

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 автоматичного цифрового пристрою,
термостат-таймер TTv1.0

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 напрямку підготовки, спеціальності)

Безкоровайний Б.Т.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Василишин О.З.

(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**
_____ “05” _____ травня 2026 року

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

_____ **Безкоровайний Богдан Тарасович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи _____ **Розробка конструкції автоматичного цифрового пристрою, термостат-таймер TTv1.0**

керівник кваліфікаційної роботи _____ **Василишин Ольга Зіновіївна**,
(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 маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу
- Розділ 3 Економічна частина
 - 3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень.
 - 3.2 Визначення собівартості спроектованого виробу.
 - 3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.
- Розділ 4 Охорона праці
 - 4.1 Неприятливі виробничі фактори.
 - 4.2 Захисні засоби з електробезпеки.
- 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	05.05	
2	Збір і узагальнення інформації по проекту	13.05	
3	Написання першого розділу	25.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту	29.05	
5	Написання спеціального розділу	29.05	
6	Розрахунок економічної частини	25.05	
7	Написання розділу охорони праці	26.05	
8	Виконання графічної частини	19.05	
9	Оформлення проекту	08.06	
10	Погодження нормоконтролю	12.06	
11	Попередній захист проекту	16.06	
12	Захист проекту		

7. Дата видачі завдання 05 травня 2026р.

Студент

(підпис)

Безкоровайний Б.Т.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Василишин О.З.

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 172.402.002.000.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Безкаравайний			Розробка конструкції автоматичний цифровий пристрій, термостат-таймер ТТ_v1.0. Пояснювальна записка	Лім.	Арк.
Перевір.		Василишин					
Рецензент						ВСП ТФК ТНТУ ТР-402 м. Тернопіль	
Н. Контр.		Задорожний					
Затверд.							

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

2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла.....

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

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....

3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

3.2 Розрахунок собівартості продукції.....

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

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....

4.1 Неприятливі виробничі фактори.....

4.2 Захисні засоби з електробезпеки.....

ВИСНОВКИ.....

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....

ДОДАТКИ.....

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Безкоровайний Б.Т. Розробка конструкції автоматичного цифрового пристрою, термостат-таймер ТТ_v1.0.: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційний рівень молодший спеціаліст, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026.

Елементи на платі розташовані дуже компактно, і тому розміри плати мінімальні 80*75 мм. Всі основні елементи розміщені на одній стороні плати, на іншій стороні плати відсутні елементи.

Корпус виготовлений з пластмаси, яка має хороші характеристики, гарний зовнішній вигляд, та хорошу конструкцію, розміри 110×116×56мм. Корпус складається з верхньої та нижньої кришок корито-подібної форми, які скручуються разом гвинтами. До верхньої кришки кріпиться друкована плата приладу за допомогою чотирьох гвинтів та накладка під кнопку, також скло під дисплей.

У місці з'єднання двох кришок закріплюється роз'єм через втулку. До нижньої кришки кріпиться трансформатор за допомогою гвинтів та гайок.

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

Навісні елементи такі, як трансформатор та роз'єм з'єднуються між собою та друкованою платою за допомогою навісного монтажу. Між собою кришки з'єднуються за допомогою чотирьох гвинтів. Оскільки всі електрорадіоелементи змонтовані на друкованій платі, то і кріпитися їм до корпусу додатково не потрібно. Підібрана елементна база дозволяє реалізувати закладені в пристрій функції, є недорогою та доступною.

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

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Bezkorovainii B.T. Development of the design of an automatic digital device, thermostat-timer TT_v1.0.: qualification work for obtaining the educational and qualification level of a junior specialist, specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026.

The elements on the board are located very compactly, and therefore the dimensions of the board are minimal 80*75 mm. All the main elements are located on one side of the board, there are no elements on the other side of the board.

The case is made of plastic, which has good characteristics, a beautiful appearance, and a good design, dimensions 110×116×56mm. The case consists of upper and lower covers of a trough-shaped shape, which are screwed together with screws. The printed circuit board of the device is attached to the upper cover with four screws and a button cover, as well as glass for the display.

At the junction of the two covers, a connector is fixed through a sleeve. A transformer is attached to the lower cover using screws and nuts.

The housing is made of black plastic by molding. This method is increasingly used for the manufacture of housings of modern structures.

Attached elements such as a transformer and a connector are connected to each other and the printed circuit board using a hinged mounting. The covers are connected to each other using four screws. Since all the electro-radio elements are mounted on the printed circuit board, they do not need to be additionally attached to the housing. The selected element base allows you to implement the functions built into the device, is inexpensive and affordable.

Keywords: thermostat, timer, digital device, automatic.

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Запропонований пристрій здатний виконувати функції таймера, термометра та терморегулятора. Завдяки гнучкому налаштуванню його можна використовувати як для одночасного виконання цих функцій, так і окремо для кожної з них. Уся необхідна інформація відображається на світлодіодному індикаторі. Під час розробки основна увага приділялася спрощенню схеми, полегшенню керування та розширенню функціональних можливостей, що було досягнуто завдяки використанню мікроконтролера та спеціалізованого датчика температури.

Терморегулятор може працювати як у режимі нагрівання, так і охолодження. Крім того, передбачена можливість встановлення часу підтримання температури в межах від 1 до 999 хвилин, а також паузи в роботі на аналогічний інтервал. У процесі функціонування пристрій також веде облік загального часу, протягом якого навантаження було підключене до мережі.

Проектований пристрій ТТ_v1.0 є універсальним автоматичним цифровим приладом, призначеним для контролю, вимірювання та регулювання температури з одночасною реалізацією функцій таймера. Основним призначенням виробу є підтримання заданого температурного режиму в об'єкті керування шляхом автоматичного вмикання та вимикання навантаження (нагрівача або охолоджувача) відповідно до встановлених параметрів і часових інтервалів.

Пристрій забезпечує:

- вимірювання температури у контрольованій зоні за допомогою цифрового датчика;
- відображення поточних значень температури та службової інформації на індикаторі;
- автоматичне регулювання температури за заданими межами (з урахуванням гістерезису);
- роботу в режимах нагрівання або охолодження;

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- реалізацію часових затримок увімкнення та вимкнення навантаження;
- програмування тривалості робочих і паузових інтервалів;
- збереження встановлених параметрів у енергонезалежній пам'яті;
- контроль справності датчика та захист від аварійних режимів.

Область застосування пристрою є досить широкою. Термостат-таймер може використовуватися:

- у побутових системах опалення та охолодження (обігрівачі, тепловентилятори, кондиціонери);
- у системах «розумного дому» для автоматизації клімат-контролю;
- у теплицях, інкубаторах, акваріумах та тераріумах для підтримання стабільної температури;
- у майстернях та виробничих приміщеннях для контролю температурних процесів;
- у сушильних установках, шафах та інших технологічних пристроях;
- у навчальних та лабораторних установках для демонстрації принципів автоматичного регулювання.

Завдяки поєднанню функцій термостата і таймера пристрій дозволяє не лише підтримувати задану температуру, а й керувати тривалістю роботи обладнання, що підвищує енергоефективність та зручність експлуатації. Простота керування, наявність індикації та можливість гнучкого налаштування роблять ТТ_v1.0 універсальним рішенням для широкого кола задач автоматичного контролю температури. [1].

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні дані проектного пристрою:

1. Напруга живлення.....~220В;
2. Струм споживання.....0,1А;
3. інтервал регульованої температури, ° С від -55 до +125;
4. Роздільна здатність при вимірюванні і регулюванні, ° С:
в інтервалі температури-9,9 ...- 99,9 ° С 0,1;
в інтервалі температури-55 ...- 10 ° С і + 100 ...125 ° С 1;
5. Похибка вимірювання, ° С, не більше:
в інтервалі температури-10 ... + 85 ° С ± 1;
в інтервалі температури-55 ...- 10 ° С і + 85 ..+125 ° С ± 2;
6. Інтервал установки гистерезиса, ° С ± 0 ... 50;
7. Верхня межа установки інтервалу регулювання, ° С- 55 ... + 125;
8. Нижня межа установки інтервалу регулювання, ° С- 55 ... + 125;
9. інтервал коригування показань термометра, ° С ± 0,1.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

Схема складається з: живлення ~220В, перетворювача напруги, випрямляча, стабілізатора, мікроконтролера та індикатора. Автоматичний цифровий пристрій «термостат-таймер ТТ_v1.0» призначений для автоматичного керування електричним навантаженням залежно від заданої температури та часового інтервалу. Пристрій дозволяє поєднати функції термостата і таймера, що забезпечує ефективне та енергоощадне керування опалювальними або іншими електричними системами. Схема пристрою побудована на основі мікроконтролера та включає вузли живлення, перетворення та стабілізації напруги, а також індикації стану роботи.

Живлення пристрою здійснюється від мережі змінного струму напругою 220 В, яка подається на вхідну частину схеми. Оскільки електронні компоненти

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

потребують значно нижчої та стабільної напруги, далі використовується перетворювач напруги, який знижує мережеву напругу до безпечного рівня, зазвичай 12 В або іншого необхідного значення.

Після перетворення напруги сигнал надходить на випрямляч, який перетворює змінну напругу на постійну. Найчастіше для цього використовується діодний міст, що формує пульсуючу постійну напругу. Далі ця напруга подається на стабілізатор, який забезпечує її вирівнювання та підтримання на постійному рівні, наприклад 5 В або 3,3 В, необхідних для живлення мікроконтролера та цифрових вузлів. Стабілізатор захищає електронні компоненти від перепадів напруги та нестабільності живлення.

Основним керуючим елементом пристрою є мікроконтролер, який виконує всі функції обробки інформації та керування. Він зчитує дані з датчика температури, здійснює порівняння з заданими користувачем параметрами, відраховує часові інтервали в режимі таймера та формує керуючі сигнали для вихідних виконавчих елементів, таких як реле або електронний ключ. На основі запрограмованого алгоритму мікроконтролер забезпечує автоматичне включення або вимкнення навантаження.

Для відображення інформації про стан роботи пристрою використовується індикатор, який може виконаний у вигляді світлодіодного семисегментного індикатора. На ньому відображаються поточна температура, встановлені порогові значення, режим роботи та відлік часу.

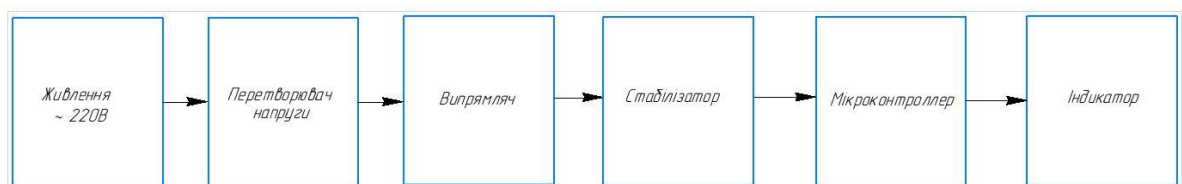


Рисунок 1.1- Схема електрична структурна

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

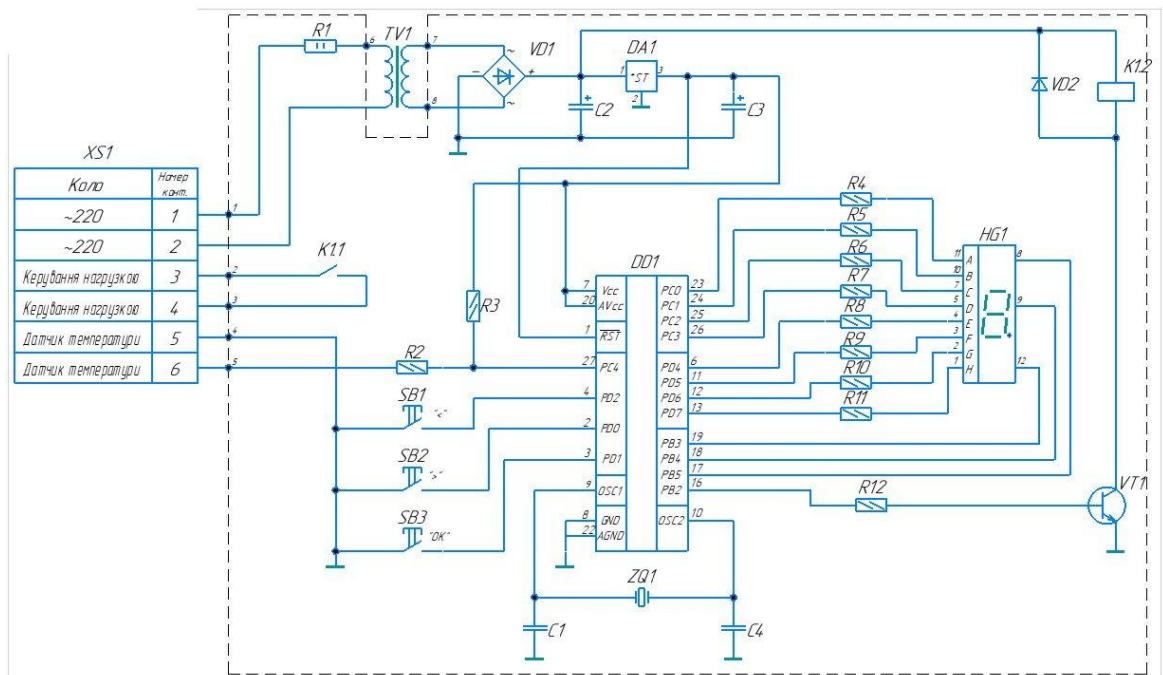


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

Таймер забезпечує як затримку вмикання, так і затримку вимикання навантаження. Основні функції реалізовані на мікроконтролері DD1. Керування режимами та введення параметрів здійснюється за допомогою кнопок SB1–SB3, а відображення інформації — на світлодіодному індикаторі HG1. Живлення подається від мережі через клеми 1 і 2 колодки XS1. Блок живлення побудований на трансформаторі TV1, діодному мосту VD1, стабілізаторі DA1 та згладжувальних конденсаторах C2 і C3. Резистор R1 підвищує надійність роботи при підвищеній напрузі мережі, однак за потреби його можна замінити перемичкою.

