

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 термостата-таймера
	ТТ_v1.0

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 напряму підготовки, спеціальності)

Шуст Максим Ігорович

(прізвище та ініціали)

Керівник Приймак Віктор Адамович

(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**

_____ Шуст Максим Ігорович _____
(прізвище, ім'я, по батькові)
1. Тема кваліфікаційної роботи _____ Розробка конструкції термостат-
таймера ТТ_v1.0 _____
керівник кваліфікаційної роботи _____ Приймак Віктор Адамович _____,
(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:

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 маршрутної технології складання і монтажу виробу
- Розділ 3 Економічна частина
 - 3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень.
 - 3.2 Визначення собівартості спроектного виробу.
 - 3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.
- Розділ 4 Охорона праці
 - 4.1 Функції служби охорони праці підприємства
 - 4.2 Чинники, що впливають на тяжкість ураження людини електричним струмом (електричного характеру)
- 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	20.04
2	Збір і узагальнення інформації по проекту	13.05	13.05
3	Написання першого розділу	25.05	25.05
4	Розробка технічного та робочого проекту	29.05	29.05
5	Написання спеціального розділу	29.05	29.05
6	Розрахунок економічної частини	25.05	25.05
7	Написання розділу охорони праці	26.05	26.05
8	Виконання графічної частини	19.05	19.05
9	Оформлення проекту	08.06	08.06
10	Погодження нормоконтролю	12.06	12.06
11	Попередній захист проекту	16.06	16.06
12	Захист проекту	26.06	26.06

7. Дата видачі завдання 20 квітня 2026 р.

Студент

(підпис)

Шуст М.І

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Приймак В.А

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 172.402.030.000.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Шуст			Розробка конструкції термостата-таймера ТТ_v1.0 .Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Приймак						
Рецензент						ВСП ТФК ТНТУ ТР-402		
Н. Контр.		Задорожний				м. Тернопіль		
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 заходи по запобіганню травматизму та професійних захворювань.

4.2 Основні поняття та визначення пожежної безпеки.....

ВИСНОВКИ.....

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....

ДОДАТКИ.....

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Шуст М.І. Розробка конструкції термостат-таймера ТТ_v1.0...: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційний рівень фаховий молодший бакалавр, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026.

Елементи на платі розташовані дуже компактно, і тому розміри плати мінімальні 100*125 мм. Всі основні елементи розміщені на одній стороні плати, на іншій стороні плати індикатор HG1 та кнопки SB1-SB4 та фототранзистор VT1.

Корпус виготовлений з пластмаси, яка має хороші характеристики, гарний зовнішній вигляд, та хорошу конструкцію, розміри 158×148×81мм. 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 також кріпляться чотири гнізда за допомогою гайок та шайб. У місці з’єднань двох кришок кріпляться шнур живлення, та датчик температури. Верхня кришка має отвори під кнопки та накладки під кнопки, а також 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 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Shust, M.I. Design of the TT_v1.0.. Thermostat-Timer: Qualification Thesis for the Educational and Qualification Level of Associate Bachelor's Degree, Major 172 Telecommunications and Radio Engineering.

Ternopil: VSP "TFK TNTU," 2026.

The components on the board are arranged very compactly, so the board's dimensions are a minimum of 100×125 mm. All main components are located on one side of the board; on the other side are the HG1 indicator, the SB1–SB4 buttons, and the VT1 phototransistor.

The enclosure is made of plastic, which has good performance characteristics, an attractive appearance, and a sound design, with dimensions of $158 \times 148 \times 81$ mm. The top and bottom covers are trough-shaped. The printed circuit board, on which the main circuit components are mounted, is attached to the top cover using four screws and washers; four sockets are also secured using nuts and washers. The power cord and temperature sensor are attached at the junction of the two covers. The top cover has holes for the buttons and button covers, as well as a space for the indicator glass.

The selected component set allows the device to perform its intended functions and is inexpensive and readily available.

Keywords: timer, digital device, automatic, control.

Translated with DeepL.com (free version)

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Проектований пристрій TT_v1.0 призначений для автоматичного керування електричними навантаженнями з урахуванням часу доби, рівня освітленості та температури навколишнього середовища. Основною метою розробки є забезпечення стабільного мікроклімату, раціональне використання електроенергії та оптимізація роботи освітлювальних і побутових систем.

Пристрій є особливо актуальним для об'єктів, де необхідно регулярно вмикати та вимикати обладнання в однакові часові проміжки щодоби протягом тривалого часу (тижнів або місяців). Це дозволяє автоматизувати процес керування, мінімізувати участь людини та досягти значної економії електроенергії.

Термостат-таймер може використовуватися у:

- житлових будинках та квартирах;
- теплицях, інкубаторах, господарських приміщеннях;
- системах зовнішнього та внутрішнього освітлення;
- вентиляційних і опалювальних системах;
- системах охолодження;
- інших електроприладах, що потребують автоматичного керування за часом або температурою.

TT_v1.0 є цифровим мікропроцесорним програмованим пристроєм, побудованим на базі мікроконтролера ATmega8. Конструкція передбачає гнучке налаштування режимів роботи та зручний користувацький інтерфейс.

Термостат-таймер TT_v1.0 є універсальним програмованим пристроєм автоматизації, що поєднує функції добового таймера, термостата та контролю освітленості. Його застосування дозволяє підвищити енергоефективність, забезпечити стабільний мікроклімат та оптимізувати роботу електричних систем у побутових і виробничих умовах [1].

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні дані проєктованого пристрою:

1. Напруга живлення приладу.....~220...240В;
2. Температура нормальної роботи.....-10.....+40°C;
3. Відносна вологість.....87%;
4. Струм споживання0,3А.
5. Повне керування за допомогою чотирьох кнопок.
6. Автоматичне вмикання підсвічування РК-дисплея при натисканні будь-якої кнопки.
7. Графічний РК-дисплей з підтримкою кирилиці.
8. Меню довідки українською мовою.
9. Відображення поточного часу у форматі гг:хх:сс та дати у форматі дд/мм/рр.
10. Функція скидання налаштувань до заводських параметрів через меню користувача.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

Структурна схема приладу Термостат-таймер ТТ_v1.0 являє собою послідовно організовану систему живлення, керування та індикації, що забезпечує стабільну роботу мікроконтролерного вузла. Первинним джерелом є мережа змінного струму ~220 В, яка подається на понижувальний трансформатор. Трансформатор знижує напругу до безпечного рівня, після чого сигнал надходить на стабілізатор напруги +5 В, що формує постійне живлення для цифрових вузлів.

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

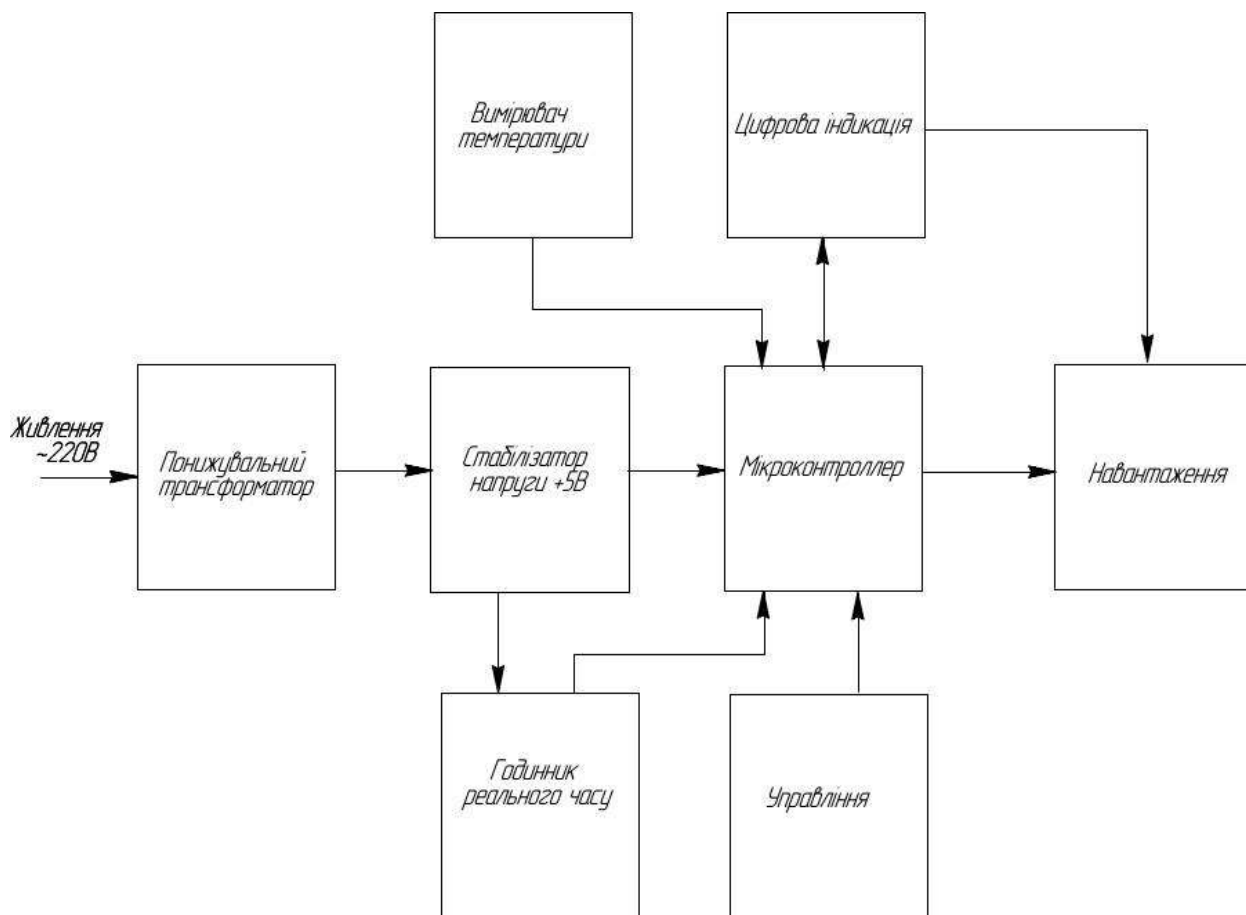


Рисунок 1.1-Схема електрична структурна

Від стабілізатора живлення отримують годинник реального часу, який забезпечує точне відлічування інтервалів, та мікроконтролер, що виконує основні функції керування. Мікроконтролер взаємодіє з кількома підсистемами: він передає дані на цифрову індикацію, яка відображає параметри роботи приладу; керує навантаженням, тобто виконавчими елементами, що реалізують функцію термостата; а також формує сигнали для блоку управління, який може включати кнопки чи інші органи керування користувача.

Таким чином, схема побудована за принципом централізованого керування: енергетична частина забезпечує стабільне живлення, а логічна частина — точне керування часом і температурними режимами. Це дозволяє приладу працювати як універсальний термостат-таймер із можливістю відображення даних та ручного втручання користувача.

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Схема електрична принципова термостат-таймера показана на рисунку 1.2

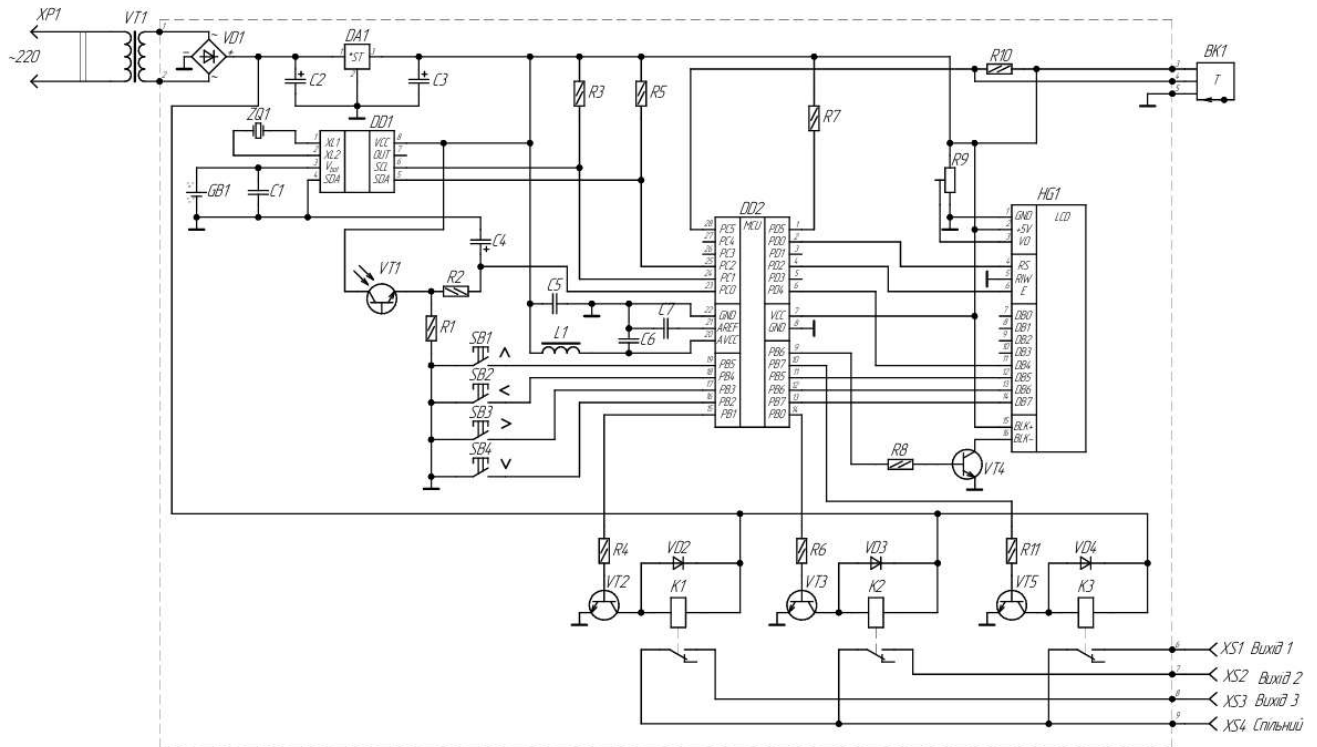


Рисунок 1.2 - Схема електрична принципова

Пристрій оснащений багатоканальною системою таймерів:

Три незалежні виконавчі канали, загалом дев'ять програмованих таймерів (по три часові інтервали на кожен канал). Можливість налаштування до трьох періодів увімкнення/вимкнення для кожного каналу.

Добовий режим роботи з 00:00 до 23:59.

Діапазон програмування інтервалів — від 1 до 24 годин.

Індикація стану кожного каналу на дисплеї.

Передбачено можливість підключення виносного фотодатчика (фотодіод або фоторезистор):

- прив'язка виконавчих каналів до рівня освітленості.
- спільна або незалежна робота таймера і фотодатчика.
- цифрове налаштування порогу перемикання режимів «день/ніч».

Це дозволяє автоматично керувати освітленням залежно від природного світла.

Температурний контроль реалізовано на базі цифрового датчика DS18B20.

Основні характеристики:

- діапазон вимірювання температури: від -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$.
- крок вимірювання: $0,1^{\circ}\text{C}$.
- коректна робота при переході температури через 0°C .
- діапазон налаштування температури регулювання: від -35°C до $+110^{\circ}\text{C}$.
- регулювання гістерезису (дельти): від $0,1^{\circ}\text{C}$ до $9,9^{\circ}\text{C}$.
- окремі режими роботи для нагрівання та охолодження.
- діапазон підтримки температурного мікроклімату: від $0,1^{\circ}\text{C}$ до $9,9^{\circ}\text{C}$.

Для точного відліку часу використовується мікросхема DS1307, яка: містить годинник та календар, забезпечує точність встановлення часу до 1 секунди, має резерв ходу до 10 років за відсутності зовнішнього живлення (за наявності батареї резервного живлення).



Рисунок 1.3 - Режим роботи функції «день/ніч»

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У режимі головного екрана поточний стан навантаження відображається за допомогою цифрових індикаторів 1, 2, 3, що відповідають номерам виконавчих каналів таймера та показують їх активність.

Режим роботи функції «день/ніч» на головному екрані індикується графічними піктограмами у вигляді Сонця (денний режим) та Місяця (нічний режим).

Інтервал часу, в межах якого можна запрограмувати активність таймера, охоплює повний добовий діапазон — від 00:00 до 23:59.

Для зміни або налаштування часових інтервалів виконавчих каналів необхідно перейти до пункту меню «Налаштування дії відрізків часу».

Індикація активності періоду.

Під час встановлення режиму «Увімкнення – Вимкнення» на екрані відображається підказка щодо стану вибраного періоду.

Наприклад:

- on "00:01 OFF 00:00" — якщо напис "OFF" відображається великими літерами, це означає, що даний період неактивний.

"ON 00:01 off 00:05" — якщо великими літерами показано "ON", це свідчить про те, що період активований і таймер спрацює у встановлений час.

Схематичне розташування елементів налаштування виконавчих таймерів і каналів наведено на рисунку нижче.

