристрою виготовляється з термопластичної пластмаси. Корпус виготовляється методом лиття під тиском, цей метод виконується таким чином: пластмаса під тиском подається у холодну прес форму, що дає змогу підвищити ефективність процесу та більшу швидкість виготовлення корпусу, так як пластмаса швидко розтікається, заповнює всі камери форми і швидше застигає тому, що форму не підігрівають, і залишається там до повного вистигання [16].

Технологічний процес виготовлення кришок буде складатися з наступних операцій:

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					

Виготовлення форми кришок згідно типової операції з допомогою станків з ЧПК, виконують працівники середньої кваліфікації. Вибір матеріалу пластмаси, яка буде забезпечувати корпус проектного виробу будуть проводити працівники вищої кваліфікації. Наступною операцією є процес лиття під тиском, де виготовляють корпус для виробу. Після цього проходить операція охолодження, де відбувається охолодження корпусу до повного вистигання. Механічні доробки. В даній операції проводиться зняття літнікових каналів, на станках з ЧПК проводиться свердління отворів і їх фрезерування, і інші доробки також проводиться нарізання різьби. Електромонтажна операція. В цій операції перемички припаюються від індикатора, перемикача і гнізда до друкованого вузла [24].

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

Якісна оцінка технологічності конструкції проектного радіопристрою включає аналіз кількох ключових аспектів, які визначають простоту та ефективність виробництва, експлуатації та обслуговування радіопристрою. Основними критеріями оцінки є наступні: матеріали та компоненти, конструкція та монтаж, технологічні процеси, ергономіка та зручність обслуговування, надійність та довговічність, економічність, а також випробування та контроль якості. Важливо оцінити вибір матеріалів та електронних компонентів з точки зору їх доступності, вартості та надійності. Використання стандартних, серійно виготовлених компонентів підвищує технологічність конструкції, зменшує витрати та спрощує процес виготовлення. Проста конструкція з мінімальною кількістю деталей та вузлів сприяє підвищенню технологічності. Оптимальною є модульна конструкція, яка дозволяє легко замінювати окремі частини пристрою. Також важливо, щоб конструкція дозволяла застосовувати автоматизовані методи монтажу, такі як SMT (Surface Mount Technology), що підвищує точність і швидкість складання.

Оцінка включає аналіз виробничих процесів, необхідних для виготовлення пристрою. Технологічність підвищується при використанні стандартних, перевірених процесів, що не потребують спеціального обладнання або складних процедур. Наприклад, друковані плати мають бути спроектовані таким чином, щоб їх виготовлення та монтаж компонентів можна було виконувати за допомогою існуючих технологій, таких як пайка хвилею або рефлов. Конструкція пристрою має забезпечувати легкий доступ до основних компонентів для їх обслуговування, ремонту або заміни. Інтерфейси користувача повинні бути інтуїтивно зрозумілими, а розташування елементів – логічним та зручним для користувача. Важливим аспектом є забезпечення надійності пристрою протягом його експлуатації. Конструкція має бути стійкою до зовнішніх впливів (температура, вологість, механічні навантаження), а також мати захист від електромагнітних завад. Використання якісних матеріалів і компонентів підвищує довговічність пристрою.

Оцінка включає аналіз економічних аспектів виробництва. Технологічність підвищується при мінімізації витрат на матеріали, виготовлення та складання.

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					



Важливо також врахувати можливості масового виробництва, що значно знижує собівартість виробу. Конструкція має передбачати можливість проведення стандартних випробувань і контролю якості на різних етапах виробництва. Це включає тестування друкованих плат, перевірку функціональності електронних компонентів і готового пристрою.

Загалом, якісна оцінка технологічності конструкції проєктованого радіопристрою спрямована на те, щоб забезпечити високу ефективність виробництва, надійність і зручність експлуатації, а також оптимальні витрати на виготовлення і обслуговування [19].

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

Комбінований метод виготовлення друкованих плат (ДП) включає використання різних технологій та матеріалів для створення складних електронних пристроїв. Цей метод поєднує традиційні технології виготовлення ПП з новітніми методами, такими як мікроелектроніка, 3D-друк, SMT (Surface Mount Technology) тощо. Процес починається з проєктування ДП, яке здійснюється за допомогою програмного забезпечення САД. Потім розробляються маски для нанесення шарів. Основним матеріалом плати зазвичай обирають FR-4 (склотекстоліт) завдяки його електричним властивостям і механічній міцності, а також готуються мідні фольги для формування провідних доріжок. Наступним кроком є нанесення фоторезисту, який служить для створення малюнка провідників.

Використовується ультрафіолетове світло для експонування фоторезисту через маску, що містить схему доріжок.

Потім процес проявлення видаляє неекспоновані ділянки фоторезисту, після чого здійснюється травлення плат у хімічних розчинах (наприклад, хлориді заліза або персульфаті амонію) для видалення зайвої міді, залишаючи лише потрібні провідні доріжки.

Далі застосовується технологія поверхневого монтажу (SMT) для розміщення компонентів на поверхні плати, а компоненти паяються за допомогою рефлову або пайки хвилею. Наступним етапом є інтеграція мікросхем і чипів, що забезпечують додатковий функціонал. Мікросхеми можуть бути вбудовані безпосередньо в корпус або на поверхню плати. Для створення специфічних структур, таких як вбудовані антени, механічні кріплення або частини мікроелектромеханічних систем (MEMS), застосовується 3D-друк.

Також використовуються спеціальні друковані матеріали для виготовлення електронних компонентів (транзисторів, діодів, конденсаторів) безпосередньо на ПП. Для цього застосовуються технології друку тонким шаром та друк живлення і комунікаційних шин. Завершальним етапом є контроль якості, який включає перевірку ДП на наявність дефектів, тестування електричних з'єднань та використання рентгенографії для виявлення внутрішніх дефектів.

Основними матеріалами, що використовуються у цьому методі, є FR-4 (склотекстоліт), який забезпечує міцність і стійкість до температурних впливів, та мідь, що використовується для формування провідних доріжок на платі.

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					

Допоміжними матеріалами є фоторезист, хімічні розчини для травлення, паяльна паста, конформне покриття, яке захищає плату від вологи, пилу та хімічних впливів.

Ця технологія дозволяє створювати складні електронні пристрої з високою функціональністю та продуктивністю, використовуючи різноманітні технології та матеріали для досягнення оптимальних результатів [15].

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

Маршрутно-операційна технологія складання включає в себе наступні кроки:

- установка друкованого вузла на верхню кришку ;
- кріплення друкованого вузла за допомогою гвинтів та гайок через шайби;
- кріплення перемикача, скла під дисплей та накладок під кнопки до верхньої кришки;
- кріплення гнізда на нижній кришці;
- кріплення гнізда живлення;
- фіксація кришок за допомогою гвинтів та кріплення ніжок.