Керування навантаженням виконується за допомогою реле K1 з нормально розімкненими контактами K1.1, підключеними до клем 3 і 4 XS1. Для індикації використовується динамічний режим із періодом оновлення близько 20 мс.

Налаштування та керування здійснюється трьома кнопками: SB1 («<» — зменшення), SB2 («>» — збільшення) і SB3 («ввід»). Пристрій може працювати як універсальний терморегулятор або як таймер. Вибір режиму здійснюється шляхом утримання кнопки SB3 під час подачі живлення — на дисплеї відображається номер режиму. Кнопками SB1 і SB2 обирається режим: 1 — терморегулятор (за замовчуванням), 2 — таймер. Підтвердження виконується кнопкою SB3, зміни набувають чинності після перезапуску.

У режимі терморегулятора датчик температури встановлюється у контрольованій зоні. Після ввімкнення на індикаторі з'являється напис «HELLO», після чого пристрій переходить у робочий режим і відображає поточну температуру. Увімкнення навантаження індикуються миганням точки в молодшому розряді.

Задання температури здійснюється кнопками SB1 і SB2 (за замовчуванням — 30 °C). Під час налаштування на індикаторі відображається значення, що змінюється, а через 5 секунд бездіяльності пристрій повертається в робочий режим. Усі параметри зберігаються в енергонезалежній пам'яті мікроконтролера. При тривалому натисканні кнопок швидкість зміни параметрів зростає.

Для доступу до додаткових налаштувань необхідно натиснути SB3. Через 5 секунд після останнього натискання пристрій автоматично повертається до основного режиму, зберігаючи всі зміни.

Основні параметри:

ГТР (гістерезис) — визначає різницю температур вмикання і вимикання. Наприклад, при заданих 30 °C і ГТР 4,5 °C: вимкнення при 34,5 °C, увімкнення при 25,5 °C. При ГТР = 0 пристрій працює як термометр.

ВПР — верхня межа температури, перевищення якої призводить до вимкнення навантаження (за замовчуванням 80 °C).

НПР — нижня межа температури (за замовчуванням 10 °C).

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВРВ — час роботи (у хвилинах), протягом якого підтримується температура.

ВРО — час паузи між циклами роботи.

ПАР — режим роботи: нагрівання (НА) або охолодження (ОС).

ПОП — корекція показань температури для підвищення точності.

РАБ — облік часу роботи навантаження для оцінки споживання енергії.

НІГ — унікальний ідентифікатор датчика температури.

Пристрій автоматично контролює справність датчика температури: при обриві або відсутності з'являється «НІ», при короткому замиканні — «Lo». У разі помилки навантаження вимикається. Рекомендовано використовувати провід перерізом не менше 0,5 мм² і довжиною до 10 м.

Дані з датчика зчитуються щосекунди. Якщо швидкість зміни температури перевищує допустимі значення (понад 30 °C/с при нагріванні або 20 °C/с при охолодженні), система розцінює це як аварійну ситуацію та вимикає навантаження [1].

					26 КР 172.402.002.000.000 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 автоматичного цифрового пристрою термостат-таймера ТТ_v1.0 виконано з урахуванням вимог компактності, зручності монтажу, електричної безпеки та технологічності складання. Основою конструкції є друкована плата, на якій розміщені всі основні електронні компоненти: мікроконтролер, елементи стабілізації живлення, вузли обробки сигналів та елементи керування. Такий принцип побудови дозволяє мінімізувати кількість з'єднувальних проводів, зменшити габарити пристрою та підвищити його надійність.

Елементи на платі розташовані компактно, що забезпечує мінімальні розміри друкованої плати 80×75 мм. Усі компоненти змонтовані з одного боку плати, що спрощує технологічний процес паяння та контролю якості монтажу. Зворотна сторона плати не містить елементів, що зменшує ризик коротких замикань і полегшує візуальний контроль доріжок.

Друкована плата встановлюється в пластиковому корпусі розмірами 110×116×56 мм. Усередині корпусу передбачено раціональне розміщення вузлів: плата закріплюється у верхній частині корпусу за допомогою гвинтів, трансформатор розміщується в нижній частині та додатково фіксується гвинтами і гайками для зменшення вібрацій. На передній панелі корпусу розташовуються органи індикації та керування — дисплей із захисним склом та кнопка керування. Роз'єм для підключення зовнішніх кіл встановлюється у місці з'єднання кришок корпусу через втулку, що забезпечує надійність фіксації та електробезпеку.

Корпус виробу виконаний із пластмаси чорного кольору, виготовленої методом лиття під тиском. Вибір даного матеріалу обумовлений його низькою масою, достатньою механічною міцністю, стійкістю до впливу навколишнього

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

середовища, добрими електроізоляційними властивостями та естетичним зовнішнім виглядом. Конструкція корпусу складається з двох частин — верхньої та нижньої кришок корито-подібної форми, які з'єднуються між собою гвинтовим способом, що забезпечує надійність складання та можливість обслуговування пристрою.

Як конструкційний матеріал друкованої плати використовується фольгований двосторонній склотекстоліт. Даний матеріал обраний завдяки високій механічній міцності, стабільності геометричних розмірів та добрим діелектричними властивостям. Провідний шар виготовлений із міді, яка має низький питомий опір, високу електропровідність та хорошу технологічність при травленні друкованих провідників. Ізоляційною основою є склотекстоліт, що забезпечує термостійкість, вологостійкість та довговічність плати.

Покриття друкованих провідників виконується захисним шаром (лужінням або лакувальним покриттям), що запобігає окисненню міді, підвищує надійність електричних з'єднань і подовжує термін служби виробу. Також може застосовуватися захисна паяльна маска, яка зменшує ризик випадкових коротких замикань під час експлуатації та полегшує процес монтажу елементів.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Конструкція автоматичного цифрового пристрою термостат-таймера ТТ_v1.0 обрана з урахуванням вимог компактності, технологічності виготовлення, зручності монтажу та експлуатації, а також надійності роботи в умовах побутового використання. Основним конструктивним рішенням є розміщення всіх елементів на друкованій платі та використання пластикового корпусу сучасного типу.

Елементи на друкованій платі розташовані дуже компактно, що дозволило мінімізувати габарити плати до розміру 80×75 мм. Таке компонування забезпечує раціональне використання площі, зменшення

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

довжини з'єднувальних провідників і, як наслідок, підвищення електричної надійності та зниження рівня електромагнітних завад. Усі основні електронні компоненти розміщені на одній стороні плати, що спрощує процес монтажу та зменшує трудомісткість виготовлення. На зворотній стороні плати елементи відсутні, що також полегшує обслуговування та зменшує ймовірність коротких замикань.

Як конструктивний матеріал корпусу використовується пластмаса, яка має добрі механічні властивості, невелику масу, стійкість до впливу навколишнього середовища та привабливий зовнішній вигляд. Корпус має розміри 110×116×56 мм, що забезпечує достатній внутрішній об'єм для розміщення друкованої плати, трансформатора та допоміжних елементів. Корпус складається з верхньої та нижньої кришок корито-подібної форми, які з'єднуються між собою за допомогою гвинтів, що забезпечує надійність фіксації та можливість розбирання при обслуговуванні.

До верхньої кришки корпусу кріпиться друкована плата пристрою за допомогою чотирьох гвинтів. Також на цій частині корпусу розміщуються накладка під кнопку керування та захисне скло для дисплея, що забезпечує зручність користування та захист індикатора від механічних пошкоджень. У місці з'єднання двох кришок корпусу передбачено встановлення роз'єму через втулку, що забезпечує надійний електричний та механічний зв'язок із зовнішніми елементами.

До нижньої кришки корпусу кріпиться трансформатор за допомогою гвинтів і гайок, що гарантує його жорстку фіксацію та зменшує вібрації під час роботи. Корпус виготовлений із чорної пластмаси методом лиття, який широко застосовується у виробництві сучасних електронних пристроїв завдяки високій точності форм, серійному виробництву та низькій собівартості.

Навісні елементи, такі як трансформатор і роз'єм, з'єднуються між собою та з друкованою платою за допомогою навісного монтажу, що забезпечує простоту складання та ремонтпридатність. Усі

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електрорадіоеlementи розміщені на друкованій платі, тому додаткового кріплення до корпусу вони не потребують, що спрощує конструкцію виробу та зменшує кількість механічних деталей.

Друкована плата виготовлена з фольгованого двостороннього склотекстоліту, який забезпечує високу механічну міцність та стабільність параметрів у процесі експлуатації. Як провідний матеріал використовується мідь, що забезпечує низький електричний опір і високу надійність з'єднань. Ізоляційною основою є склотекстоліт, який має добрі діелектричні властивості, термостійкість і довговічність.

Таким чином, обрана конструкція пристрою забезпечує компактність, технологічність виготовлення, надійність електричних з'єднань, зручність монтажу та обслуговування, а також відповідає вимогам сучасних електронних пристроїв побутового призначення.

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1 - Конденсатор типу b41828 [2]

Позиційне позначення	C2, C3
Назва компонента	Конденсатор b41828
Виробник	"Jamicon"
Критерії вибору	Ємність, струм, габарити
Параметри та характеристики	
Номинальна напруга	16 В, 25В
Номинальна ємність	220 мкФ, 470мкФ
Допуск ємності	± 20%
Розмір	13 x 13 x 20 мм
Робоча температура	-55 ... 105 ° C
Тангенс кута втрат	0,14%

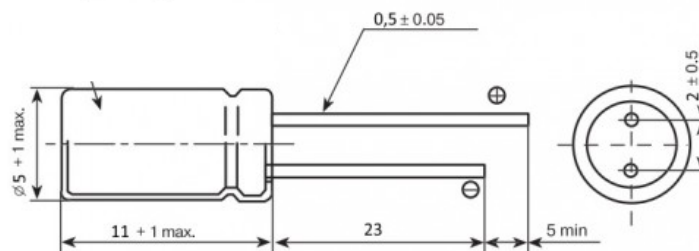


Рисунок 2.1- Габаритні розміри конденсатора типу b41828

Таблиця 2.2 - Резисторів MFP [3]

Позиційне позначення	R1-R12
Назва компонента	резисторів MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність, напруга, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,125 Вт
діапазон номінальних опорів	1...10·10 ⁶ Ом
допустиме відхилення опору	±10%
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	-60.....+70°C

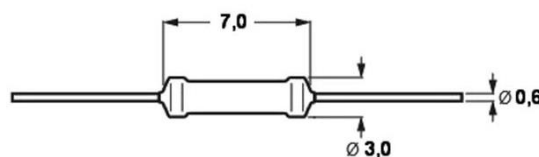


Рисунок 2.2- Габаритні розміри резисторів MFP "Yageo"

Таблиця 2.3 - Конденсатор NPO [4]

Позиційне позначення	C1,C4
Назва компонента	Конденсатор NPO
Виробник	"Murata"
Критерії вибору	Напруга, струм, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50В
відхилення ємності від номінального значення	±10%;
інтервал робочих температур	-40°C...+100°C
відносна вологість	до 98%
група ТКЄ	H20
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ
діапазон тиску	6,6-2942гПа

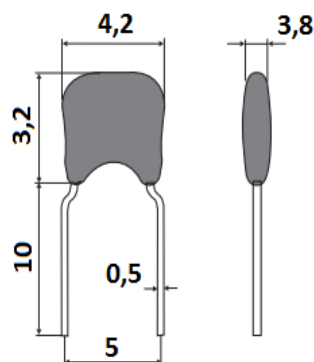


Рисунок 2.3- Габаритні розміри конденсатора NPO

Таблиця 2.4 - Мікросхема ATmega8-16PU "Microchip" [5]

Позиційне позначення	DD1
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)

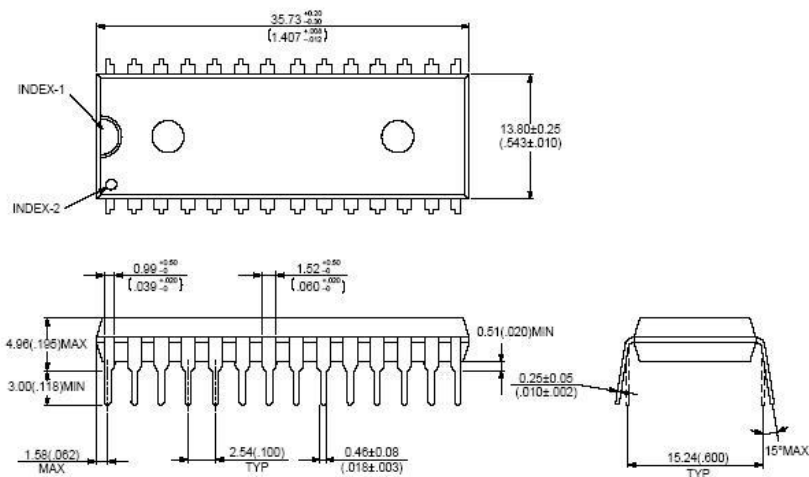


Рисунок 2.4- Зовнішній вигляд мікросхеми ATmega8-16PU

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ

Арк.