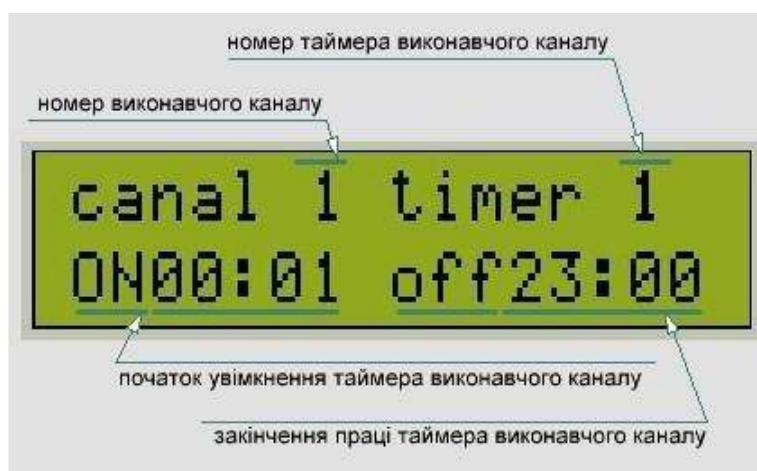


Рисунок 1.4 - Схематичне розташування елементів

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У разі потреби безперервної роботи виконавчого пристрою з переходом через межу доби (з 23:59 до 00:00 без паузи) необхідно враховувати особливості підрахунку часу таймером:

Інтервал з 00:01 до 00:01 відповідає 1 хвилині.

Проміжок з 00:00 до 00:01 становить 2 хвилини.

Період з 00:00 до 23:59 дорівнює повним 24 годинам.

Якщо необхідно, щоб освітлення працювало з 18:00 до 02:00, завдання вирішується шляхом використання двох таймерів в межах одного виконавчого каналу:

перший таймер задається з 18:00 до 23:59;

другий — з 00:00 до 02:00.

Для деактивації часового інтервалу необхідно встановити:

час увімкнення — 00:01;

час вимкнення — 00:00.

При цьому, коли період каналу є неактивним, різниця між часом увімкнення та вимкнення повинна становити щонайменше мінус одну хвилину.

Оперативне увімкнення або вимкнення будь-якого виконавчого каналу здійснюється за допомогою кнопок Кн1, Кн4 та Кн3, які відповідають каналам 1, 2 та 3 відповідно.

Ручне керування доступне лише в режимі основного екрана та виконується шляхом тривалого натискання відповідної кнопки. У результаті вибраний канал переходить у стан увімкнення або вимкнення.

Якщо канал було змінено вручну, він залишатиметься в цьому стані до настання першої автоматичної події, визначеної налаштуваннями таймера для даного каналу.

Налаштування взаємодії виконавчих каналів таймера з датчиком освітлення виконується через пункт меню «Взаємодії каналів з освітленням».

Розташування полів для зміни відповідних параметрів наведено на рисунку нижче.

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

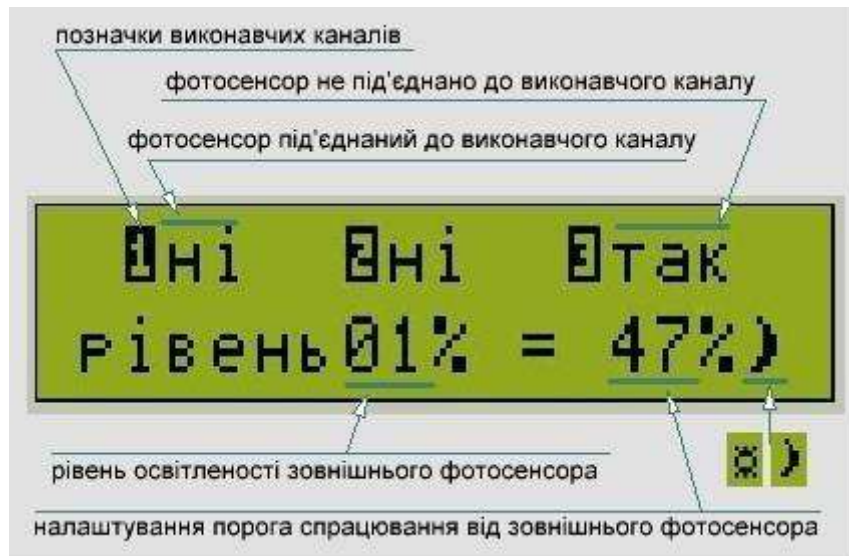


Рисунок 1.5 - Розташування полів

Налаштування термостата відбувається через пункт меню «Обробка даних термостата»

Розташування місць змінних значень, зображено на малюнку.



Рисунок 1.6 - Розташування місць змінних значень

У цій конфігурації програмне забезпечення пристрою може застосовуватися в декількох режимах роботи:

- звичайний термометр — для відображення поточного значення температури.

- термостат нагрівання — для автоматичного керування нагрівальним елементом із підтриманням заданої температури.

- термостат охолодження — для керування охолоджувальним обладнанням відповідно до встановленого температурного порогу.

У режимі клімат-контролю — для підтримання заданого температурного діапазону шляхом одночасного використання двох виконавчих каналів (PORTC.3 та PORTC.4), що дозволяє забезпечити автоматичне перемикання між нагріванням і охолодженням.

Принцип функціонування термостата в режимі клімат-контролю наведено на відповідному рисунку.

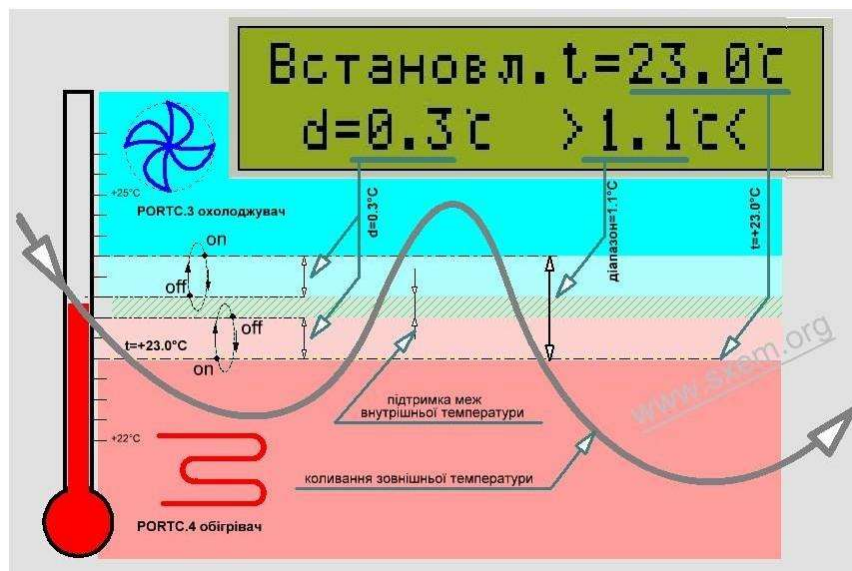


Рисунок 1.7 - Принцип функціонування термостата

Зміна дати та часу. Для встановлення або коригування дати й часу необхідно перейти до пункту меню «Налаштування дати – годин».

Короткими натисканнями кнопки КН2> здійснюється переміщення миготливого курсора до потрібної позиції (години, хвилини, день тощо).

Редагування значень виконується кнопками:

КН1 (+) — збільшення значення;

КН3 (–) — зменшення значення.

Усі встановлені параметри, включаючи часові інтервали увімкнення та вимкнення каналів, автоматично зберігаються в енергонезалежній пам'яті мікроконтролера, що гарантує їх збереження після вимкнення живлення.

Для повернення пристрою до заводських параметрів потрібно обрати пункт меню «Скидання всіх налаштувань».

Після натискання кнопки КН2> усі канали будуть встановлені у стандартне значення часу: 00:01 – 00:00.

Якщо натиснути Кн4, відбудеться вихід із меню без виконання скидання.

Використані комплектуючі:

- рідкокристалічний індикатор 16×2 на базі контролера HD44780 або KS0006.

- мікроконтролер ATmega8 у корпусі DIP (допускається застосування корпусу TQFP).

- годинник реального часу DS1307, який забезпечує відлік секунд, хвилин, годин, днів, місяців і років (до 2100 року).

- автономне живлення DS1307 від однієї батарейки 3 В, що дозволяє підтримувати її роботу до 10 років без зовнішнього живлення.

- обв'язка мікросхеми мінімальна — кварцовий резонатор 32 768 Гц та батарейка 3 В.

- Цифровий датчик температури DS18B20.

- Реле керування виконавчими пристроями з напругою котушки 12 В.

Для коректної роботи мікроконтролера необхідно встановити FUSE-біти на тактову частоту 4 МГц.

Тактова частота формується від внутрішнього RC-генератора (RS-осцилятора) [1].

					26 КР 172.402.030.000.000 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 виробу виконано з урахуванням мінімізації габаритів, зручності монтажу та подальшого обслуговування. Основні електронні компоненти розміщені на друкованій платі, яка є центральним конструктивним елементом пристрою. Елементи схеми згруповані таким чином, щоб скоротити довжину з'єднувальних провідників і зменшити рівень електромагнітних завад.

Друкована плата має двостороннє розміщення елементів: з одного боку встановлено основні радіоелементи, а з іншого — індикатор HG1, кнопки керування SB1–SB4 та фототранзистор VT1, що забезпечує зручність користування та оптимальне розташування органів керування й індикації на лицьовій панелі.

Монтаж плати у корпусі здійснюється таким чином, щоб забезпечити надійну фіксацію та доступ до основних елементів під час складання. Всі зовнішні підключення (живлення та датчик температури) виведені у місці з'єднання верхньої та нижньої кришок корпусу.

Для виготовлення корпусу використано пластмасу, яка забезпечує достатню механічну міцність, малу масу, технологічність обробки та привабливий зовнішній вигляд. Застосування пластмасового корпусу також дозволяє знизити собівартість виробу та забезпечує електричну ізоляцію елементів, що підвищує безпеку експлуатації.

Конструкція корпусу виконана у вигляді двох кришок коритоподібної форми, що забезпечує простоту складання та доступ до внутрішніх вузлів при обслуговуванні. Кріплення друкованої плати та додаткових елементів здійснюється за допомогою гвинтів, шайб і гайок, що гарантує надійну фіксацію та стійкість до вібраційних навантажень.

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Як захисне покриття друкованої плати застосовується лаковий шар, який запобігає впливу вологи, пилу та корозії провідників, підвищуючи довговічність виробу. Контактні поверхні та елементи кріплення можуть мати антикорозійне покриття (наприклад, нікелювання або оцинкування), що додатково підвищує надійність конструкції.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

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 також кріпляться чотири гнізда за допомогою гайок та шайб. У місці з’єднань двох кришок кріпляться шнур живлення, та датчик температури. Верхня кришка має отвори під кнопки та накладки під кнопки, а також місце для скла під індикатор.

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

Корпус має жорстку міцну конструкцію і захищає усі розміщені в ньому елементи від механічних впливів, як в процесі експлуатації так і в процесі транспортування виробу. Корпус забезпечує легкий доступ до розміщених в ньому складових для заміни, огляду і ремонту.

Конструкція забезпечує мінімальні розміри і масу. Це забезпечується і передбачається при виготовленні друкованого вузла. Корпус захищає виріб від проникнення пилу і вологи в середину.

Конструкція корпусу даного пристрою забезпечує доступ до елементів, регулювання параметрів пристрою, а також здійснення контрольних—вимірювальних робіт. Апарат є зручним в користуванні [19].

У проектованому приладі «Термостат-таймер ТТ_v1.0» при розробці друкованої плати реалізовано комплекс вимог до раціонального розміщення

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електрорадіоелементів. Зокрема, під час трасування плати забезпечено мінімальну довжину друкованих провідників, що дозволило зменшити втрати сигналів та вплив паразитних параметрів, а також підвищити стабільність роботи пристрою.

Елементи, що виділяють значну кількість тепла, у конструкції розташовано на безпечній відстані від інтегральних мікросхем, що запобігає їх перегріву та забезпечує довговічність електронних компонентів. Важливі функціональні вузли не розміщено в центральній частині друкованої плати, що сприяє покращенню тепловідведення та підвищує зручність доступу до них під час обслуговування.

У приладі забезпечено належні умови для природної циркуляції повітря, що особливо важливо для елементів, які нагріваються в процесі роботи. Конструкцією також передбачено вільний доступ до регульованих елементів, а також до місць кріплення друкованого вузла, що значно спрощує процес налагодження, ремонту та технічного обслуговування.

Інтегральні мікросхеми у виробі розміщено з урахуванням напрямку повітряних потоків — довшою стороною корпусу вздовж лінії обдуву, що сприяє ефективнішому охолодженню та стабільній роботі пристрою в різних режимах [22].

Компонування друкованого вузла виконано з урахуванням досягнення оптимальної щільності розташування елементів, що дозволило забезпечити компактність конструкції без погіршення технічних характеристик. При цьому мінімізовано паразитні електричні взаємозв'язки між компонентами, зокрема взаємний вплив провідників і вузлів, що позитивно впливає на точність роботи термостата та стабільність функціонування таймера. Взаємне розміщення елементів забезпечує технологічність складання, регулювання та експлуатації пристрою.

Габаритні розміри друкованої плати у виробі обрано з урахуванням технології виготовлення та економічної доцільності. Плата має просту

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

прямокутну форму без складних конструктивних елементів, що дозволяє ефективно використовувати матеріали та знизити виробничі витрати. Її розміри відповідають вимогам стандартів щодо співвідношення сторін і товщини, що забезпечує уніфікацію та спрощує технологічний процес виготовлення.

Монтаж електрорадіоелементів у даному приладі виконано із застосуванням компонентів зі штировими виводами. Вони встановлені у наскрізні отвори друкованої плати з подальшим загином виводів, обрізанням у межах контактних площадок і паянням методом «хвилі припою». Така технологія забезпечує високу щільність монтажу, надійність електричних з'єднань та можливість розміщення більшої кількості компонентів на обмеженій площі плати.

Таким чином, у проектованому приладі «Термостат-таймер ТТ_v1.0» всі вимоги до розміщення електрорадіоелементів та компонування друкованої плати реалізовано в повному обсязі, що забезпечило високу технологічність виготовлення, надійність роботи та ефективність функціонування пристрою. [18].

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1 - Конденсатор типу ЕСАР [2]

Позиційне позначення	C2-C4
Назва компонента	Конденсатор ЕСАР
Виробник	"Jamicon"
Критерії вибору	Ємність, струм, габарити
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга	16 В
Номінальна ємність	220 мкФ
Допуск ємності	± 20%
Розмір	13 x 13 x 20 мм
Робоча температура	-55 ... 105 ° С
Тангенс кута втрат	0,14%

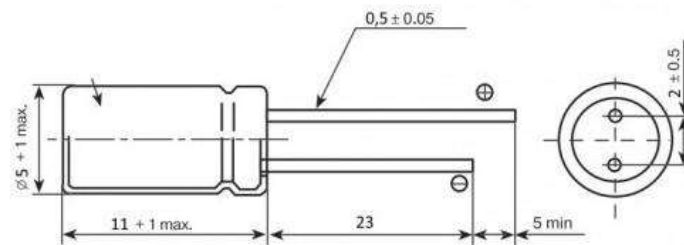


Рисунок 2.1- Габаритні розміри конденсатора типу ЕСАР

Таблиця 2.2 - Резисторів MFP [3]

Позиційне позначення	R1-R8,R10-R11
Назва компонента	резисторів MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність, напруга, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,125 Вт
діапазон номінальних опорів	$1 \dots 10 \cdot 10^6 \text{ Ом}$
допустиме відхилення опору	$\pm 10\%$
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	$-60 \dots +70^\circ\text{C}$

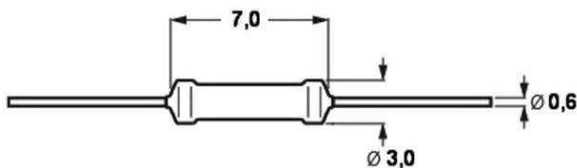


Рисунок 2.2- Габаритні розміри резисторів MFP "Yageo"

Таблиця 2.3 - Конденсатор NPO [4]

Позиційне позначення	C1, C5-C7
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	$5\text{нФ} - 0,1\text{мкФ}$
діапазон тиску	$6,6-2942\text{ГПа}$

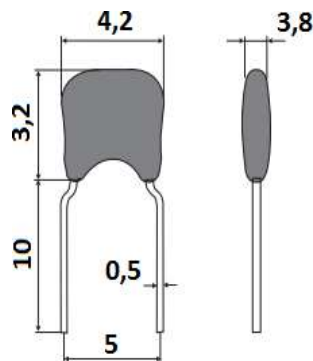


Рисунок 2.3- Габаритні розміри конденсатора NPO

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 А
Максимальна вхідна напруга, В	40
Діапазон вхідної напруги	від 7 В до 35 В.
Точність вихідної напруги	±2%
Робоча температура	від -40°C до +125°C
Струм власного споживання	близько 4.3 мА

