

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 термометра-гігрометра-барометра

Виконав: студент (ка) IV курсу, групи ТР-402

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

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

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Якубишин Микола Степанович

(прізвище та ініціали)

Керівник Іващук А.Д.

(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-кваліфікаційний рівень молодший спеціаліст
Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»
Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
Спеціалізація «Конструювання, виробництво та технічне обслуговування
радіотехнічних пристроїв».**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії
телекомунікацій та радіотехніки
_____ Ольга ВАСИЛИШИН
“20” квітня 2026 року

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

_____ Якубишин Михайло Степанович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи _____ Розробка конструкції термометра-гігрометра-барометра _____
керівник кваліфікаційної роботи _____ Іващук Андрій Дмитрович _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

КР затверджені наказом закладу фахової передвищої освіти від 27.02.2026 року №4/9-133.

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 16.06.2026 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Напруга живлення проводу +7...30В;
Споживання схеми в пікові моменти, при максимальній яскравості, сягає до 0,6А, а в середньому це 0,3А; температурний діапазон -20...+45⁰С; відносна вологість 85%;
індикація приладу семисигментний індикатор.

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

Анотація

Вступ. Призначення і область застосування радіопристрою

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 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла
 - 2.2.5 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу
- Розділ 3 Економічна частина
 - 3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень.
 - 3.2 Визначення собівартості спроектованого виробу.
 - 3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.
- Розділ 4 Охорона праці
 - 4.1 Основні види втрати в контексті охорони праці
 - 4.2 Засоби і заходи забезпечення пожежної безпеки виробничого об'єкта
- 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	Генадій ГОРЯЧИК		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Отримання і аналіз технічного завдання	20.04	
2	Збір і узагальнення інформації по проекту	13.05	
3	Написання першого розділу	25.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту	29.05	
5	Написання спеціального розділу	29.05	
6	Розрахунок економічної частини	25.05	
7	Написання розділу охорони праці	26.05	
8	Виконання графічної частини	19.05	
9	Оформлення проекту	08.06	
10	Погодження нормоконтролю	12.06	
11	Попередній захист проекту	16.06	
12	Захист проекту		

7. Дата видачі завдання 20 квітня 2026 р.

Студент

_____ Якубишин М.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту

_____ Івашук А.Д.
(підпис)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....

ВСТУП. Призначення і область застосування радіопристрою.....

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 покриттів

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 пристрою.....

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.

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Якцишин			Розробка конструкції термометр-гігрометр-барометр для сауни. Пояснювальна записка	Лім.	Арк.
Перевір.		Іващук					
Рецензент						ВСП ТФК ТНТУ ТР-402 м. Тернопіль	
Н. Контр.		Задорожний					
Затверд.							

2.2.3	Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів
2.2.4	Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла.....
2.2.5	Розробка і оформлення маршрутно-операційної 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	Основні види втрати в контексті охорони праці.....
4.2	Засоби і заходи забезпечення пожежної безпеки виробничого об'єкта.....
ВИСНОВКИ.....	
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	
ДОДАТКИ.....	

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Якубишин М.С. Розробка конструкції термометра-гігрометра-барометра для сауни: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційний рівень молодший спеціаліст, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026.

Елементи на платі розташовані дуже компактно, і тому розміри плати мінімальні 95*85 мм. Всі основні елементи розміщені на одній стороні плати, на іншій стороні плати індикатор HG1.

Корпус виготовлений з пластмаси, яка має хороші характеристики, гарний зовнішній вигляд, та хорошу конструкцію, розміри 128×118×54мм. Корпус даного пристрою виготовлений із пластмаси. Верхня та нижня кришки мають форму типу “корито”. До верхньої кришки кріпиться друко-вана плата на котрій розміщенні основні елементи схеми, за допомогою чотирьох гвинтів та шайб. У місці з’єднань двох кришок кріпиться гніздо живлення та датчики вимірювальні. Верхня кришка має місце для скла під індикатор.

Підібрана елементна база дозволяє реалізувати закладені в пристрій функції, є недорогою та доступною.

Ключові слова: таймер, цифровий пристрій, автоматичний, управління.

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Yakubyshin M.S. Development of a thermometer-hygrometer-barometer design for a sauna: qualification work for obtaining the educational and qualification level of a junior specialist, specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026.

The elements on the board are located very compactly, and therefore the board dimensions are minimal 95*85 mm. All the main elements are located on one side of the board, on the other side of the board the HG1 indicator.

The case is made of plastic, which has good characteristics, a beautiful appearance, and a good design, dimensions 128×118×54mm. The case of this device is made of plastic. The upper and lower covers have a “trough” shape. A printed circuit board is attached to the upper cover, on which the main elements of the circuit are located, using four screws and washers. A power socket and measuring sensors are attached at the junction of the two covers. The top cover has a place for a glass for the indicator.

The selected element base allows you to implement the functions built into the device, is inexpensive and accessible.

Keywords: timer, digital device, automatic, control. Keywords: timer, digital device, automatic, control.

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Проектований виріб – годинник-термометр на основі матричних світлодіодних модулів 8×8 (у кількості чотирьох модулів) – призначений для відображення поточного часу та температури навколишнього середовища у цифровому форматі.

Пристрій забезпечує наочну індикацію інформації за допомогою світлодіодної матриці, що дозволяє формувати цифри та символи шляхом програмного керування. Конструкція виробу передбачає використання мікроконтролерного керування, що забезпечує точність відліку часу, обробку сигналів датчика температури та формування зображення на дисплеї.

Область застосування виробу – побутові та навчальні приміщення, офіси, лабораторії, виробничі приміщення з нормальними кліматичними умовами. Пристрій може використовуватися як автономний інформаційний модуль або як складова частина системи автоматизації та контролю мікроклімату.

Розробка даного виробу спрямована на створення компактного, енергоефективного та надійного пристрою з зручною візуальною індикацією [1].

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні дані проєктованого пристрою:

1. Напруга живлення приладу.....+7...30В;
2. Споживання схеми в пікові моменти, при максимальній яскравості, сягає до 0.6А, а в середньому це 0.3А;
3. Температурний діапазон.....-20.....+45°C;
4. Відносна вологість85%;
5. Індикація приладу.....семисигментний індикатор.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

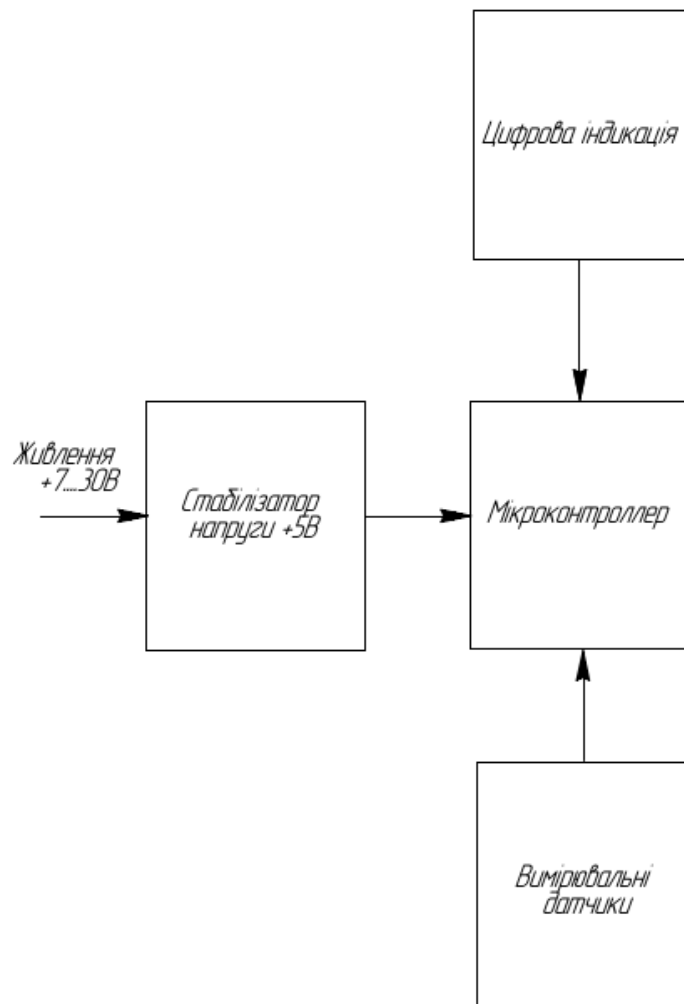


Рисунок 1.1-Схема електрична структурна

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Живлення 7...30В – універсальний вхідний діапазон, що дозволяє підключати прилад до різних джерел постійної напруги.

- Стабілізатор +5В – формує стабільне живлення для цифрових вузлів та датчиків.

- Мікроконтролер – центральний блок, який приймає сигнали від датчиків, виконує обчислення та керує індикацією.

- Вимірювальні датчики – датчик температури (наприклад, DS18B20 або терморезистор), датчик вологості (наприклад, DHT22 чи SHT21), датчик атмосферного тиску (BMP280 або аналогічний).

Цифрова індикація – відображає значення температури, вологості та тиску на світлодіодному або LCD-дисплеї.

Управління – кнопки чи сенсорні елементи для перемикання режимів відображення, калібрування та налаштувань.

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

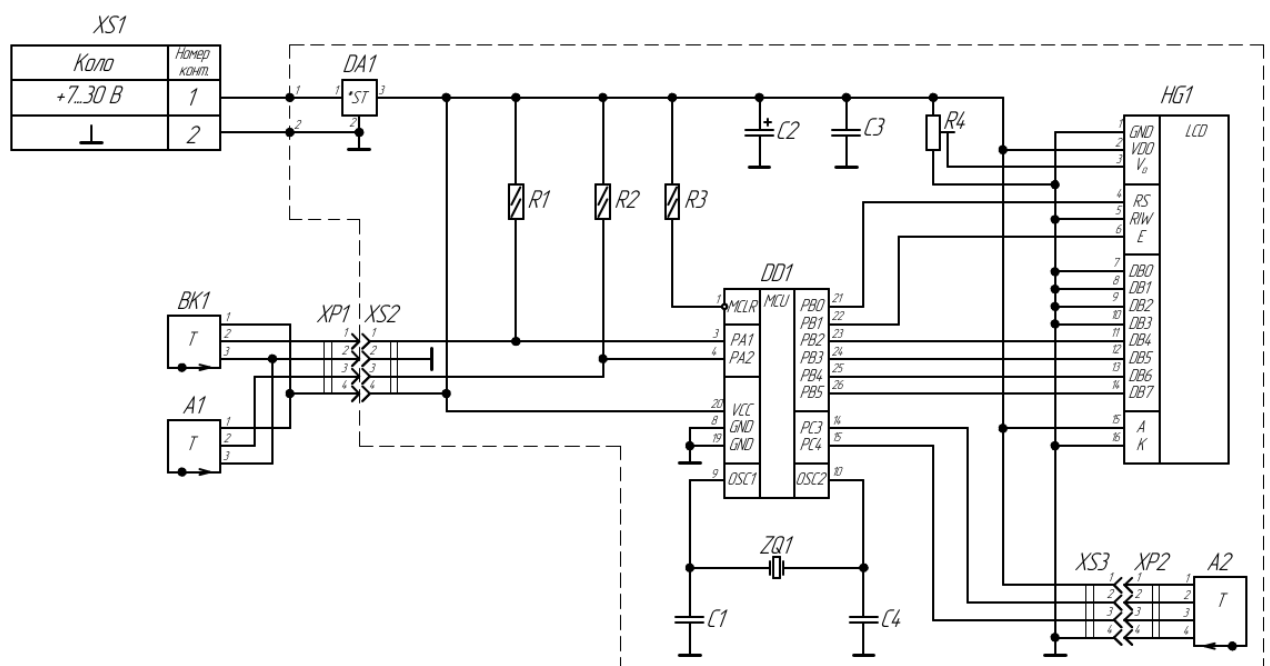


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

Оформлення відображення виду роботи годинника-термометра — це вже аматорський варіант виконання. У програмі є три варіанти оформлення роботи годинника-термометра.

Перший варіант - почергове відображення часу (години та хвилини), температури надворі та температури в приміщенні (два датчики DS18B20). Відображення в режимі бігучого рядка - дата, місяць, рік та день тижня.

Другий варіант - відображення часу (години та хвилини), температури навколишнього повітря (один датчик DS18B20). Відображення в режимі бігучого рядка - дата, місяць, рік та день тижня.

Третій варіант - просто годинник, відображення часу (години та хвилини), відображення в режимі бігучого рядка - дата, місяць, рік та день тижня (відображення температури вимкнено).

Власне, відмінності варіантів невеликі, і полягають лише у відмінностях відображення температури на матричному дисплеї годинника-термометра, практично кожен варіант може бути затребуваний.

Прилад призначений для вимірювання та відображення параметрів мікроклімату (температури, вологості, атмосферного тиску) з одночасною індикацією інформації на символьному дисплеї.

Прилад живиться від зовнішнього джерела постійної напруги в діапазоні +7...30 В.