Таблиця 2.5 - Мікросхема L7805ABV "ST Microelectronics" [6]

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

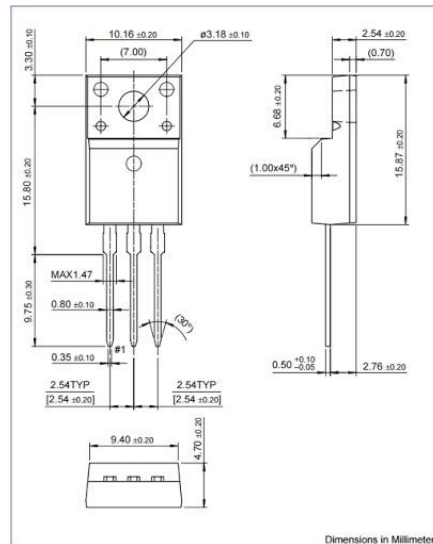


Рисунок 2.5 – Габаритні розміри стабілізатора 78L05 ABV

Таблиця 2.6 - Цифровий індикатор BA56-12SRWA "Kingbright" [7]

Позиційне позначення	HG1
Назва компонента	Цифровий індикатор BA56-12SRWA
Виробник	"Kingbright"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, принцип роботи
Параметри та характеристики	
Колір світіння	червоний
Довжина хвилі	640
Кількість сегментів	7
Кількість розрядів	3
Робоча температура, С	-40 ... 85
Максимальний імпульсний прямий струм, мА	155
Максимальна пряма напруга, В	2.5

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ

Арк.

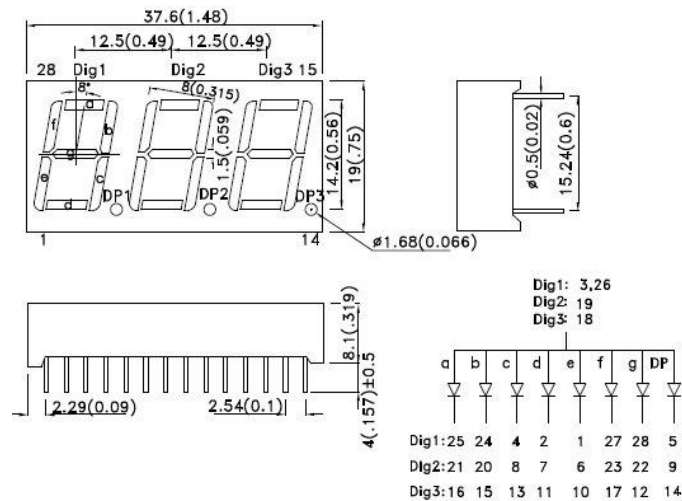


Рисунок 2.6 – Габаритні розміри цифрового індикатора BA56-12SRWA

Таблиця 2.7 - Діод 1N4007 [8]

Позиційне позначення	VD2
Назва компонента	Діод 1N4007
Виробник	"Diotec"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, корпус
Параметри та характеристики	
Максимальна постійна зворотна напруга, В	1000
Максимальний прямий (випрямлений за напівперіод) струм, А	1
Максимально допустимий прямий імпульсний струм, А	30
Робоча температура, С	-65 ... 150
корпус	do204al
Вага, г	0.4

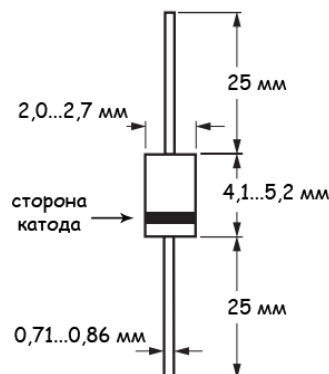


Рисунок 2.7– Габаритні розміри діода 1N4007

Таблиця 2.8 - Кварцевий резонатор НС-49U-4 МГц "СРМ" [9]

Позиційне позначення	ZQ1
Назва компонента	Кварцевий резонатор НС-49U-4 МГц
Виробник	"СРМ"
Критерії вибору	Частота, розміри, напруга вхідна
Параметри та характеристики	
Номінальна частота	4 МГц
Тип корпусу	НС-49S
Точність частоти	± 20 ppm або ± 30 ppm
Еквівалентний послідовний опір (ESR)	до 40–60 Ом
Температурна стабільність	± 30 ppm або ± 50 ppm
Робоча температура	від -20°C до $+70^{\circ}\text{C}$
Тип зрізу кристала	AT-cut

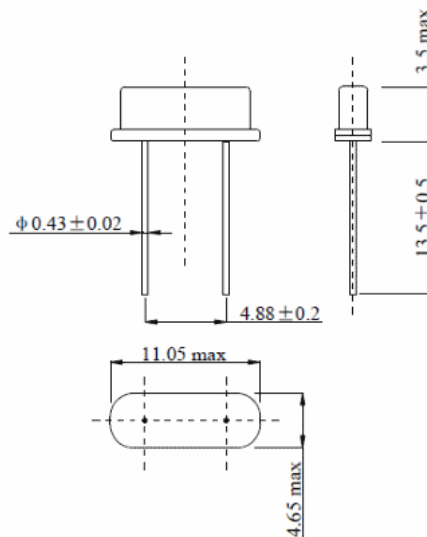


Рисунок 2.8 – Габаритні розміри кварцевий резонатор НС-49S "KDS"

Таблиця 2.9 - Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180 "KLS" [10]

Позиційне позначення	SB1-SB3
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

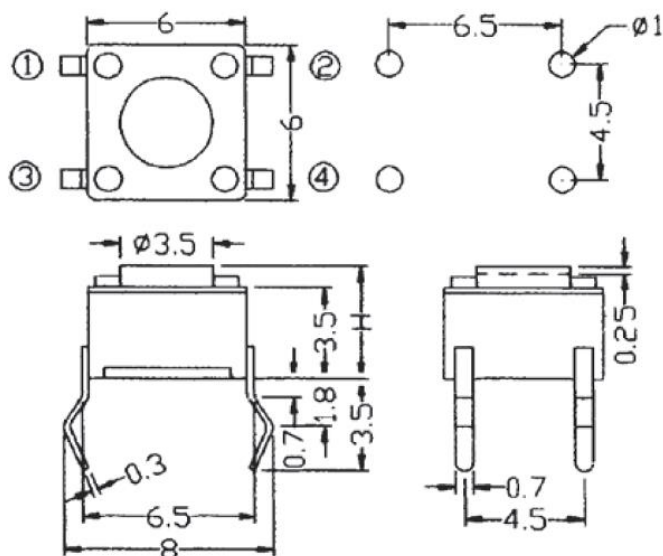


Рисунок 2.9 – Габаритні розміри кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180

Таблиця 2.10 - Реле 833НМ-1С-С "Song" [11]

Позиційне позначення	K1
Назва компонента	Реле 833НМ-1С-С "Song"
Виробник	Реле 833НМ-1С-С "Song"
Критерії вибору	Розмір, принцип роботи, струм, напруга
Параметри та характеристики	
Напруга котушки (V _{coil})	12 BDC
Опір котушки	~320 Ω
Температурний діапазон	-30...+70 °C
Маса	~10 г
Номінальний струм контактів	15 А

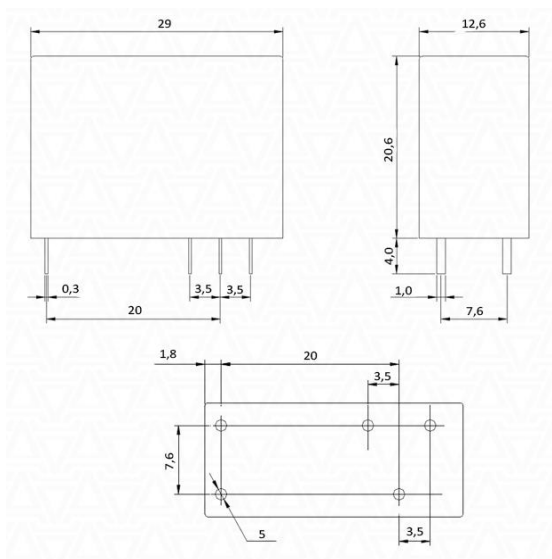


Рисунок 2.10 – Габаритні розміри реле 833НМ-1С-С

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ

Арк.

Таблиця 2.11 - Транзистор BC557B "Fairchild" [12]

Позиційне позначення	VT1
Назва компонента	Транзистор BC557B "Fairchild"
Виробник	"Fairchild"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,
Параметри та характеристики	
Тип провідності	PNP
Максимальна напруга колектор-емітер	45 В
Максимальний струм колектора (I_c)	100 мА
Максимальна напруга колектор-база	50 В
Розсіювана потужність	0.5 Вт
Коефіцієнт підсилення	від 110 до 220
Гранична частота	від 100 до 200 МГц
Корпус	TO-92

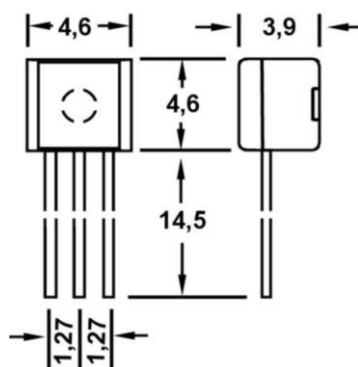


Рисунок 2.11 – Габаритні розміри транзистора BC557B "Fairchild"

Таблиця 2.12 – Діодний міст DF06M-E3/45 [13]

Позиційне позначення	VD1
Назва компонента	Діодний міст DF06M-E3/45
Виробник	"Vishay"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, принцип роботи
Параметри та характеристики	
Робоча температура, С	-55 ... + 150
корпус	dfm
Загальна ємність Сд, пФ	25
Максимальний зворотний струм, мкА	5
Максимальний прямий (випрямлений за напівперіод) струм, А	1
Максимальна імпульсна зворотна напруга, В	600
Максимальна пряму напруга, В	1.1

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ

Арк.



Рисунок 2.12-Зовнішній вигляд діодного моста DF06M-E3/45

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Для розрахунку стабілізаторів напруги на ІМС, як правило, необхідні наступні початкові дані: номінальне значення вихідної напруги $U_{ст\ вих\ ном}$; 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 $K_{нстU}$ або коефіцієнт пульсацій вихідної напруги K_p ; коефіцієнт стабілізації напруги $K_{стU}$; внутрішній опір стабілізатора $R_{ст\ вих}$; температурний коефіцієнт γ .

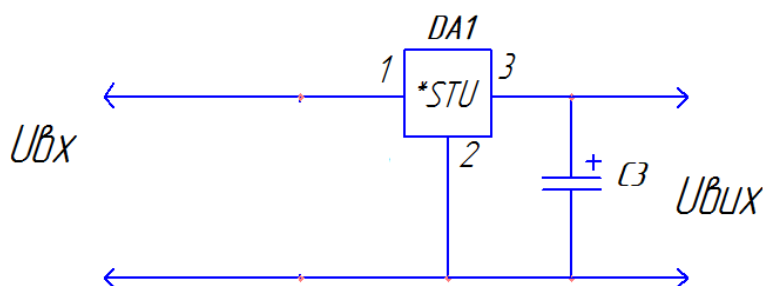


Рисунок 2.13– Електрична принципова схема стабілізатора і конденсатора

Вибір ІМС виконується за заданими $U_{ст\ вих}$, $I_{ст\ вих\ max}$, $K_{стU}$, γ , $R_{ст\ вих}$ із рисунку 2.13. Бажано віддавати перевагу тим ІМС, які працюють з меншою кількістю зовнішніх елементів. При цьому повинні виконуватися наступні умови

$$U_{IMC\ BIX} \geq U_{CT\ BIX}$$

$$I_{IMC\ BIX\ max} \geq I_{H\ max}$$

$$K_{IMC\ CTU} \geq K_{CTU}$$

Тип ІМС	$U_{CT\ BX}$, В (min... max)	$U_{CT\ BIX}$, В (min... max)	K_{CTU} , % $\frac{B}{A}$ не більше за	K_{CTU} , % $\frac{B}{A}$ не більше за	$K_{CT\ CT}$, дБ на 1кГц не більше за	α_U , % $^{\circ}C$ не більше за	$I_{CT\ BIX}$, А (max)	$P_{CT\ P03}$, Вт без радіатора/з радіатором	I_{CTCU} , мА	U_{CTPA} , В не більше за
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K142EH1A	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	-	-	-	-	-	-	-	-

Рисунок 2.14- Параметри стабілізаторів

Було обрано стабілізатор L7805ABV "ST Microelectronics", який має параметри такі як в KP142EH5A.