Маршрутно-операційна технологія складання друкованого вузла включає в себе наступні кроки:

- розконсервація друкованої плати;
- маркування заводського номера;
- захист контактних площадок, які не підлягають автоматизованій пайці, латексом;
- сушка;
- формування виводів ЕРЕ;
- лудження виводів ЕРЕ;
- встановлення ЕРЕ;
- автоматизована пайка хвилею припою;
- рихтування;
- регулювання;
- лакування;
- технічний контроль [17].

										Арк.
Змн.	Арк.		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; обрано – 740грн/м<sup>2</sup> за місяць). При цьому вартість передавальних пристроїв включається в орендну плату будівель.

*Вартість будівель* розраховується за формулою:

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

$$V_{\text{буд}} = 740 \times 130 = 96200 \text{ (грн.)}$$

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

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

$S_{\text{буд}}$  – площа будівлі, м<sup>2</sup> (приймається 130 м<sup>2</sup>).

Будівлі оренднуються разом із обладнанням, тобто :

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

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 96200 + 48100 = 144300 \text{ (грн.)}$$

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

$$V_{\text{обл}} = V_{\text{буд}} \cdot K_0, \quad (3.3)$$

$$V_{\text{обл}} = 96200 \cdot 0,5 = 48100 \text{ (грн.)}$$

де  $K_0$  – коефіцієнт, що враховує вартість обладнання ( $K_0 = 0,4 \div 0,6$ ).

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:

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

$$V_{\text{інстр}} = 48100 \times 0,02 \times 1,1 = 1058,2 \text{ (грн.)}$$

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					

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:

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

$$V_{\text{інв}} = 48100 \times 0,03 \times 1,1 = 1587,3 \text{ (грн.)}$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

$$\text{ПІ} = 144300 + 1058,2 + 1587,3 = 146945,5 \text{ (грн.)}$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

$$A = \frac{2645,5 \times 25}{100} = 661,4 \text{ (грн.)}$$

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

№з/ п	Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, тис. грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, тис. грн.
	Інструменти та прилади	1058,2	264,6
	Виробничий та господарський інвентар	1587,3	396,8
	Всього:	2645,5	661,4

Таблиця 3.1- Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					

### 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.

Повна собівартість

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

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

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

$$B_m = 403 \times 1,04 = 419,12 \text{ (грн.)}$$

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

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					

Таблиця 3.2

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	25	25
2	Кришка нижня	1	25	25
3	Кришка верхня	1	25	25
4	Мікросхеми	3	30	90
5	Реле	1	30	30
6	Конденсатори керамічні	3	1	3
7	Резистори постійні	10	0,5	5
8	Транзистори	1	10	10
9	Зажими	2	20	40
10	Кварц	1	5	5
11	Дисплей	1	75	75
12	Батарейка	1	50	50
13	Перемикач	1	20	20
				403

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:

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

$$P_{від} = \frac{33}{60} \times 117 = 64,4(\text{грн})$$

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

$C_T$  – 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

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					

## Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	Т <sub>шт.</sub> , хв.	Розряд	Годинна тарифна ставка, (Сг), грн/год
1	Пайка	12	V	117
2	Регулювання	10	V	117
3	Складання	11	V	117
	Всього	33		

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

$$V_{\text{дод.з.пл.}} = P_{\text{від}} \times 0.11 \quad (3.10)$$

$$V_{\text{дод.з.пл.}} = 64,4 \times 0,11 = 7,1 \text{ (грн)}$$

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:

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

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (64,4 + 7,1) = 15,7 \text{ (грн)}$$

де  $\alpha$  відсоток відрахувань на соціальні заходи (приймають 22%);

б) 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:

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					

$$V_{y_{eo}} = \frac{\alpha_{y_{eo}}}{100} \times (P_{\text{вiд}} + V_{\text{дод.зпл.}}) \quad (3.12)$$

$$V_{y_{eo}} = \frac{55}{100} \times (64,4 + 7,1) = 39,34 \text{ (грн.)}$$

де  $\alpha_{y_{eo}}$ - 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:

$$V_{z_{v}} = \frac{\alpha_{z_{v}}}{100} \times (P_{\text{вiд}} + V_{\text{дод.зпл.}}) \quad (3.13)$$

$$V_{z_{v}} = \frac{120}{100} \times (64,4 + 7,1) = 85,8 \text{ (грн.)}$$

де  $\alpha_{z_{v}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 60÷200%).

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

$$S_{\text{вир}} = V_{\text{м}} + (P_{\text{вiд}} + V_{\text{дод.зпл.}} + C_{\text{в.с.з.}}) + V_{y_{eo}} + V_{z_{v}} \quad (3.14)$$

$$S_{\text{вир}} = 419,12 + (64,4 + 7,1 + 15,7) + 39,34 + 85,8 = 631,46 \text{ (грн.)}$$

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

										Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата						



Таблиця 3.4- Калькуляція собівартості

№ з/п	Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.
1	2	3
1	Витрати матеріалів	419,12
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	64,4
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	7,1
4	Відрахування на соціальні заходи	15,7
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	39,34
6	Загальновиробничі витрати	85,8
<i>Разом виробнича собівартість</i> (сума 1-6), в тому числі:		631,46
7	-змінні (сума 1-4) $V_{зм.од}$	506,32
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $V_{уп.од}$	125,14

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

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

$$Ц_{одпр} = 631,46 \times \frac{100 + 25}{100} = 789,33 \text{ (грн.)}$$

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

### 3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

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

$$П_p = (Ц_{одпр} - S_{пов.}) \times N_p \quad (3.16)$$

$$П_p = (789,33 - 631,46) \times 1250 = 197337,5 \text{ (грн.)}$$

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					

де  $\Pi_p$  - річний прибуток від реалізації проекту, грн.;

$C_{одпр}$  - ціна одиниці продукції, грн.;

$S_{нов}$  - собівартість одиниці продукції, грн.;

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

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

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

$$\text{ЧП} = 197337,5 - 197337,5 \times \frac{18}{100} = 161816,75 \text{ (грн.)}$$

де  $\text{ЧП}$  - чистий прибуток від реалізації проекту, грн.;

$\Pi_n$  - ставка податку на прибуток, % (приймається відповідно до чинного законодавства – 18%).

3) *Собівартість всього виробництва* розраховується за формулою:

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

$$S_{повq} = 631,46 \times 1250 = 789325 \text{ (грн.)}$$

4) *Рентабельність продукції* визначається за формулою:

$$P_n = \frac{\text{ЧП}}{S_{повq}} \times 100\% \quad (3.19)$$

$$P_n = \frac{161816,75}{789325} \times 100\% = 20,5\%$$

де  $P_n$  - рентабельність продукції, %;

$S_{повq}$  - 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:

$$\text{ГП} = \text{ЧП}_t + A_t, \quad (3.20)$$

$$\text{ГП} = 161816,5 + 661,4 = 162477,9 \text{ (грн.)}$$

де  $\text{ГП}_t$  - сума чистих грошових надходжень у t-му році, грн.;

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

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

					$\text{ЧТВ} = \text{ТВ} - \text{П}$	(3.21)	Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата	2021/09/04		

$$ЧТВ = 281986,44 - 146945,5 = 135040,94 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$ТВ = \frac{162477,9}{(1+0,1)^1} + \frac{162477,9}{(1+0,1)^2} = 281986,44 \text{ (грн.)}$$

де  $\Pi_t$  - 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  $ТВ > П$ ).