Для забезпечення стабільної роботи електронних компонентів використовується лінійний стабілізатор напруги L7805ABV (STMicroelectronics), який знижує вхідну напругу до стабілізованих +5 В.

Стабілізована напруга +5 В подається на: мікроконтролер PIC16F876A, дисплей, датчик DS18B20, датчик DHT22, інші вузли, що працюють від 5 В.

(Для BME280, який зазвичай працює від 3,3 В, може використовувати-ся внутрішній стабілізатор модуля Waveshare або погоджувальні рівні сигналів.)

Основним керуючим елементом є мікроконтролер PIC16F876A-I/SP (Microchip).

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Його функції:

- ініціалізація периферії після подачі живлення;
- зчитування даних з датчиків;
- обробка виміряних параметрів;
- формування сигналів керування дисплеєм;
- циклічне оновлення відображуваної інформації.

Після запуску мікроконтролер виконує програму, записану у Flash-пам'яті, та переходить у режим періодичного опитування датчиків.

DS18B20 (Smartmodule)- цифровий датчик температури, який працює за протоколом 1-Wire.

Мікроконтролер: формує сигнал ініціалізації на шині 1-Wire; надсилає команду вимірювання температури; приймає цифрове значення температури; виконує перетворення у формат для відображення.

DHT22 (Maxim) - датчик температури та відносної вологості.

Передача даних здійснюється по однопровідному цифровому інтерфейсу.

Мікроконтролер:

- ініціює старт вимірювання
- приймає послідовність імпульсів;
- декодує значення температури та вологості.

BME280 (Waveshare) цифровий датчик:

- температури,
- вологості,
- атмосферного тиску.

PIC16F876A формує запити до регістрів датчика, отримує сирі дані та виконує їх математичну компенсацію відповідно до калібрувальних коефіцієнтів.

Для індикації використовується символьний LCD-дисплей SDCB2004BWE-R07 (Sinda) формату 20×4.

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів.

Компонування проектного виробу виконано з урахуванням вимог компактності, зручності монтажу, ремонтпридатності та надійності експлуатації. Основним конструктивним елементом є друкована плата розмірами 95×85 мм, на якій розміщені всі основні радіоелектронні компоненти.

Елементи схеми розташовані максимально щільно, що дозволило зменшити габарити плати без погіршення її функціональності. Основні компоненти встановлені з одного боку плати, що спрощує технологічний процес монтажу та контролю якості пайки. На зворотному боці розміщено індикатор HG1, що забезпечує зручність зчитування інформації та економію місця на основній стороні плати.

Конструкція виробу передбачає розміщення друкованої плати всередині пластикового корпусу розмірами 128×118×54 мм. Корпус складається з двох частин — верхньої та нижньої кришок типу «корито», що забезпечує простоту складання та доступ до внутрішніх елементів під час обслуговування.

Фіксація друкованої плати здійснюється за допомогою чотирьох гвинтів і шайб, що гарантує її надійне закріплення та стійкість до вібрацій і механічних навантажень. У місцях стику корпусних елементів передбачені отвори для встановлення гнізда живлення та вимірювальних датчиків. У верхній кришці корпусу виконано вікно зі склом для індикатора, що забезпечує зручне візуальне спостереження за показаннями пристрою.

Для виготовлення корпусу виробу використано пластмасу, яка є оптимальним матеріалом для радіоелектронних пристроїв даного типу. Вибір

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пластмаси обґрунтований її низькою масою, достатньою механічною міцністю, електроізоляційними властивостями та стійкістю до впливу зовнішніх факторів.

Пластмасовий корпус забезпечує захист внутрішніх елементів від пилу, випадкових механічних пошкоджень та частково від вологи, а також не створює додаткових електричних перешкод для роботи схеми. Крім того, пластмаса легко обробляється, що дозволяє виготовляти корпус складної форми з мінімальними витратами.

Друкована плата виготовляється зі склотекстоліту з мідним покриттям. Даний матеріал обрано завдяки його високій механічній міцності, термостійкості та добрим електроізоляційним властивостям. Мідне покриття забезпечує надійні електричні з'єднання та високу якість монтажу елементів.

Для захисту провідників на друкованій платі використовується захисне лакове або паяльномаскове покриття, яке запобігає окисленню міді, підвищує довговічність виробу та зменшує ризик коротких замикань під час експлуатації.

Металеві елементи кріплення (гвинти та шайби) виготовлені зі сталі або нержавіючих сплавів, що забезпечує достатню міцність з'єднання та довготривалу експлуатацію без втрати механічних властивостей.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Елементи на платі розташовані дуже компактно, і тому розміри плати мінімальні 95*85 мм. Всі основні елементи розміщені на одній стороні плати, на іншій стороні плати індикатор HG1.

Корпус виготовлений з пластмаси, яка має хороші характеристики, гарний зовнішній вигляд, та хорошу конструкцію, розміри 128×118×54мм.

Корпус даного пристрою виготовлений із пластмаси. Верхня та нижня кришки мають форму типу “корито”. До верхньої кришки кріпиться друкована плата на котрій розміщенні основні елементи схеми, за допомогою чотирьох гвинтів та шайб. У місці з'єднань двох кришок кріпиться гніздо живлення та датчики вимірювальні. Верхня кришка має місце для скла під індикатор.

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 [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 [10].

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 контрольної–вимірювальних робіт. Апарат є зручним в користуванні.

При розробці друкованої плати даного приладу було враховано основні вимоги до розміщення електрорадіоелементів. Зокрема, забезпечено мінімальну довжину друкованих провідників, що сприяє зменшенню втрат і підвищенню завадостійкості. Елементи, які виділяють значну кількість тепла, розміщено на відстані від інтегральних мікросхем, що дозволяє уникнути їх перегріву. Важливі функціональні компоненти не розташовуються в центральній частині плати, що покращує тепловідведення та спрощує обслуговування.

Для елементів, що нагріваються, забезпечено належні умови природної вентиляції, а також передбачено вільний доступ до регульованих компонентів і місць кріплення друкованого вузла. Інтегральні мікросхеми орієнтовано таким

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

чином, щоб їх довша сторона була розташована вздовж напрямку повітряних потоків, що покращує ефективність охолодження.

Електрорадіоелементи зі штировими виводами встановлено в отвори друкованої плати з подальшим загином виводів під кутом та їх обрізанням у межах контактних площадок. Паяння виконано методом «хвилі припою», що забезпечує надійність електричних з'єднань та високу щільність монтажу, дозволяючи розмістити більшу кількість компонентів на обмеженій площі плати [17].

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 1.1 - Конденсатор типу ЕСАР [2]

Позиційне позначення	C2
Назва компонента	Конденсатор ЕСАР
Виробник	"Jamicon"
Критерії вибору	Ємність, струм, габарити
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга	16 В
Номінальна ємність	470 мкФ
Допуск ємності	$\pm 20\%$
Розмір	13 x 13 x 20 мм
Робоча температура	-55 ... 105 ° С
Тангенс кута втрат	0,14%

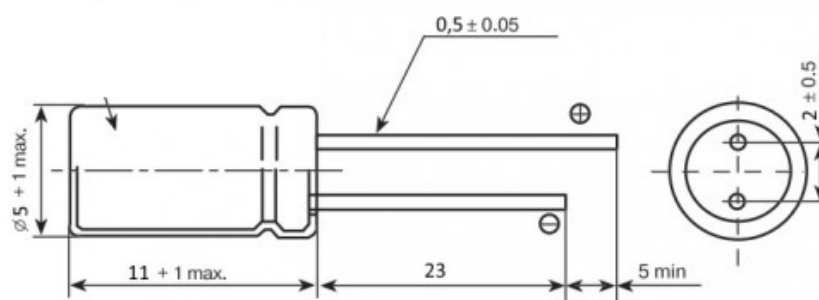


Рисунок 2.1 - Габаритні розміри конденсатора типу ЕСАР

Таблиця 2.2 - Резисторів MFP [3]

Позиційне позначення	R1-R3
Назва компонента	резисторів MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність, напруга, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,125 Вт
діапазон номінальних опорів	$1 \dots 10 \cdot 10^6$ Ом
допустиме відхилення опору	$\pm 10\%$
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	$-60 \dots +70^\circ\text{C}$

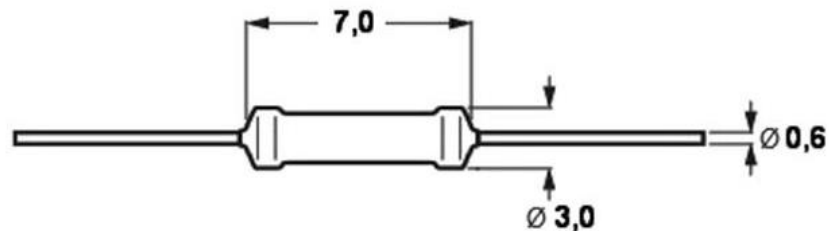


Рисунок 2.2 - Габаритні розміри резисторів MFP "Yageo"

Таблиця 2.3 - Конденсатор NPO [4]

Позиційне позначення	C3, C4
Назва компонента	Конденсатор NPO
Виробник	"Murata"
Критерії вибору	Напруга, струм, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50В
відхилення ємності від номінального значення	$\pm 10\%$;
інтервал робочих температур	$-40^\circ\text{C} \dots +100^\circ\text{C}$
відносна вологість	до 98%
група ТКЄ	H20
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ
діапазон тиску	6,6-2942гПа

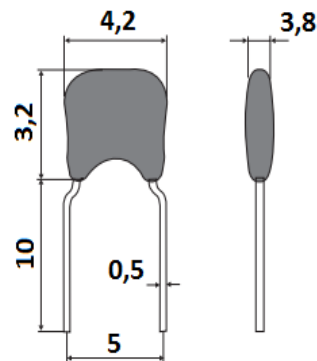


Рисунок 2.3- Габаритні розміри конденсатора NPO

Таблиця 2.4 - Мікросхема L7805ABV "ST Microelectronics" [5]

Позиційне позначення	DA1
Назва компонента	Мікросхема L7805ABV
Виробник	"ST Microelectronics"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, корпус
Параметри та характеристики	
Корпус	TO220
Максимальний вихідний струм	до 1.5 A
Максимальна вхідна напруга, В	40
Діапазон вхідної напруги	від 7 В до 35 В.
Точність вихідної напруги	$\pm 2\%$
Робоча температура	від -40°C до $+125^{\circ}\text{C}$
Струм власного споживання	близько 4.3 мА

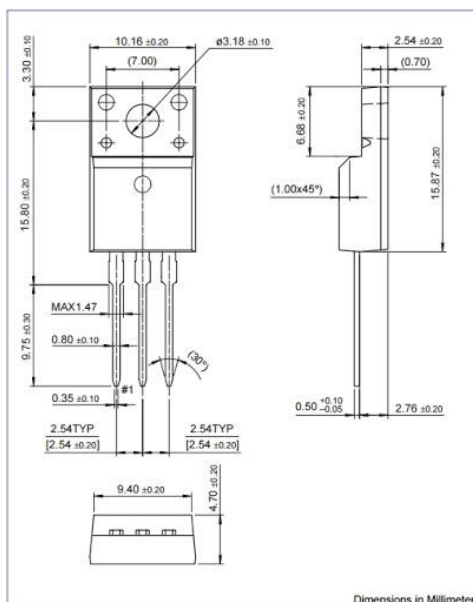


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри стабілізатора 78L05ABV

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5 - Резистор 3329Н-1 "Bourns" [6]

Позиційне позначення	R4
Назва компонента	Резистор 3329Н-1 "Bourns"
Виробник	"Bourns"
Критерії вибору	Лінійність, опір, розміри
Параметри конструкції	Див.рис.2.5
Параметри та характеристики	
номінальний опір	5 кОм
номінальне відхилення, %	10
максимальне постійна напруга	500
температурний коефіцієнт +/-	250
гранична вібрація	10 ... 500Гц, 0.75мм, 6г
інтервал робочих температур	-55 ... + 125
ударостійкість	390m / s2, 4000 циклів

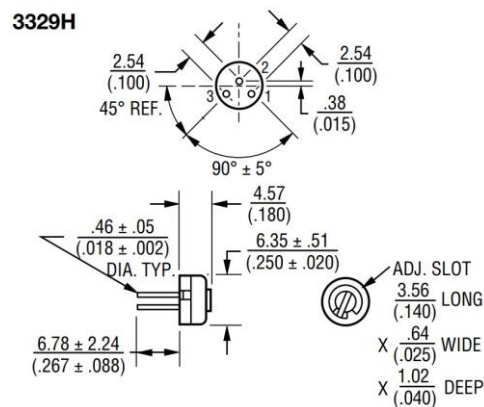


Рисунок 2.5 – Габаритні розміри резистора підстроювального 3329Н-1

Таблиця 2.6 - Дисплей SDCB2004BWE-R07 "Sinda" [7]