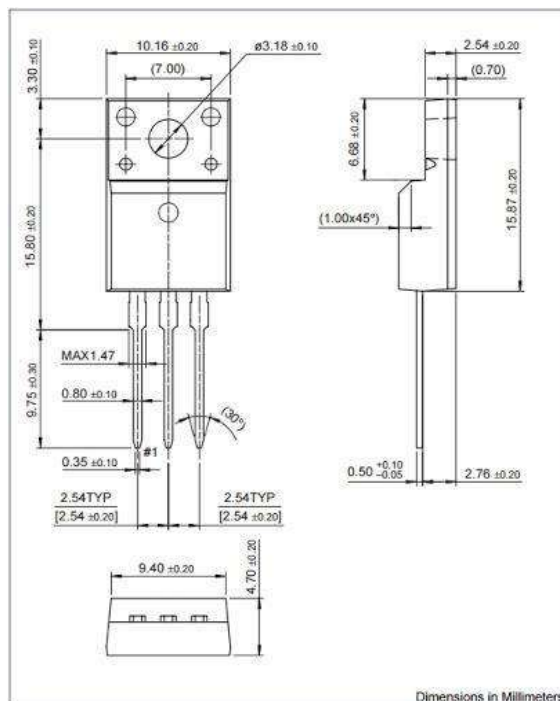


Рисунок 2.4 –Габаритні розміри стабілізатора 78L05

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Позиційне позначення	R9
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

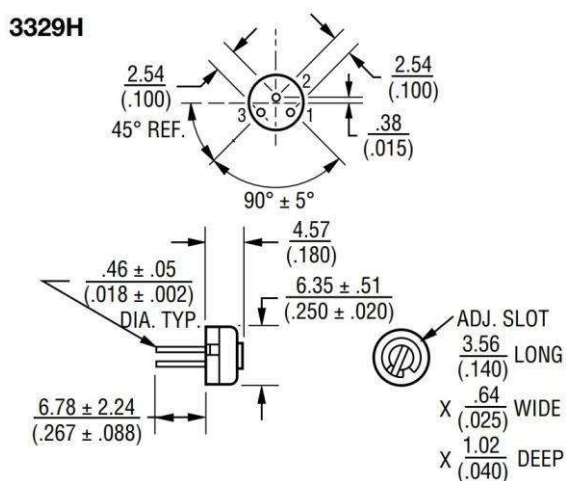


Рисунок 2.5 – Габаритні розміри резистора підстроювального 3329Н-1

Таблиця 2.6 - Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180 "KLS" [7]

Позиційне позначення	SB1-SB5
Назва компонента	Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180
Виробник	"KLS"
Критерії вибору	Розмір, принцип роботи, струм, напруга
Параметри та характеристики	
Робоча напруга, В	12
Робочий струм, А	0.05
Розмір, мм	6x6
Висота / довжина кнопки з штовхачем (до контактів), мм	9.5
Висота / довжина штовхальника, мм	6

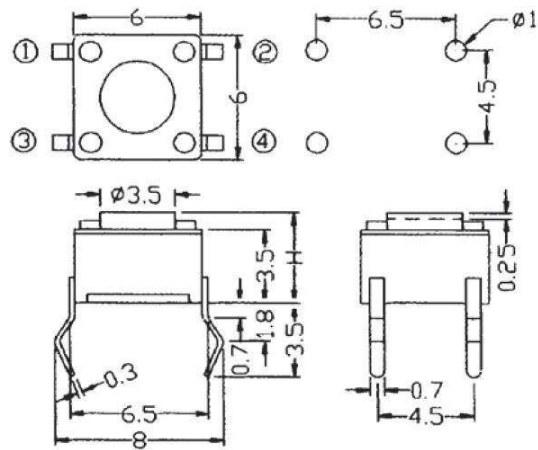


Рисунок 2.6 – Габаритні розміри кнопки KLS7-TS6601-13.0-180

Таблиця 2.7 - Мікросхема ATmega8-16PU "Microchip" [8]

Позиційне позначення	DD2
Назва компонента	Мікросхема ATmega8-16PU
Виробник	"Microchip"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, принцип роботи
Параметри та характеристики	
Корпус	DIP-28
Ядро	8-бітне AVR RISC.
Flash (прошивка)	8 КБ
SRAM	1 КБ
Тактова частота	від 0 до 16 МГц
Робоча напруга	від 4.5 В до 5.5 В

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

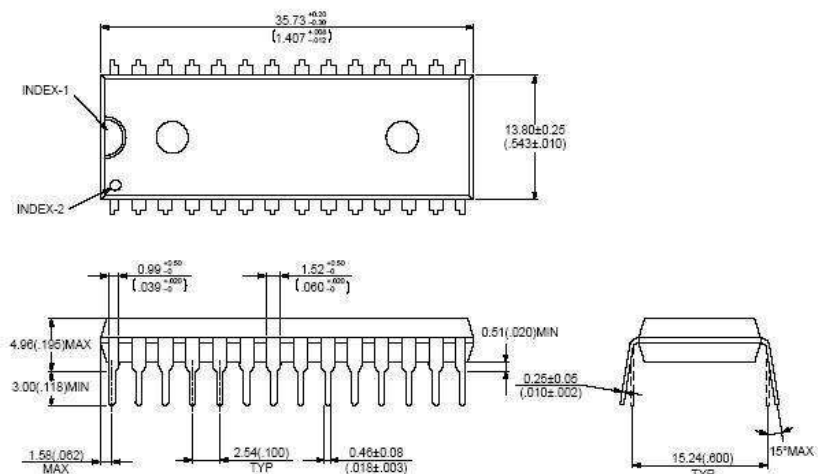


Рисунок 2.7- Зовнішній вигляд мікросхеми ATmega8-16PU

Таблиця 2.8 - Дисплей SDCB2004BWE-R07 "Sinda" [9]

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

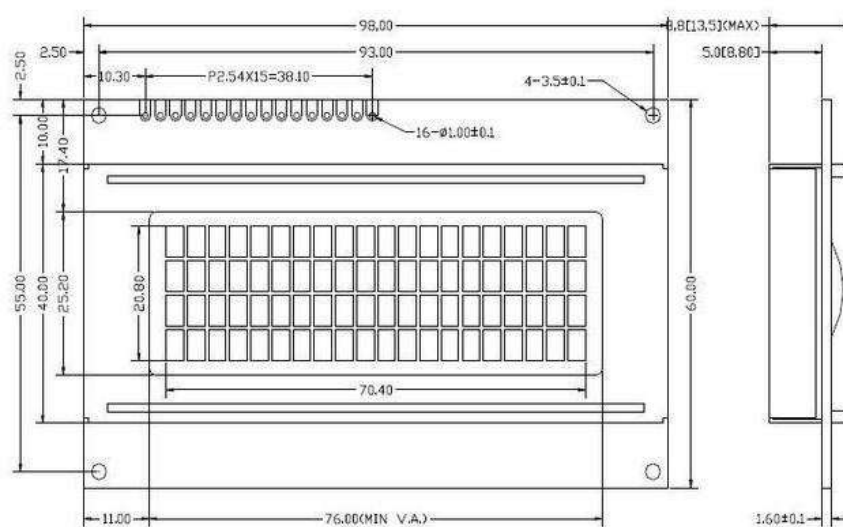


Рисунок 2.8 - Зовнішній вигляд дисплей SDCB2004BWE-R07

Таблиця 2.9 - Мікросхема "DS1307N" [10]

Позиційне позначення	DD1
Назва компонента	Мікросхема DS1307N
Виробник	"DS1307N"
Критерії виробу	Струм та вхідна напруга, параметри, вихідна напруга
Параметри та характеристики	
Інтерфейс: I2C	I2C (двопровідний).
Напруга живлення (VCC)	від 4.5 В до 5.5 В.
Струм споживання (в режимі батарейки)	наднизький, менше 500 нА.
Пам'ять	56 байт енергонезалежної SRAM
Корпус	DIP-8

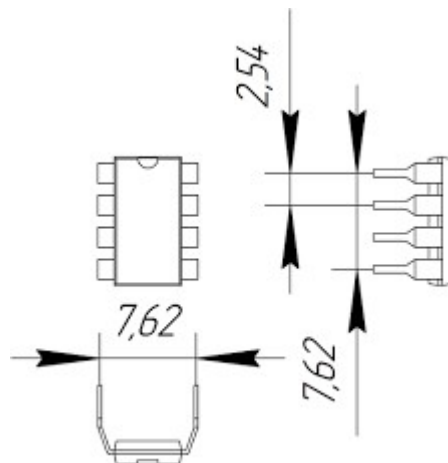


Рисунок 2.9 - Габаритні розміри мікросхеми "DS1307N"

Таблиця 2.10 - Транзистор BC547A "LGE" [11]

Позиційне позначення	VT2-VT5	
Назва компонента	Транзистор BC547A	
Виробник	"LGE"	
Критерії вибору	Тип, структура, струм, напруга, підсилення	
Параметри та характеристики		
Структура	npn	
Макс. напр. к-е при заданому струмі до і розімкнутої ланцюга б. (Uкео макс), В	45	
Максимально допустимий струм до (Ik макс.)	0.1	
Статичний коефіцієнт передачі струму h21е хв	200 ... 450	
Гранична частота коефіцієнта передачі струму fгр.МГц	150	
Максимальна потужність, що розсіюється, Вт	0.5	
Корпус	to-92	
Вага, г	0.3	

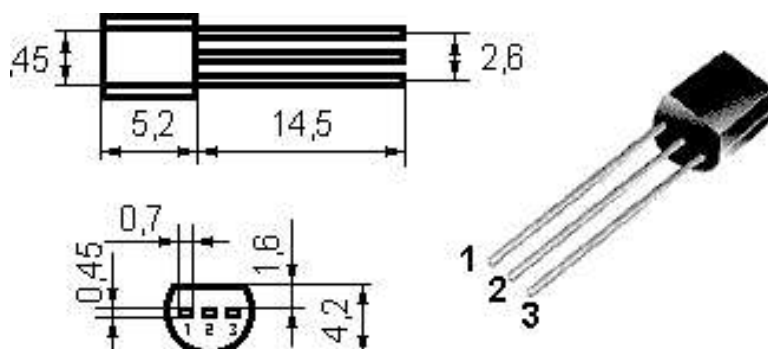


Рисунок 2.10 – Габаритні розміри транзистора BC547A

Таблиця 2.11 – Трансформатор В78386-Р1116-А [12]

Позиційне позначення	TV1
Назва компонента	Трансформатор В78386-Р1116-А
Виробник	Ерcos
Критерії вибору	Напруга, струм, параметри, розміри
Параметри конструкції	див.рис.2.11
Параметри та характеристики	
вихідна напруга	15В
вихідний струм	2А
електрична міцність первинної-вторинної ізоляції	4000В
електрична міцність вторинної-вторинної ізоляції	600В
напруга живлення	220В
допустимі відхилення вторинних напруг	±5%

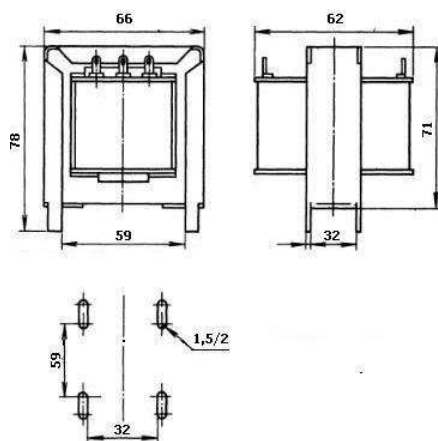


Рисунок 2.11 – Габаритні розміри трансформатора В78386-Р1116-А "

Таблиця 2.12 - Дросель FWDRI1415B "Ferriwo" [13]

Позиційне позначення	L1
Назва компонента	Дросель FWDRI1415B-10 мкГн ±10% "Ferriwo
Виробник	"ST Microelectronics"
Критерії вибору	Струм, напруга, розміри, матеріал
Параметри та характеристики	
серія ес	24
Номинальна індуктивність, мкГн	10
Допуск номінальної індуктивності, %	20
Максимальний постійний струм, мА	700
Активний опір, Ом	0.085
Добротність, Q	30
Робоча температура, С	-20 ... 100

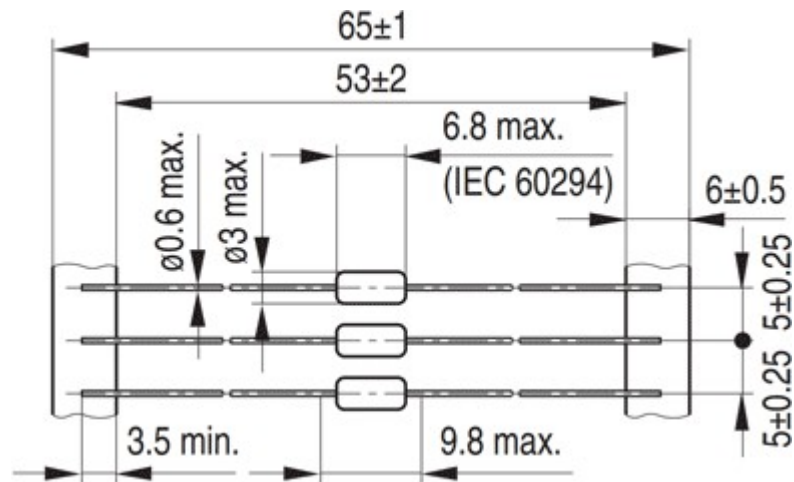


Рисунок 2.12 - Габаритні розміри індуктивності FWDR11415B"Ferriwo

Таблиця 2.13- Діод 1N4148 "Diotec" [14]

Позиційне позначення	VD2-VD4
Назва компонента	Діод 1N4148
Виробник	"Diotec"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
матеріал	кремній
корпус	DO-35
максимальна постійна зворотна напруга	75В
максимальна імпульсна зворотна напруга	120В
максимальний час зворотного відновлення	0,004мкс
діапазон робочих температур	-65...+150°C
максимально допустимий прямий імпульсний струм	0,45А
максимальний зворотній струм	5 мкА

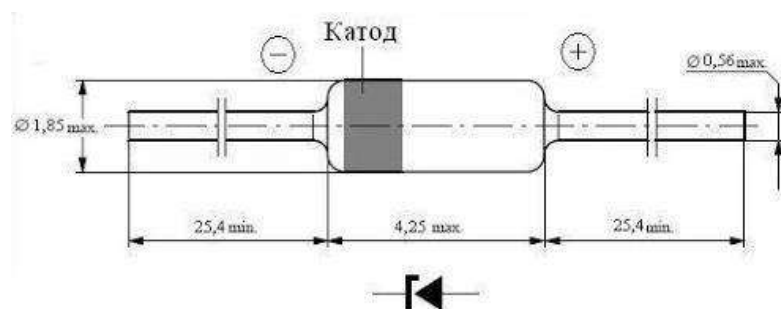


Рисунок 2.13 – Габаритні розміри діода 1N4148

Таблиця 2.14 - Датчик температури DS18B20 "Smartmodule [15]

Позиційне позначення	БК1
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	ТО-92
Інтерфейс	1-Wire
Роздільна здатність	налаштовувана від 9 до 12 біт

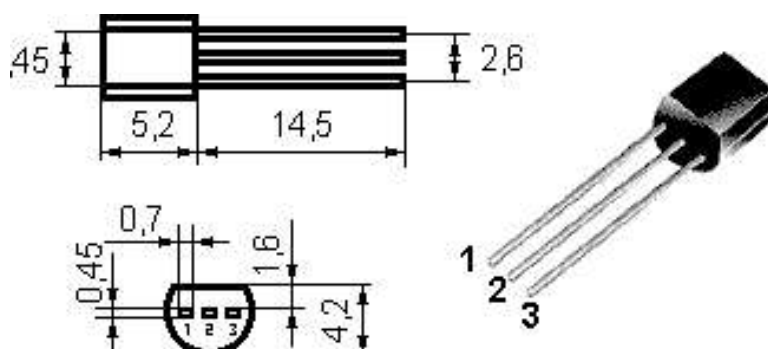


Рисунок 2.14— Габаритні розміри датчика температури DS18B20

Таблиця 2.15- Реле NRP-07-C-12D "NCR" [16]

Позиційне позначення	К1
Назва компонента	Реле NRP-07-C-12D
Виробник	"NCR"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга котушки	12 В
Опір котушки	близько 400 Ом
Потужність котушки	~360 мВт
Механічний ресурс	10 000 000 циклів.
Розміри	19.0 × 15.5 × 15.8 мм.
Максимальний струм комутації	12 А при 125 В змінного струму (AC). 10 А при 250 В змінного струму (AC) або 28 В постійного струму (DC.).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ

Арк.

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 $U_{ст\ вих\ ном}$; граничні значення вихідної напруги $U_{ст\ вих\ min}$, $U_{ст\ вих\ max}$; мінімальний і максимальний струми навантаження $I_{н\ min}$, $I_{н\ max}$; температурна нестабільність напруги вхідної α_u ; нестабільність вихідної напруги $K_{нст\ u}$ або коефіцієнт пульсацій вихідної напруги K_p ; коефіцієнт стабілізації напруги $K_{ст\ u}$; внутрішній опір стабілізатора $R_{ст\ вих}$; температурний коефіцієнт γ .