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.

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

$$ІП = \frac{ТВ}{П} \quad (3.23)$$

$$ІП = \frac{281986,44}{146945,5} = 1,92$$

де  $ІП$  - індекс прибутковості інвестицій.

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					

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

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

$$Tок_{диск} = \frac{\Pi}{ГП_{диск}} \quad (3.24)$$

$$Tок_{диск} = \frac{229125}{140993,22} = 1,63р$$

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

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

$$ГП_{диск} = \frac{281986,44}{2} = 140993,22 \text{ (грн.)}$$

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.	1250
2	Собівартість виробу	грн./од.	631,46
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	789,33
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	229125
5	Чистий прибуток	грн.	161816,75
6	Рентабельність виробу	%	16,4
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	135040,94
9	Індекс прибутковості	-	1,92
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	1,63

Арк.

2021/0004

Змн. Арк. Підпис Дата

## РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Профілактика нещасних випадків, професійних захворювань і отруєнь на виробництві

Основним завданням профілактики нещасних випадків на виробництві є інформаційна та методична підтримка при розробці роботодавцями заходів, направлених на поліпшення умов праці, зниження рівня травматизму, притаманних конкретному виробництву, а також поширення позитивного досвіду щодо створення здорових і безпечних умов праці.

Проводячи моніторинг стану охорони праці на підприємствах під час розслідування нещасних випадків на виробництві можна констатувати, що на підприємствах, де не створено служби охорони праці, у більшості випадків ніхто не займається навчанням та перевіркою знань з питань охорони праці, проведенням інструктажів, або це зводиться до формального збирання підписів. Для створення безпечних та здорових умов праці роботодавець повинен забезпечити функціонування на підприємстві системи управління охороною праці та очолити роботу з управління охороною праці.

Роботодавець повинен забезпечити суворе дотримання працівниками вимог виробничої та трудової дисципліни, за необхідності, використовувати заходи матеріального та адміністративного впливу до порушників трудової та виробничої дисципліни. Виникають на підприємстві ситуації, коли і ефективно діє служба охорони праці, і відпрацьовано та затверджено Положення, інструкції з ОП, вчасно проводяться інструктажі, навчання і т. д., але на жаль, захистити працівника від його власної недисциплінованості, недбалості, безвідповідальності такі заходи не в змозі.

Посадові особи повинні постійно проходити навчання з питань охорони праці, діяльність яких пов'язана з організацією безпечного ведення робіт, не проходять встановленого законодавством навчання та перевірки знань з питань охорони праці, і, як наслідок такої безтурботності - нещасний випадок, професійне захворювання.

Основними завданнями навчання з питань промислової безпеки та охорони праці є пропаганда безпечних умов праці, інформування працівників про їх права і обов'язки в галузі охорони праці, поширення позитивного досвіду щодо створення здорових і безпечних умов праці на конкретних робочих місцях, профілактика аварій, виробничого травматизму та професійних захворювань та інформування про прийняті нормативно-правові акти з охорони праці та засоби колективного та індивідуального захисту, порядок їх використання та надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків. Не обхідно проводити відповідну роботу для виховання у працюючих психології безпечної праці, щоб вони оцінювали кожний крок і кожну дію з точки зору її безпечного виконання.

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					

Якщо сам працівник буде усвідомлювати, що нехтування власною безпекою будь-якої миті може обернутися каліцтвом, або смертю, тоді й нещасних випадків на виробництві буде менше.

Керівники підприємств зобов'язані завжди пам'ятати, що вони, згідно із діючим законодавством, несуть особисту відповідальність за забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці на виробництві.

## 4.2 Класифікація видів горіння

Горіння – це екзотермічна реакція окислення речовини, яка супроводжується виділенням диму та (або) виникненням полум'я і (або) свічення. Для виникнення горіння необхідна наявність горючої речовини, окислювача та джерела запалювання. Розрізняють два види горіння: повне – при достатній кількості окислювача, і неповне – при нестачі окислювача. Продуктами повного горіння є діоксид вуглецю, вода, азот, сірчаний ангідрид та ін. При неповному горінні утворюються горючі і токсичні продукти (оксид вуглецю, альдегіди, смоли, спирти та ін.). За швидкістю розповсюдження полум'я горіння поділяється на дефлаграційне (у межах 2 - м/с), вибухове (при десятках і навіть сотнях метрів за секунду) і детонаційне (при тисячах метрів за секунду).

Горіння може бути гомогенним та гетерогенним. При гомогенному горінні речовини, що вступають у реакцію окислення мають однаковий агрегатний стан, наприклад газоподібний. Якщо при цьому горюча речовина та окислювач не перемішані, то відбувається дифузне горіння, при якому процес горіння лімітується дифузійною окислювача через продукти згоряння до горючої речовини. Якщо початкові речовини знаходяться в різних агрегатних станах і наявна межа поділу фаз в горючій системі, то таке горіння називається гетерогенним. Гетерогенне горіння, при якому одночасно утворюються потоки горючих газоподібних речовин, є одночасно й дифузійним. Як правило, пожежі характеризуються гетерогенним дифузним горінням, швидкість переміщення полум'я якого залежить від швидкості дифузії кисню повітря до осередку горіння. Розрізняють такі різновиди горіння: вибух, детонація, спалах, займання, спалахування, самозаймання та самоспалахування, тління.

- спалах – швидке згоряння горючої суміші без утворення стиснених газів, яке не переходить у стійке горіння;
- займання – горіння, яке виникає під впливом джерела запалювання;
- спалахування – займання, що супроводжується появою полум'я;
- самозаймання – горіння, яке починається без впливу джерела запалювання;
- самоспалахування – самозаймання, що супроводжується появою полум'я;
- тління – горіння без випромінювання світла, що, як правило, розпізнається за появою диму.

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					

Залежно від агрегатного стану й особливостей горіння різних горючих речовин і матеріалів пожежі, за ГОСТ 27331 – 87, поділяються на відповідні класи та підкласи:

клас А – горіння твердих речовин, що супроводжується (підклас А1) або не супроводжується (підклас А2) тлінням;

клас В – горіння рідких речовин, що не розчиняються (підклас В2) у воді;

клас С – горіння газів;

клас Д – горіння металів легких, за винятком лужних (підклас Д1), лужних (підклас Д2), а також металовмісних сполук (підклас Д3);

клас Е – горіння електроустановок під напругою.