Незалежно від типу обраної ІМС визначаємо наступні параметри

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

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

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

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

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

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

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

Можливі граничні значення ККД

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

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

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

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

Передбачається, що струм споживаний стабілізатором є малим

$$I_{CT ВИХ} \equiv I_{CT ВХ}.$$

Визначення ємності конденсатора за формулою:

$$C_0 = \frac{H}{rK_{I0}}$$

де C_0 – ємність, мкФ;

Коефіцієнт пульсацій $K_{п0}=0,03$ %;

r – опір, Ом.

$$C_0 = \frac{6}{1 \cdot 0,03} = 220(\text{мкФ})$$

Розраховуємо робочу напругу:

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

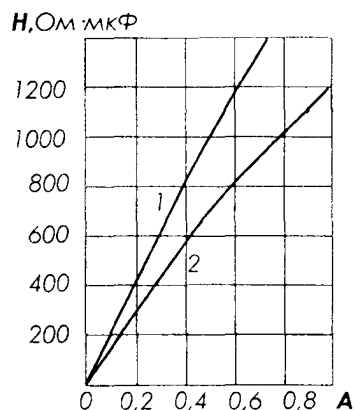


Рисунок 2.15 – Графік для визначення коефіцієнта Н:

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

$$U_{роб} = 1,4 \cdot 11 = 15,4(B)$$

Вибираємо тип конденсатора з довідника за параметрами $C_{0\text{ ном}}$ і $U_{роб}$.
Вибираємо електролітичний конденсатор типу b41828-16 В-220 мкФ 10% "Ерсос" номінальною ємністю 220 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 [21].

Визначаємо мінімальну ширину друкованого провідника, мм., по постійному струму для кіл живлення і заземлення [15]:

$$b_{min1} = \frac{I_{max}}{i_{доп} * t} = \frac{0,1A}{48 \frac{A}{мм^2} * 0,035м} = 0,3мм \quad (2.8)$$

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

Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{max}=0,1A$;

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

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_{\text{д}} * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} * 1 \text{А} * 0,6 \text{м}}{1 \text{В} * 0,035 \text{м}} = 0,3 \text{мм} \quad (2.9)$$

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

$L = 0,6 \text{ м}$ – довжина провідника,

$U_{\text{доп}} = 1 \text{ В}$ – 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.

$d_{E1} = 0,7$ -для мікросхем;

$d_{E2} = 0,9$ - для конденсаторів, резисторів, діодів, транзисторів, кварцового резонатора.

$d_{E3} = 1,1$ -для мікросхеми DA1, реле K1, резистора R1.

$$d = d_{E1} + |\Delta d_{\text{н.в.}}| + r = 0,7 + |_{\pm 0,1}| + 0,4 = 1,1 \text{ мм}$$

$$d = d_{E2} + |\Delta d_{\text{н.в.}}| + r = 0,9 + |_{\pm 0,1}| + 0,4 = 1,3 \text{ мм}$$

$$d = d_{E3} + |\Delta d_{\text{н.в.}}| + r = 0,9 + |_{\pm 0,1}| + 0,4 = 1,5 \text{ мм}$$

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;

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

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

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

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

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

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

де: Δd - допуск на отвір.

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

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

$$d_{max3} = 1,3 + 0,1 + 0,1 = 1,7 \text{ мм}$$

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

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

$$D_{1min3} = 2 \left(0,06 + \frac{1,7}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 3,12 \text{ мм}$$

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

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

$$D_{min3} = 3,12 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 3,2 \text{ мм}$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

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

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

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

$$D_{max3} = 3,2 + 0,02 = 3,22 \text{ мм}$$

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

$$b_{min} = b_{1min} + 1.5h\phi + 0,03 \quad (2.15)$$

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

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{1\min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{\max}}{2} + \delta_p \right) + \left(\frac{d_{\max}}{2} + \delta_1 \right) \right] \quad (2.16)$$

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

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

$$S_{1\min 3} = 2,5 - \left[\left(\frac{3,22}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,7}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,41 \text{ мм}$$

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

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

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

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

$$S_{2\min 3} = 2,5 - (3,22 + 2 \cdot 0,4) = -1,52 \text{ мм}$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

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

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

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

$$S_{3\min 3} = 2,5 - (3,22 + 2 \cdot 0,05) = -0,82 \text{ мм}$$

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 та кварца.

Під час електричного розрахунку було розраховано мінімальну відстань між двома контактними площадками, яка становить 0,9мм, мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу, яка становить 0,6мм, мінімальну відстань між двома провідниками 1,09мм.

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При розрахунку мінімальної ширини друкованого провідника, в результаті обрахунків ширина друкованого провідника дорівнює 0,6мм.

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Під час аналізу теплових режимів роботи автоматичного цифрового пристрою термостат-таймера ТТ_v1.0 встановлено, що конструкція не містить елементів, які виділяють значну кількість тепла в процесі експлуатації. Основні електронні компоненти (мікроконтролер, елементи стабілізації напруги, індикаторні елементи та допоміжні вузли) працюють у режимах малих струмів споживання, що не призводить до суттєвого нагрівання.

Силова частина пристрою, яка може включати реле або електронний ключ для комутації навантаження, працює в ключовому режимі, що також мінімізує втрати потужності та тепловиділення. Таким чином, відсутні елементи, які потребують спеціальних заходів для відведення тепла, таких як радіатори або примусове охолодження.

Корпус пристрою виготовлений із пластмаси, яка має достатню термостійкість для роботи в умовах нормальної кімнатної температури. Завдяки невеликому енергоспоживанню внутрішня температура виробу практично не перевищує температуру навколишнього середовища, що забезпечує стабільну роботу всіх вузлів без ризику перегріву.

Розміщення елементів на друкованій платі виконано з урахуванням рівномірного розподілу тепла, однак через відсутність значних тепловиділяючих компонентів спеціальні теплові розрахунки або заходи додаткового охолодження не є необхідними.

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

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [16]:

Таблиця 2.13 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{\text{нопр}}$	$I_{\text{відм}} * 1e-06$	$K\text{-}стb * K_{\text{нав}} \text{ від} * 1e-06$
1	Конденсатори електролітичні	2	0,4	2,4	1,92
2	Конденсатори керамічні	2	0,1	1,4	0,28
3	Резистори постійні	12	0,42	0,8	4,032
4	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
5	Транзистори	1	0,35	4	1,4
6	Перемикач	3	1	0,5	1,5
7	ІМС	2	1	0,03	0,06
8	Пайки	105	1	0,02	2,1
9	Діоди	2	0,35	0,7	0,49
10	Індикатор	1	1	20	20
11	Резонатор кварцовий	1	1	0,2	0,2
12	Роз'єм	1	1	0,05	0,05
13	Трансформатор	1	0,1	2,1	0,21
14	Реле	1	1	2,2	2,2

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інтенсивність відмов: 3.4542×10^{-5} 1/год

Середня наробка до відмови: 28950.3 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999655$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.996552$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.966048$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.707923$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.031613$

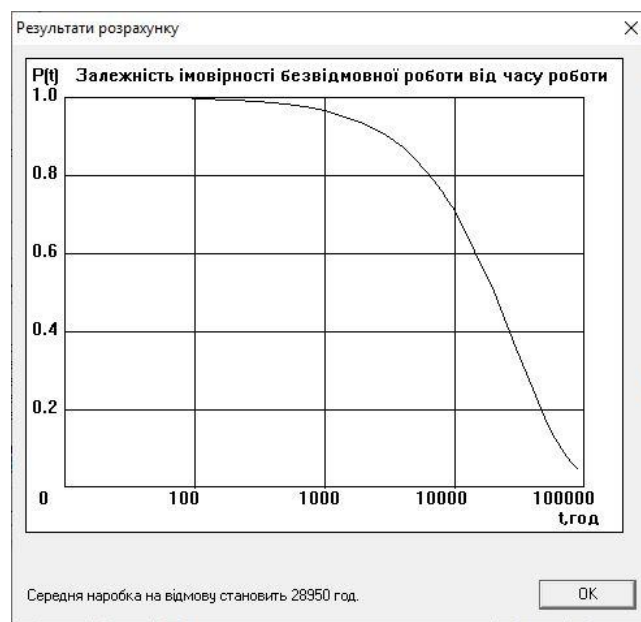


Рисунок 2.16 - Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 28950 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:

Конструкція автоматичного цифрового термостата-таймера ТТ_v1.0 є технічно доцільною та економічно обґрунтованою. Використання

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мікроконтролера дозволяє об'єднати функції термостата і таймера в одному пристрої, що зменшує кількість окремих елементів та спрощує схему.

Застосування стандартних і доступних радіоелементів, таких як стабілізатори напруги, діодний міст, трансформатор і готові модулі індикації, знижує собівартість виробу та полегшує його ремонт і обслуговування. Використання друкованої плати з компактним розміщенням елементів зменшує витрати матеріалів і час монтажу.

Пластиковий корпус, виготовлений методом лиття, є недорогим у серійному виробництві, має невелику масу та забезпечує достатній рівень захисту елементів. Конструкція виробу не потребує дорогих технологій виготовлення або спеціального обладнання для складання.

У цілому виріб має низьку собівартість, високу технологічність виготовлення та економічну ефективність при серійному виробництві, що робить його доцільним для широкого застосування в побутових системах керування.

Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить 220В, а струм споживання 0,1А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=0,1*220=22 \text{ (Вт)} \quad (2.19)$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу

Складання і монтаж автоматичного цифрового пристрою термостат-таймера ТТ_v1.0 виконуються з урахуванням вимог компактності конструкції, технологічності виготовлення, зручності обслуговування та надійності роботи в умовах побутової експлуатації. Основним конструктивним принципом є розміщення всіх електронних елементів на друкованій платі, що забезпечує спрощення процесу складання та зменшення кількості між'єднань.

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Друкована плата має компактні розміри 80×75 мм, що досягнуто завдяки щільному розташуванню елементів. Усі основні компоненти встановлюються з одного боку плати, що значно спрощує процес монтажу, паяння та подальшого контролю якості. Відсутність елементів на зворотному боці плати зменшує ризик коротких замикань і полегшує ремонт та обслуговування виробу.

Корпус пристрою виготовлений із пластмаси та має розміри 110×116×56 мм, що забезпечує достатній внутрішній об'єм для розміщення друкованої плати, трансформатора та інших допоміжних елементів. Конструкція корпусу складається з двох кришок корито-подібної форми, які з'єднуються між собою гвинтовим способом, що забезпечує надійну фіксацію та можливість розбирання при ремонті або обслуговуванні.

Під час складання друкована плата закріплюється у верхній частині корпусу за допомогою чотирьох гвинтів. На передній панелі розміщуються органи керування та індикації, зокрема кнопка керування та дисплей із захисним склом, що забезпечує зручність експлуатації та захист елементів від механічних пошкоджень. У місці з'єднання корпусних частин встановлюється роз'єм через втулку, який забезпечує надійне електричне з'єднання із зовнішніми колами.

Трансформатор монтується до нижньої кришки корпусу за допомогою гвинтів і гайок, що гарантує його жорстку фіксацію та зменшує механічні вібрації під час роботи. З'єднання навісних елементів із друкованою платою виконується за допомогою навісного монтажу, що спрощує складання та підвищує ремонтпридатність виробу.

Друкована плата виготовлена з фольгованого двостороннього склотекстоліту, який забезпечує механічну міцність і стабільність електричних параметрів. Провідники виконані з міді, що гарантує високу електропровідність і надійність з'єднань, а ізоляційна основа зі склотекстоліту забезпечує термостійкість і довговічність конструкції.

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, процес складання і монтажу виробу є технологічно простим, надійним і зручним, що забезпечується раціональним компонованням, використанням друкованої плати та продуманою конструкцією корпусу.

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

Конструкція автоматичного цифрового термостата-таймера ТТ_v1.0 є технологічно доцільною, оскільки побудована на основі друкованого монтажу з компактним розміщенням елементів на платі. Усі основні радіоелементи встановлюються з одного боку плати, що значно спрощує процес паяння, зменшує трудомісткість складання та підвищує якість контролю монтажу. Використання стандартних, широко доступних компонентів забезпечує простоту комплектування та знижує собівартість виробу.

Технологічність конструкції також підвищується завдяки модульному принципу побудови: блок живлення, мікроконтролер та індикація об'єднані на одній друкованій платі. Корпус складається з двох частин, що з'єднуються гвинтами, тому виріб легко збирається та розбирається для ремонту або обслуговування. Кріплення плати та трансформатора здійснюється стандартними гвинтовими з'єднаннями, що не потребує складної технологічної оснастки.

Загалом конструкція забезпечує високу ремонтпридатність, простоту складання, мінімальну кількість ручних операцій і можливість серійного виробництва без використання складного спеціалізованого обладнання.

Для виготовлення та монтажу виробу застосовуються такі інструменти: електропаяльник або паяльна станція для монтажу радіоелементів, припій та флюс для якісного з'єднання контактів, кусачки для обрізання виводів елементів, пінцет для точного встановлення дрібних компонентів, викрутки для

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

складання корпусу, а також дріль або викруткові насадки (за потреби) для монтажних отворів.