Позиційне позначення	HG1
Назва компонента	Дисплей SDCB2004BWE-R07
Виробник	"Sinda"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, принцип роботи
Параметри та характеристики	
Формат виводу	20 символів × 4 рядки
Тип індикатора	STN (Super-Twisted Nematic)
Підсвітка	Світлодіодна (LED)
Напруга живлення	Типово 5 В
Колірна схема	Білі символи на синьому фоні
Підтримка шрифтів	Латиниця та кириличні символи

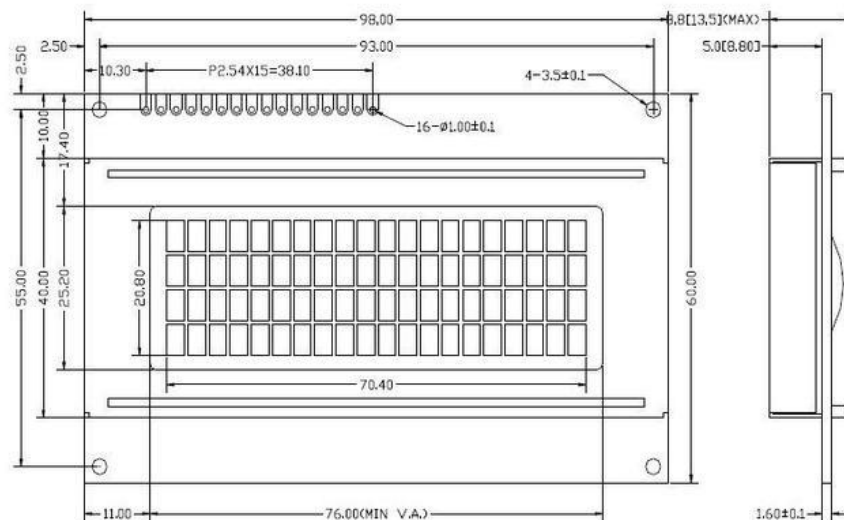


Рисунок 2.6 - Зовнішній вигляд дисплей SDCB2004BWE-R07

Таблиця 2.7 - Датчик температури DS18B20 "Smartmodule" [8]

Позиційне позначення	ВК1
Назва компонента	Датчик температури DS18B20
Виробник	"Smartmodule"
Критерії вибору	Вхідна напруга, струм, вимірювальна температура
Параметри та характеристики	
Діапазон вимірювання	від -55°C до +125°C.
Точність	±0.5°C (у діапазоні від -10°C до +85°C).
Час перетворення	макс. 750 мс
Напруга живлення	від 3.0 В до 5.5 В
Корпус	TO-92
Інтерфейс	1-Wire
Роздільна здатність	налаштовувана від 9 до 12 біт

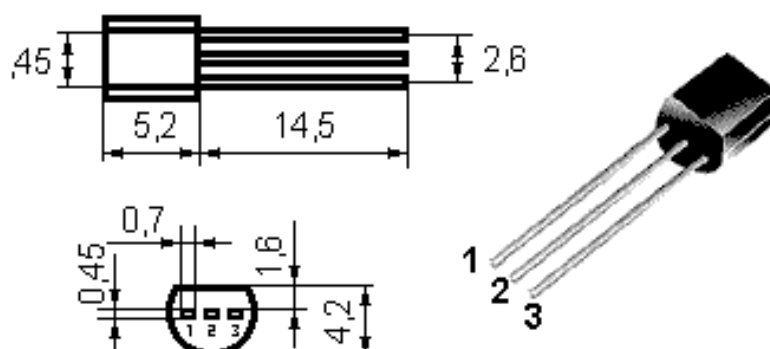


Рисунок 2.7 – Габаритні розміри датчика температури DS18B20

Таблиця 2.8 – Мікросхема PIC16F876A-I/SP "Microchip [9]

Позиційне позначення	DD1
Назва компонента	Мікросхема PIC16F876A-I/SP
Виробник	"Microchip"
Критерії вибору	Вхідна напруга та струм, вихідна напруга, структура
Параметри та характеристики	
Ядро	8-бітне RISC
Пам'ять:	Flash (програма): 3.5 КБ (2048 слів). SRAM (оперативна): 224 Байти. EEPROM (дані): 128 Байтів.
Тактова частота:	до 20 МГц (зовнішній кварц) або 4 МГц
Напруга живлення	від 2.0 В до 5.5 В
Корпус	DIP-28
Периферія: 16 ліній вводу-виводу (I/O). 2 аналогові компаратори (АЦП у цій моделі відсутній, лише компаратори). 3 таймери (два 8-бітних, один 16-бітний). Модуль ССР (ШІМ / Захоплення / Порівняння). Інтерфейс USART (Hardware Serial)	

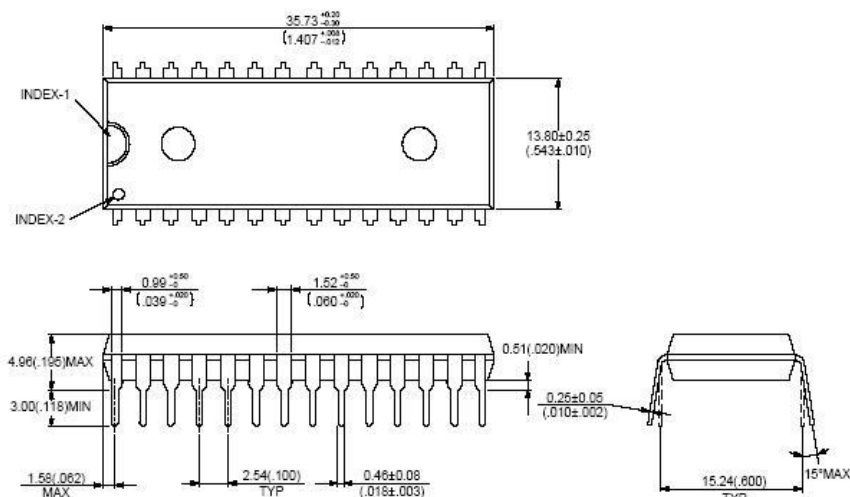
28-pin plastic DIP
(DIP-28P-M05)

Рисунок 2.8 – Габаритні розміри мікросхеми PIC16F876A-I/SP "Microchip

Таблиця 2.9 - Кварцевий резонатор HC-49S 8 МГц "KDS" [10]

Позиційне позначення	ZQ1
Назва компонента	Кварцевий резонатор HC-49S 8 МГц
Виробник	"KDS"
Критерії вибору	Тактова частота, розміри, вхідна напруга
Параметри конструкції	див. рисунок 2.9
Параметри та характеристики	
Резонансна частота, Гц	8МГц
Точність настройки dF/Fx	10^{-6} 30
Температурний коефіцієнт, Ктх	10^{-30}
Робоча температура, С	- 20 ... +70
Довжина корпусу L., мм	13.5
Діаметр (ширина) корпуси, D (W), мм	11.5

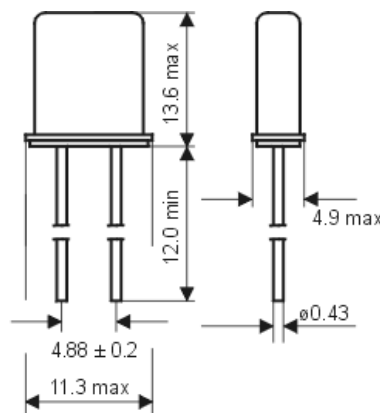


Рисунок 2.9 - Габаритні розміри кварцового резонатора HC-49S

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Для розрахунку стабілізаторів напруги на ІМС (див.рис.2.19), як правило, необхідні наступні початкові дані: номінальне значення вихідної напруги $U_{\text{СТ ВИХ НОМ}}$; граничні значення вихідної напруги $U_{\text{СТ ВИХ min}}$, $U_{\text{СТ ВИХ max}}$; мінімальний і максимальний струми навантаження $I_{\text{Н min}}$, $I_{\text{Н max}}$; температурна нестабільність напруги вхідної α_U ; нестабільність вихідної напруги $K_{\text{НСТУ}}$ або коефіцієнт пульсацій вихідної напруги $K_{\text{П}}$; коефіцієнт стабілізації напруги $K_{\text{СТУ}}$; внутрішній опір стабілізатора $R_{\text{СТ ВИХ}}$; температурний коефіцієнт γ .

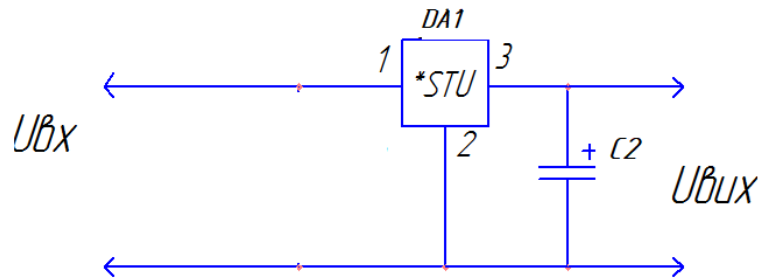


Рисунок 2.10 –Схема стабілізатора і конденсатора

Вибір ІМС виконується за заданими $U_{ст\ вих}$, $I_{ст\ вих\ max}$, $K_{ст\ u}$, γ , $R_{ст\ вих}$ із рисунку 2.10. Бажано віддавати перевагу тим ІМС, які працюють з меншою кількістю зовнішніх елементів. При цьому повинні виконуватися наступні умови

$$U_{IMC\ вих} \geq U_{ст\ вих}$$

$$I_{IMC\ вих\ max} \geq I_{H\ max}$$

$$K_{IMC\ ст\ u} \geq K_{ст\ u}$$

Таблиця 2.10 - Параметри стабілізаторів

Тип ІМС	$U_{ст\ вх}$, В (min... max)	$U_{ст\ вих}$, В (min... max)	$K_{нст\ u}$, % В не більше за	$K_{нст\ u}$, % А не більше за	$K_{ст\ ст}$, дБ на 1кГц не більше за	α_U , % °C не більше за	$I_{ст\ вих}$, А (max)	$P_{ст\ роз}$, Вт без радіатора/з радіатором	$I_{ст\ сп}$, мА	$U_{ст\ од}$, В не більше за
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K142ЕНА	9...20	3...12	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142ЕН1Б	9...20	3...12	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142ЕН1В	9...20	3...12	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142ЕН1Г	9...20	3...12	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142ЕН2А	20...40	12...30	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142ЕН2Б	20...40	12...30	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142ЕН2В	20...40	12...30	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142ЕН2Г	20...40	12...30	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
КТ42ЕН3	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	3
K142ЕН4	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	4
K142ЕН5А	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142ЕН5Б	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142ЕН5В	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
K142ЕН5Г	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
KP142ЕН5А	7,5...15	4,9...5,1	0,05	2	60	0,03	-	1,2/10	10	2,5
KP142ЕН5Б	8,5...15	5,88...6,12	0,05	2	60	0,03	3	1,2/10	10	2,5
KP142ЕН5В	7,5...15	4,82...5,18	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142ЕН5Г	8,5...15	5,8...6,2	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142ЕН6А	-...40	14,7...15,3	0,0015	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
KP142ЕН6Б	-...40	14,7...15,3	0,005	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142ЕН6В	-...40	14,7...15,3	0,0025	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142ЕН6Г	-...40	14,7...15,3	0,0075	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
142ЕН8А	11,5...35	8,73...9,27	0,05	0,67	40	0,02	1,5	-/9	10	2,5
142ЕН8Б	11,5...35	11,64...12,36	-	-	-	-	-	-	-	-

Було обрано стабілізатор "L7805ABV "ST Microelectronics"", який має параметри такі як в КР142ЕН5А (див.табл.2.10).

Незалежно від типу обраної ІМС визначаємо наступні параметри

$$U_{CT\ BX\ min} \equiv U_{CT\ ВИХ\ max} + U_{CT\ ПД} \quad (2.1)$$

$$U_{CT\ BX\ min} \equiv 5,1 + 2,5 = 7,6\ В$$

$$U_{CT\ BX} \equiv \frac{U_{CT\ BX\ min}}{1 - \alpha_-} \quad (2.2)$$

$$U_{CT\ BX} \equiv \frac{7,6}{1 - 0,03} = \frac{7,6}{0,997} = 7,62\ В$$

$$U_{CT\ BX\ max} \equiv U_{CT\ BX} (1 + \alpha_{(+)}) \quad (2.3)$$

$$U_{CT\ BX\ max} \equiv 7,62(1 + 0,03) = 7,62 + 1,03 = 8,65\ В$$

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

Можливі граничні значення ККД

$$\eta_{max} \equiv \frac{U_{CT\ BX\ max}}{U_{CT\ BX\ min}} \quad (2.4)$$

$$\eta_{max} \equiv \frac{8,65}{7,6} = 1,14$$

$$\eta_{min} \equiv \frac{U_{CT\ BX\ min}}{U_{CT\ BX\ max}} \quad (2.5)$$

$$\eta_{min} \equiv \frac{7,6}{8,65} = 0,89$$

Передбачається, що струм споживаний стабілізатором є малим

$$I_{CT\ ВИХ} \equiv I_{CT\ BX} \cdot$$

Визначення ємності конденсатора за формулою:

$$C_0 = \frac{H}{rK_{I\ 0}} \quad (2.6)$$

де C_0 – ємність, мкФ;

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

r – опір, Ом.