Температура спалаху – найнижча температура горючої речовини, при якій на її поверхні утворюються пари або газу, здатні спалахнути від джерела запалювання, але швидкість їх утворення ще недостатня для стійкого горіння.

За температурою спалаху розрізняють:

- легкозаймисті рідини (ЛЗР) – рідини, які мають температуру спалаху, що не перевищує 61 °С у закритому тиглі (бензин, ацетон, етиловий спирт);
- горючі рідини (ГР) – рідини, які мають температуру спалаху понад 61°С у закритому тиглі або 66°С у відкритому тиглі (мінеральні мастила, мазут, формалін).

Температура спалахування – найнижча температура речовини, при якій вона виділяє горючі пари і газу з такою швидкістю, що після їх запалення виникає стійке горіння.

Температура спалахування - найнижча температура речовини, при якій відбувається різке збільшення швидкості екзотермічних реакцій, що призводить до виникнення полум'янистого горіння. Температури спалаху та спалахування належать до показників пожежовибухонебезпечності лише рідин та твердих речовин.

Важливими показниками, що характеризують пожежовибухонебезпечні властивості газів, рідин та пилу є концентраційні межі поширення полум'я (запалення). Нижча (НКМ) та верхня (ВКМ) концентраційні межі поширення полум'я – це мінімальна та максимальна об'ємні (масові) долі горючої речовини в суміші з даним окислювачем, при яких можливе займання (спалахування) від джерела запалювання з наступним поширенням полум'я по суміші на будь – яку відстань від джерела запалювання.

Розрізняють також нижню (НТМ) та верхню (ВТМ) температурні межі поширення полум'я газів та праів у повітрі. НТМ та ВТМ – це такі температури речовини, за яких їх насичені пари утворюють у даному окислювальному середовищі концентрації, рівні відповідно НКМ та ВКМ. Температурні межі поширення полум'я використовують зокрема для вибору температурних умов зберігання рідин у тарі, за яких контцетрація насичених парів буде безпечною з точки зору пожежовибухонебезпечності.

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					

## ВИСНОВКИ

При виконанні кваліфікаційної роботи було здійснено розробку конструкції «Автомат керування вуличним світлом з астротаймером». Проведено вибір елементної бази на основі сучасних і поширених радіоелементів.

Найкращим методом для виготовлення друкованої плати виявився комбінований метод. Елементи розміщені на друкованому вузлі досить компактно, плата має розміри 130\*50 мм.

Корпус має такі розміри 104x163x52, 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.

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Дипломне проектування URL: <https://eguru1.tk.te.ua/course/view.php?id=390>
2. Резистори MFP Уагео [електронний ресурс] - Режим доступу :[http://www.mircond.com/cc/k10\\_17brlmcс](http://www.mircond.com/cc/k10_17brlmcс); (дата звернення 18.02.2024).
3. Конденсатор RDE5C1H [електронний ресурс] - Режим доступу :<http://www.5v./ds/trnz/kt361>; (дата звернення 10.02.2024).
4. Кварцовий резонатор HC-49U [електронний ресурс] - Режим доступу :<http://www.chipinfo.dsheets/transistors/1361>; (дата звернення 10.02.2024).
5. Транзистор 10N65F [електронний ресурс] - Режим доступу :[http://www.betatvcom.dn.ua/komplekt/pdf/active\\_comp/transistorSVH](http://www.betatvcom.dn.ua/komplekt/pdf/active_comp/transistorSVH); (дата звернення 10.02.2024).
6. Мікросхема DS1307N "HGSEMI" [електронний ресурс] - Режим доступу :[http://схему.te.ua/схему/160-naikraswiu\\_akusti4miy\\_vimuka4](http://схему.te.ua/схему/160-naikraswiu_akusti4miy_vimuka4); (дата звернення 10.02.2024).
7. Перемикач ASW-09-102 [електронний ресурс] - Режим доступу :[www.qrz.ru/reference/kozak/cd4000/cdh70](http://www.qrz.ru/reference/kozak/cd4000/cdh70); (дата звернення 18.02.2024).
8. Кнопка PBS-11A "Jietong Switch" [електронний ресурс] - Режим доступу :<https://www.chipdip./product/elc10d101e> [www.cityradio.narod..](http://www.cityradio.narod..) (дата звернення 1.02.2024).
9. Резистор підстроювальний 3329H [електронний ресурс] - Режим доступу :<http://ipart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> [www.radio-portal.www.vprl..](http://www.radio-portal.www.vprl..) (дата звернення 18.02.2024).
10. Дисплей BGB12232-10 "Blaze" [електронний ресурс] - Режим дос-тупу :<http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 1.02.2024).
11. Мікросхема KIA7805API [електронний ресурс] - Режим доступу :<http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 1.02.2024).
12. Мікросхема АТМЕГА168РА-PU [електронний ресурс] - Режим доступу :<http://www.kosmodrom.com.ua/pdf/FUSE-RFTQ.pdf>. (дата звернення 1.02.2024).
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 дані (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. Дипломне проектування URL: <https://eguru1.tk.te.ua/course/view.php?id=390>