До вимірювальних засобів належать мультиметр для перевірки напруги, опору та цілісності ланцюгів, а також тестові джерела живлення для первинного запуску пристрою. Для підвищення якості монтажу використовуються допоміжні пристосування: монтажні тримачі плати (третя рука), антистатичний браслет для захисту мікроконтролера, а також паяльні підставки та витяжка для видалення диму під час паяння.

Таким чином, конструкція виробу є технологічною, оскільки не потребує складного обладнання, дозволяє виконувати складання стандартними інструментами та забезпечує високу якість і повторюваність при серійному виробництві.

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

Друкована плата термостата-таймера ТТ_v1.0 виготовляється як двостороння плата комбінованим методом, що поєднує фотолітографічний спосіб формування провідного рисунка та хімічне травлення міді. Така технологія забезпечує високу точність провідників, компактність розміщення елементів і можливість реалізації складної топології з'єднань.

Процес виготовлення починається з підготовки заготовки з фольгованого двостороннього склотекстоліту. Далі поверхня міді очищається та знежирюється для забезпечення якісного нанесення захисного шару. Після цього методом фотолітографії наноситься фоторезист і виконується експонування через фотошаблон друкованого рисунка. Після проявлення фоторезисту формується захисний малюнок провідників.

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наступним етапом є хімічне травлення, під час якого незахищені ділянки міді видаляються, утворюючи друковані провідники та контактні площадки. Після травлення фоторезист знімається, а плата промивається та сушиться. Далі виконується свердління отворів для монтажу елементів і металізація отворів (за необхідності) для забезпечення електричного з'єднання між шарами. Завершальними операціями є нанесення паяльної маски та лужіння контактних площадок для підвищення якості пайки і захисту від окиснення.

Вибір основного конструкційного матеріалу обумовлений використанням фольгованого двостороннього склотекстоліту. Він має високу механічну міцність, термостійкість, стабільність геометричних розмірів і добрі діелектричні властивості. Як провідний матеріал використовується мідна фольга, яка забезпечує низький електричний опір, високу електропровідність та технологічність при травленні.

До допоміжних матеріалів належать фоторезист для формування захисного рисунка, хімічні реагенти для травлення міді (наприклад, хлорне залізо або персульфат амонію), розчинники для зняття фоторезисту, а також матеріали для паяльної маски та лужіння. Також використовуються знежирювальні розчини та промивні рідини для підготовки поверхні плати перед нанесенням захисних шарів.

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:

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{2}{2 + 27} = 0,1 \quad (2,20)$$

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

$$K_{\text{А.М}} = \frac{H_{\text{А.М}}}{H_{\text{М}}} = \frac{77}{99} = 0,8 \quad (2.21)$$

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

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

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

$$K_{\text{М.П.ЕРЕ}} = \frac{H_{\text{М.П.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{24}{27} = 0,89 \quad (2.22)$$

де $H_{\text{М.П.ЕРЕ}}$ 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 $K_{\text{ПОВТ.ЕРЕ}}$ визначається за формулою:

$$K_{\text{ПОВТ.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = 1 - \frac{26}{27} = 0,04 \quad (2,23)$$

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

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

$$K_{\text{ЗАСТ.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ОР.ЕРЕ}}}{H_{\text{Т.ЕРЕ}}} = 1 - \frac{27}{27} = 0 \quad (2.24)$$

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

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

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт установочних розмірів електрорадіоелементів $K_{BCT.P}$ визначається за формулою:

$$K_{BCT.P} = 1 - \frac{H_{BCT.P}}{H_{EPE}} = 1 - \frac{4}{27} = 0,85 \quad (2.25)$$

де $H_{BCT.P}$ кількість видів встановлених розмірів ЕРЕ у виробі

Коефіцієнт прогресивності Формоутворення K_Φ деталей визначається за формулою:

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

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

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0,1*1 + 0,8*1 + 0,89*0,75 + 0,04*0,5 + 0*0,310 + 0,85*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,5 \quad (2.27)$$

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

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

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Маршрутно-операційна технологія складання включає в себе наступні кроки:

- установка друкованого вузла у верхню частину корпусу;
- кріплення друкованого вузла до верхньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів;
- кріплення скла під дисплей та накладки під кнопку на верхню кришку;
- кріплення гнізда;
- кріплення трансформатора за допомогою гвинтів та гайок;
- фіксація кришок за допомогою чотирьох гвинтів;

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 [21].

					26 КР 172.402.002.000.000 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:

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

$$V_{\text{буд}} = 1500 \times 100 = 150000 \text{ (грн.)}$$

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 :

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

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

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

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

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

					26 КР 172.402.002.000.000 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:

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

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

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

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

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

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

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

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

$$A = \frac{3300 \times 25}{100} = 1031,25 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

					26 КР 172.402.002.000.000 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	1650	412,5
	Виробничий та господарський інвентар	2475	618,75
	Всього:	3300	1031,25

3.2 Розрахунок собівартості продукції

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

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

Виробнича собівартість

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

Повна собівартість

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$B_m = 693 \times 1,04 = 720,72 \text{ (грн.)}$$

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	75	75
2	Кришка нижня	1	75	75
3	Кришка верхня	1	75	75
4	Мікросхема	2	70	140
5	Конденсатори електролітичні	2	10	20
6	Конденсатори постійні	2	1	2
7	Резистори постійні	12	0,5	6
8	Індикатор	1	50	50
9	Трансформатор	1	100	100
10	Кнопка	3	20	60
11	Роз'єм	1	40	40
12	Кварц	1	30	30
13	Діоди	2	10	20
				693

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

3) Витрати на основну заробітну плату виробничих працівників ($B_{o.z.pll.}$):

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$P_{\text{від}} = \frac{30}{60} \times 220 = 110 (\text{грн})$$

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

$C_{\text{г}}$ – годинна тарифна ставка відповідно до розряду виконуваних робіт (див. додаток А).

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

Таблиця 3.3- Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{\text{шт.}}$, хв.	Розряд	Годинна тарифна ставка, $(C_{\text{г}})$, грн/год
1	Пайка	12	V	220
2	Регулювання	10	V	220
3	Складання	8	V	220
	Всього	30		

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

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

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

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = 110 \times 0.11 = 12,1 (\text{грн})$$

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

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

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (110 + 12,1) = 26,86 \text{ (грн)}$$

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

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

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

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{61}{100} \times (110 + 12,1) = 74,48 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 61%);

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

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

$$V_{\text{зв}} = \frac{119}{100} \times (110 + 12,1) = 145,3 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 119%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 720,72 + (110 + 12,1 + 25,86) + 74,48 + 145,3 = 1088,46 \text{ (грн.)}$$

					26 КР 172.402.002.000.000 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	720,72
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	110,00
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	12,1
4	Відрахування на соціальні заходи	25,86
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	74,48
6	Загальновиробничі витрати	145,3
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1088,46
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	868,68
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	219,78

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

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

$$C_{одпр} = 1088,46 \times \frac{100 + 23}{100} = 1338,81 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 23%);

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:

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

$$\Pi_p = (1338,81 - 1088,46) \times 800 = 200280 \text{ (грн),}$$

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\text{ЧП} = 604410 - 200280 \times \frac{18}{100} = 164229,6 \text{ (грн.)}$$

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

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

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

$$S_{повq} = 1088,46 \times 800 = 870768 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$R_{\Pi} = \frac{164229,6}{870768} \times 100\% = 18,86 \%$$

де R_{Π} - рентабельність продукції, %;

$S_{повq}$ - собівартість всього виробництва, грн.

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

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

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

$$\Gamma\Pi = 164229,6 + 1031,25 = 165260,85 \text{ (грн.)},$$

де $\Gamma\Pi_t$ - сума чистих грошових надходжень у t-му році, грн.;

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

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

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за формулою:

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

$$\text{ЧТВ} = 285026,58 - 229125 = 55901,58 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ТВ} = \frac{164229,6}{(1+0,1)^1} + \frac{164229,6}{(1+0,1)^2} = 285026,58 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ІП} = \frac{285026,58}{229125} = 1,24$$

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ІІ- індекс прибутковості інвестицій.

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

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

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

$$\text{Ток}_{\text{диск}} = \frac{229125}{142513,29} = 1,61р$$

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

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

$$\text{ГП}_{\text{диск}} = \frac{285026,58}{2} = 142513,29 \quad (\text{грн.})$$

де t- кількість років інвестування.

Підсумки вищенаведених розрахунків доцільно звести в табл. 3.5

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

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний обсяг виробництва виробу:	од.	800
2	Собівартість виробу	грн./од.	1088,46
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1338,81
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	229125
5	Чистий прибуток	грн.	164229,6
6	Рентабельність виробу	%	18,86
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	55901,58
9	Індекс прибутковості	-	1,24
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	1,61

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Несприятливі виробничі фактори.

Шкідливий виробничий фактор - це фактор, вплив якого може призвести до погіршення стану здоров'я, зниження працездатності працівника.

Небезпечний виробничий фактор - це виробничий фактор, дія якого за певних умов може призвести до травм або іншого раптового погіршення здоров'я працівника (навіть смерті).

Відповідно до ДСТУ EN ISO 12100 небезпечні і шкідливі фактори за природою дії поділяються на такі групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

До фізичних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать:

- рухомі машини та механізми; пересувні частини виробничого устаткування; підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони; підвищена чи знижена температура робочої зони; підвищений рівень шуму, вібрацій, інфразвукових коливань, ультразвуку, іонуючих випромінювань, статичної електрики, електромагнітних випромінювань, ультрафіолетової чи інфрачервоної радіації; підвищені чи знижені барометричний тиск, вологість, іонізація та рухомість повітря; небезпечні значення напруги; підвищена напруженість електричного чи магнітного полів; відсутність чи нестача природного світла; недостатня освітленість робочої зони; підвищена яскравість світла; пряме та відбите випромінювання, що створює засліплюючу дію.

До хімічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать хімічні речовини, які за характером дії на організм людини поділяються на загальнотоксичні, подразнюючі, сенсibiliзуючі, канцерогенні, мутагенні, такі, що впливають на репродуктивну функцію.

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До біологічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, мікроскопічні гриби та ін.) та продукти їх життєдіяльності, а також макроорганізми (рослини та тварини).

До психофізіологічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать фізичні (статичні та динамічні) і нервово-психічні перевантаження (розумове перенапруження органів чуття, монотонність праці, емоційні перевантаження).

Один і той же небезпечний і шкідливий фактор за природою своєї дії може належити до різних груп.

Дія окремих несприятливих виробничих факторів виробничого середовища може призвести до виробничої травми – порушення анатомічної цілісності організму людини або його функцій внаслідок впливу виробничих факторів.

Часто травма є наслідком нещасного випадку. Нещасний випадок на виробництві - раптовий вплив на працівника небезпечного виробничого фактора чи середовища, внаслідок яких заподіяна шкода здоров'ю або спричинена смерть.

Наслідком дії несприятливих виробничих факторів мож бути і професійне захворювання – патологічний стан людини, обумовлений роботою і пов'язаний з надмірним напруженням організму або несприятливою дією шкідливих виробничих факторів.

Діагноз «професійне захворювання» ставиться у кожному випадку з урахуванням характеристики умов праці, тривалості роботи працюючого за даною професією, даних попередніх періодичних медичних оглядів, результатів клініко – лабораторних та діагностичних досліджень. Цей діагноз встановлюється лише тоді, коли умови праці зумовили розвиток даного захворювання, тобто є його безумовною причиною. Окрім професійних, на виробництві зараз відокремлюють групу так званих виробничо зумовлених

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

захворювань – захворювань, перебіг яких ускладнюється умовами праці, а частота їх перевищує частоту подібних захворювань у працівників, які не зазнають впливу подібних професійних шкідливих факторів.

4.2 Захисні засоби з електробезпеки.

Щоб надійно й безпечно користуватись електроенергією, потрібно знати, якою є напруга у мережі, і на якій напрузі працює те чи інше електроустаткування.

Залежно від мети використання розрізняють такі види електричної напруги:

- до 42 В – використовується переважно для переносного і місцевого освітлення й роботи ручних електроприладів у небезпечних зонах (висока вологість, наявність металічних провідників тощо);

- 127 – 220 В – використовується для освітлення й роботи ручних електроприладів на виробництві та у побуті;

- 380 В – використовується при експлуатації промислових установок;

- понад 380 В – використовується для передачі електроенергії на відстань (лінії електропередач) і для живлення окремих електроустановок спеціального призначення.

Основне завдання електробезпеки – мінімізувати можливість негативного впливу електричного струму на людину. Досягти цієї мети можна за допомогою таких заходів і засобів:

- безпечною і надійною конструкцією електроустановок;

- організаційними та технічними заходами щодо безпечної експлуатації електроустановок та використання електричної енергії;

- технічними засобами захисту.

Конструкція електроустановки має відповідати вимогам технічних умов і стандартів. При цьому, залежно від засобів електробезпеки, усі електротехнічні вироби поділяються на 5 класів: 0, 0I, I, II, III.

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Клас 0 – електрична установка має лише робочу ізоляцію як засіб захисту.

Клас 0I – крім робочої ізоляції на корпусі установки є пристрій для підключення його до заземлювача або нульового захисного провідника.