H -коефіцієнт, що визначається за графіком 2.12.

$$C_0 = \frac{60}{43 \cdot 0,03} = 470 (\text{мкФ})$$

Розраховуємо робочу напругу:

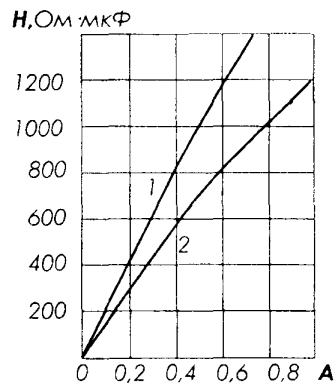


Рисунок 2.11– Графік для визначення коефіцієнта H :

$$U_{роб} = \sqrt{2} U_{2x} \quad (2.7)$$

$$U_{роб} = 1,4 \cdot 10 = 14 (В)$$

Вибираємо тип конденсатора з довідника за параметрами $C_{0 \text{ ном}}$ і $U_{роб}$.

Вибираємо електролітичний конденсатор типу ЕСАР-16 В-470 мкФ 20% "Ерсос" номінальною ємністю 470 мкФ та на робочу напругу 16 В.

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Вибрано комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85 [17].

Визначаємо мінімальну ширину друкованого провідника, мм., по постійному струму для кіл живлення і заземлення [17]:

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{дон}} * t} = \frac{0,2 \text{ А}}{48 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2} * 0,035 \text{ м}} = 0,2 \text{ мм} \quad (2.8)$$

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{\max}=0,2\text{А}$;

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

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

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_{\text{д}} * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} * 0,2\text{А} * 0,4\text{м}}{0,5\text{В} * 0,035\text{м}} = 0,1\text{мм} \quad (2.9)$$

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

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

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

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

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

де: d_E – максимальний діаметр виводу встановленого ЕРЕ (діаметр вивода ЕРЕ.) $\Delta d_{\text{н.в.}}$ – 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, кварцового резонатора, резисторів, конденсаторів;

$d_{E2}=1,0$ - для дисплея HG1, роз'єму XS3, резистора R4, мікросхеми DA1.

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

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

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

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

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$D_{1min} = 2 \left(b_m + \frac{d_{max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (2.12)$$

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;

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

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

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

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:

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

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

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

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

$$b_{min} = b_{1min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.15)$$

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.

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{1\min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{\max}}{2} + \delta p \right) + \left(\frac{d_{\max}}{2} + \delta 1 \right) \right] \quad (2.16)$$

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

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

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta p) \quad (2.17)$$

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta 1) \quad (2.18)$$

$$S_{3\min 1} = 2,5 - (2,82 + 2 \cdot 0,05) = -0,42 \text{ мм}$$

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

У зв'язку із тим, що в розрахунку виходять від'ємні значення, то необхідно контактні площадки робити овальними для резисторів, конденсаторів електролітичних і керамічних, мікросхем, кварцового резонатора, роз'ємів.

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Оцінка теплових режимів роботи проектного виробу виконується з метою забезпечення його надійної та стабільної роботи в умовах тривалої експлуатації. Основним завданням є визначення здатності елементів схеми та конструкції в цілому відводити теплоту, що виділяється під час роботи, без перевищення допустимих температур.

У процесі роботи пристрою основними джерелами тепловиділення є активні елементи електронної схеми (мікросхеми, стабілізатори напруги, резистори під навантаженням, індикатор HG1). Оскільки потужність

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розсіювання більшості компонентів є невеликою, загальне тепловиділення виробу знаходиться на низькому рівні, що дозволяє використовувати природне повітряне охолодження без додаткових радіаторів або примусової вентиляції.

Друкована плата виготовлена зі склотекстоліту, який має достатню термостійкість і забезпечує стабільність геометричних та електричних характеристик у робочому діапазоні температур. Розміщення елементів на платі виконано з урахуванням теплових зазорів, що зменшує взаємний тепловий вплив компонентів і сприяє рівномірному розподілу тепла.

Пластмасовий корпус виробу має невисоку теплопровідність, однак у даному випадку це не є недоліком, оскільки рівень тепловиділення є малим. Конструкція корпусу передбачає наявність внутрішнього об'єму, достатнього для природної конвекції повітря, що забезпечує відведення надлишкового тепла через стінки корпусу та вентиляційні зазори в місцях підключення роз'ємів і датчиків.

Окрему увагу приділено розміщенню індикатора HG1, який встановлений таким чином, щоб уникнути локального перегріву та забезпечити стабільну яскравість індикації при тривалій роботі.

Таким чином, проведена оцінка показує, що тепловий режим роботи виробу є задовільним, а конструкція забезпечує нормальне функціонування всіх елементів без перевищення допустимих температур навіть при тривалій експлуатації.

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою

Надійність характеризується рядом розрахункових показників, найбільш важливими з яких є інтенсивність відмов, середнє напрацювання до відмови, імовірність безвідмовної роботи. Надійність – це властивість виробу виконувати задані функції в певних умовах експлуатації при збереженні значень основних параметрів в заданих межах. Імовірність безвідмовної роботи вказує на те, яка частина виробів із заданої їх кількості буде працювати

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

безвідмовно протягом заданого часу. Інтенсивністю відмов називають кількість відмов за одиницю часу, що приходить на один виріб, який продовжує працювати в даний момент часу. Середнє напрацювання до відмови знаходять при перевірці великої кількості виробів. Чим більше значення ТСР, тим краща надійність виробу.

Оскільки відмови та відновлення працездатності є випадковими подіями в тому змісті, що місце та час їх виникнення неможливо прогнозувати точно, надійність кількісно оцінюється імовірнісними характеристиками.

Імовірність безвідмовної роботи (ІБР) елементу $p(t)$ або системи $p_c(t)$ – це імовірність того, що в межах заданого напрацювання t при визначених умовах експлуатації не виникне жодної відмови.

Інтенсивність відмов $\lambda(t)$ – умовна щільність імовірності виникнення відмов пристрою, що визначається для певного моменту часу при умові, що до цього моменту відмови не виникали.

Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [12]:

Таблиця 2.11 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{\text{нопр}}$	$I_{\text{відм}} * 1e-06$	$K\text{-сть} * K_{\text{нав від}} * 1e-06$
1	Мікросхеми	2	1	0,03	0,06
2	Резистор підстроювальний	1	0,1	3,2	0,32
3	Індикатори	1	1	40	40
4	Конденсатори електролітичні	1	0,4	2,4	0,96
5	Конденсатори керамічні	3	0,1	1,4	0,42
6	Резистори постійні	4	0,42	0,8	1,344
7	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
8	Пайки	76	1	0,02	1,52
9	Датчики	3	1	7,3	21,9
10	Кварцовий резонатор	1	1	0,2	0,2
11	Роз'єми	5	1	0,05	0,25

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 6.7074×10^{-5} 1/год

Середня наробка до відмови: 14908.9 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999329$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.993315$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.935126$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.511330$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.001222$

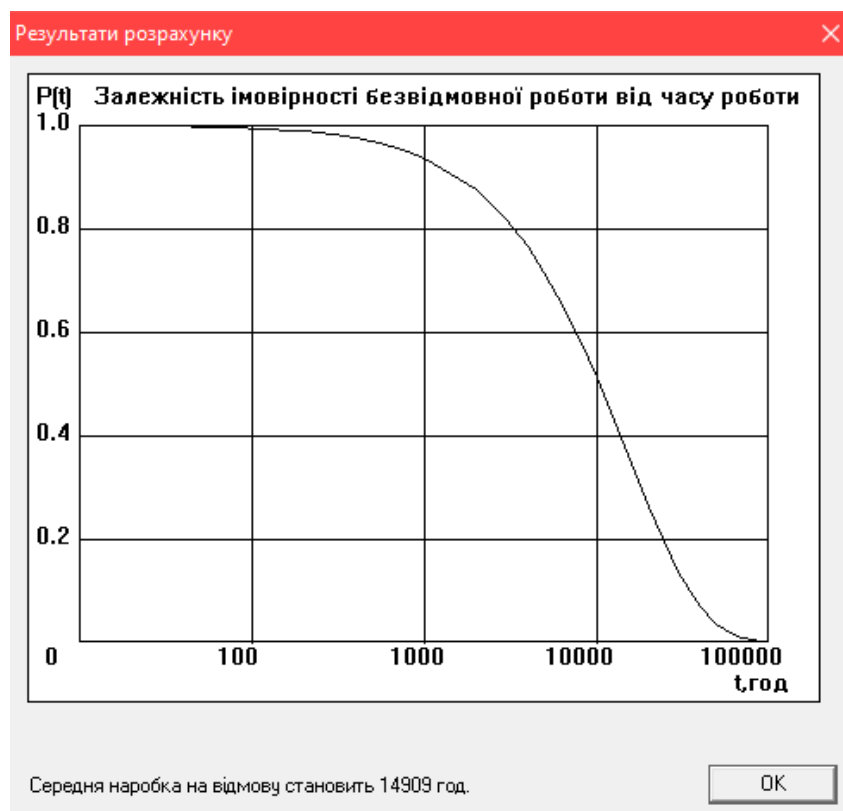


Рисунок 2.12 - Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 14909 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності:

Техніко-економічний аналіз конструкції проектного виробу виконується з метою оцінки доцільності обраних конструктивних рішень, матеріалів та технології виготовлення з точки зору витрат, складності виробництва та експлуатаційних характеристик.

Конструкція виробу виконана на основі друкованої плати розмірами 95×85 мм, що забезпечує компактність пристрою та зменшення витрат на матеріали. Щільне компонування елементів дозволило мінімізувати площу плати, що безпосередньо знижує собівартість її виготовлення. Одностороннє розміщення основних елементів також спрощує технологічний процес монтажу, зменшує час пайки та знижує ймовірність монтажних помилок.

Використання стандартного пластмасового корпусу розмірами 128×118×54 мм є економічно доцільним рішенням, оскільки пластмаса є дешевим, доступним і технологічно зручним матеріалом. Корпус не потребує складної механічної обробки, легко формується методом лиття, що зменшує виробничі витрати при серійному виготовленні.

Кріплення друкованої плати за допомогою чотирьох гвинтів і шайб є простим і надійним рішенням, яке не потребує використання дорогих або спеціалізованих елементів. Це підвищує ремонтпридатність виробу та спрощує його складання.

Застосування стандартних електронних компонентів та індикатора HG1 також позитивно впливає на економічні показники, оскільки дозволяє використовувати широко доступну елементну базу без необхідності розробки спеціальних деталей.

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З точки зору експлуатаційних витрат, виріб характеризується низьким енергоспоживанням, що зменшує витрати під час його використання та підвищує загальну енергоефективність.

У цілому, техніко-економічний аналіз показує, що обрана конструкція є раціональною, економічно доцільною та придатною як для одиничного, так і для серійного виробництва завдяки простоті складання, доступності матеріалів і низькій собівартості.

Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить 12В, а струм споживання 0,2А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=0,2*12=2,4 \text{ (Вт)} \quad (2.19)$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу

Проектований виріб виконано на друкованій платі з компактним розміщенням елементів, що дозволило мінімізувати її габарити до розмірів 95×85 мм. Основні елементи схеми розміщені на одній стороні плати, що спрощує монтаж і підвищує технологічність складання. На зворотній стороні плати встановлено індикатор HG1.

Конструктивно пристрій розміщений у пластмасовому корпусі розмірами 128×118×54 мм. Корпус має добру механічну міцність, привабливий зовнішній вигляд та зручну конструкцію. Він складається з верхньої та нижньої кришок типу «корито».

Друкована плата кріпиться до верхньої кришки корпусу за допомогою чотирьох гвинтів і шайб, що забезпечує надійну фіксацію елементів. У місцях з'єднання двох частин корпусу передбачено встановлення гнізда живлення та вимірювальних датчиків.

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У верхній кришці передбачено отвір зі склом для індикатора, що забезпечує зручне зчитування інформації під час роботи пристрою.

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

Конструкція проектного виробу є технологічною, оскільки забезпечує простоту виготовлення, складання та подальшого обслуговування. Основою пристрою є друкована плата розмірами 95×85 мм, на якій усі радіoeлектронні компоненти розміщені з урахуванням вимог мінімізації монтажних операцій та зручності пайки.

Одностороннє розміщення основних елементів значно спрощує процес складання, зменшує кількість міжшарових з'єднань і виключає складні технологічні операції. Це підвищує надійність монтажу та знижує ймовірність дефектів під час виробництва.

Конструкція корпусу є простою та складається з двох пластикових частин типу «корито», що забезпечує легке складання без використання складного обладнання. Кріплення друкованої плати за допомогою стандартних гвинтів і шайб також підвищує технологічність виробу, оскільки не потребує спеціальних з'єднувальних елементів.