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					

# ДОДАТКИ

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата	2021 / 000 1				

## Додаток А Друкована плата

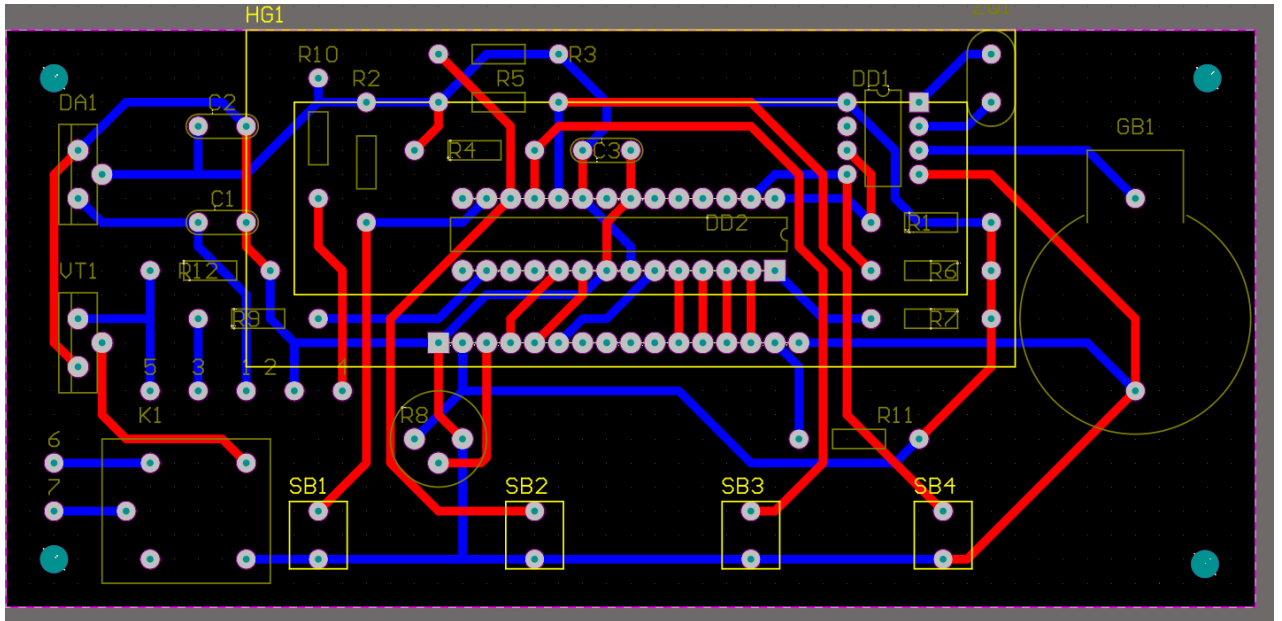


Рисунок А.1 – Друкована плата

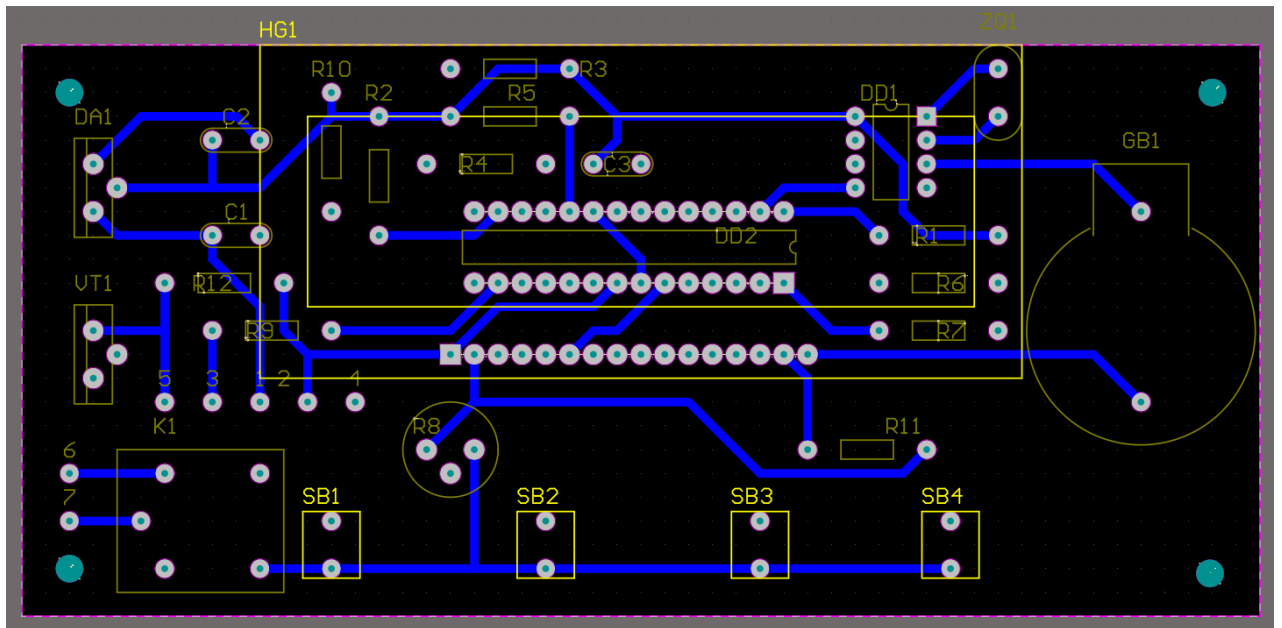


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Bottom

									Арк.	
Змн.	Арк.		Підпис	Дата	2021 VDD 4					

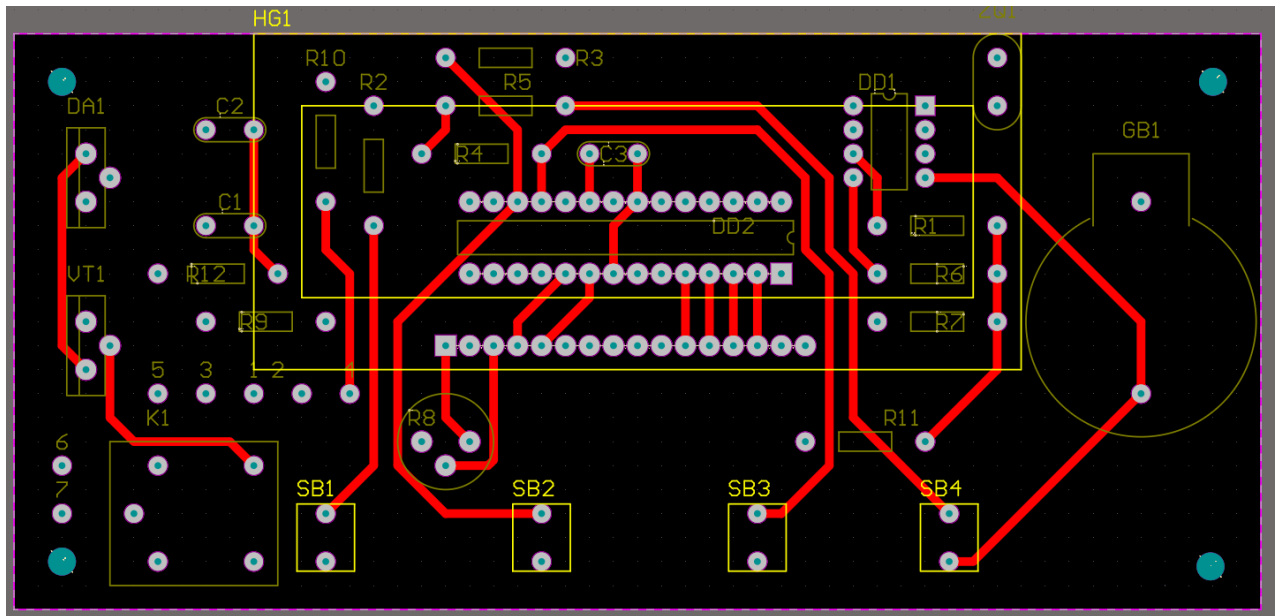