Клас I – установка має робочу ізоляцію і виконана таким чином, що підключити її до електричної мережі можна лише після під'єднання корпусу до заземлювача (нульового захисного провідника), а при від'єднанні від мережі – корпус відключається від заземлювача (нульового захисного провідника) в останню чергу.

Клас II – захист забезпечується подвійною ізоляцією.

Клас III – для живлення установки можливе використання лише малої напруги (до 42 В).

Організаційні та технічні заходи електробезпеки передбачають:

- допуск до роботи на електроустановках осіб не молодше 18 років, які мають відповідне посвідчення, пройшли інструктаж і медичний огляд;
- призначення осіб, які відповідають за організацію та проведення робіт на електроустановках, електромережах;
- встановлення знаків безпеки та захисних огорож біля струмопровідних частин;
- огороження робочих місць та вивішування плакатів безпеки; виконання робіт за нарядом не менше ніж двома працівниками із застосуванням електрозахисних засобів,
- використання механізмів і пристосувань при проведенні робіт на струмопровідних частинах та поблизу них тощо.

Технічні засоби захисту – це пристрої, що слугують для захисту людини від ураження електричним струмом. До них належать:

- ізоляція струмовідних частин;
- недоступність для випадкового дотику до струмовідного устаткування;
- захисне заземлення;

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- занулення;
- захисне відключення;
- захисне розділення електромережі;
- мала напруга;
- сигналізація про небезпеку дотику;
- електрозахисні засоби.

Стан ізоляції струмопровідних частин повинен відповідати “Правилам використання електроустановок”. Цими Правилами передбачене періодичне випробування ізоляції (2 рази на рік у приміщеннях зі складними умовами, підвищеною вологістю і 1 раз на рік у приміщеннях з нормальним середовищем). Ізоляція створює великій опір, який перешкоджає протіканню через неї струму. Опір ізоляції кожної установки або окремої ділянки електричної мережі має бути не меншим 0,5 МОм. Якщо опір ізоляції знижується на 50% від початкового, мережу або ізоляцію замінюють.

Більшість приладів широкого використання на виробництві та у побуті мають подвійну ізоляцію, яка складається з робочої й додаткової. Остання запобігає дії струму на людину у випадку пошкодження основної ізоляції. Знак подвійної ізоляції позначається на інструменті у вигляді символу, що зображує два квадрати різних розмірів, розміщених один в одному.

При роботі в приміщеннях без підвищеної небезпеки напруга електроприладів повинна бути не більше 220 В. При роботі в приміщеннях з підвищеною небезпекою і за межами приміщень напруга електроприладів повинна бути не більше 36 В. В особливих умовах дозволяється використовувати електроприлади напругою до 220 В, але при наявності захисного відключення або надійного заземлення корпусу з використанням захисних засобів (діелектричні рукавички, килимки, калоші). В даних умовах необхідно застосовувати електричні машини II і III класів.

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Недоступність для випадкового дотику до струмопровідного устаткування досягається застосуванням стаціонарних огорожень і розташуванням неізольованих електропроводів на великій висоті (ЛЕП), або у недоступному місці. Для захисту від дотику до струмоведучих елементів комутаційних апаратів застосовують прилади закритої конструкції (пакетні вимикачі, рубильники).

Захисне заземлення – навмисне електричне з'єднання із землею металевих струмопровідних не струмоведучих частин, на яких може з'явитися напруга. Заземлення – це сукупність заземлювача і заземлювальних провідників. Заземлювачі можуть бути штучні (створені спеціально для заземлення електроустановок) і природні (металеві предмети, що знаходяться в землі і мають будівельне технологічне чи інше призначення). Для штучних заземлювачів застосовують вертикальні і горизонтальні електроди. Вертикальні – зі сталених прутів діаметром 10 – 12 мм, кутової сталі розміром 40 х 40 мм або сталених труб діаметром 30 – 50 мм, довжиною 2,5 – 3 м. Вертикальні електроди з'єднують сталеною штабою розміром 4 х 12 мм або круглим дротом діаметром не менше 6 мм. Опір заземлюючого пристрою не повинен перевищувати 4 – 10 Ом (перевіряється щорічно).

Захисне заземлення переважно застосовується в трифазних мережах напругою до 1000 В, з ізолюваною нейтраллю, і більше як 1000 В – з будь-яким режимом нейтралі.

Основним параметром, що характеризує заземлюючий пристрій, є опір розтіканню струму, який залежить від опору землі. Наявність у ґрунті кислот і солей знижує опір розтікання, а при промерзанні і висиханні землі такий опір зростає.

Опір розтікання струму заземлювача визначають за спеціальною методикою.

Відповідно до “Правил улаштування електроустановок” (ПУЕ) захисне заземлення здійснюють:

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– при напрузі змінного струму 380 В і вище та 440 В і вище для постійного струму у всіх електроустановках;

– при номінальних напругах змінного струму вище 42 В та 110 В постійного струму, що знаходяться в приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних, а також в електроустановках, які знаходяться на відкритій місцевості;

– при будь-якій напрузі змінного та постійного струму - у вибухонебезпечних установках.

Занулення – навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих частин, на яких може з'явитися напруга.

Нульовий захисний провідник з'єднує корпус установки з глухо заземленою нейтраллю. Таке з'єднання на випадок пробивання ізоляції на корпус призводить до короткого замикання між фазним та нульовим провідниками, а струм короткого замикання обумовить вимикання пошкодженого обладнання (розплавлення плавких запобіжників або спрацювання автоматичних вимикачів).

Занулення застосовують у трифазних 4-х провідникових мережах напругою джерела живлення до 1000 В з глухо заземленою нейтраллю. Це мережі напругою 660/380; 380/220 і 220/127 В.

Відповідно до ПУЕ, занулення корпусів електроустаткування використовується в тих випадках, що й захисне заземлення. Слід відмітити, що одночасне заземлення та занулення корпусів електроустановок значно підвищує їх електробезпеку.

Застосування металоконструкцій будівель, трубопроводів і обладнання для утворення нульового робочого провідника заборонено.

Захисне відключення – це швидкодіючий захист, що забезпечує автоматичне вимикання електричної установки при виникненні в ній небезпеки ураження людей електричним струмом.

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За конструкцією пристрої, що вимикають, можуть реагувати на напругу корпусу відносно землі (дифреле), на струм замикання на землю тощо. Час вимикання їх повинен бути не більше 0,2 с.

Захисне розділення мереж – це розділення електричної мережі на окремі електрично не з'єднані між собою ділянки за допомогою поділяючих трансформаторів. Воно спрямоване на підвищення захисної ролі ізоляції струмопровідних частин, що досягається або зменшенням ємкості мереж, або переходом від мереж з заземленою нейтраллю до мереж з ізольованою нейтраллю. Якщо єдину, сильно розгалужену мережу з великою ємкістю та малим опором ізоляції, поділити на низку невеликих мереж такої ж напруги, які мають незначну ємкість та великий опір ізоляції, то це різко покращує електробезпеку.

Мала напруга – це напруга до 42 Вт, яка не здатна викликати небезпечну електричну дію на людину за нормальних обставин. Використовується в переносних лампах, аварійному освітленні, ручному інструменті тощо.

Простим способом сигналізації про можливу небезпеку впливу електричного струму є спеціальне маркування електрообладнання або його частин кольоровою гамою ізоляції проводів, а саме:

- силові ланцюги – чорний (темно-коричневий) колір;
- ланцюги управління, виміру, сигналізації, місцевого освітлення перемінного струму – синій (фіолетовий) колір;
- ланцюги з'єднання з нульовим проводом – голубий (сірий) колір.
- ланцюги заземлення – зелено-жовтий (зелений) колір.

Електрозахисні засоби використовують з метою попередження дії електричного струму, електричної дуги та електромагнітного поля на людей, які працюють з електроустановками; вони підрозділяються на ізолювальні, огорожувальні та запобіжні.

Ізолювальні електрозахисні засоби призначені для ізоляції людини від частин електроустановок, що знаходяться під напругою, та від землі, якщо

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

людина одночасно доторкається до землі чи заземлених частин електроустановок та струмопровідних частин (корпусів), які опинились під напругою. Використання цих засобів залежить від типу електроустановок:

– при роботах на електроустановках з напругою до 1 кВ використовують діелектричні рукавички, ізольовані штанги, інструменти з ізольованими ручками, струмовимірювальні кліщі, діелектричні калоші, килимки, ізольовані підставки;

– при роботах на електроустановках з напругою понад 1 кВ – ізольовані штанги, струмовимірювальні та ізолювальні кліщі, покажчики напруги, діелектричні рукавички, діелектричні калоші, килимки, ізольовані підставки.

Огороджувальні електрозахисні засоби – це переносні огорожі, щити та інші засоби, призначені для тимчасового огорожування струмопровідних частин, а також для їх заземлення.

Запобіжні електрозахисні засоби призначені для захисту персоналу. Від випадкового падіння з висоти застосовують запобіжні пояси, для забезпечення безпечного піднімання на висоту – драбини, “кігті”, для зменшення негативної дії світлової, теплової енергії та дії електромагнітного поля – захисні окуляри, щитки, рукавички, спецодяг тощо.

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Автоматичний цифровий пристрій, 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 75×80мм 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 складна, конструкція корпусу виробу є також дуже складною. Корпус проектованого виробу виготовлений з термопластичної пластмаси, з допомогою одного із методів виготовлення корпусів, тобто методом лиття під тиском. Так як використаний пластмасовий корпус то маса приладу є невеликою

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

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Автоматичний цифровий пристрій, 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 10.02.2026).
2. Конденсатор типу b41828 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/b41828a6225m007> (дата звернення 15.02.2026).
3. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu//details/b37979-g5102/kondensatory-keramicheskie-tht-50v/> (дата звернення 15.02.2026).
4. Конденсатор NPO [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/> (дата звернення 15.02.2026).
5. Мікросхема ATmega8-16PU "Microchip" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/kx-26-32-768-khz-kvarczevyj-rezonator_2404.html (дата звернення 15.02.2026).
6. Мікросхема L7805ABV "ST Microelectronics" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://car-led.org/ua/p31490203-chervonij-semisegmentnij-led.html> (дата звернення 15.02.2026).
7. Цифровий індикатор BA56-12SRWA "Kingbright" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/cls7-ts6601-13.0-180> (дата звернення 15.02.2026).
8. Діод 1N4007 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://hardelectronics./diod-1n4148.html> (дата звернення 15.02.2026).
9. Кварцевий резонатор HC-49U-4 МГц "СРМ" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://electronoff.ua/good/tranzistor-bc556b-pnp-65v-0-1a-korpus-to-92.php> (дата звернення 15.02.2026).

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180 "KLS" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/b41828a6225m007>(дата звернення 15.02.2026).
11. Реле 833НМ-1С-С "Song" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.tme.eu//details/b37979-g5102/kondensatory-keramicheskie-tht-50v/>(дата звернення 15.02.2026).
12. Транзистор BC557В "Fairchild" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/>(дата звернення 15.02.2026).
13. Діодний міст DF06М-Е3/45 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/kx-26-32-768-khz-kvarczevyj-rezonator_2404.html(дата звернення 15.02.2026).
14. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2016
15. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Конструювання РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018
16. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>
17. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання графічної частини комплексного курсового проекту для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2020
18. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021
19. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Технологія виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. 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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

33. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzgzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ0S4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ..*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRIb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNIWHAzWWxZWlJTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jaJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0Z1M3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2024).