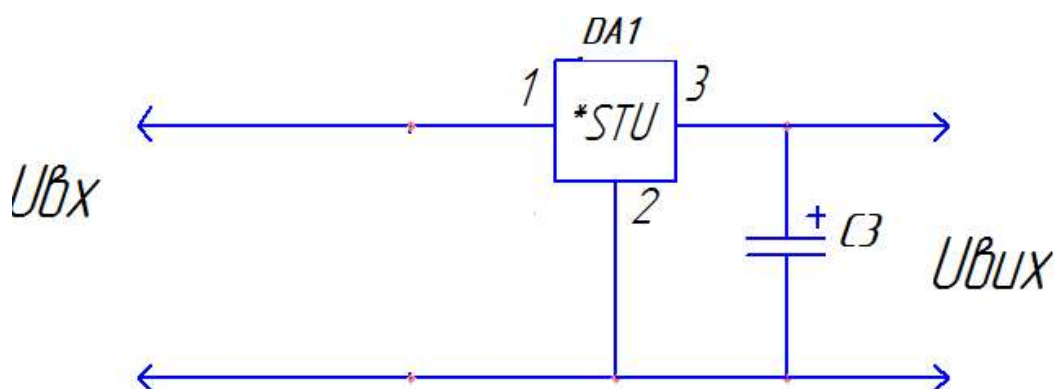


Рисунок 2.17 –Схема стабілізатора і конденсатора

Вибір ІМС виконується за заданими $U_{ст\ вих}$, $I_{ст\ вих\ max}$, $K_{ст\ u}$, γ , $R_{ст\ вих}$ із таблиці 2.17. Бажано віддавати перевагу тим ІМС, які працюють з меншою кількістю зовнішніх елементів. При цьому повинні виконуватися наступні умови

$$U_{ІМС\ вих} \geq U_{ст\ вих}$$

$$I_{ІМС\ вих\ max} \geq I_{н\ max}$$

$$K_{ІМС\ ст\ u} \geq K_{ст\ u}$$

Таблиця 2.17 - Параметри стабілізаторів

Тип ІМС	$U_{CT BX}^*$ В (min... max)	$U_{CT ВИХ}^*$ В (min... max)	$K_{нст}^*$ % $\frac{B}{A}$ не більше за	$K_{нст}^*$ % $\frac{A}{B}$ не більше за	$K_{CT CT}^*$ дБ на 1кГц не більше за	α_U^* % °С не більше за	$I_{CT ВИХ}$ А (max)	$P_{CT P03}^*$ Вт без радіатора/ з радіатором	$I_{CTCП}^*$ мА	$U_{CT ПД}^*$ В не більше за
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K142EH A	9...20	3...12	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1B	9...20	3...12	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1B	9...20	3...12	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1Г	9...20	3...12	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2A	20...40	12...30	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2B	20...40	12...30	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2B	20...40	12...30	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2Г	20...40	12...30	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
KT42EH3	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	3
K142EH4	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	4
K142EH5A	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5B	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5B	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
K142EH5Г	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH5A	7,5...15	4,9...5,1	0,05	2	60	0,03	-	1,2/10	10	2,5
KP142EH5B	8,5...15	5,88...6,12	0,05	2	60	0,03	3	1,2/10	10	2,5
KP142EH5B	7,5...15	4,82...5,18	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH5Г	8,5...15	5,8...6,2	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH6A	-...40	14,7...15,3	0,0015	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
KP142EH6B	-...40	14,7...15,3	0,005	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142EH6B	-...40	14,7...15,3	0,0025	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142EH6Г	-...40	14,7...15,3	0,0075	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
142EH8A	11,5...35	8,73...9,27	0,05	0,67	40	0,02	1,5	-/9	10	2,5
142EH8B	11,5...35	11,64...12,36	-	-	-	-	-	-	-	-

Було обрано стабілізатор LM7805ABV "Fairchild Semiconductor", який має параметри такі як в KP142EH5A (див.табл.2.17).

Незалежно від типу обраної ІМС визначаємо наступні параметри

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

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

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

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

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

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

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

$$I_{CT\ ВИХ} \equiv I_{CT\ ВХ}$$

Визначення ємності конденсатора за формулою:

$$C_0 = \frac{H}{rK_{f0}} \quad (2.6)$$

де C_0 – ємність, мкФ;

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

r – опір, Ом.

H -коефіцієнт, що визначається за графіком 2.17.

$$C_0 = \frac{60}{43 \cdot 0,03} = 100(\text{мкФ})$$

Розраховуємо робочу напругу:

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

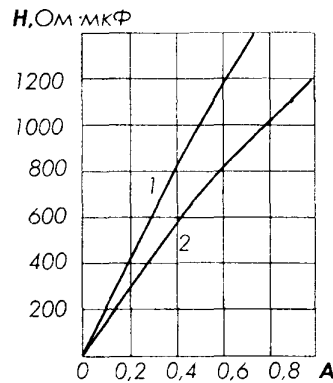


Рисунок 2.18 – Графік для визначення коефіцієнта Н:

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

$$U_{роб} = 1,4 \cdot 10 = 14(B)$$

Вибираємо тип конденсатора з довідника за параметрами $C_{0\text{ ном}}$ і $U_{роб}$.
Вибираємо електролітичний конденсатор типу ЕСАР-16 В-100 мкФ 20% "Epcos" номінальною ємністю 100 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 [18].

Визначаємо мінімальну ширину друкованого провідника, мм., по постійному струму для кіл живлення і заземлення [21]:

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

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

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

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

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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 номінальні 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, конденсаторів, резисторів, діодів, транзисторів;

$d_{E2} = 1,0$ – для індикатора НГ1, реле К1-К3, мікросхеми DA1, резистора R10, батареї GB1.

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

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

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

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

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

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

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

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

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

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

$$D_{lmin1} = 2 \left(0,06 + \frac{1,3}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 2,72 \text{ мм}$$

$$D_{lmin2} = 2 \left(0,06 + \frac{1,5}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 2,92 \text{ мм}$$

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

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

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:

$$b_{min} = b_{lmin} + 1.5h\phi + 0,03 \quad (2.15)$$

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

$$b_{min} = 0,15 + 1.5 \cdot 0,035 + 0,03 = 0,23 \text{ мм}$$

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{lmin0} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{max}}{2} + \delta p \right) + \left(\frac{d_{max}}{2} + \delta l \right) \right] \quad (2.16)$$

$$S_{lmin1} = 2,5 - \left[\left(\frac{2,82}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,3}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,01 \text{ мм}$$

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

де: L_o – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2min} = L_o - (D_{max} + 2\delta_p) \quad (2.17)$$

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

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

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

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

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

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Під час роботи електронного пристрою основними джерелами тепловиділення є елементи схеми, які споживають електричну потужність, зокрема стабілізатори напруги, резистивні елементи та силові компоненти (за наявності). Загальний тепловий режим виробу визначається сумарною потужністю розсіювання та умовами відведення тепла через друковану плату і корпус.

Конструкція виробу виконана з урахуванням забезпечення нормального тепловідведення без використання активних систем охолодження. Розміщення елементів на друкованій платі виконано таким чином, щоб забезпечити рівномірний розподіл теплового навантаження та уникнути локальних перегрівів. Найбільш теплонавантажені компоненти розташовані з урахуванням можливості природної конвекції повітря всередині корпусу.

Корпус виробу виготовлений з пластмаси, яка має відносно низьку теплопровідність, тому основне відведення тепла здійснюється за рахунок

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повітряного охолодження. Для запобігання накопиченню надлишкового тепла передбачено наявність внутрішнього повітряного об'єму, що сприяє природній циркуляції повітря.

Розрахункова оцінка теплового режиму показує, що при нормальних умовах експлуатації температура елементів не перевищує допустимих значень, встановлених технічною документацією на компоненти. Це забезпечує стабільну роботу пристрою та довговічність його елементної бази.

Таким чином, конструкція виробу відповідає вимогам теплової стабільності та не потребує додаткових засобів примусового охолодження.

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 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.

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 [20]:

Таблиця 2.18 - 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	3	1	0,03	0,09
2	Діоди	4	0,35	0,7	0,98
3	Індикатор	1	1	20	20
4	Конденсатори електролітичні	3	0,4	2,4	2,88
5	Конденсатори керамічні	4	0,1	1,4	0,56
6	Резистори постійні	10	0,42	0,8	3,36
7	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
8	Пайки	154	1	0,02	3,08
9	Кнопка	4	1	0,5	2
10	Резистор підстроювальний	1	0,42	5	2,1
11	Гнізда	5	1	0,02	0,1
12	Транзистори	5	0,35	4	7
13	Трансформатор	1	0,1	2,1	0,21
14	Датчик	1	1	7,3	7,3
15	Реле	1	1	2,2	2,2
16	Дросель	1	0,1	1	0,1
17	Батарейка	1	1	30	30

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: $8.206e-005$ 1/год

Середня наробка до відмови: 12186.2 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$t = 10 \text{ год.} \quad P(t) = 0.999180$
 $t = 100 \text{ год.} \quad P(t) = 0.991828$
 $t = 1000 \text{ год.} \quad P(t) = 0.921217$
 $t = 10000 \text{ год.} \quad P(t) = 0.440167$
 $t = 100000 \text{ год.} \quad P(t) = 0.000273$

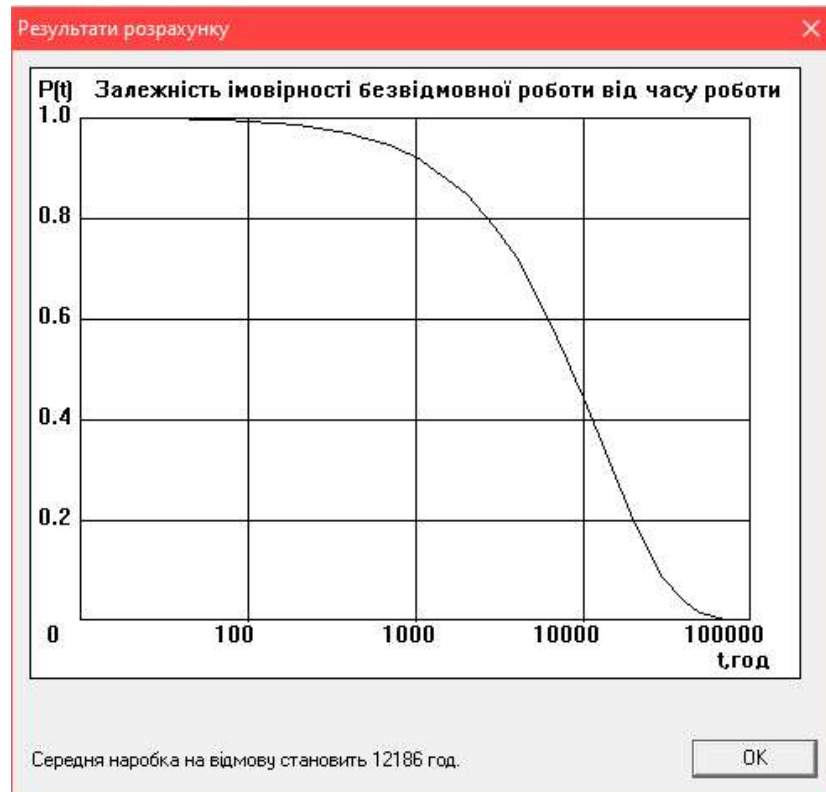


Рисунок 2.19 - Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 12186 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:

Розроблена конструкція виробу характеризується раціональним поєднанням технічних характеристик і економічної доцільності. При

проектуванні було враховано вимоги до мінімізації собівартості виготовлення, спрощення технології складання та підвищення надійності роботи пристрою.

Застосування друкованої плати дозволило значно скоротити витрати часу на монтаж і зменшити кількість з'єднувальних проводів, що позитивно впливає на зниження ймовірності відмов та спрощує виробничий процес. Щільне компонування елементів забезпечило зменшення габаритів плати до 100×125 мм, що, у свою чергу, дозволило використовувати компактний корпус стандартних розмірів.

Використання пластмасового корпусу є економічно доцільним рішенням, оскільки пластмаса є відносно дешевим матеріалом, легко піддається механічній обробці та не потребує складних технологій виготовлення. Крім того, вона забезпечує електричну ізоляцію та зменшує загальну масу виробу.

Конструкція виробу передбачає використання стандартних кріпильних елементів (гвинтів, гайок, шайб), що знижує витрати на виготовлення та полегшує складання. Уніфікація елементної бази також сприяє зменшенню собівартості та спрощує процес ремонту або заміни компонентів.

З технічної точки зору конструкція забезпечує достатній рівень надійності, зручність експлуатації та ремонтпридатність. Оптимальне компонування елементів дозволяє уникнути перевантаження плати та забезпечує стабільну роботу пристрою.

У результаті можна зробити висновок, що розроблена конструкція є економічно ефективною, технологічно простою у виготовленні та відповідає сучасним вимогам до аналогічних електронних виробів.

Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить 220В, а струм споживання 0,3А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=0,3*220=66 \text{ (Вт)} \quad (2.19)$$

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу

Друкована плата виробу виконана з максимальною щільністю розміщення елементів, що дозволило зменшити її габарити до розмірів 100×125 мм. Основні електронні компоненти встановлені з одного боку плати, тоді як зворотний бік містить індикатор HG1, кнопки SB1–SB4 та фототранзистор VT1.

Конструктивно пристрій розміщено в пластмасовому корпусі з габаритами 158×148×81 мм, який характеризується доброю механічною міцністю та естетичним зовнішнім виглядом. Корпус складається з верхньої та нижньої кришок коритоподібної форми.

Друкована плата закріплюється до верхньої кришки за допомогою чотирьох гвинтів із шайбами. Також чотири роз'ємні гнізда фіксуються за допомогою гайок і шайб. У місці стикування верхньої та нижньої частин корпусу передбачені введення шнура живлення та підключення датчика температури.

Верхня кришка корпусу має конструктивні отвори для встановлення кнопок, декоративні накладки, а також вікно для індикатора, що забезпечує зручність експлуатації та візуальний контроль роботи пристрою.

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

Розроблена конструкція виробу характеризується високим рівнем технологічності, що забезпечує простоту виготовлення, складання та подальшого обслуговування. Використання друкованого монтажу дозволяє значно скоротити обсяг ручних монтажних операцій та зменшити ймовірність помилок під час складання.

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Компонування елементів на друкованій платі виконано з урахуванням вимог технологічності: забезпечено вільний доступ до монтажних вузлів, раціональне розміщення радіоелементів та мінімізацію кількості перехрещень з'єднань. Це позитивно впливає на якість паяння та знижує трудомісткість виготовлення.

Конструкція корпусу є простою у виготовленні, оскільки складається з двох пластмасових деталей коритоподібної форми. Це дозволяє використовувати технології лиття під тиском, що є економічно вигідним при серійному виробництві. Кріпильні елементи стандартизовані, що додатково підвищує технологічність виробу.

Загалом конструкція виробу відповідає вимогам технологічності, оскільки забезпечує простоту складання, доступність елементної бази та можливість серійного виробництва без значних витрат.

Під час складання та монтажу виробу використовується стандартний набір ручного та електромонтажного інструменту. Для встановлення та паяння радіоелементів застосовуються паяльник з регульованою температурою, припій та флюс, а також пінцети для точного встановлення дрібних компонентів.

Для механічного складання корпусу використовуються викрутки відповідного типу, гайкові ключі для затягування кріпильних елементів, а також плоскогубці та бокорізи для обробки провідників і монтажних дротів.

Як технологічна оснастка можуть застосовуватися монтажні шаблони для фіксації друкованої плати під час складання, а також антистатичні килимки та браслети для захисту чутливих електронних компонентів від електростатичного розряду.

Для контролю якості монтажу використовуються вимірювальні прилади, зокрема мультиметр для перевірки електричних з'єднань і правильності роботи схеми.

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, застосування стандартних інструментів і оснастки забезпечує простоту технологічного процесу та підвищує якість складання виробу.

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

Для реалізації проектного виробу застосовується двостороння друкована плата, що забезпечує компактне розміщення елементної бази та ефективну організацію провідникових з'єднань. Виготовлення плати здійснюється за комбінованою технологією, яка включає етапи механічної обробки заготовки, фотолітографічного формування рисунка та подальшого хімічного травлення.

На першому етапі використовується основа з фольгованого діелектрика. На її поверхню наноситься шар фоточутливого матеріалу, після чого виконується експонування через фотошаблон, який містить топологію друкованих провідників. Далі проводиться проявлення, у результаті якого видаляються ділянки фотошару, не захищені експонуванням, що дозволяє сформувати захисний малюнок майбутніх провідників.

Наступним кроком є процес травлення міді, під час якого усуваються непотрібні ділянки провідникового шару, а на платі залишається сформована електрична схема. Для двосторонніх друкованих плат додатково виконується металізація отворів, яка забезпечує електричний зв'язок між верхнім і нижнім шарами. Свердління отворів здійснюється відповідно до монтажної документації, після чого вони проходять очищення перед нанесенням металевого покриття.

Завершальна стадія виготовлення включає нанесення захисної паяльної маски, що запобігає окисненню провідників та зменшує ризик випадкових коротких замикань. Також виконується маркування елементів для спрощення монтажу та подальшого обслуговування виробу. На фінальному етапі контактні

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

площини покриваються спеціальним шаром, який покращує паяльні властивості та підвищує надійність електричних з'єднань.

Основою друкованої плати є склотекстоліт типу FR-4, який відзначається високою механічною міцністю, стабільними електроізоляційними характеристиками та стійкістю до температурних навантажень. Провідниковий шар виготовляється з електролітичної міді, що забезпечує низький опір і надійну роботу електричних ланцюгів.

Як допоміжні матеріали використовуються фоточутливі резисти для формування топології провідників, хімічні реагенти для травлення міді, а також матеріали для паяльної маски і фінішного покриття контактних площадок (зокрема олов'яні, нікелеві або золото-нікелеві покриття).