Розміщення гнізда живлення та датчиків у корпусі виконано таким чином, щоб забезпечити зручний доступ під час монтажу та подальшого обслуговування.

У цілому, конструкція виробу характеризується високим рівнем технологічності, що дозволяє рекомендувати її для серійного виробництва з мінімальними витратами на складання.

Для виготовлення та складання виробу використовується стандартний набір інструментів та технологічного оснащення, що забезпечує простоту виробничого процесу:

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Інструменти для монтажу електронних компонентів:

- паяльник з регулюванням температури;
- припій та флюс для монтажу радіоелементів;
- пінцет для встановлення дрібних компонентів;
- бокорізи для обрізання виводів;
- викрутки (хрестові та плоскі) для кріпильних елементів.

2. Інструменти для обробки корпусу:

- дріль або шуруповерт для свердління отворів;
- напилки або надфілі для доведення отворів;
- канцелярський ніж або різак для підгонки пластикових елементів.

3. Вимірювальні інструменти:

- мультиметр для перевірки електричних з'єднань;
- лінійка або штангенциркуль для контролю розмірів.

4. Оснастка та пристосування:

- монтажна плата або утримувач для пайки;
- антистатичний браслет (за потреби);
- шаблони або фіксатори для точного розміщення компонентів;
- стенд для перевірки працездатності виробу.

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

Для реалізації проектного виробу використовується двостороння друкована плата, яка забезпечує більш щільне компонування елементів та ефективну організацію електричних з'єднань між компонентами схеми. Завдяки наявності провідникових шарів з обох сторін плати досягається зменшення її габаритів та підвищується технологічність монтажу.

Виготовлення друкованої плати здійснюється за комбінованою технологією, що включає декілька послідовних етапів. Спочатку використовується заготовка з фольгованого діелектрика, яка слугує основою

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

майбутньої плати. На підготовлену поверхню наноситься шар фоточутливого матеріалу (фоторезисту), що дозволяє формувати рисунок провідників методом фотолітографії.

Далі виконується експонування через фотошаблон, на якому нанесена топологія друкованих провідників. Під дією ультрафіолетового випромінювання змінюються властивості фоточутливого шару, після чого проводиться стадія проявлення. У результаті проявлення видаляються незахищені ділянки фоторезисту, а на платі формується захисний рисунок, що відповідає майбутнім провідникам.

Наступним технологічним етапом є хімічне травлення мідного шару. Під час цього процесу видаляються всі непотрібні ділянки міді, тоді як захищені фоторезистом області залишаються, утворюючи провідникову структуру друкованої плати.

Для двосторонніх плат додатково виконується операція металізації отворів, яка забезпечує надійний електричний контакт між верхнім і нижнім шарами. Перед цим здійснюється свердління отворів згідно з конструкторською документацією, після чого проводиться їх очищення та підготовка до нанесення металевого покриття.

Завершальний етап виготовлення включає нанесення захисної паяльної маски. Вона виконує функцію захисту провідників від окиснення, механічних пошкоджень та запобігає утворенню випадкових коротких замикань під час монтажу. Паралельно виконується маркування елементів, що значно полегшує процес складання та подальшого обслуговування виробу.

На кінцевій стадії контактні площадки покриваються фінішним шаром металу, який покращує їх паяльні властивості та підвищує надійність електричних з'єднань. Як правило, для цього використовуються олов'яні, нікелеві або золото-нікелеві покриття.

Основним матеріалом для виготовлення плати є склотекстоліт типу FR-4, який характеризується високою механічною міцністю, стабільними

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

діелектричними властивостями та стійкістю до температурних навантажень, що робить його оптимальним вибором для радіоелектронних пристроїв.

Провідниковий шар виконується з електролітичної міді, яка забезпечує низький електричний опір та високу надійність передачі сигналів у схемі.

Як допоміжні матеріали використовуються фоточутливі резисти для формування провідникового рисунка, хімічні розчини для травлення міді, а також матеріали для нанесення паяльної маски та фінішного покриття контактних площадок.

2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

При кількісній оцінці технологічності розраховується комплексний показник технологічності K , який враховує усереднене значення часткових показників з урахуванням коефіцієнтів, які характеризують їх значимість при розрахунку.

Коефіцієнт використання мікросхеми $K_{\text{вик.імс}}$ визначається за формулою:

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{2}{2+14} = 0,13 \quad (2.20)$$

Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу $K_{\text{А.М}}$ виробу визначається за формулою:

$$K_{\text{А.М}} = \frac{H_{\text{А.М}}}{H_{\text{М}}} = \frac{60}{76} = 0,8 \quad (2.21)$$

де $H_{\text{А.М}}$ – загальна кількість монтажних з'єднань, які здійснюються або можуть здійснюватись автоматизованим способом, тобто наявні механізми для виконання монтажних з'єднань.

$H_{\text{М}}$ – загальна кількість монтажних з'єднань.

Коефіцієнт амортизації і механізації підготовки ЕРЕ до монтажу $K_{\text{М.ПЕРЕ}}$ визначається за формулою:

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{M.П.ЕРЕ} = \frac{H_{M.П.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = \frac{13}{14} = 0,93 \quad (2.22)$$

де $H_{M.П.ЕРЕ}$ кількість ЕРЕ, підготовка до яких до монтажу здійснюється або може здійснюватися механізованим або автоматизованим методом, тобто наявні механізми, обладнання чи оснастки для виконання цих операцій. До числа вказаних ЕРЕ входять і такі, що не потребують спеціальної підготовки до монтажу.

Коефіцієнт повторюваності електрорадіоелементів $K_{ПОВТ.ЕРЕ}$ визначається за формулою:

$$K_{ПОВТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{14}{14} = 0 \quad (2.23)$$

де $H_{ЕРЕ}$ – загальна кількість ЕРЕ у виробі.

Коефіцієнт застосовності електрорадіоелементів $K_{ЗАСТ.ЕРЕ}$ визначається за формулою:

$$K_{ЗАСТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ОР.ЕРЕ}}{H_{Т.ЕРЕ}} = 1 - \frac{6}{14} = 0,57 \quad (2.24)$$

де $H_{Т.ОР.ЕРЕ}$ кількість типорозмірів оригінальних ЕРЕ у виробів

$H_{Т.ЕРЕ}$ – загальна кількість типорозмірів ЕРЕ у виробі

Коефіцієнт установочних розмірів електрорадіоелементів $K_{ВСТ.Р}$ визначається за формулою:

$$K_{ВСТ.Р} = 1 - \frac{H_{ВСТ.Р}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{14}{14} = 0 \quad (2.25)$$

де $H_{ВСТ.Р}$ кількість видів встановлених розмірів ЕРЕ у виробі

Коефіцієнт прогресивності Формоутворення K_{Φ} деталей визначається за формулою:

$$K_{\Phi} = \frac{D_{np}}{D} = \frac{1}{1} = 1 \quad (2.26)$$

де D_{np} – кількість деталей, заготовки або самі деталі отримані прогресивним методом формоутворення.

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} \quad (2.27)$$

$$K = \frac{0,13*1 + 0,8*1 + 0,93*0,75 + 0*0,5 + 0,57*0,310 + 0*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,5$$

Оцінка рівня технологічності виробу визначається з відношення розрахованого комплексного показника K до комплексного нормативного показника K_n , який відображає реальний існуючий рівень технологічності на підприємствах по випуску РЕА. Для нашого виробу $K_n = 0,5$.

Відношення K/K_n повинно задовольняти умову:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad (2.28)$$

Перевіряємо умову: $\frac{0,5}{0,5} = 1,0 \geq 1.$

З відношення бачимо що дана умова виконується, отже виріб вважається технологічним.

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

Маршрутно-операційна технологія складання термометра включає в себе наступні кроки:

- установка друкованого вузла у верхню частину корпусу;
- кріплення друкованого вузла до верхньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів;
- кріплення датчиків між двох кришок;
- кріплення скла під індикатор;
- фіксація кришок за допомогою чотирьох гвинтів та ніжок;

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

- Розконсервація друкованої плати;
- Маркування заводського номера;

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 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.

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	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 –1000грн/м² за місяць). При цьому вартість передавальних пристроїв включається в орендну плату будівель.

Вартість будівель розраховується за формулою:

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

$$V_{\text{буд}} = 2000 \times 100 = 200000 \text{ (грн.)}$$

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

$C_{\text{буд}}$ – орендна плата за 1м² будівлі, грн./м²;

$S_{\text{буд}}$ – площа будівлі, м² (приймається 100м²).

Будівлі орендуються разом із обладнанням, тому їх вартість слід збільшити на 40-60%, тобто :

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

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 200000 + 100000 = 300000 \text{ (грн.)}$$

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

$$V_{\text{обл}} = 200000 \cdot 0,5 = 100000 \text{ (грн.)}$$

де K_o – коефіцієнт, що враховує вартість обладнання ($K_o=0,5$).

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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:

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

$$V_{\text{інстр}} = 100000 \times 0,02 \times 1,1 = 2200 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$V_{\text{інв}} = 100000 \times 0,03 \times 1,1 = 3300 \text{ (грн.)}$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

$$\text{ПІ} = 3000000 + 2200 + 3300 = 305500 \text{ (грн.)}$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

$$A = \frac{5500 \times 25}{100} = 1375 \text{ (грн.)}$$

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

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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	2200	550
	Виробничий та господарський інвентар	3300	825
	Всього:	5500	1375

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.

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$B_M = 694 \times 1,04 = 721,76 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

K_{Tr} - коефіцієнт, що враховує транспортні витрати на доставку матеріалів до підприємства (для розрахунку приймається в розмірі 4 % від вартості матеріалів: $K_{Tr}=1.04$). 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	75	75
2	Кришка нижня	1	75	75
3	Кришка верхня	1	75	75
4	Мікросхема	2	100	200
5	Конденсатори електролітичні	1	10	10
6	Конденсатори постійні	3	1	3
7	Резистори постійні	2	0,5	1
8	Дисплей	1	100	100
9	Кварц	1	10	10
10	Резистор змінний	1	5	5
11	Роз'єм	5	20	100
12	Датчики	2	20	40
				694

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 ($B_{o.z.pl.}$):

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для розрахунку заробітної плати працівників визначають відрядну розцінку за кожну операцію (одиницю роботи чи продукції), виконану працівником, за формулою:

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

$$P_{\text{від}} = \frac{33}{60} \times 220 = 121 (\text{грн})$$

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

$C_{\text{г}}$ – 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	$T_{\text{шт}, \text{хв.}}$	Розряд	Годинна тарифна ставка, (Сг), грн/год
1	Пайка	15	V	220
2	Регулювання	10	V	220
3	Складання	8	V	220
	Всього	33		

4) Витрати на додаткову заробітну плату працівників ($B_{\text{дод.з.пл.}}$):

приймаються в розмірі 11% від основної заробітної плати виробничих працівників і розраховують за формулою:

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

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = 121 \times 0.11 = 13,31 (\text{грн})$$

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:

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

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (121 + 13,31) = 25,55 \text{ (грн)}$$

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:

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{69}{100} \times (121 + 13,31) = 92,67 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 69%);

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:

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

$$B_{\text{зв}} = \frac{147}{100} \times (121 + 13,31) = 197,44 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 147%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 721,76 + (121 + 13,31 + 25,55) + 92,67 + 197,44 = 1171,73 \text{ (грн.)}$$

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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	721,76
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	121,00
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	13,31
4	Відрахування на соціальні заходи	25,55
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	92,67
6	Загальновиробничі витрати	197,44
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1171,73
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	881,62
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	290,11

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

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

$$Ц_{одпр} = 1171,73 \times \frac{100 + 34}{100} = 1570,12 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 34%);

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:

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

$$\Pi_p = (1570,12 - 1171,73) \times 1420 = 565713,8 \text{ (грн.)},$$

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\text{ЧП} = 565713,8 - 565713,8 \times \frac{18}{100} = 463885,32 \text{ (грн.)}$$

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

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

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

$$S_{повq} = 1171,73 \times 1420 = 1663856,6 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$P_{п} = \frac{463885,32}{1663856,6} \times 100\% = 27,88 \%$$

де $P_{п}$ - 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:

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

$$\Gamma\Pi = 463885,32 + 1375 = 465260,32 \text{ (грн.)},$$

де $\Gamma\Pi_t$ - 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:

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{ЧТВ} = \text{ТВ} - \text{ПІ} \quad (3.21)$$

$$\text{ЧТВ} = 422963,93 - 305500 = 117463,93 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ТВ} = \frac{465260,32}{(1 + 0,1)^1} = 422963,93 \text{ (грн.)}$$

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, ... ,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.