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Тор

										Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата						

2021 VDD 4

## Додаток Б 3D модель пристрою

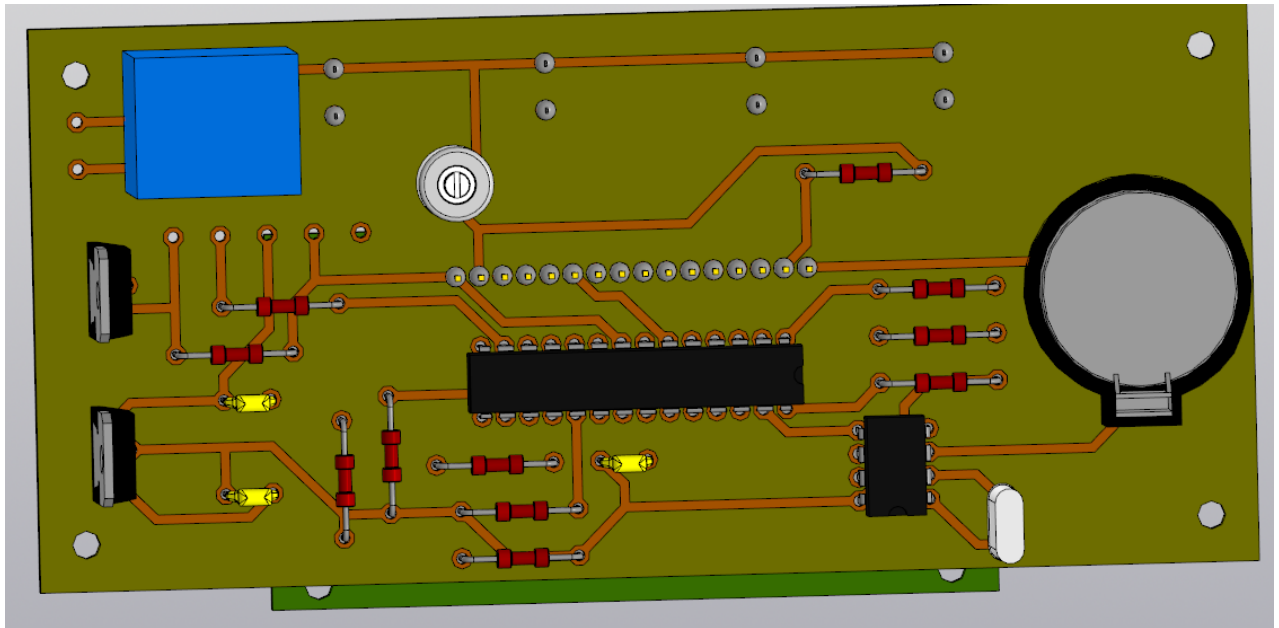


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкований

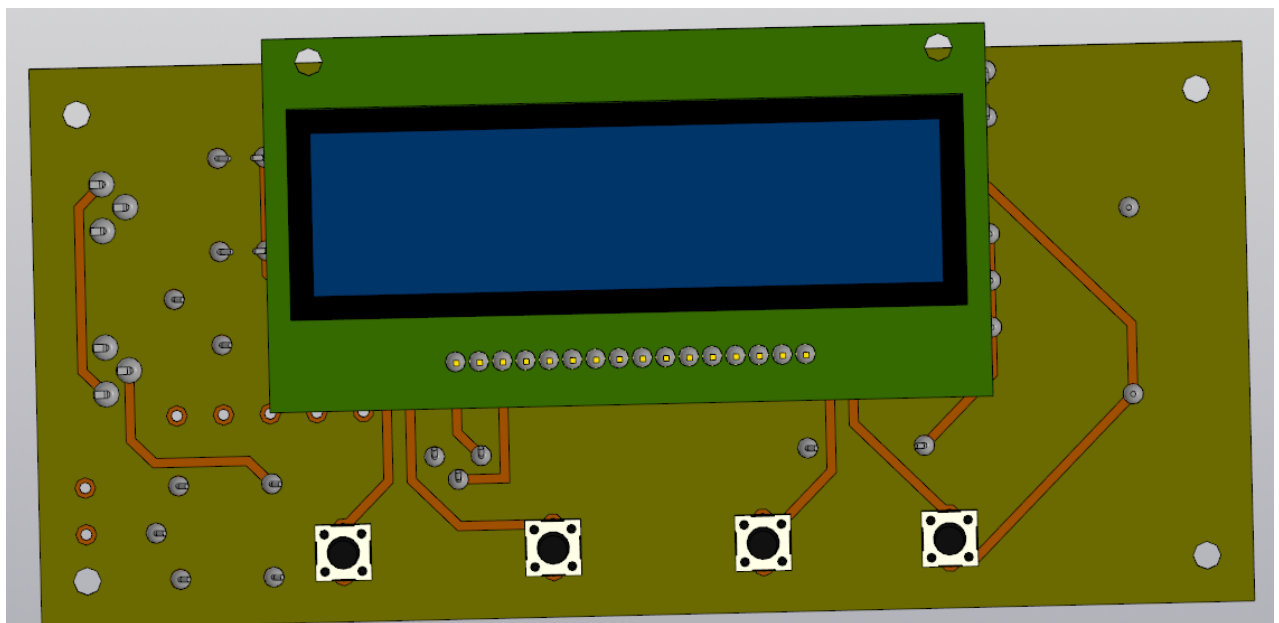


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкований знизу

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					