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:

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{3}{3+37} = 0,1 \quad (2.20)$$

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

$$K_{\text{А.М}} = \frac{H_{\text{А.М}}}{H_{\text{М}}} = \frac{132}{154} = 0,86 \quad (2.21)$$

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.

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$K_{М.П.ЕРЕ} = \frac{H_{М.П.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = \frac{32}{37} = 0,86 \quad (2.22)$$

де $H_{М.П.ЕРЕ}$ 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:

$$K_{ПОВТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{32}{37} = 0,14 \quad (2.23)$$

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

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

$$K_{ЗАСТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ОР.ЕРЕ}}{H_{Т.ЕРЕ}} = 1 - \frac{9}{37} = 0,76 \quad (2.24)$$

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:

$$K_{ВСТ.Р} = 1 - \frac{H_{ВСТ.Р}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{37}{37} = 0 \quad (2.25)$$

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

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

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

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $D_{\text{ГР}}$ – кількість деталей, заготовки або самі деталі отримані прогресивним методом формоутворення.

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

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

$$K = \frac{0,1*1 + 0,86*1 + 0,86*0,75 + 0,14*0,5 + 0,76*0,310 + 0*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,5$$

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 і монтажу описує в собі послідовність виконання операцій спочатку для виготовлення друкованого вузла, а потім для складання корпусу всього пристрою. Виконується на спеціальних технологічних картах з дотриманням відповідних вимог.

Також в технологічних картах розраховується кількість витрачених на виробництво матеріалів та затрата часу на складання виробу.

Докладна маршрутно-операційна технологія складання і монтажу друкованого вузла приведена в додатках до даного дипломного проекту.

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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;
- установка трансформатора у нижню частину корпусу;
- кріплення трансформатора до нижньої частини корпусу за допомогою двох гвинтів;
- кріплення гнізд та накладок під кнопку;
- кріплення скла під індикатор;
- кріплення шнура мережевого та датчика температури;
- 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;
- 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 172.402.030.000.000 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:

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

$$V_{\text{буд}} = 1200 \times 100 = 120000 \text{ (грн.)}$$

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 :

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

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 120000 + 60000 = 180000 \text{ (грн.)}$$

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

$$V_{\text{обл}} = 120000 \cdot 0,5 = 60000 \text{ (грн.)}$$

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

					26 КР 172.402.030.000.000 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:

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

$$V_{\text{інстр}} = 60000 \times 0,02 \times 1,1 = 1320 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$V_{\text{інв}} = 60000 \times 0,03 \times 1,1 = 1980 \text{ (грн.)}$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

$$\text{ПІ} = 180000 + 1320 + 1980 = 183300 \text{ (грн.)}$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

$$A = \frac{3300 \times 25}{100} = 825 \text{ (грн.)}$$

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 172.402.030.000.000 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	1320	330,00
	Виробничий та господарський інвентар	1980	495
	Всього:	3300	825

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 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$B_m = 727 \times 1,04 = 756,08 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

K_{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	70	70
2	Кришка нижня	1	75	75
3	Кришка верхня	1	75	75
4	Мікросхема	3	30	90
5	Конденсатори електролітичні	3	10	30
6	Конденсатори постійні	4	1	4
7	Резистори постійні	10	0,5	5
8	Дисплей	1	50	50
9	Батарея	1	25	25
10	Діоди	4	2	8
11	Роз'єм	6	10	60
12	Кнопка	4	10	40
13	Транзистори	5	10	50
14	Трансформатор	1	100	100
15	Реле	3	15	45
				727

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

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$P_{від} = \frac{34}{60} \times 220 = 124,67 (\text{грн})$$

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

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

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

Таблиця 3.3- Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{шт, хв.}$	Розряд	Годинна тарифна ставка, (С _г), грн/год
1	Пайка	15	V	220
2	Регулювання	10	V	220
3	Складання	9	V	220
	Всього	34		

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

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

$$B_{дод.з.пл.} = 124,67 \times 0,11 = 12,47 (\text{грн})$$

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

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

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (124,67 + 12,47) = 30,17 \text{ (грн)}$$

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:

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{68}{100} \times (124,67 + 12,47) = 93,26 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 68%);

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:

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

$$B_{\text{зв}} = \frac{145}{100} \times (124,67 + 12,47) = 198,85 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 145%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 756,08 + (124,67 + 12,47 + 30,17) + 93,26 + 198,85 = 1215,5 \text{ (грн.)}$$

					26 КР 172.402.030.000.000 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	756,08
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	124,67
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	12,47
4	Відрахування на соціальні заходи	30,17
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	93,26
6	Загальновиробничі витрати	198,85
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1215,5
7	-змінні (сума 1-4) $V_{зм.од}$	923,39
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $V_{уп.од}$	292,11

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

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

$$Ц_{од.пр} = 1215,5 \times \frac{100 + 31}{100} = 1592,31 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 31%);

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:

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

$$\Pi_p = (1592,31 - 1215,5) \times 970 = 365505,7 \text{ (грн.)},$$

					26 КР 172.402.030.000.000 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:

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

$$\text{ЧП} = 365505,7 - 365505,7 \times \frac{18}{100} = 299714,67 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$S_{повq} = 1215,5 \times 970 = 1179035 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$P_{п} = \frac{299714,67}{1179035} \times 100\% = 25,42 \%$$

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:

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

$$\Gamma П = 299714,67 + 825 = 300539,67 \text{ (грн.)},$$

де $\Gamma П_t$ - 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 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$\text{ЧТВ} = 273217,88 - 183300 = 89917,88 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ТВ} = \frac{300539,67}{(1 + 0,1)^1} = 273217,88 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ІП} = \frac{273217,88}{183300} = 1,49$$

					26 КР 172.402.030.000.000 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($T_{ок_{диск}}$) характеризує кількість років, за які будуть відшкодовані початкові інвестиції та розраховується за формулою:

$$T_{ок_{диск}} = \frac{П}{ГП_{диск}} \quad (3.24)$$

$$T_{ок_{диск}} = \frac{183300}{273217,88} = 0,67р$$

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

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

$$ГП_{диск} = \frac{273217,88}{1} = 273217,88 \text{ (грн.)}$$

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.	970
2	Собівартість виробу	грн./од.	1215,5
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1592,31
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	183300
5	Чистий прибуток	грн.	299714,67
6	Рентабельність виробу	%	25,42
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	89917,88
9	Індекс прибутковості	-	1,49
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,67

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Основні заходи по запобіганню травматизму та професійних захворювань.

Заходи щодо попередження травматизму та захворювання працівників на виробництві поділяються на: технічні; санітарно-виробничі; медико-профілактичні; організаційні.

До технічних заходів належать:

- модернізація технологічного, підйомно-транспортного обладнання;
- перепланування розміщення обладнання;
- впровадження автоматичного та дистанційного керування виробничим обладнанням.

Санітарно-виробничі заходи включають:

- придбання або виготовлення пристроїв, які захищають працівників від дії електромагнітних випромінювань, пилу, газів, шуму тощо;
- влаштування нових і реконструкцію діючих вентиляційних систем, систем опалення, кондиціонування;
- реконструкцію та переобладнання душових, гардеробних тощо.

До медико-профілактичних заходів відносяться:

- придбання молока, засобів миття та знешкодження шкідливих впливів;
- організація профілактичних медичних оглядів;
- організація лікувально-профілактичного харчування.

До організаційних заходів належать:

- проведення навчання та інструктаж з охорони праці, виробничої санітарії, пожежної безпеки. Застосування комп'ютерних методів прикладного й інструментального забезпечення значно підвищує якість навчального процесу, використовуючи необхідну інформацію з ресурсів мережі Internet, правові системи «Ліга» та ін.;

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- робота з професійного відбору;
- здійснення контролю за дотриманням працівниками вимог інструкцій з охорони праці.

Статистика свідчить про те, що більшість усіх нещасних випадків соціально зумовлені або є наслідком психофізіологічних якостей і особистісних особливостей персоналу, який здійснює трудову діяльність, а причиною травматизму виступають небезпечні дії працівників. При цьому людський фактор у безпеці праці стає переважно визначальним.

Соціальні та особистісні фактори впливу на охорону праці охоплюють широке коло питань, форм і методів роботи. Врахування індивідуальних особистісних відмінностей має велике значення для формування трудових колективів (бригад, змін). Розуміння закономірностей взаємодії людей, ролі особистісних якостей і відмінностей дає можливість створювати трудові колективи з урахуванням здатності кожного працівника розв'язувати суперечності та їх загострення, уникати конфліктів, гармонізувати життя і спілкування на роботі, формувати сприятливий психологічний клімат, виробити в колективі єдину установку на додержання заходів безпеки.

Саме у формуванні у працівників правильних працезохоронних поглядів, переконань та психологічних установок, у руйнуванні помилкових стереотипів поведінки шляхом впливу на якості особистості закладено резерв зниження рівня травматизму.

Успішна профілактика виробничого травматизму та професійно! захворюваності можлива лише за умови ретельного вивчення причин їх виникнення. Для полегшення цього завдання прийнято поділяти причини виробничого травматизму і професійної захворюваності на наступні основні групи: організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні, психофізіологічні.

Організаційні причини: відсутність або неякісне проведення навчання з питань охорони праці; відсутність контролю; порушення вимог інструкцій, правил, норм, стандартів; невиконання заходів щодо охорони праці;

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

порушення технологічних регламентів, правил експлуатації устаткування, транспортних засобів, інструменту; порушення норм і правил планово-попереджувального ремонту устаткування; недостатній технічний нагляд за небезпечними роботами; використання устаткування, механізмів та інструменту не за призначенням.

Технічні причини: несправність виробничого устаткування, механізмів, інструменту; недосконалість технологічних процесів; конструктивні недоліки устаткування, недосконалість або відсутність захисних загороджень, запобіжних пристроїв, засобів сигналізації та блокування.

Санітарно-гігієнічні причини: підвищений (вище ГДК) вміст в повітрі робочих зон шкідливих речовин; недостатнє чи нераціональне освітлення; підвищені рівні шуму, вібрації; незадовільні мікрокліматичні умови; наявність різноманітних випромінювань вище допустимих значень; порушення правил особистої гігієни.

Психофізіологічні причини: помилкові дії внаслідок втоми працівника через надмірну важкість і напруженість роботи; монотонність праці; хворобливий стан працівника; необережність; невідповідність психофізіологічних чи антропометричних даних працівника використовуваній техніці чи виконуваній роботі.

Основні заходи щодо попередження та усунення причин виробничого травматизму і професійної захворюваності поділяються на технічні та організаційні.

До технічних заходів належать заходи з виробничої санітарії та техніки безпеки.

Заходи з виробничої санітарії передбачають організаційні, гігієнічні та санітарно-технічні заходи та засоби, що запобігають дії на працюючих шкідливих виробничих факторів. Це створення комфортного мікроклімату шляхом влаштування відповідних систем опалення, вентиляції, кондиціонування повітря; теплоізоляція конструкцій будівлі та технологічного

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

устаткування; заміна шкідливих речовин та матеріалів нешкідливими; герметизація шкідливих процесів; зниження рівнів шуму та вібрації; установлення раціонального освітлення; забезпечення необхідного режиму праці та відпочинку, санітарного та побутового обслуговування.

Заходи з техніки безпеки передбачають систему організаційних та технічних заходів та засобів, що запобігають дії на працюючих небезпечних виробничих факторів. До них належать: розроблення та впровадження безпечного устаткування; механізація та автоматизація технологічних процесів; використання запобіжних пристосувань, автоматичних блокуючих засобів; правильне та зручне розташування органів керування устаткуванням; розроблення та впровадження систем автоматичного регулювання, контролю та керування технологічними процесами, принципово нових нешкідливих та безпечних технологічних процесів.

До організаційних заходів належать: правильна організація роботи, навчання, контролю та нагляду з охорони праці; дотримання трудового законодавства, міжгалузевих та галузевих нормативних актів про охорону праці; впровадження безпечних методів та наукової організації праці; проведення оглядів, лекційної та наочної агітації і пропаганди з питань охорони праці; організація планово-попереджувального ремонту устаткування, технічних оглядів та випробувань транспортних та вантажопідіймальних засобів, посудин, що працюють під тиском.

4.2 Основні поняття та визначення пожежної безпеки.

Вогонь, що вийшов із під контролю, здатний викликати значні руйнівні та смертоносні наслідки. До таких проявів вогняної стихії належать пожежі.

Пожежа - неконтрольоване горіння, що розповсюджується у часі і просторі.

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Залежно від розмірів матеріальних збитків пожежі поділяються на особливо великі (коли збитки становлять від 10000 і більше розмірів мінімальної заробітної плати) і великі (збитки сягають від 1000 до 10000 розмірів мінімальної заробітної плати) та інші.

Пожежна безпека об'єкта - стан об'єкта, за якого з регламентованою імовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі та впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її наслідків. Об'єкти повинні мати системи пожежної безпеки, спрямовані на запобігання пожежі, дії на людей та матеріальні цінності небезпечних факторів пожежі, в тому числі їх вторинних проявів. До таких факторів належать: полум'я та іскри, підвищена температура навколишнього середовища, токсичні продукти горіння і термічного розкладу матеріалів і речовин, дим, знижена концентрація кисню.

Вторинними проявами небезпечних факторів пожежі вважаються: уламки, частини зруйнованих апаратів, агрегатів, установок, конструкцій; радіоактивні та токсичні речовини і матеріали, викинуті зі зруйнованих апаратів та установок; електричний струм, пов'язаний з пошкодженням ізоляції під дією високих температур; небезпечні фактори вибухів.

Системи пожежної безпеки - це комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання пожежі та збитків від неї.

Метою пожежної безпеки об'єкта є попередження виникнення пожежі на визначеному чинними нормативами рівні, а у випадку виникнення пожежі - обмеження її розповсюдження, своєчасне виявлення, гасіння пожежі, захист людей і матеріальних цінностей.

Забезпечення пожежної безпеки - невід'ємна частина державної діяльності щодо охорони життя та здоров'я людей, національного багатства і навколишнього природного середовища. Правовою основою діяльності в

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

галузі пожежної безпеки є Конституція, Закон України «Про пожежну безпеку» та інші закони України, постанови Верховної Ради України, розпорядження Кабінету Міністрів України; рішення органів державної виконавчої влади, місцевого та регіонального самоврядування, прийняті в межах їх компетенції.

Закон України «Про пожежну безпеку» визначає загальні правові, економічні та соціальні основи забезпечення пожежної безпеки на території України, регулює відносини державних органів, юридичних і фізичних осіб у цій галузі незалежно від виду їх діяльності та форм власності.

Згідно цього закону власники підприємств, установ та організацій або уповноважені ними органи зобов'язані:

- розробляти комплексні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки, впроваджувати досягнення науки;
- забезпечувати дотримання протипожежних вимог стандартів, норм, правил, а також виконання вимог приписів і постанов органів державного пожежного нагляду;
- організовувати навчання працівників правилам пожежної безпеки та пропаганду заходів щодо їх забезпечення;
- у разі відсутності нормативних актів, необхідних для забезпечення пожежної безпеки, вживати відповідні заходи, погоджуючи їх з органами державного нагляду;
- утримувати в справному стані засоби протипожежного захисту і зв'язку, пожежну техніку, обладнання та інвентар, не допускати їх використання не за призначенням;
- створювати у разі потреби, відповідно до встановленого порядку, підрозділи пожежної охорони та необхідну для їх функціонування матеріально-технічну базу;

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- подавати на вимогу державної пожежної охорони відомості та документи про стан пожежної безпеки об'єктів і продукції, що ними виробляється;

- здійснювати заходи щодо впровадження автоматичних засобів виявлення та гасіння пожеж і використання для цієї мети виробничої автоматики;

- своєчасно інформувати пожежну охорону про несправність пожежної техніки, систем протипожежного захисту, водопостачання, а також про закриття доріг і проїздів на своїй території;

- проводити службове розслідування випадків пожеж.

Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з питань пожежної безпеки, забороняється.

Новостворені підприємства починають свою діяльність після отримання дозволу в органах державного пожежного нагляду.

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Термостат-таймер ТТ_v1.0». 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 125×100мм 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 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Термостат-таймер ТТ_v1.0 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.joyta.ru/4334-avtomaticheskij-poliv-rastenij-v-teplice-i-sadovom-uchastke-svoimi-rukami/> (дата звернення 10.02.2025).
2. Конденсатор типу ЕСАР [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/b41828a6225m007> (дата звернення 15.02.2025).
3. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu//details/b37979-g5102/kondensatory-keramicheskie-tht-50v/> (дата звернення 15.02.2025).
4. Конденсатор NPO [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/> (дата звернення 15.02.2025).
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 15.02.2025).
6. Резистор 3329H-1 "Bourns" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://car-led.org/ua/p31490203-chervonij-semisegmentnij-led.html> (дата звернення 15.02.2025).
7. Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180 "KLS" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/cls7-ts6601-13.0-180> (дата звернення 15.02.2025).
8. Мікросхема ATmega8-16PU "Microchip" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://hardelectronics./diod-1n4148.html> (дата звернення 15.02.2025).
9. Дисплей SDCB2004BWE-R07 "Sinda" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://electronoff.ua/good/transistor-bc556b-pnp-65v-0-1a-korpus-to-92.php> (дата звернення 15.02.2025).