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

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

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

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

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А Друкована плата

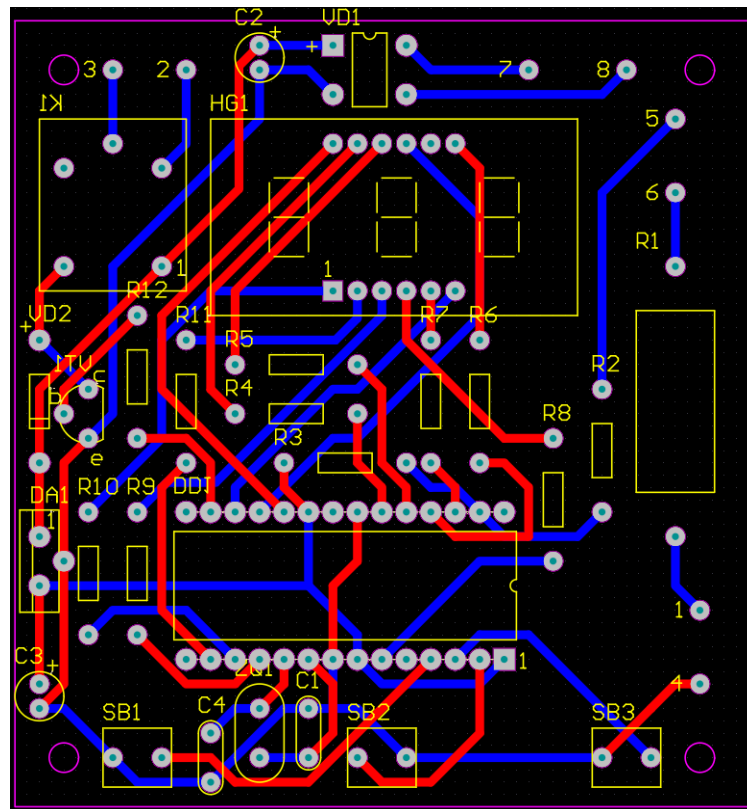


Рисунок А.1 – Друкована плата

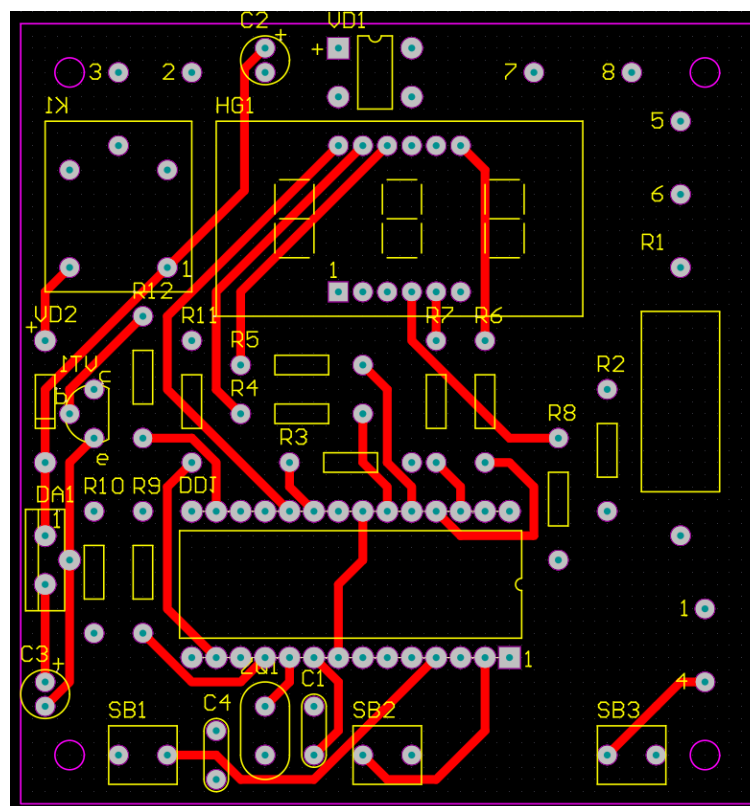


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Тор

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

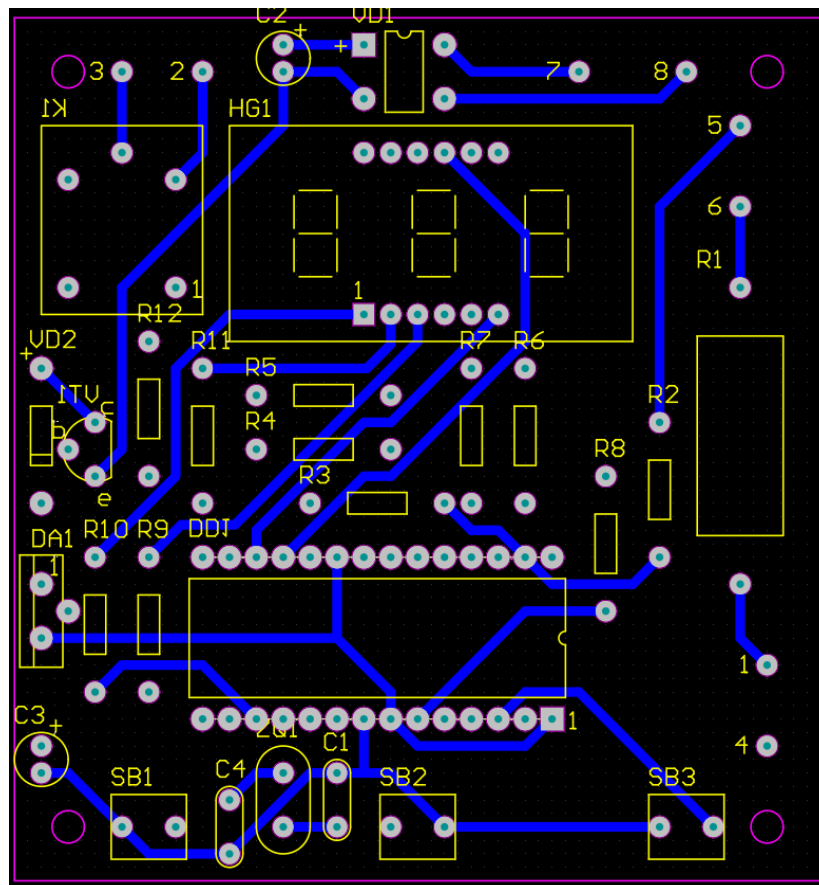


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Botton

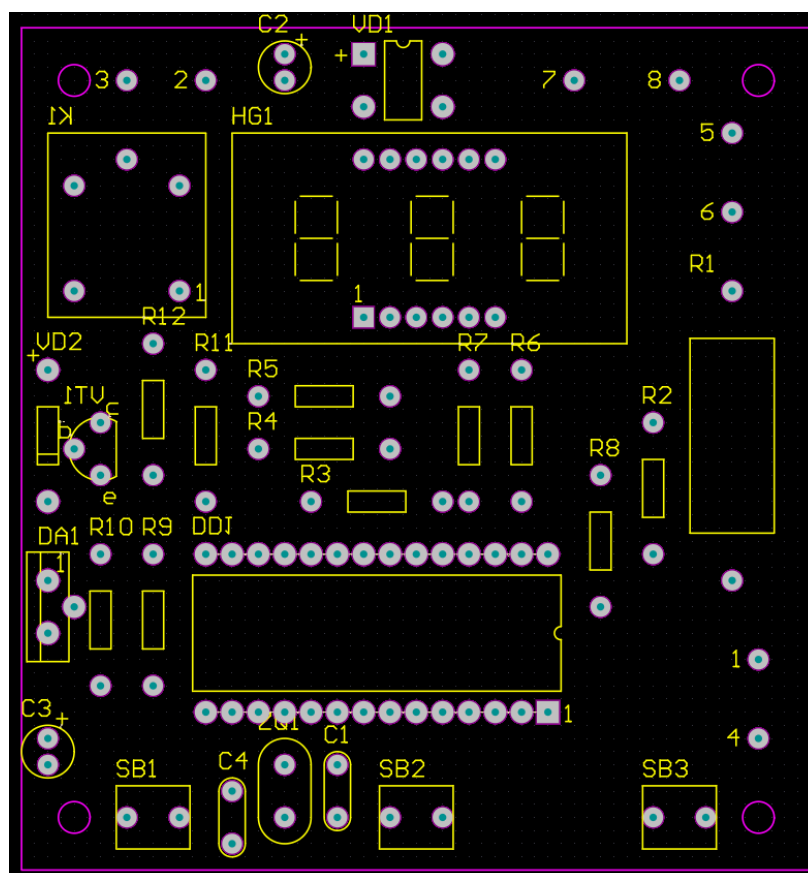


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Б 3D модель пристрою

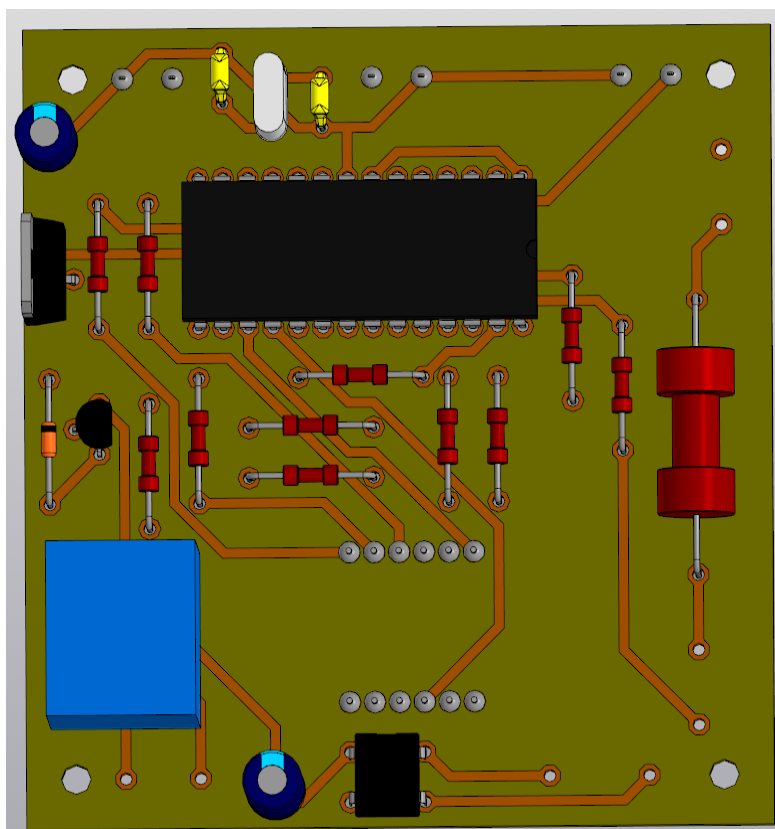