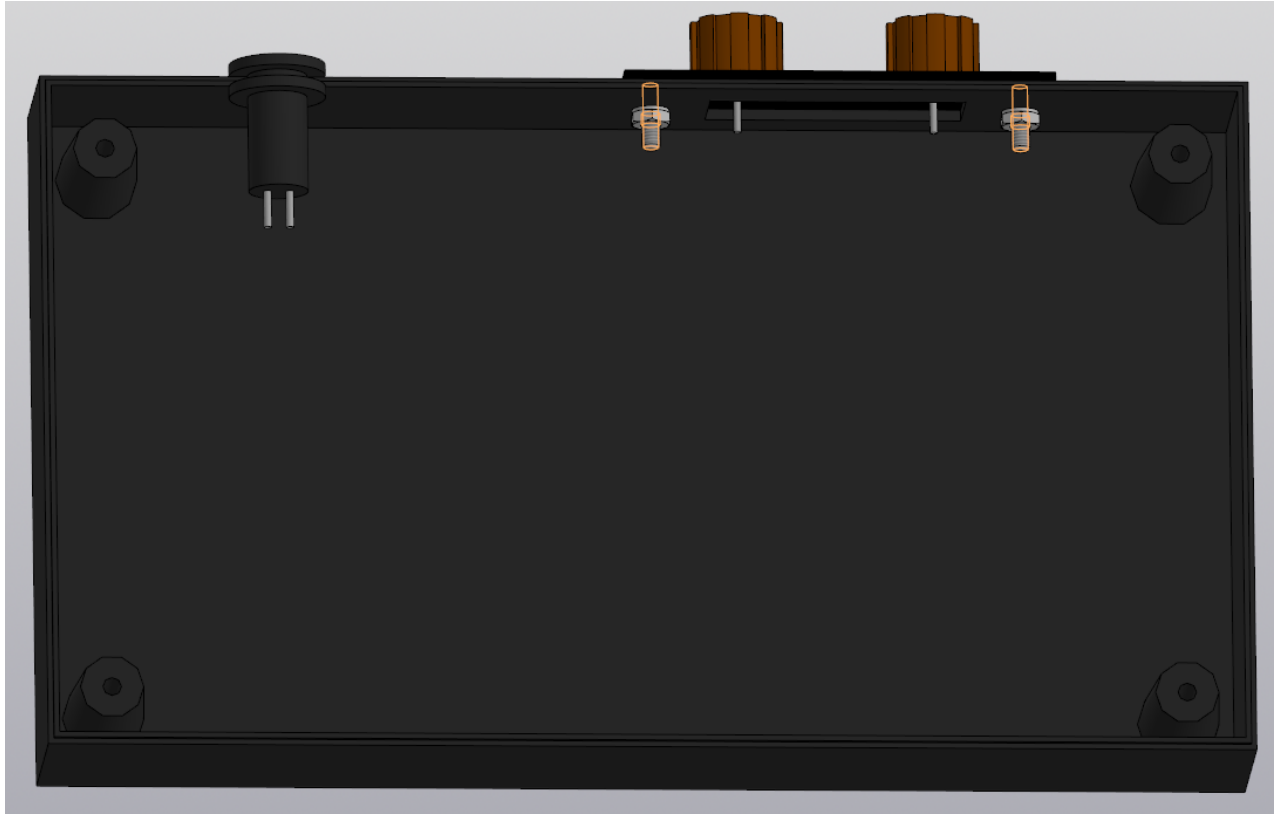


Рисунок Б.3– 3D модель пристрою, нижня кришка



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

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					
									2021 / 000 1

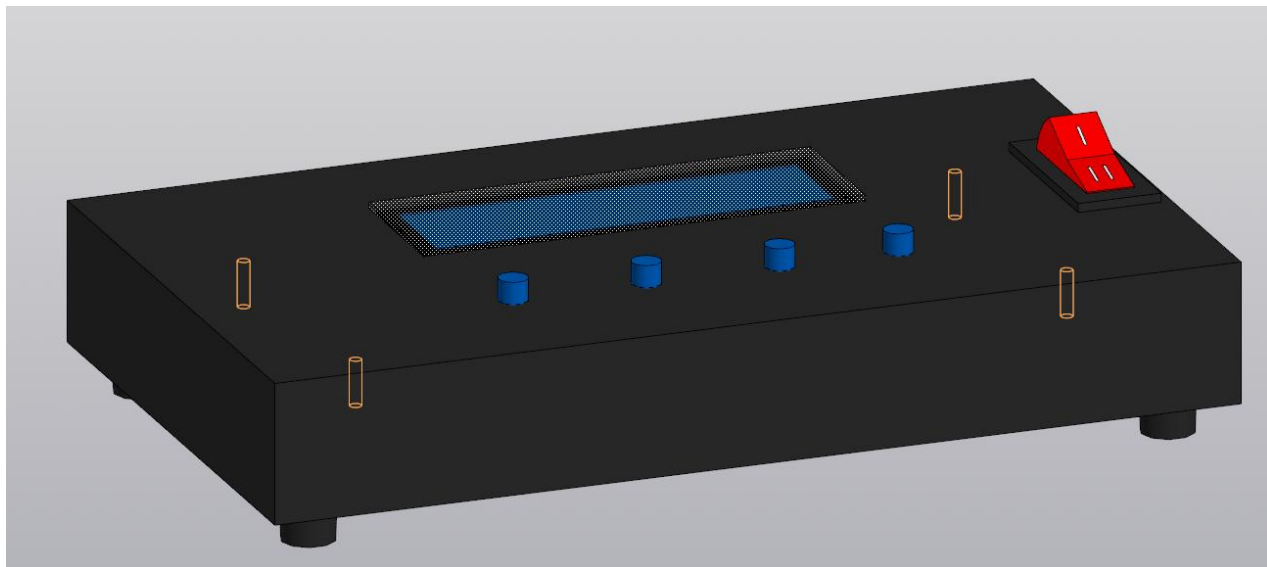


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, вигляд верхньої кришки

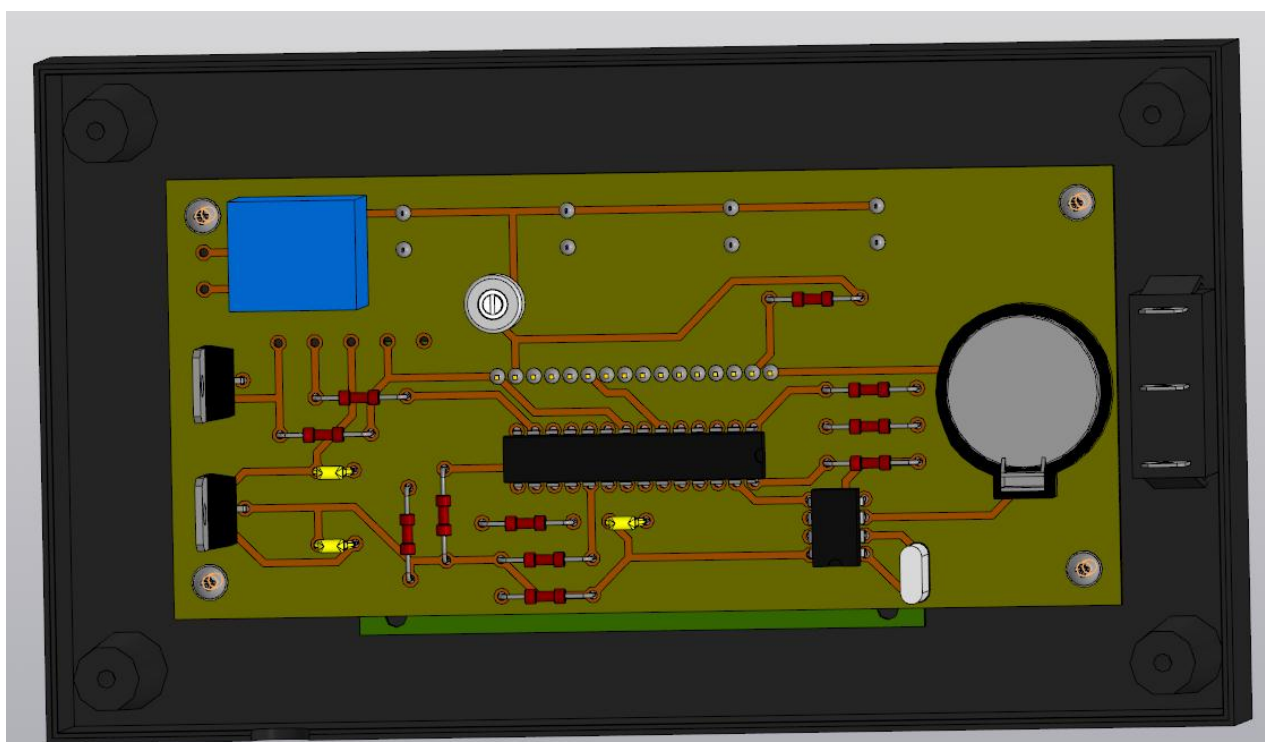


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, вигляд верхньої кришки знизу