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Мікросхема "DS1307N" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/b41828a6225m007>(дата звернення 15.02.2025).
11. Транзистор BC547A "LGE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.tme.eu//details/b37979-g5102/kondensatory-keramicheskie-tht-50v/>(дата звернення 15.02.2025).
12. Трансформатор B78386-P1116-A [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/>(дата звернення 15.02.2025).
13. Дросель FWDRI1415B"Ferriwo [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/kx-26-32-768-khz-kvarczevyj-rezonator_2404.html(дата звернення 15.02.2025).
14. Діод 1N4148 "Diotec" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.chipdip./product/cls7-ts6601-13.0-180>(дата звернення 15.02.2025).
15. Датчик температури DS18B20 "Smartmodule [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<http://hardelectronics./diod-1n4148.html>(дата звернення 15.02.2025).
16. Реле NRP-07-C-12D "NCR" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://electronoff.ua/good/tranzistor-bc556b-pnp-65v-0-1a-korpus-to-92.php>(дата звернення 15.02.2025).
17. Діод D2SBA60-7000 "Shindengen Electric" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/b41828a6225m007>(дата звернення 15.02.2025).
18. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2016

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Конструювання РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018

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

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

22. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021

23. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Технологія виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021

24. 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

25. Васишин О.З. Конспект лекцій "Поверхневий монтаж" для спеціальності 172 "Конструювання, виробництво та технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021

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

27. Штогрин П.І. Навчальний посібник "Altium Designer 10 для початківців" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2022

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

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А Друкована плата

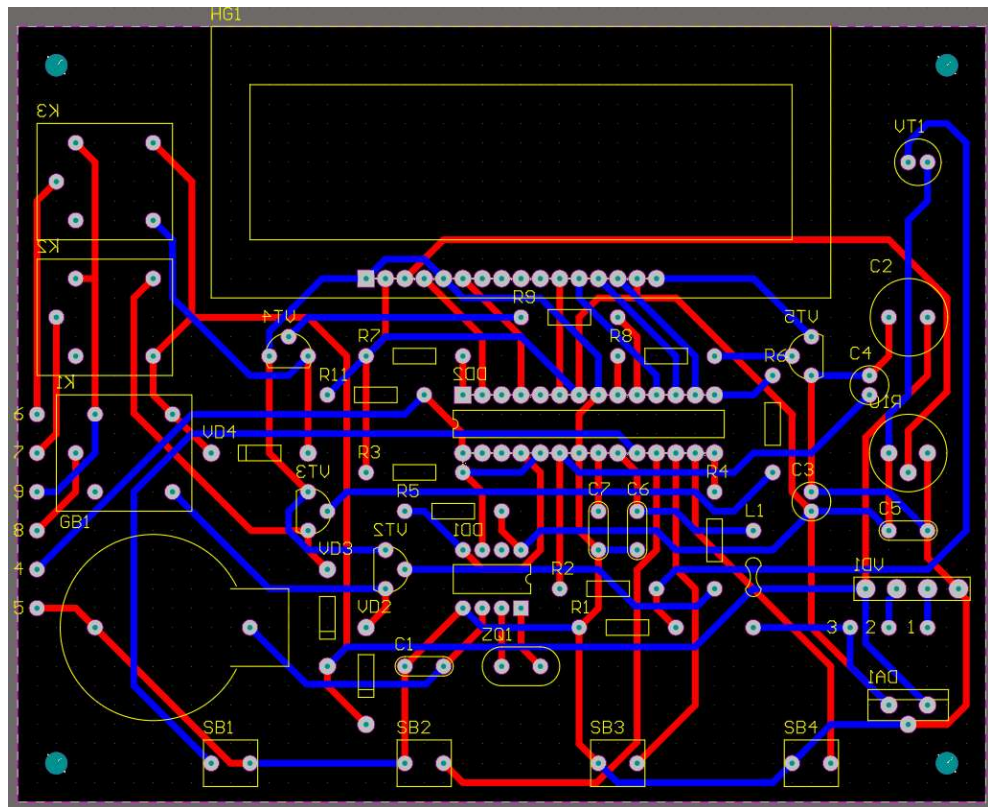


Рисунок А.1 – Друкована плата

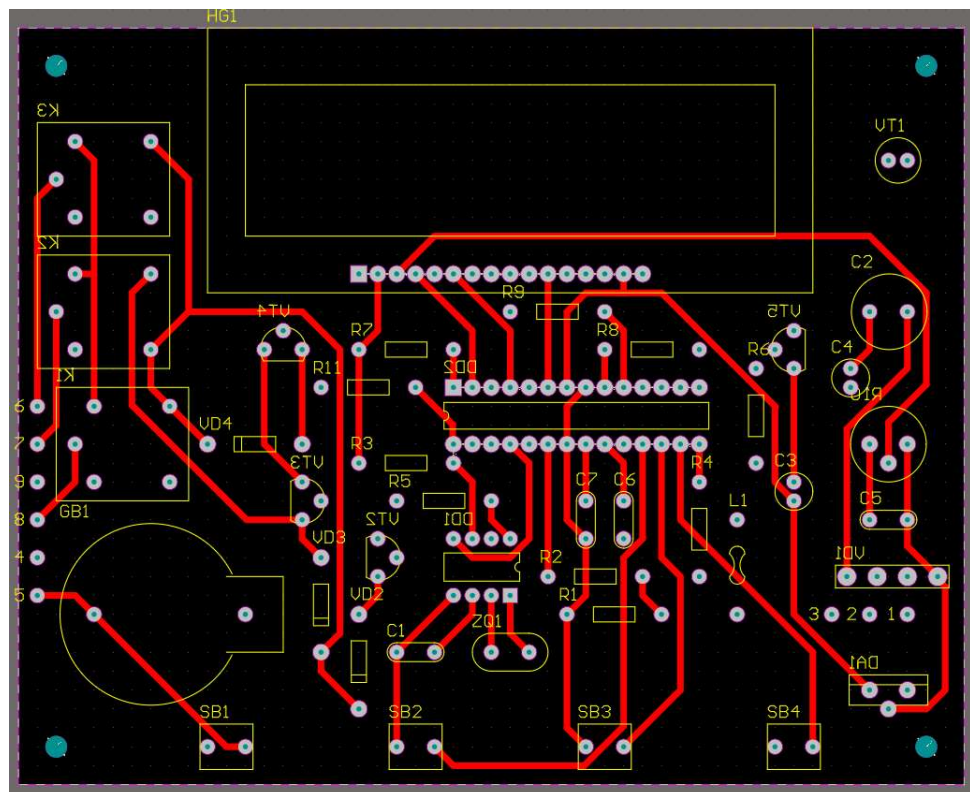


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Тор

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ

Арк.

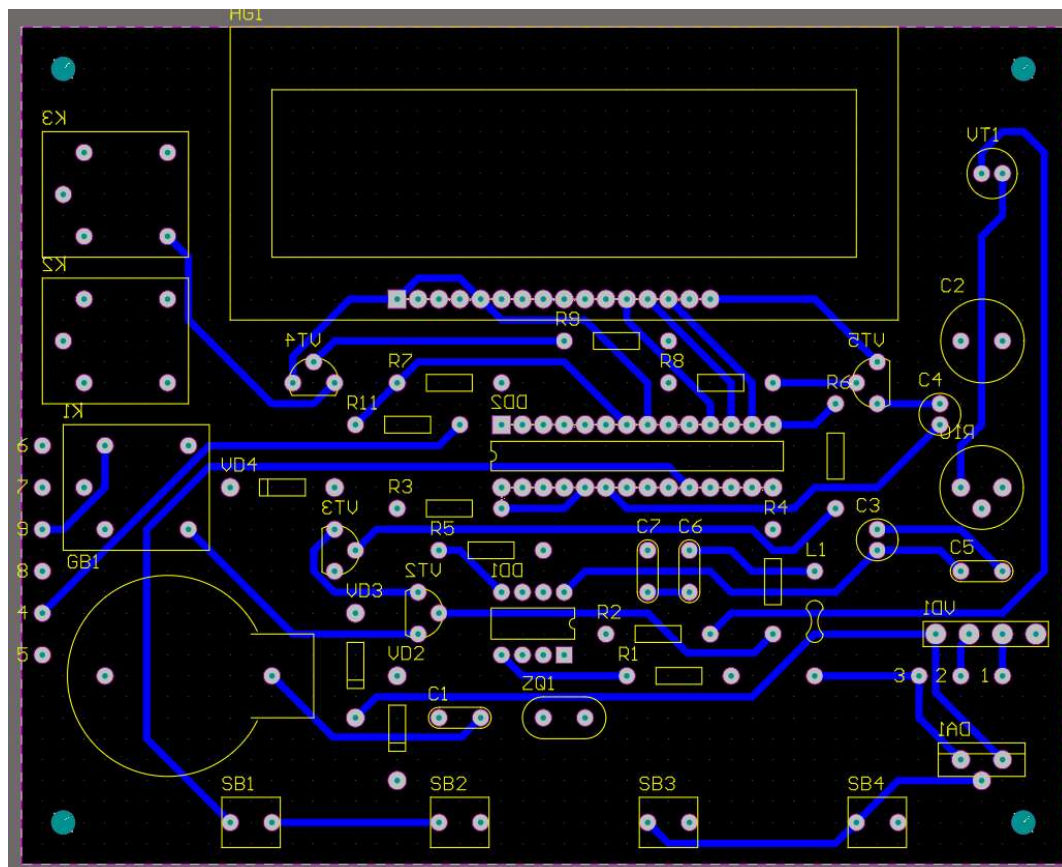


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Botton

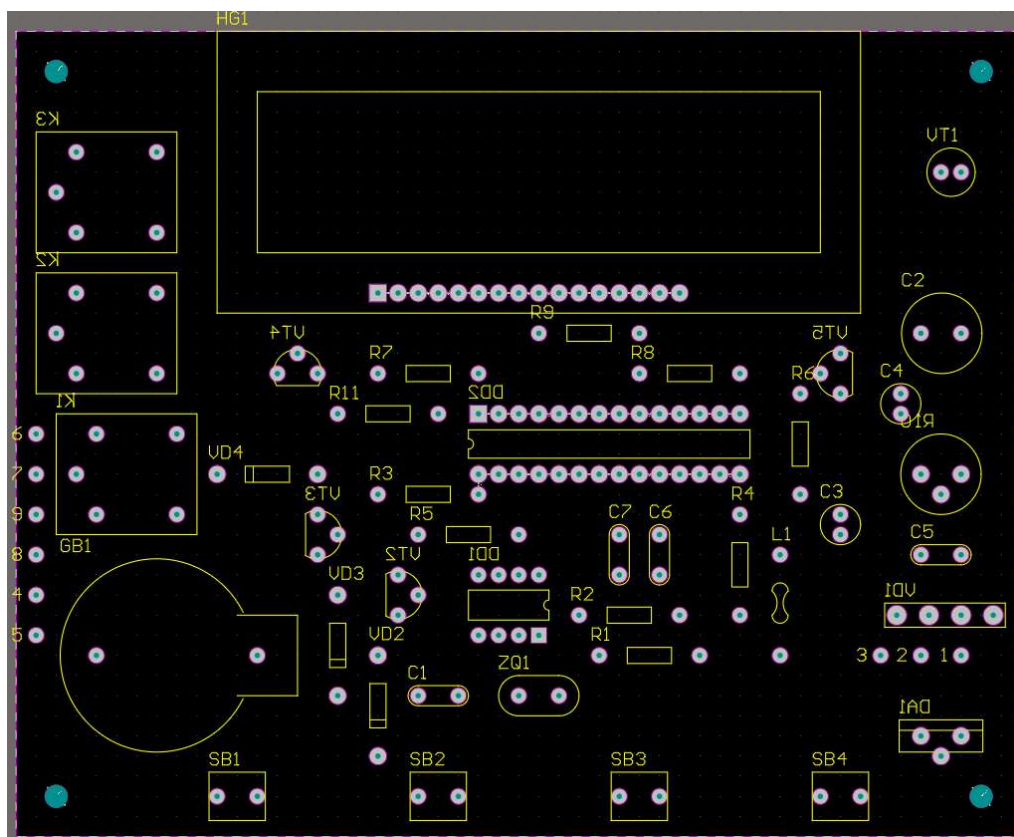


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ

Арк.

Додаток Б 3D модель пристрою

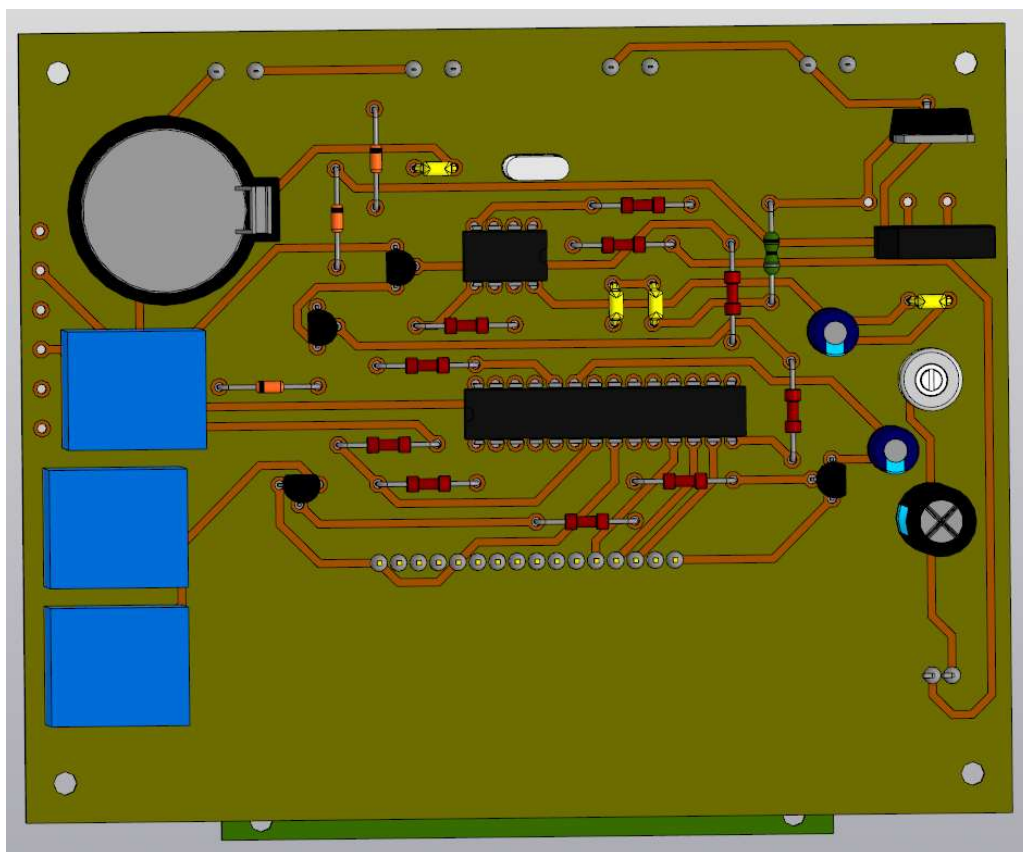


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкований

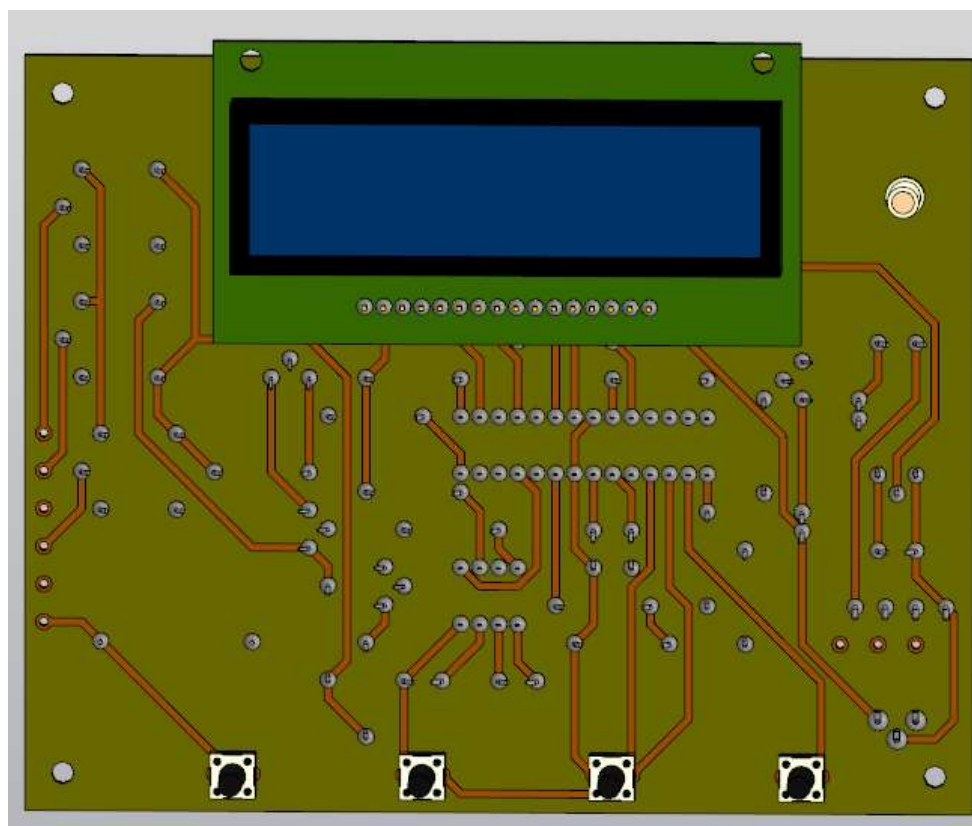


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкований знизу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ

Арк.