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

$$\text{ІП} = \frac{\text{ТВ}}{\text{ПІ}} \quad (3.23)$$

$$\text{ІП} = \frac{422963,93}{305500} = 1,38$$

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ІІ- 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:

$$\text{Ток}_{\text{диск}} = \frac{\text{ІІ}}{\text{ГП}_{\text{диск}}} \quad (3.24)$$

$$\text{Ток}_{\text{диск.}} = \frac{305500}{422963,93} = 0,72\text{р}$$

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

$$\text{ГП}_{\text{диск}} = \frac{\text{ТВ}}{t}, \quad (3.25)$$

$$\text{ГП}_{\text{диск}} = \frac{422963,93}{1} = 422963,93 \quad (\text{грн.})$$

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.	1420
2	Собівартість виробу	грн./од.	1171,73
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1570,12
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	305500
5	Чистий прибуток	грн.	463885,32
6	Рентабельність виробу	%	27,88
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	117463,93
9	Індекс прибутковості	-	1,38
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,72

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Основні види втоми в контексті охорони праці.

Втома є природною фізіологічною реакцією організму на тривале або інтенсивне навантаження. У сфері охорони праці проблема втоми має надзвичайно важливе значення, оскільки саме вона часто стає причиною зниження працездатності, погіршення уваги, помилок у роботі та виникнення виробничого травматизму. Стан втоми негативно впливає як на фізичний, так і на психічний стан працівника, що може призвести до небезпечних наслідків не лише для самого працівника, а й для оточуючих. У процесі трудової діяльності організм людини витрачає енергію, а різні системи організму зазнають певного навантаження. Якщо навантаження є надмірним або тривалим, виникає втома — тимчасове зниження працездатності, яке супроводжується погіршенням функціонального стану організму. Втома є сигналом про необхідність відпочинку та відновлення сил.

У контексті охорони праці виділяють кілька основних видів втоми: фізичну, розумову, емоційну, сенсорну та хронічну. Кожен із цих видів має свої особливості, причини виникнення та наслідки. Фізична втома виникає внаслідок значного навантаження на м'язову систему людини. Вона характерна для працівників, які виконують важку фізичну роботу, пов'язану з підніманням вантажів, тривалим перебуванням у незручній позі, інтенсивними рухами або значними фізичними зусиллями. Основними ознаками фізичної втоми є зниження сили та витривалості, біль у м'язах, уповільнення рухів, погіршення координації, підвищене потовиділення та загальна слабкість. Фізична втома виникає через виснаження енергетичних ресурсів організму та накопичення продуктів обміну речовин у м'язах. У разі недостатнього відпочинку вона може призвести до перенапруження організму, травм і професійних захворювань опорно-рухового апарату. Для запобігання фізичній втомі важливими є раціональний режим праці та відпочинку, механізація

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

важких робіт, правильна організація робочого місця, використання засобів малої механізації, виробнича гімнастика та перерви для відпочинку. Особливе значення має дотримання норм піднімання та переміщення вантажів, а також забезпечення належних санітарно-гігієнічних умов праці.

Розумова втома пов'язана з інтенсивною діяльністю центральної нервової системи та виникає під час виконання робіт, що потребують значної концентрації уваги, аналізу інформації, прийняття рішень або тривалої інтелектуальної діяльності. Такий вид втоми характерний для операторів, диспетчерів, програмістів, бухгалтерів, водіїв, працівників сфери управління та інших спеціалістів, чия робота пов'язана з постійним нервово-психічним напруженням. Основними ознаками розумової втоми є зниження концентрації уваги, погіршення пам'яті, уповільнення мислення, зростання кількості помилок, сонливість та дратівливість. Розумова втома особливо небезпечна тим, що працівник може не одразу усвідомлювати погіршення свого стану. Це підвищує ризик аварій та нещасних випадків, особливо на роботах із підвищеною небезпекою. Для профілактики розумової втоми необхідно чергувати види діяльності, забезпечувати достатні перерви, дотримуватися нормальної тривалості робочого часу, створювати комфортні умови праці та уникати надмірного інформаційного навантаження. Важливе значення має також психологічний клімат у колективі та рівень організації праці.

Емоційна втома виникає внаслідок тривалого нервово-емоційного напруження, стресових ситуацій, конфліктів або високого рівня відповідальності. Вона часто спостерігається у працівників медичної сфери, рятувальників, педагогів, військовослужбовців, операторів служб підтримки та інших професій, пов'язаних із постійною взаємодією з людьми або роботою в умовах стресу. Основними проявами емоційної втоми є нервозність, емоційна нестабільність, апатія, зниження мотивації, тривожність та порушення сну. Тривала емоційна втома може призвести до професійного вигорання, депресивних станів, погіршення психічного здоров'я та зниження

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ефективності праці. Для запобігання емоційній втомі важливо забезпечувати психологічну підтримку працівників, створювати сприятливий морально-психологічний клімат, уникати надмірного перевантаження та впроваджувати заходи психологічного розвантаження. Також велике значення мають повноцінний відпочинок, фізична активність та підтримка здорового способу життя.

Сенсорна втома виникає внаслідок тривалого навантаження на органи чуття — зір, слух, дотик. Найчастіше вона спостерігається у працівників, які тривалий час працюють за комп'ютером, контролюють показники приладів, виконують точні роботи або працюють в умовах підвищеного шуму. Основними ознаками сенсорної втоми є погіршення зору, біль в очах, зниження слухової чутливості, головний біль та швидка втомлюваність. Причинами сенсорної втоми можуть бути недостатнє або надмірне освітлення, високий рівень шуму, тривале напруження зору та монотонність роботи. Для профілактики сенсорної втоми необхідно забезпечувати правильне освітлення, дотримуватися норм шуму, робити регулярні перерви, правильно організовувати робоче місце та використовувати захисні засоби для органів зору та слуху. Особливо важливо дотримуватися ергономічних вимог під час роботи з комп'ютерною технікою.

Хронічна втома є наслідком тривалого перевантаження організму та недостатнього відновлення. Вона може розвиватися поступово в результаті постійної перевтоми, стресу та порушення режиму праці та відпочинку. Основними ознаками хронічної втоми є постійне відчуття виснаження, зниження працездатності, погіршення самопочуття, порушення сну, зниження імунітету та часті захворювання. Хронічна втома є небезпечною, оскільки може призвести до серйозних порушень здоров'я, професійних захворювань та значного підвищення ризику виробничого травматизму. Для її профілактики необхідно дотримуватися режиму праці та відпочинку, уникати надмірних навантажень, забезпечувати повноцінний сон, правильно харчуватися та

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

займатися фізичною активністю. Важливе значення має також своєчасне проходження медичних оглядів та контроль за станом здоров'я працівників.

Таким чином, втома є невід'ємною складовою трудової діяльності людини, однак її надмірний розвиток становить серйозну небезпеку для здоров'я працівників та безпеки виробництва. Основними видами втоми в контексті охорони праці є фізична, розумова, емоційна, сенсорна та хронічна втома. Кожен із цих видів має свої причини, прояви та наслідки. Ефективна профілактика втоми передбачає комплекс організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та психологічних заходів, спрямованих на створення безпечних і комфортних умов праці. Раціональна організація праці та відпочинку, дотримання вимог охорони праці та турбота про здоров'я працівників є важливими умовами забезпечення високої працездатності та зниження рівня виробничого травматизму.

4.2 Засоби і заходи забезпечення пожежної безпеки виробничого об'єкта.

Забезпечення пожежної безпеки — це один із важливих напрямків щодо охорони життя та здоров'я людей, національного багатства і навколишнього середовища. Незважаючи на значний поступ у науково-технічній сфері людству ще не вдалося знайти абсолютно надійних засобів щодо забезпечення пожежної безпеки. Більше того, статистика свідчить, що при зростанні чисельності населення на 1 % кількість пожеж збільшується приблизно на 5%, а збитки від них зростають на 10%. І сьогодні, коли людство увійшло в третє тисячоліття своєї багатовікової історії, питання пожежної безпеки залишаються актуальними.

Під пожежною безпекою об'єкта розуміють такий його стан, за якого з регламентованою імовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі та впливу на людей небезпечних чинників пожежі, а також забезпечується захист матеріальних цінностей. Забезпечення пожежної

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

безпеки об'єкта досить складне і багатоаспектне завдання, тому до його вирішення необхідно підходити комплексно. Комплекс заходів та засобів щодо забезпечення пожежної безпеки об'єкта складається із відповідних систем, кожна з яких підрозділяється на підсистеми, а ті, в свою чергу, на підсистеми нижчого рівня, які на рис. 1 не показані.

Основними системами комплексу заходів та засобів щодо забезпечення пожежної безпеки об'єкта є: система запобігання пожежі, система протипожежного захисту та система організаційно-технічних заходів. Оскільки дві перші системи достатньо об'ємні та потребують більш детального вивчення, то розглянемо їх окремими пунктами розділу.

Всі заходи організаційно-технічного характеру на об'єкті можна підрозділити на організаційні, технічні, режимні та експлуатаційні.

Організаційні заходи пожежної безпеки передбачають: організацію пожежної охорони на об'єкті, проведення навчань з питань пожежної безпеки (включаючи інструктажі та пожежно-технічні мінімуми), застосування наочних засобів проти-пожежної пропаганди та агітації, організацією ДПД та ПТК, проведення перевірок, оглядів стану пожежної безпеки приміщень, будівель, об'єкта в цілому та ін.

До технічних заходів належать: суворе дотримання правил і норм, визначених чинними нормативними документами при реконструкції приміщень, будівель та об'єктів, технічному переоснащенні виробництва, експлуатації чи можливого переобладнанні електромереж, опалення, вентиляції, освітлення і т. п.

Заходи режимного характеру передбачають заборону куріння та застосування відкритого вогню в недозволених місцях, недопущення появи сторонніх осіб у вибухонебезпечних приміщеннях чи об'єктах, регламентацію пожежної безпеки при проведенні вогневих робіт тощо

Експлуатаційні заходи охоплюють своєчасне проведення профілактичних оглядів, випробувань, ремонтів технологічного та

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

допоміжного устаткування, а також інженерного господарства (електромереж, електроустановок, опалення, вентиляції).

Система запобігання пожежі — це комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на унеможливлення умов, необхідних для виникнення пожежі.

Умови, необхідні для виникнення пожежі (горіння). Одним із основних принципів у системі запобігання пожежі є положення про те, що горіння (пожежа) можливе лише за певних умов. Основною умовою є наявність трьох чинників: горючої речовини, окисника та джерела запалювання (так званий трикутник Лавузьє). Крім того, необхідно, щоб горюча речовина була нагріта до необхідної температури і знаходилась у відповідному кількісному співвідношенні з окисником, а джерело запалювання мало необхідну енергію для початкового імпульсу (запалювання). Так сірником неможливо запалити дерев'яну колоду чи стіл, у той же час аркуш паперу легко загориться.

До джерел запалювання, які ініціюють горіння належать: відкрите полум'я, розжарені предмети, електричні заряди, теплові процеси хімічного, електричного та механічного походження, іскри від ударів та тертя, сонячна радіація, електромагнітні та інші випромінювання. Джерела запалювання можуть бути високо-, середньо- та малопотужними.

Горючими речовинами вважаються речовини, які при дії на них високої температури, відкритого полум'я чи іншого джерела запалювання можуть займатися і в подальшому горіти з утворенням тепла та зазвичай випромінюванням світла. До складу переважної більшості горючих речовин входять вуглець (Карбон) та водень (Гідроген), які є основними горючими складниками цих речовин. Крім вуглецю та водню горючі речовини можуть містити й інші елементи та сполуки. Є також ціла низка горючих речовин, які являють собою прості елементи, наприклад сірка, фосфор, вуглець. Горючі речовини не лише відрізняються за своїм хімічним складом, а й за фізичним станом, тобто можуть перебувати в твердому, рідинному чи газоподібному

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стані. Як правило, найбільш небезпечними у пожежному відношенні є горючі речовини в газоподібному стані.

Головною умовою для успішної ліквідації пожежі є швидке повідомлення пожежно-рятувальної служби про виникнення загоряння.

Для виклику пожежної команди на кожному об'єкті має бути телефонний або радіозв'язок.

Для швидкого повідомлення про пожежу облаштовують електричну пожежну сигналізацію, яка виявляє займання на початковій стадії, що забезпечує успішну боротьбу з вогнем.

До автоматичних систем пожежної сигналізації належать: теплові, димові, світлові й комбіновані сповіщувачі;

Теплові автоматичні сповіщувачі реагують на підвищення температури навколишнього середовища.

Димові сповіщувачі реагують на появу диму.

Комбіновані сповіщувачі здатні одночасно реагувати на підвищення температури у навколишньому середовищі і появу диму.

Світлові сповіщувачі мають фотоелемент, що реагує на ультрафіолетову або інфрачервону частину спектра полум'я.

Ефективність і надійність пожежних сповіщувачів залежить від оптимального добору їх типу, установки та умов експлуатації.

Кожну точку приміщення, яка потребує захисту від пожежі, має контролювати не менш як два автоматичних пожежних сповіщувачів.

Кількість пожежних оповісників у приміщенні визначають, виходячи з необхідності виявлення загорання у початковій стадії по всій площі.