					2021 / 000 1		Арк.
Змн.	Арк.	Підпис	Дата				

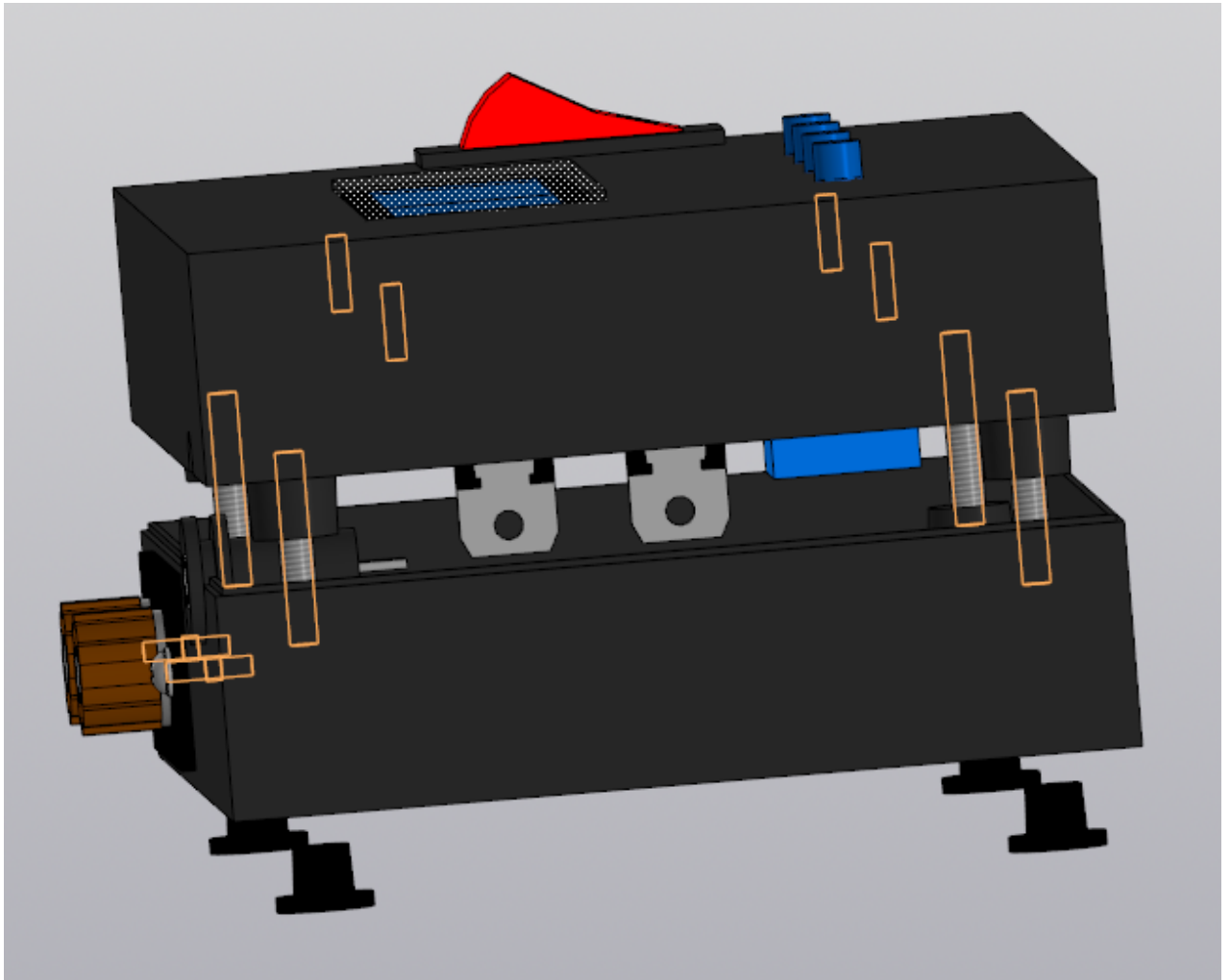


Рисунок Б.7 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

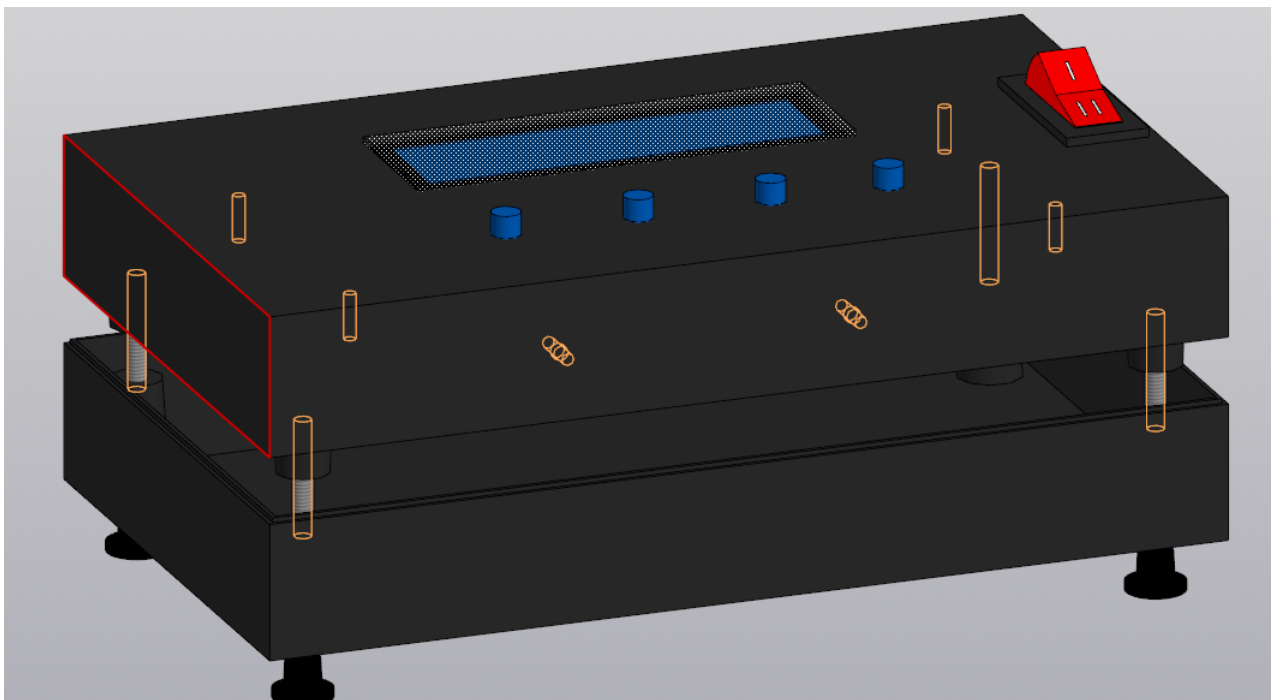


Рисунок Б.8 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

									Арк.
Змн.	Арк.		Підпис	Дата					