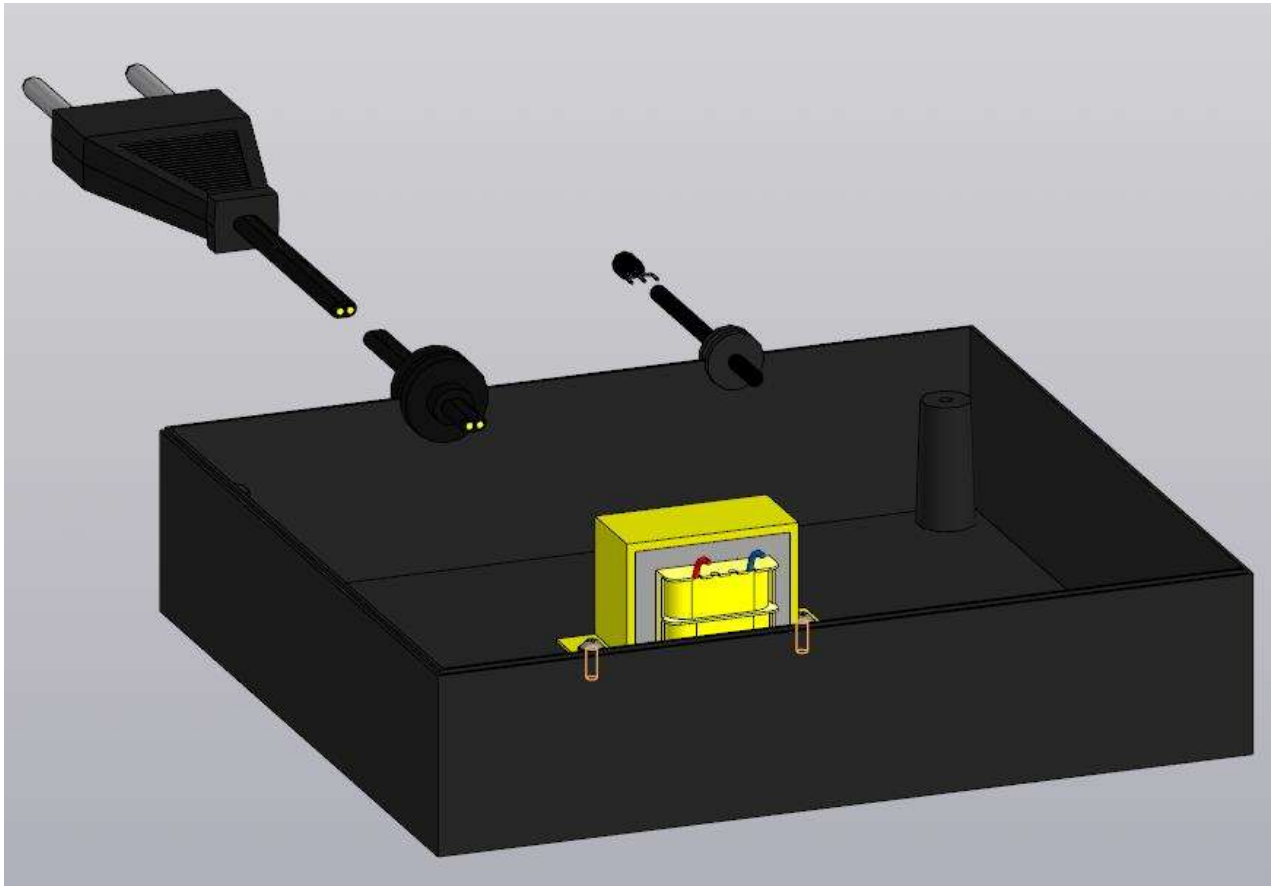


Рисунок Б.3 – 3D модель пристрою, нижня кришка

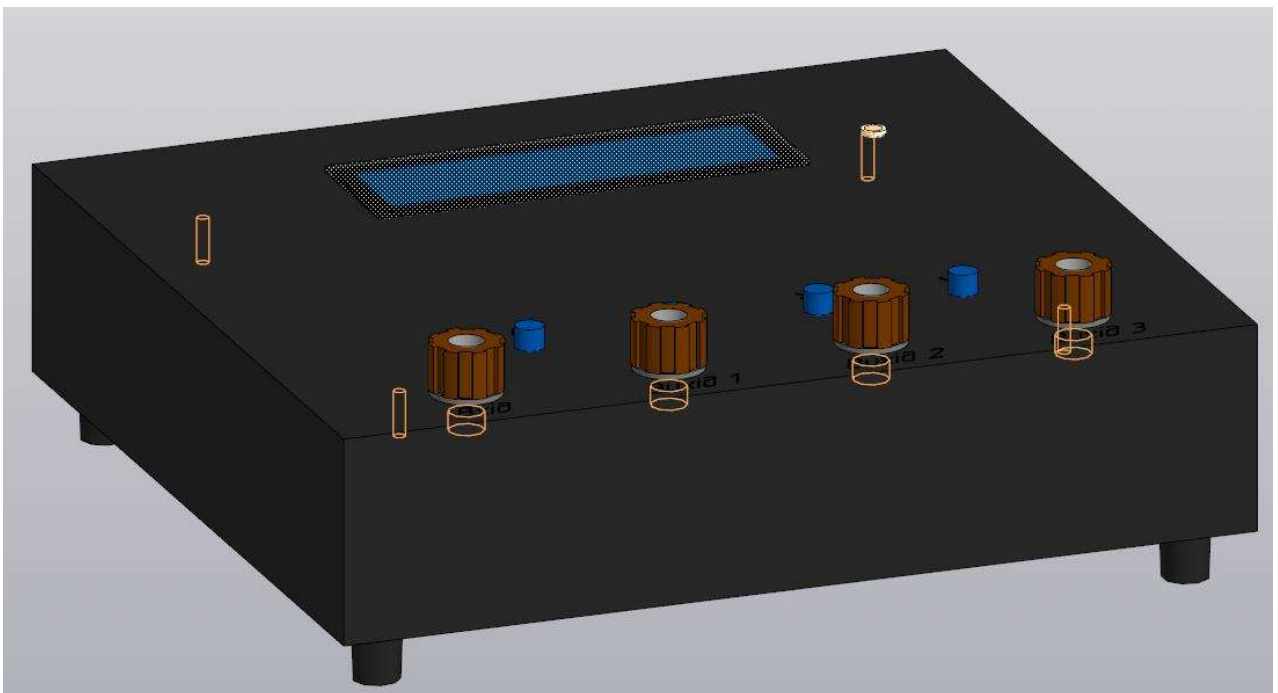


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, верхня кришка

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

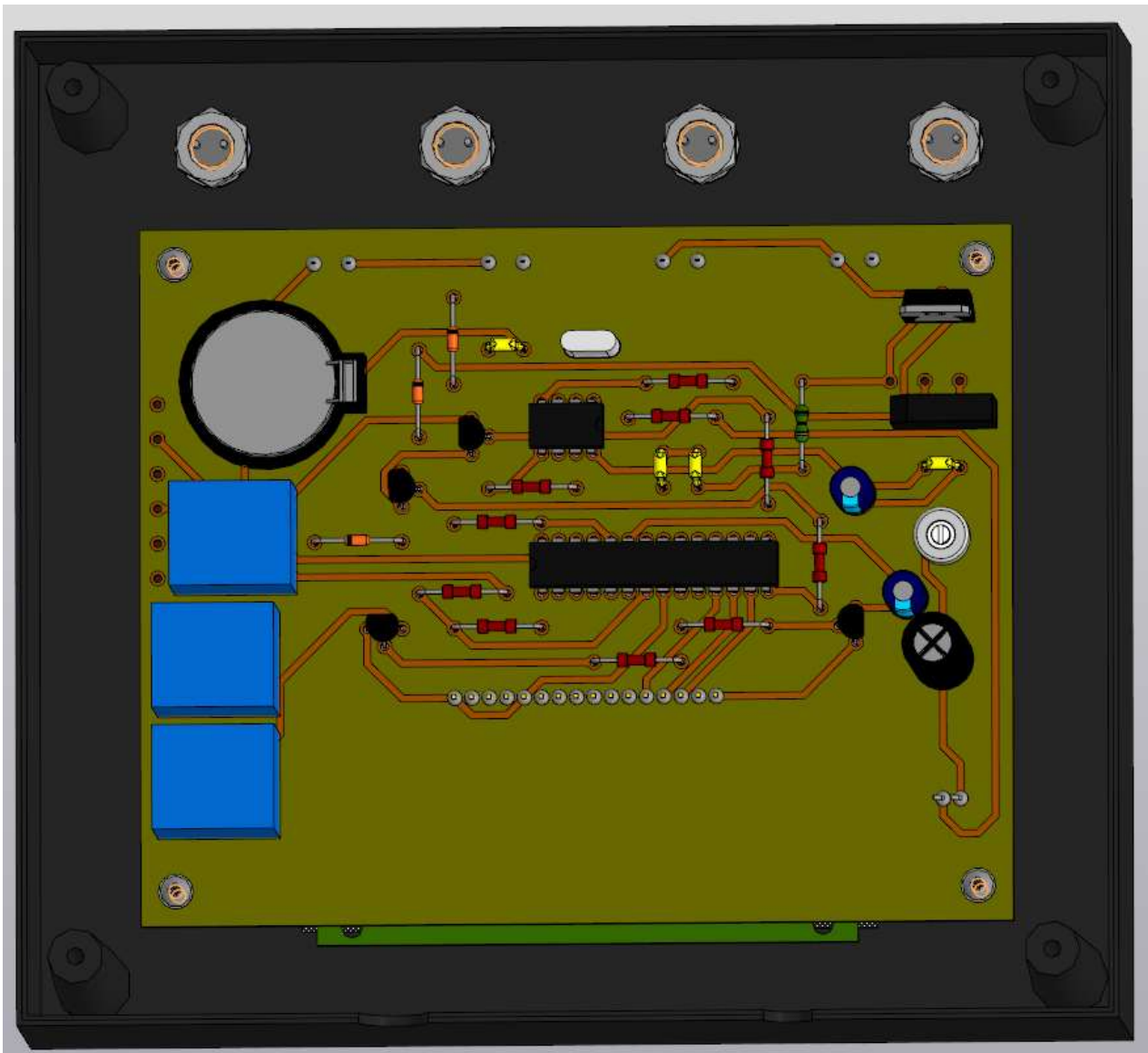


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, верхня кришка знизу

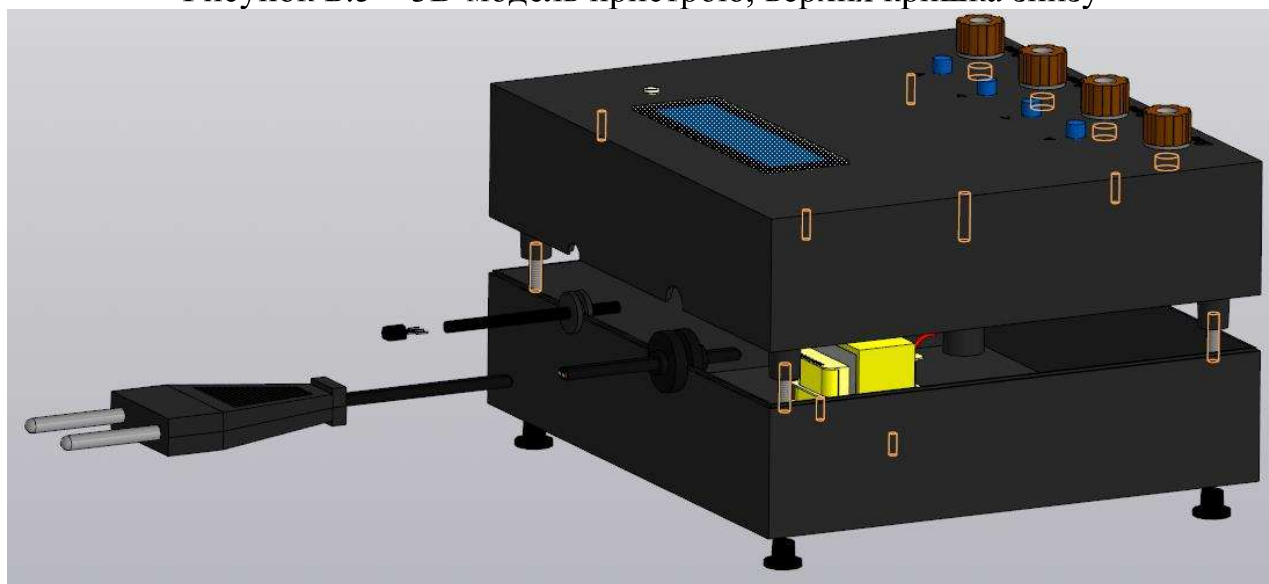


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

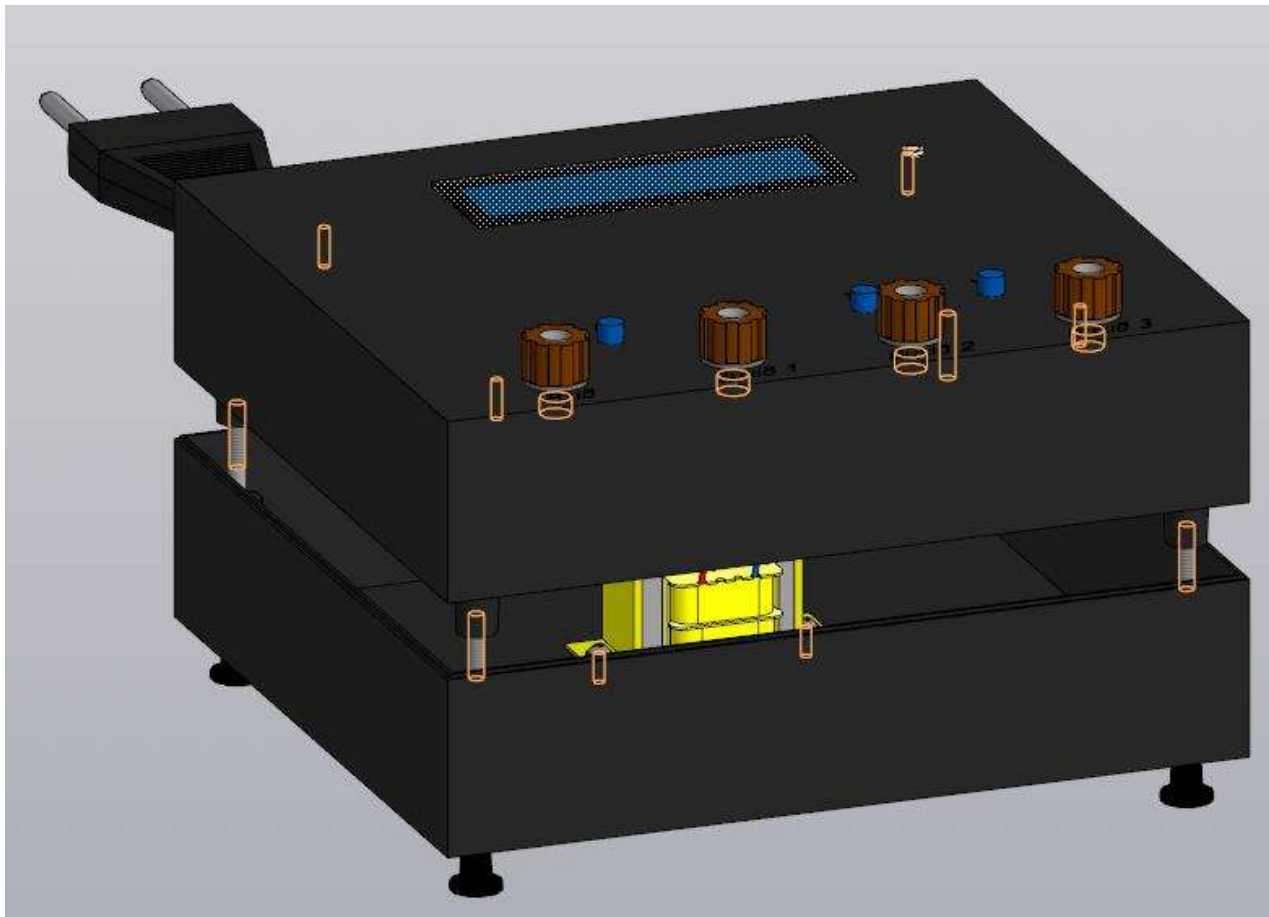


Рисунок Б.7 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

					26 КР 172.402.030.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дубл.																	
Замість																	
Підпис																	
										Аркушів 7				Аркуш 1			
Розробив		Шуст				ВСП ТФК ТНТУ		26 КР 172.402.030.03.000				26 КР 172.402.030.03.118					
Перевірив		Приймак															
Нормувач																	
Затвердив																	
Н. контр.		Задорожний												Н			
А		Цех	Діл	РМ	Опер	Код, назва операції			Позначення документу								
Б						Код, назва обладнання			СМ.	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ
К-М						Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу			Позначення, код								
01						Охорона навколишнього середовища, згідно інструкції МВЯ790831											
02																	
А 03 402					030	005	402030005 Комплектування										0,005
0 04					Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (46шт)												
05																	
А 06 402					030	010	40203010 Розконсервация ДП										0,005
0 07					Розконсервация плати по ТТО 124.781												
08																	
А 09 402					030	015	Маркування заводського номеру										0,005
0 10					Маркування заводський номер по ТТО 664170 (6шт)												
Т 11					Штамп РД 125878												
М 12					Фарба	ТНТФ-01	ГОСТ 12574-45								120	100	0,018
13																	
14																	