Допустима висота установки пожежних сповіщувачів не повинна перевищувати:

- теплових — 9 м;

- димових — 12 м;

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- комбінованих — 20 м;

- світлових — 30м.

Періодично сповіщувачі перевіряються на справність:

- теплові — один раз на рік;

- димові і комбіновані — один раз на місяць.

- Первинні засоби пожежогасіння. Призначення та місцезнаходження первинних засобів пожежогасіння.

Будинки, споруди, приміщення, технологічні установки повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння: вогнегасниками, ящиками з піском, покривалами з негорючого теплоізоляційного полотна, грубововняної тканини чи повсті, іншим пожежним інструментом, які використовуються для локалізації і ліквідації пожеж у початковій стадії їхнього розвитку.

Норми належності первинних засобів пожежогасіння для об'єктів слід установлювати згідно з нормами технологічного проектування, Типовими нормами належності вогнегасників та Правилами пожежної безпеки в Україні.

Коли від пожежі захищаються приміщення з персональними комп'ютерами, то слід урахувати специфіку вогнегасних речовин у вогнегасниках, які призводять під час гасіння до псування обладнання. Ці приміщення рекомендується оснащувати вуглекислотними вогнегасниками з урахуванням граничнодопустимої концентрації вогнегасної речовини.

Для зазначення місцезнаходження первинних засобів пожежогасіння слід установлювати відповідні знаки згідно з чинними державними стандартами. Знаки слід розміщувати на видних місцях на висоті 2-2,5 м від рівня підлоги як у середині, так і поза приміщеннями (у разі потреби).

Переносні вогнегасники повинні розміщуватися шляхом:

- навішування на вертикальні конструкції на висоті не більше 1,5 м від рівня підлоги до нижнього торця вогнегасника і на відстані від дверей, достатній для її повного відчинення;

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- установлення в пожежні шафи пожежних кранів, або у спеціальні тумби;

- навішування вогнегасників на кронштейни, розміщення їх у тумбах або пожежних шафах повинне забезпечувати можливість прочитання маркувальних написів на корпусі.

Експлуатація та технічне обслуговування вогнегасників повинно здійснюватися відповідно до вимог Правил експлуатації вогнегасників (.

Вогнегасники, введення яких в експлуатацію дозволене, повинні мати:

а) облікові (інвентарні) номери за прийнятою на об'єкті системою нумерації;

б) пломби на пристроях ручного пуску;

в) бирки та маркувальні написи на корпусі, червоне сигнальне пофарбування згідно з державними стандартами.

Заряджання й перезаряджання вогнегасників усіх типів повинно проводитися відповідно до інструкції з експлуатації. Заряджені вогнегасники, у яких маса вогнегасного заряду або тиск середовища є меншим або більшим від номінальних значень на 5% (за температури 20°C), підлягають дозарядженню (перезарядженню).

Використані вогнегасники, а також вогнегасники із зірваними пломбами необхідно негайно направляти на перезаряджання або на перевірку.

На перезарядження (технічне обслуговування) з об'єкта дозволяється відправити не більше 50% вогнегасників від їх загальної кількості.

Вогнегасники, установлені за межами приміщень або в неопалюваних приміщеннях та не призначені для експлуатації за мінусових температур, слід знімати на холодний період року. У таких випадках на пожежних щитах треба вмістити інформацію про місце розташування найближчого вогнегасника.

Вода. Основний ефект гасіння - охолодження горючих предметів нижче температури горіння. Недоліки гасіння водою: замерзання води при від'ємних

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

температурах; вода не гасить горючі рідини з температурою кипіння нижче 800С; спричиняє значні збитки для обладнання та будівель; при гасінні електрообладнання можливе враження електричним струмом; погано змочує деякі волокнисті і тверді речовини, тому при їх гасінні водою ефект відсутній.

Піна буває хімічна та повітряно-механічна. Хімічна піна складається з бульбашок вуглекислого газу, повітряно-механічна -містить бульбашки повітря. Вогнегасна дія піни - охолодження верхнього шару та ізоляція горючих предметів від атмосферного повітря. Піна не застосовується для гасіння електрообладнання під напругою та таких активних речовин як калій, натрій, сірковуглець, з якими вона вступає в реакцію.

Вуглекислота (CO₂) використовується, в основному, для гасіння електроустановок. Вуглекислою не можна гасити етиловий спирт, в якому вона розчиняється, а також целулоїд, терміт, що горять без доступу повітря. При гасінні вуглекислою у закритих приміщеннях концентрація CO₂ зростає, що небезпечно для життя.

Порошки. Порошкова хмара створює захист від теплового випромінювання, тому пожежу можна гасити без спеціальної захисної одягу. При потраплянні порошків на розжарені предмети відбувається розклад солей та виділення негорючих газів, що підсилює вогнегасну дію порошку. Проте, в закритих приміщеннях при гасінні порошками створюється висока запиленість повітря, порошки також мають слабкий охолоджуючий ефект, що може призвести до повторного загорання.

У будівлях вогнегасники встановлюють поблизу пожежних кранів, а також на видних та в доступних місцях на висоті 1,5 м. від підлоги.

Для зв'язку при пожежі використовують телефон, радіо, радіотелефон, установки автоматичного і напівавтоматичного зв'язку. Для попередження людей у приміщеннях може використовуватися спеціальна система зв'язку, внутрішня радіотрансляційна мережа, а також звукові сигнали оповіщення (автоматична система сигналізації)

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основними складовими систем автоматичної сигналізації є: датчики, що монтуються в будинках або на території об'єктів і призначені для подачі сигналу при пожежі; приймальні апарати (станції), що забезпечують прийом сигналів від датчиків; лінії комунікацій, що з'єднують датчики з приймальними апаратами; джерела електропостачання

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Термометр-гігрометр- барометр для сауни». 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 95×85мм 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 не складна, конструкція корпусу виробу є також не складною.

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

В технологічній частині проекту була проведена кількісна і якісна оцінка технологічності. Розроблена конструкція даного пристрою являється технологічною і з деякими доробками може впроваджуватися у виробництво. Розроблена маршрутно-операційна технологія складання друкованого вузла і виробу.

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Термометр-гігрометр- барометр для сауни [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.joyta./4334-avtomaticheskij-poliv-rastenij-v-teplice-i-sadovom-uchastke-i/> (дата звернення 10.02.2026).
2. Конденсатор типу ЕСАР [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/b41828a6225m007>(дата звернення 15.02.2026).
3. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.tme.eu//details/b37979-g5102/kondensatory-keramicheskie-tht-50v/>(дата звернення 15.02.2026).
4. Конденсатор NPO [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/>(дата звернення 15.02.2026).
5. Мікросхема L7805ABV "ST Microelectronics" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/kx-26-32-768-khz-kvarczevyj-rezonator_2404.html(дата звернення 15.02.2026).
6. Резистор 3329H-1 "Bourns" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://car-led.org/ua/p31490203-chervonij-semisegmentnij-led.html>(дата звернення 15.02.2026).
7. Дисплей SDCB2004BWE-R07 "Sinda" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.chipdip./product/cls7-ts6601-13.0-180>(дата звернення 15.02.2026).
8. Датчик температури DS18B20 "Smartmodule [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<http://hardelectronics./diod-1n4148.html>(дата звернення 15.02.2026).
9. Кварцевий резонатор HC-49S 8 МГц "KDS" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://electronoff.ua/good/tranzistor-bc556b-pnp-65v-0-1a-korpus-to-92.php>(дата звернення 15.02.2026).

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2016
11. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Конструювання РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018
12. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>
13. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання графічної частини комплексного курсового проекту для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2020
14. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021
15. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Технологія виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021
16. Васишин О.З. Методичні вказівки для розробки маршрутно-операційної технології складання та монтажу вузлів РЕА для спеціальності 5.05090101 "Конструювання, виробництво та технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021.
17. Васишин О.З. Конспект лекцій "Поверхневий монтаж" для спеціальності 172 "Конструювання, виробництво та технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021.
18. Програма для розробки схем "Altium Designer" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>
19. Штогрин П.І. Навчальний посібник "Altium Designer 10 для початківців" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2022.

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. Штогрин П.І. Методичні вказівки "Розробка 3D-моделей радіоелементів" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2022.

21. Васишин О.З., Штогрин П.І. Методичні вказівки "Розробка 3D-моделей типових корпусів РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021.

22. Програма для розробки корпусу “Kompas 3D” [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>

23. Програма для розробки схем “Altium Designer” [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>

24. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання практичної роботи "Конструктивний розрахунок друкованого монтажу" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2022.

25. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання комплексного курсового проекту для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2020

26. Гуржій А. М. Основи автоматики та робототехніки: Навчальний посібник / А. М. Гуржій, А. Т. Нельга, В. М. Співак, О. С. Ітякін:–Дніпро: «Гарант СВ», 2021.- 243с.

27. Ємельянов В.В. Конспект лекцій з дисципліни “Системи мобільного зв’язку”, частина 2 – “Радіопередавальні та радіоприймальні пристрої” для студентів усіх форм навчання спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка. – Харків, Харківський національний університет радіоелектроніки, 2018. – 74 с.

28. Денисюк В.О., Цирульник С.М. Мікропроцесорні системи управління: навч. посіб. Вінн. нац. аграр. ун-т. Вінниця: ТВОРИ, 2021. 204 с.

29. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzgzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ0S4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLj

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

AuMTUxNjM0NjA3MQ..*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbj
drNWNDZTc5QUV6OFRIb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNlWHAzWWxZWl
JTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDd
Rb016bCUyRjBhZ1QwY0Z1M3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2024).

30. Магпо В. І., Рябчий В. Д., Гусєв О. Ю. Вимірювання сигналів у радіотехніці: навч. посіб. Міністерство освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Дніпро: НТУ «ДП», 2018. 191 с.

31. Пістун Є. П., Стасюк І. Д. Основи автоматики та автоматизації : навчальний посібник. Друге видання, змінене і доповнене. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 332 с.

32. Васильківський І. С., Фединець В. О., Юсик Я. П. Виконавчі пристрої систем автоматизації: навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2020. 220 с.