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл.																					
Замість																					
Підпис																					
														Аркушів 7			Аркуш 7				
Розробив		Шуст				ВСП ТФК ТНТУ		26 КР 172.402.030.03.000				26 КР 172.402.030.03.118									
Перевірив		Приїмак																			
Нормував																					
Затвердив																					
Н. контр.		Задорожний																			
А		Цех	Діл	РМ	Опер	Код, назва операції				Позначення документу											
Б						Код, назва обладнання				СМ	Прф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ	
К-М						Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу				Позначення, код							СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР

1. Чертеж для изготовления детали, состоящей из следующих элементов:

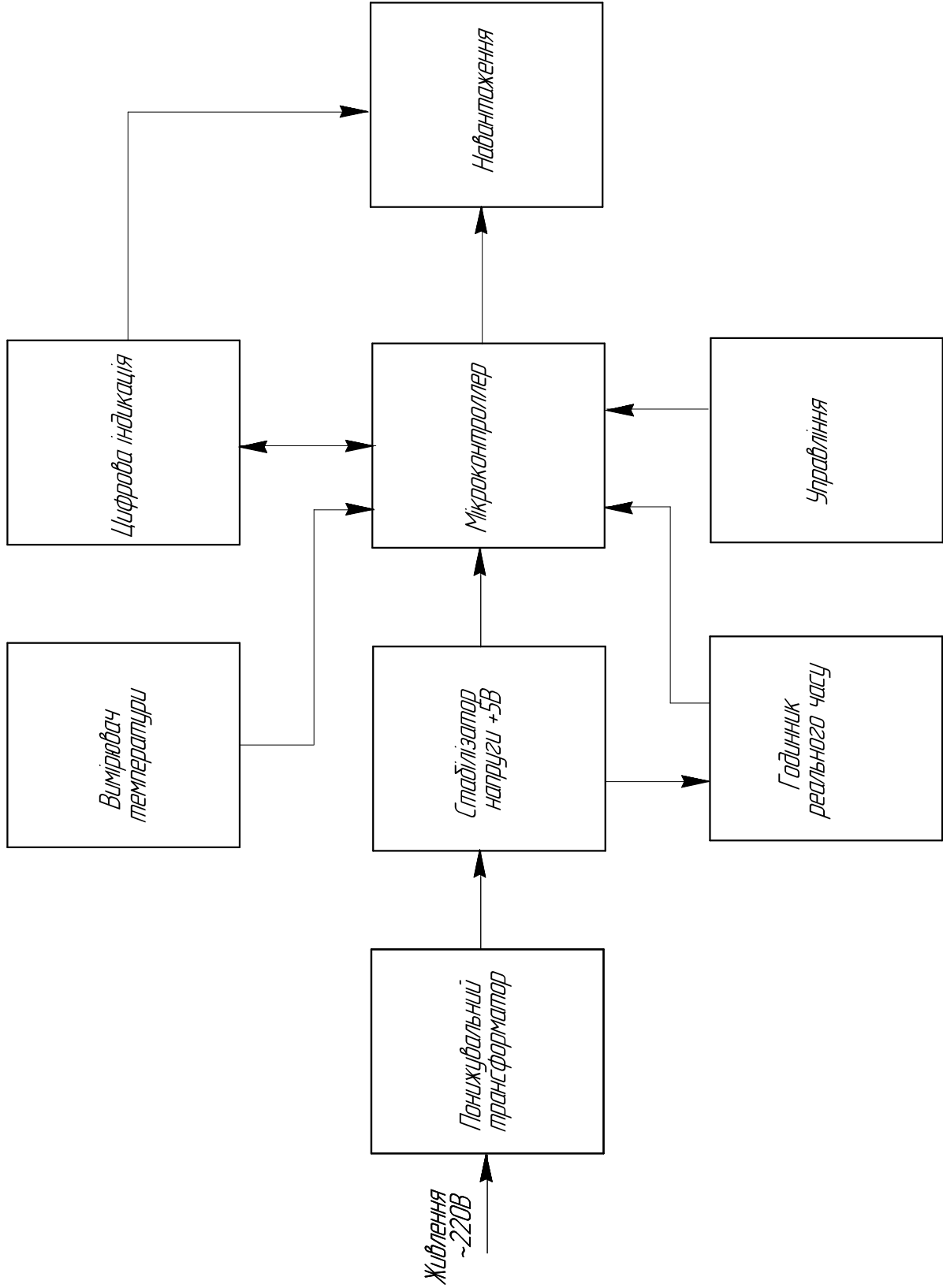
1. Корпус (см. рис. 1)
2. Крышка (см. рис. 2)
3. Вал (см. рис. 3)
4. Шестерня (см. рис. 4)
5. Шестерня (см. рис. 5)
6. Шестерня (см. рис. 6)
7. Шестерня (см. рис. 7)
8. Шестерня (см. рис. 8)
9. Шестерня (см. рис. 9)
10. Шестерня (см. рис. 10)
11. Шестерня (см. рис. 11)

1. Чертеж для изготовления детали, состоящей из следующих элементов:

1. Корпус (см. рис. 1)
2. Крышка (см. рис. 2)
3. Вал (см. рис. 3)
4. Шестерня (см. рис. 4)
5. Шестерня (см. рис. 5)
6. Шестерня (см. рис. 6)
7. Шестерня (см. рис. 7)
8. Шестерня (см. рис. 8)
9. Шестерня (см. рис. 9)
10. Шестерня (см. рис. 10)
11. Шестерня (см. рис. 11)

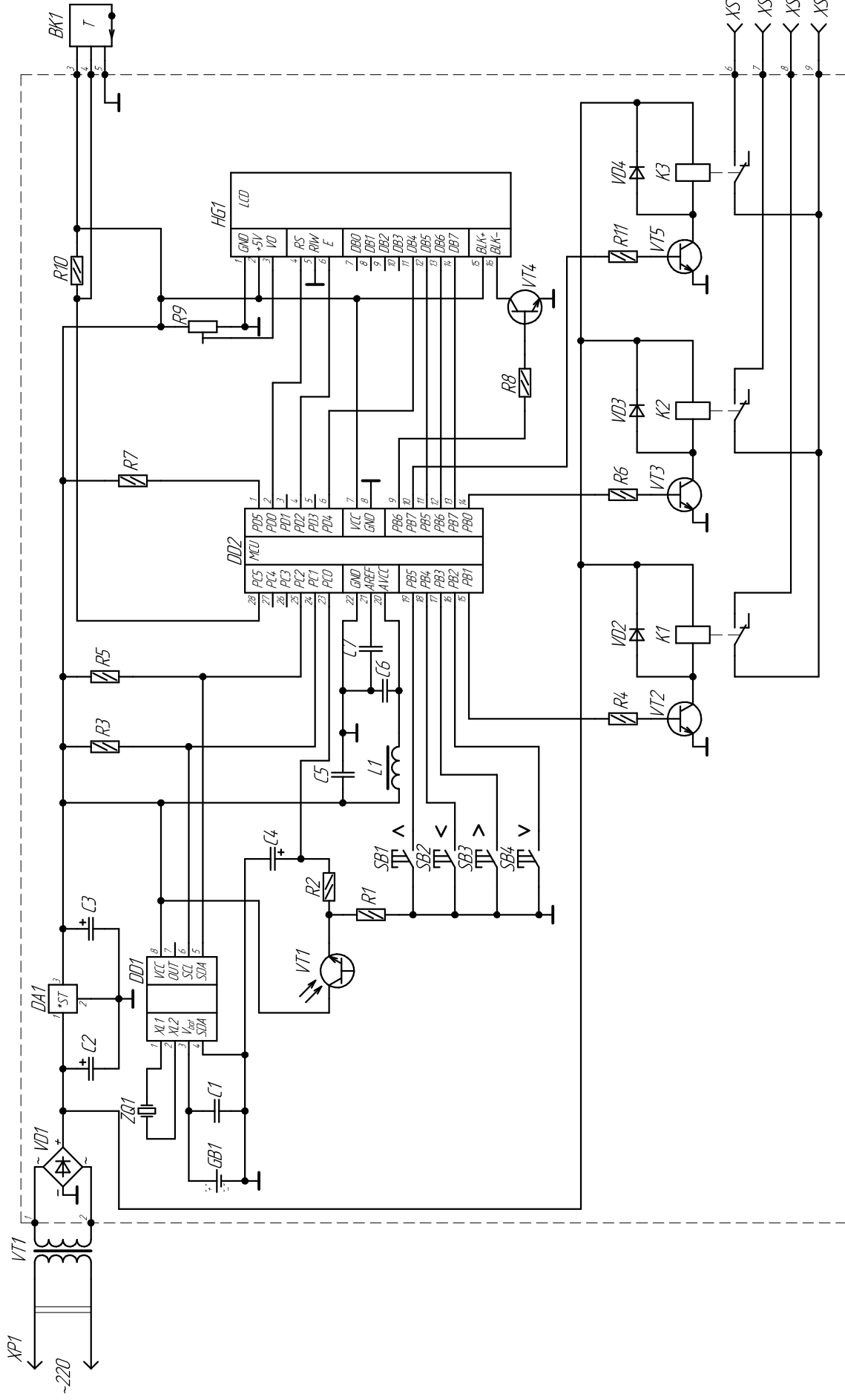
[illegible]

[illegible]



26 КР 172.402.030.001.000 Е1									
Зм. Арк.		№ док-м.	Листів	Лист	Лист	Термостат-тиммер ТТ_110			
Розроб.		Шість				Схема електричної структури			
Перевір.		Тричот				Архив			
І конст.						Архив			
Результ.		Задатковий				ВСП ТФК ІНТУ ТР-402			
Нормат.						м. Тернопіль			
Затверд.						Формат А2			

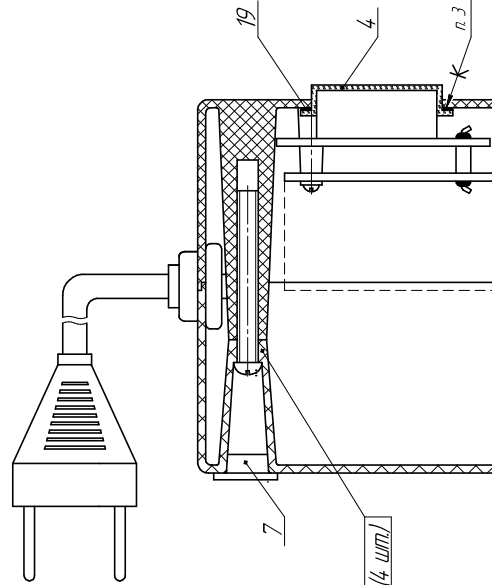
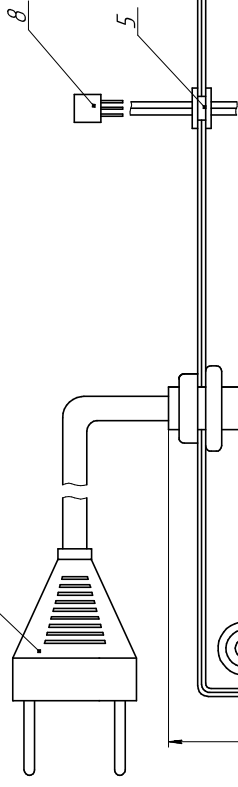
Перш. викорис.	Додат. №	Поз. познач.	Найменування			Кіл.	Примітка								
		БК1	Датчик температури DS18B20 "Smartmodule"			1									
			Конденсатори												
		С1	NPO-1 мкФ ±5% "Murata"			1									
		С2	ECAP-16 В-4 70 мкФ ±20% "Jamicon"			1									
		С3	ECAP-16 В-100 мкФ ±20% "Jamicon"			1									
		С4	ECAP-16 В-10 мкФ ±20% "Jamicon"			1									
		С5...С7	NPO-100 нФ ±5% "Murata"			3									
Підпис і дата	Інв. № дубл.	Зам. інв. №	Підпис і дата												
				DA1	L 7805ABV "ST Microelectronics"			1							
				DD1	DS1307N "DS1307N"			1							
				DD2	АТmega8-16PU "Microchip"			1							
				GB1	Батерея CR1025 3 В "Camelion"			1							
				HG1	Дисплей SDCB2004BWE-R07 "Sinda"			1							
				K1-K3	Реле NRP-07-C-12D "NCR"			3							
Інв. № ориг.	Зам. інв. №	Підпис і дата	Інв. № дубл.	Зам. інв. №	Підпис і дата	Інв. № ориг.									
							L1	Дросель FWDRI14 15В-10 мкГн ±10% "Ferriwo"			1				
								Резистори							
							R1	MFP-0,125-680 Ом ±10% "Yageo"			1				
							R2	MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"			1				
													26 КР 172.402.030.001.000 ПЕЗ		
							Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
							Розроб.	Щупт							
Перевір.	Приймак														
Н.контр.	Задорожний														
Затверд.															
Термостат-таймер TT_v1.0.						Літ.			Аркцш	Аркцшів					
						Н		1	2						
						ВСП ТФК ТР-402									
						м. Тернопіль									
						Перелік елементів									
						Копіював									
						Формат А4									

[illegible]

Формат		Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.	
					Документація			
A4				26 КР 172.402.030.000.000 ПЕЗ	Перелік елементів			
A2				26 КР 172.402.030.000.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1		
A1				26 КР 172.402.030.001.000 СК	Вузол друкований	1		
					Деталі			
A1		1		26 КР 172.402.030.001.001	Плата друкована	1		
БК		2		26 КР 172.402.030.001.002	Перемичка	9		
					Інші вироби			
					Конденсатори			
					NPO-100 нФ ±5% "Murata"	3	C5...C7	
					NPO-1 мкФ ±5% "Murata"	1	C1	
					ECAP-16 В-10 мкФ ±20% "Jamicon"	1	C4	
					ECAP-16 В-100 мкФ ±20% "Jamicon"	1	C3	
					ECAP-16 В-470 мкФ ±20% "Jamicon"	1	C2	
					Мікросхеми			
					АТmega8-16PU "Microchip"	1	DD2	
					DS1307N "DS1307N"	1	DD1	
					L7805ABV "ST Microelectronics"	1	DA1	
					Батерея CR1025 3 В "Camelion"	1	GB1	
					Дисплей SDCB2004BWE-R07 "Sinda"	1	HG1	
				26 КР 172.402.030.001.000				
Зм.		Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Шуст						
Перевір.		Приймак						
Н.контр.		Задорожний						
Затверд.								
Вузол друкований						Лім.	Аркуш	Аркушів
						Н	1	2
						ВСП ТФК ТР-402 м. Тернопіль		

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
Перш. викорис.								
				Документація				
	A4		26 КР 172.402.030.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів				
	A2		26 КР 172.402.030.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1			
	A1		26 КР 172.402.030.004.000 СК	Складальне креслення	1			
				Складальні одиниці				
Додат. №	A1	1	26 КР 172.402.030.001.000 СК	Вузол друкований	1			
				Деталі				
	БК	2	26 КР 172.402.030.004.001	Верхня кришка	1			
	БК	3	26 КР 172.402.030.004.002	Нижня кришка	1			
	БК	4	26 КР 172.402.030.004.003	Скло для індикатора	1			
	БК	5	26 КР 172.402.030.004.003	Втулка	1			
	БК	6	26 КР 172.402.030.004.004	Накладка для кнопки	4			
	БК	7	26 КР 172.402.030.004.005	Ніжка	4			
Підпис і дата								
				Інші вироби				
		8		Датчик температури DS18B20 "Smartmodule"	1	БК1		
		9		Трансформатор В78386-Р1116-А "Epcos"	1	TV1		
		10		Шнур мережевий LT-322 H05VV-F 3*0.75 "Lian Dung"	1	XP1		
		11		Роз'єм DS1330-01-4 "Connfly"	4	XS1...XS4		
Зам. інв. №	26 КР 172.402.030.004.000							
	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
	Розрод.	Шуст						
	Перевір.	Приймак						
	Н.контр.	Задорожний						
	Затверд.							
Інв. № ориг.	Термостат-таймер TT_v1.0.					Літ.	Аркцш	Аркцшів
						Н	1	2
						ВСП ТФК ТР-402		
м. Тернопіль								

[illegible]



- [illegible]

Техніко – економічні показники термостат-таймера ТТ_v1.0.

	Технічні показники			Економічні показники	
1	Напруга живлення вхідна	~220..240В	1	Річний обсяг виробництва	970шт.
2	Струм споживання	300мА	2	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	183300 грн
3	Габаритні розміри	158*148*81 мм	3	Чистий прибуток	299714,67 грн
4	Маса	0,3кг	4	Повна собівартість на виріб	1215,5 грн
5	Допустима вологість повітря	87%	5	Ціна одиниці виробу	1592,31 грн.
6	Температура роботи	-10С...+40С	6	Рентабельність виробу	25,42%
7			7	Термін окупності	0,67р
8			8	Індекс придатковості	1,49