33. Дипломне проектування URL:
<https://eguru1.tk.te.ua/course/view.php?id=390>

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А Друкована плата

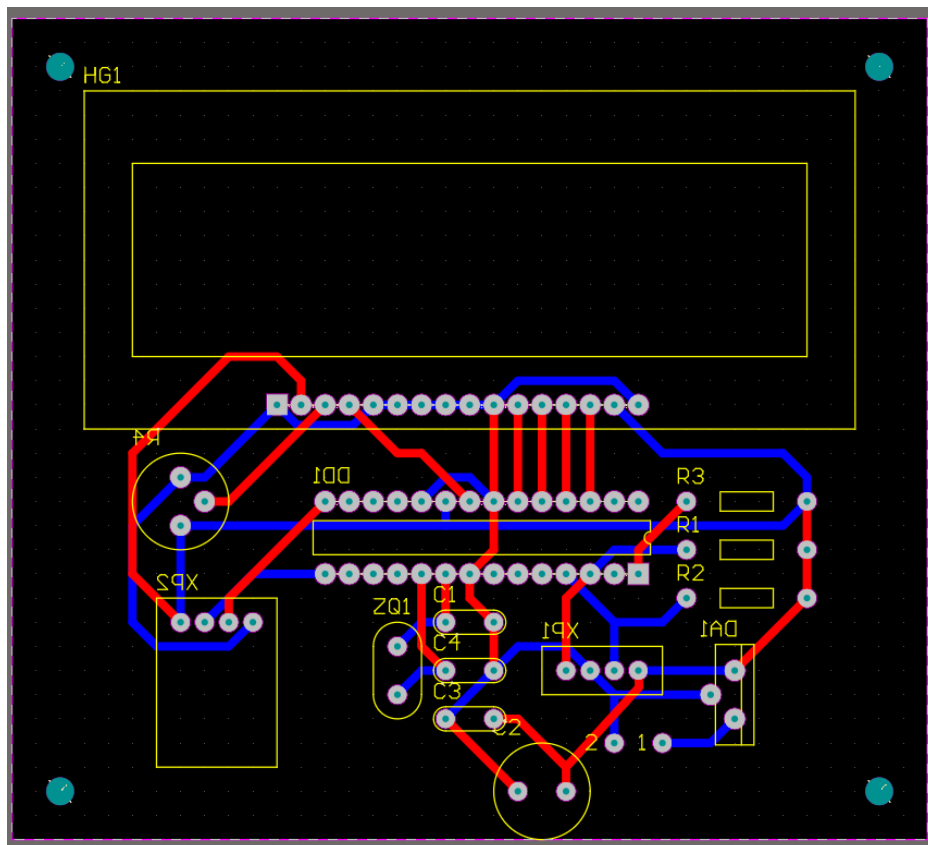


Рисунок А.1 – Друкована плата

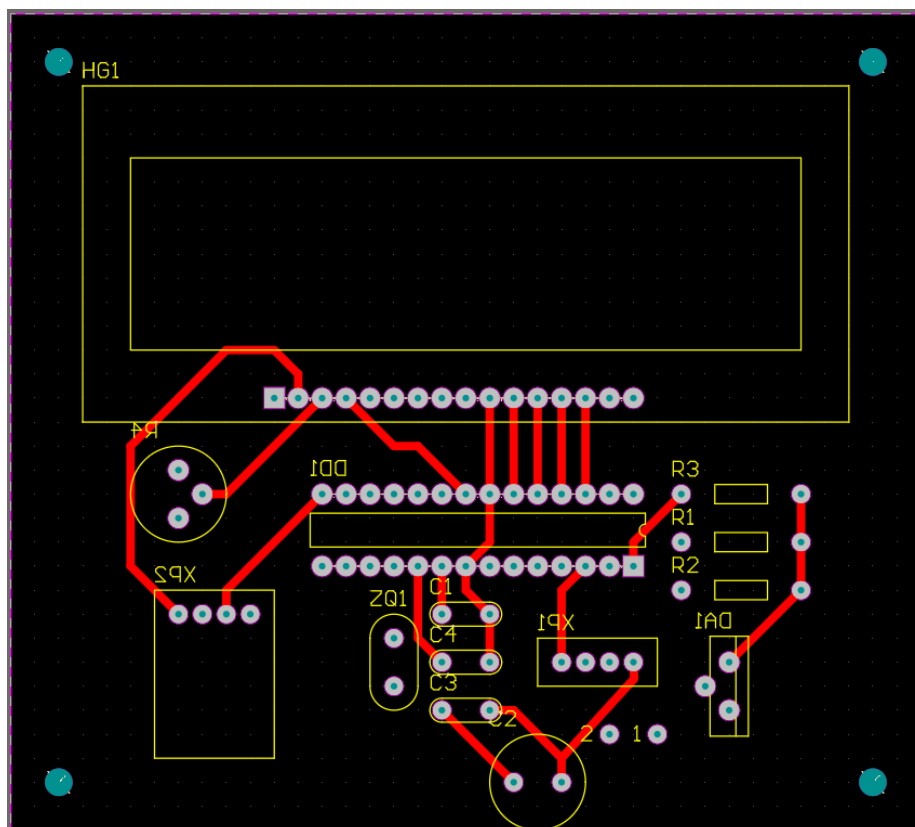


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Топ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ

Арк.

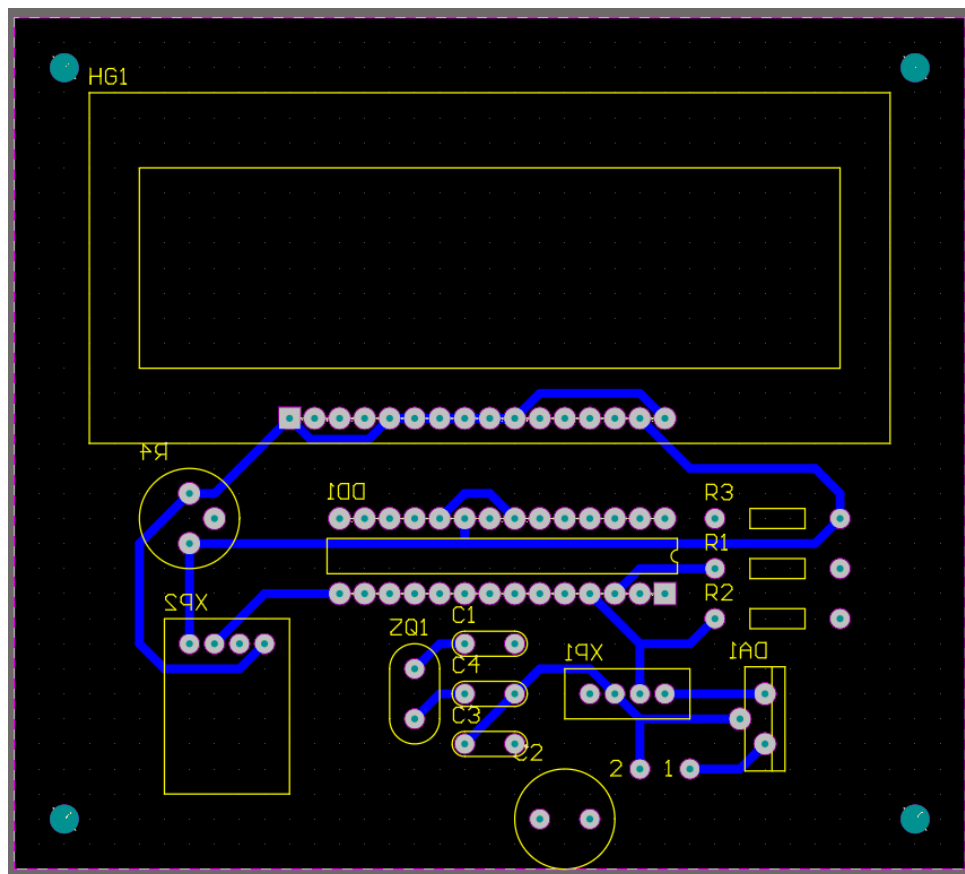


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Button

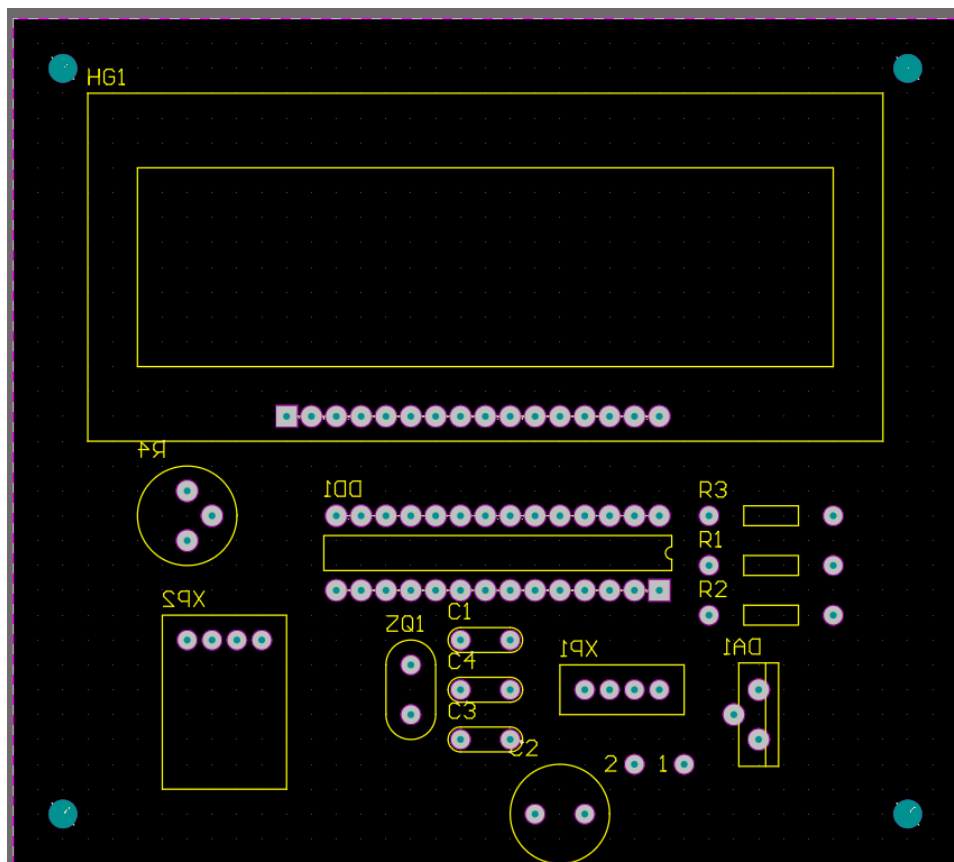


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

					26 КР 172.402.031.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.						
						Документація								
		A4			26 КР 172.402.031.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів								
		A2			26 КР 172.402.031.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова								
		A1			26 КР 172.402.031.001.000 СК	Вузол друкований								
						Деталі								
Підпис і дата	Інв. № дубл.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.402.031.001.001	Плата друкована	1						
				БК	2	26 КР 172.402.031.001.002	Перемичка	2						
								Інші вироби						
								Конденсатори						
					3		NPO-22 нФ ±5% "Murata"	2	С1, С4					
					4		NPO-100 нФ ±5% "Murata"	1	С3					
					5		ECAP-16 В-470 мкФ ±20% "Jamicon"	1	С2					
Інв. № ориг.	Затверд.	Н.контр.	Якудишин	Іващук	Задорожний	Вузол друкований	Літ.	Аркцш	Аркцшів					
										7	L7805ABV "ST Microelectronics"	1	DA1	
										8	PIC16F876A-I/SP "Microchip"	1	DD1	
										10	Дисплеї SDCB2004BWE-R07 "Sinda"	1	HG1	
											Резистори			
										12	MFP-0,125-4,7 кОм ±10% "Yageo"	3	R1...R3	
										13	3329H-1-10 кОм "Bourns"	1	R4	
										26 КР 172.402.031.001.000				
Зм. Арк. № докум. Підпис Дата														
Розрод. Якудишин														
Перевір. Іващук														
Н.контр. Задорожний														
Затверд.														
					ВСП ТФК ТР-402									
					м. Тернопіль									
					Формат А4									

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.					
						Документація							
		A4			26 КР 172.402.031.004.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів							
		A2			26 КР 172.402.031.004.01.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1						
		A1			26 КР 172.402.031.004.000 СК	Складальне креслення	1						
						Складальні одиниці							
Підпис і дата	Інв. № додл.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.402.031.001.000 СК	Вузол друкований	1					
								Деталі					
				БК	2	26 КР 172.402.031.004.001	Верхня кришка	1					
				БК	3	26 КР 172.402.031.004.002	Нижня кришка	1					
				БК	4	26 КР 172.402.031.004.003	Скло для індикатора	1					
				БК	5	26 КР 172.402.031.004.004	Втулка	1					
				БК	6	26 КР 172.402.031.004.005	Ніжка	4					
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Підпис і дата										
								Інші вироби					
								Датчики					
					7			BME280 "Waveshare"	1	A2			
					8			DHT22 "Maxim"	1	A1			
					10			Датчик температури DS18B20 "Smartmodule"	1	БК1			
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Підпис і дата	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26 КР 172.402.031.004.000	Термометр-гігрометр-барометр для сауни	Літ.	Аркш	Аркшів
											Н	1	2
											ВСП ТФК ТР-402		
											м. Тернопіль		
											Формат А4		

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Перш. викорис.	Довід. №	Поз. познач.	Найменування				Кіл.	Примітка					
			Датчики										
		A1	DHT22 "Maxim"				1						
		A2	BME280 "Waveshare"				1						
		BK1	Датчик температури DS18B20 "Smartmodule"				1						
			Конденсатори										
Підпис і дата	Інв. № дубл.	Зам. інв. №	Підпис і дата	C1	NPO-22 нФ ±5% "Murata"				1				
				C2	ECAP-16 В-4 70 мкФ ±20% "Jamicon"				1				
				C3	NPO-100 нФ ±5% "Murata"				1				
				C4	NPO-22 нФ ±5% "Murata"				1				
					Мікросхеми								
				DA1	L 7805ABV "ST Microelectronics"				1				
				DD1	PIC16F876A-I/SP "Microchip"				1				
Інв. № ориг.	Зам. інв. №	Підпис і дата	Інв. № дубл.	Підпис і дата	HG1	Дисплеї SDCB2004BWE-R07 "Sinda"				1			
						Резистори							
					R1..R3	MFP-0,125-4,7 кОм ±10% "Yageo"				3			
					R4	3329H-1-10 кОм "Bourns"				1			
						Роз'єми							
						XP1, XP2 1-1123723-4 "TE Connectivity"				2			
					26 КР 172.402.031.001.000 ПЕЗ								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Термометр-гігрометр-барометр для сауни Перелік елементів				Літ.	Аркцш	Аркцшів		
Розрод.	Якудишин								Н		1	2	
Перевір.	Іващук								ВСП ТФК ТР-402				
Н.контр.	Задорожний								м. Тернопіль				
Затверд.					Формат А4								

Інв. № орг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № дитини	Підпис і дата

Арк.
2

Техніко – економічні показники ермометра-гігрометра-барометра для сауни

	Технічні показники			Економічні показники	
1	Напруга живлення вхідна	+7...30В	1	Річний обсяг виробництва	1420шт.
2	Струм споживання	до 0,3А	2	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	305500 грн
3	Габаритні розміри	118*128 *54 мм	3	Чистий прибуток	463885,32 грн
4	Маса	0,3кг	4	Повна собівартість на виріб	1171,73 грн
5	Відносна вологість	85%	5	Ціна одиниці виробу	1570,12 грн.
6			6	Рентабельність виробу	27,88%
7			7	Термін окупності	0,72р
8			8	Індекс продуктивності	1,38