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкований

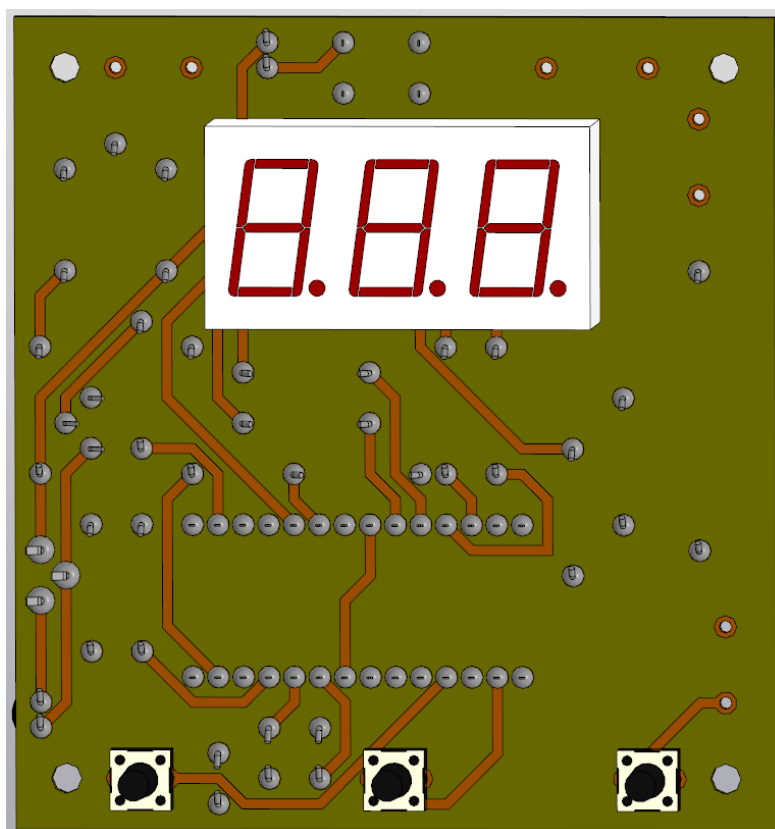


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкований знизу

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

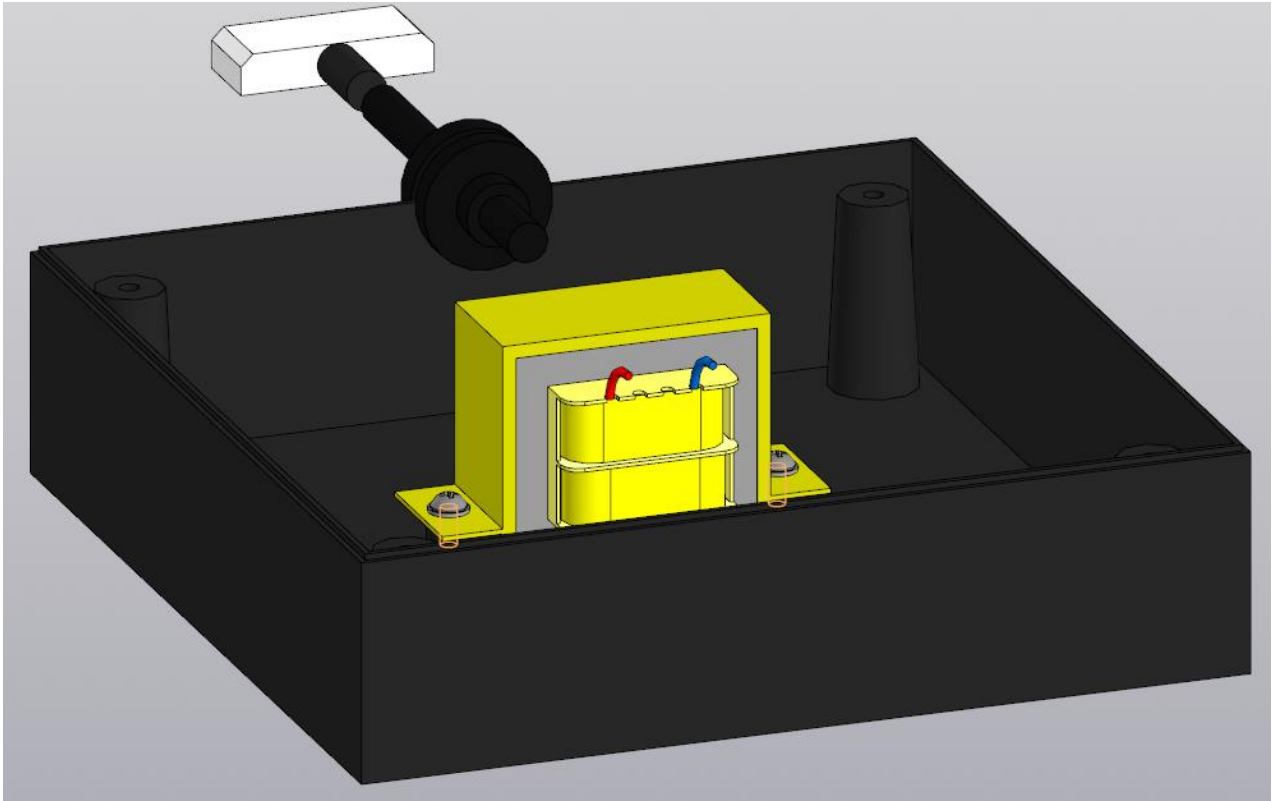


Рисунок Б.3– 3D модель пристрою, нижня кришка

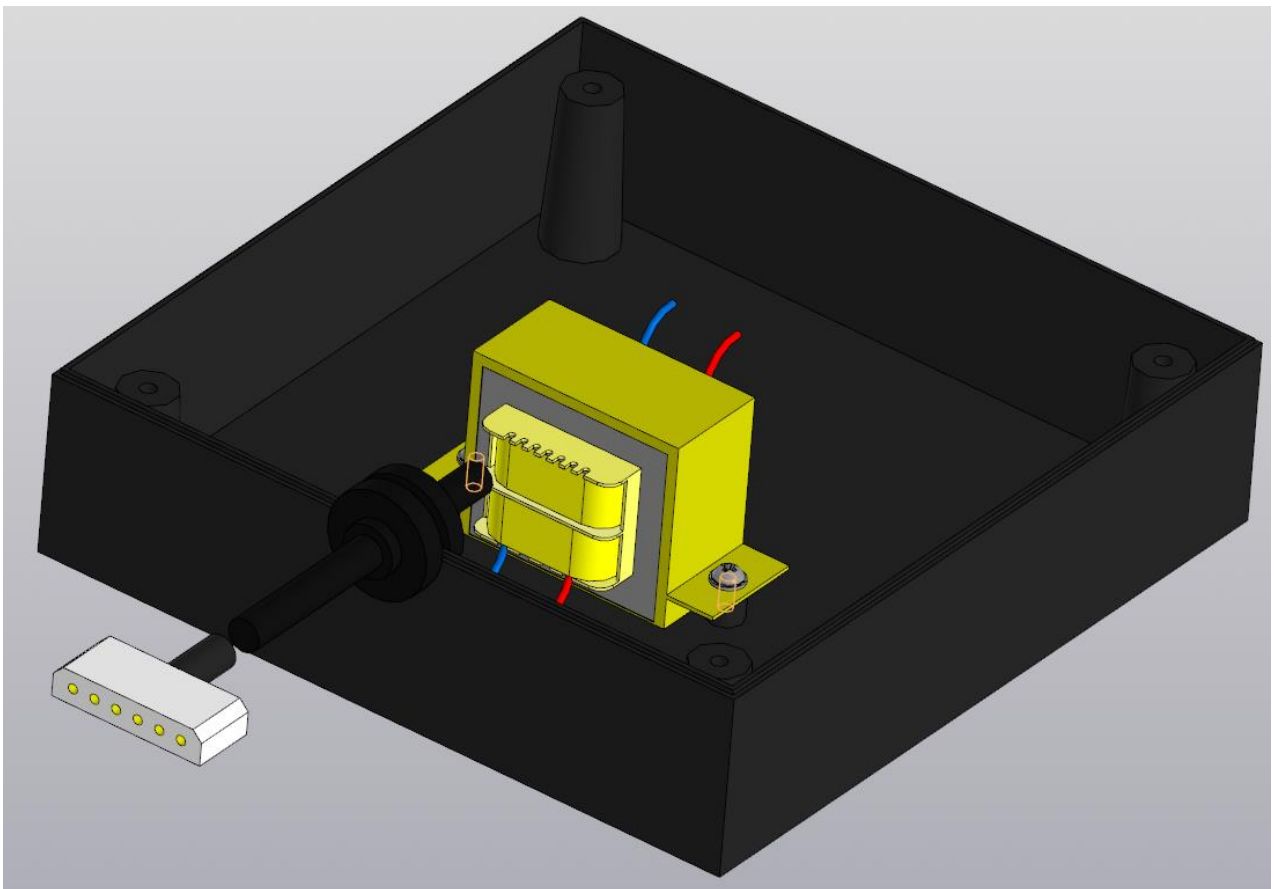


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, нижня кришка збоку

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ

Арк.

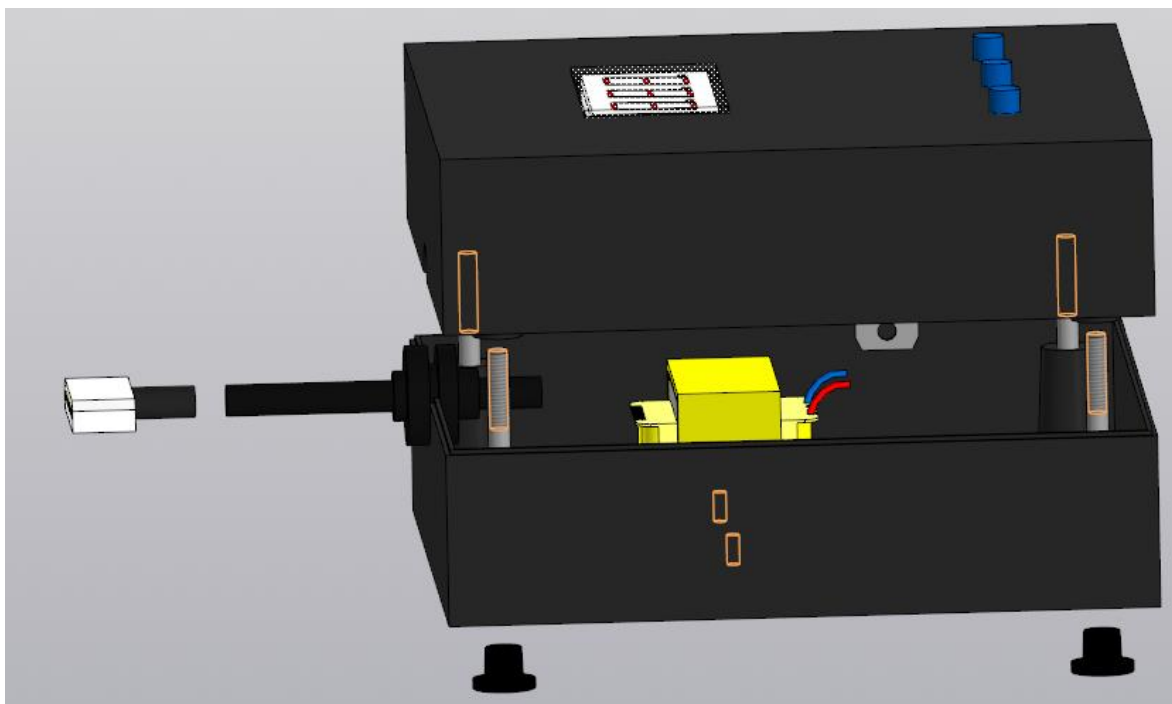


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

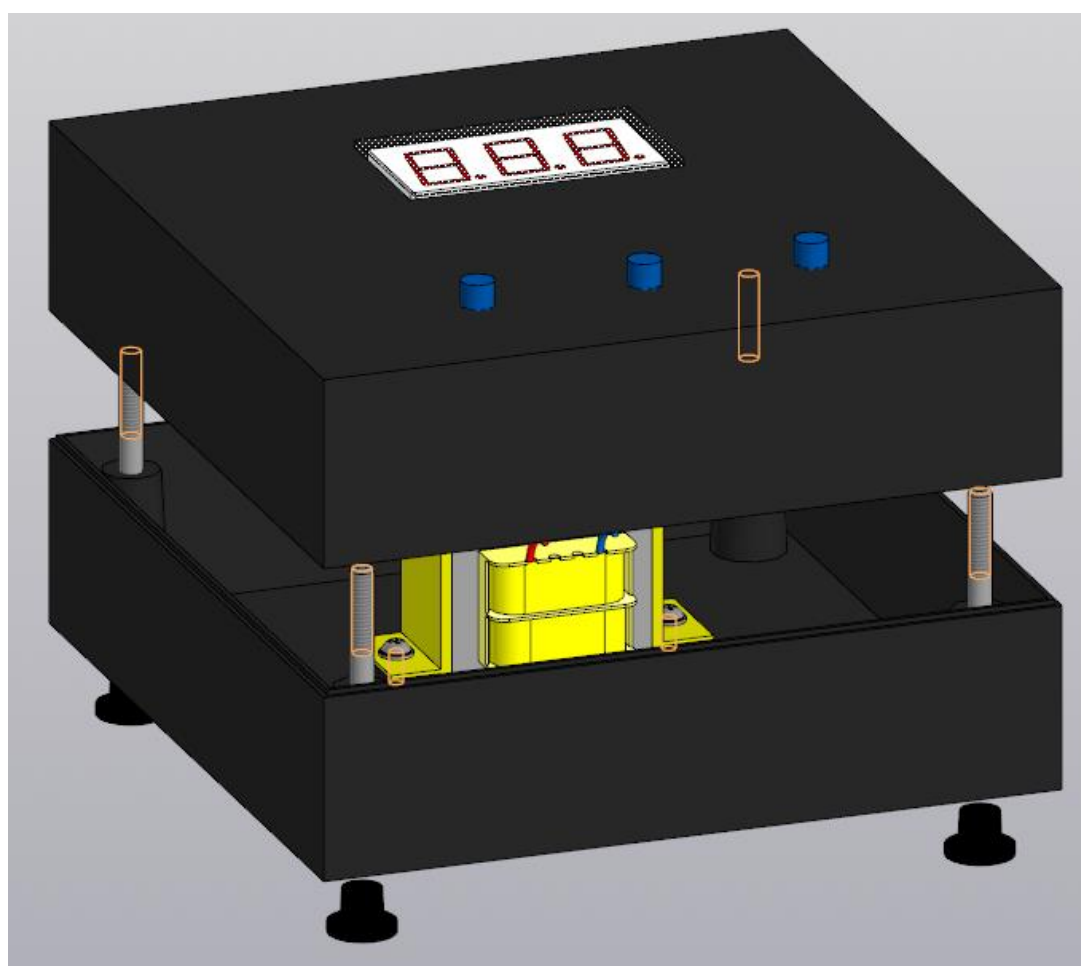


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

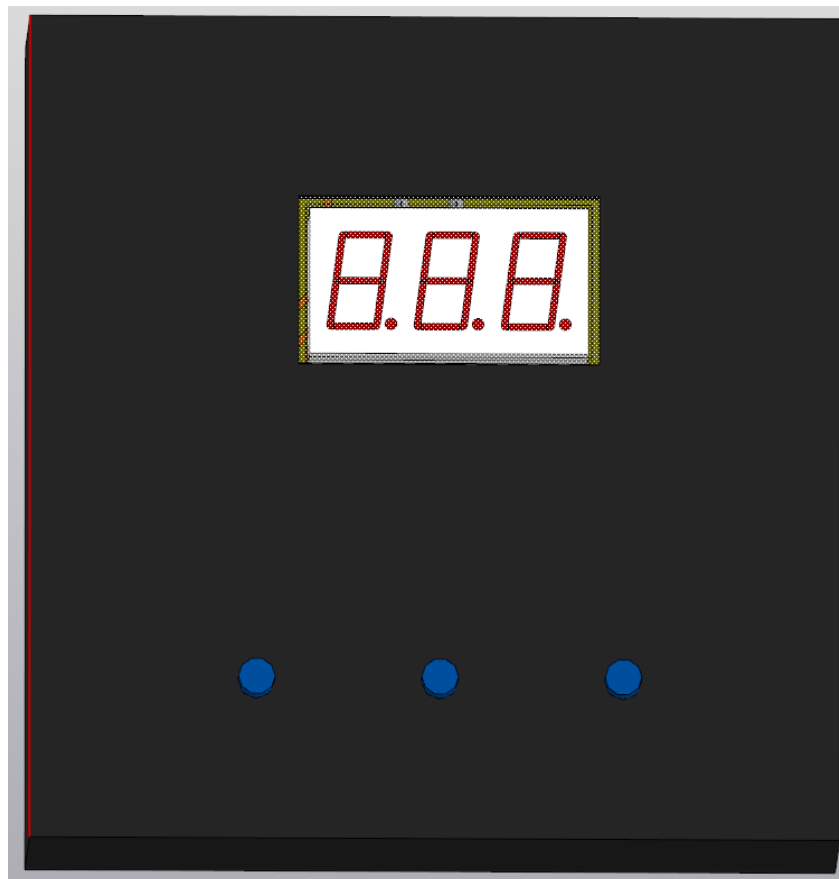


Рисунок Б.7- 3D модель пристрою, верхня кришка

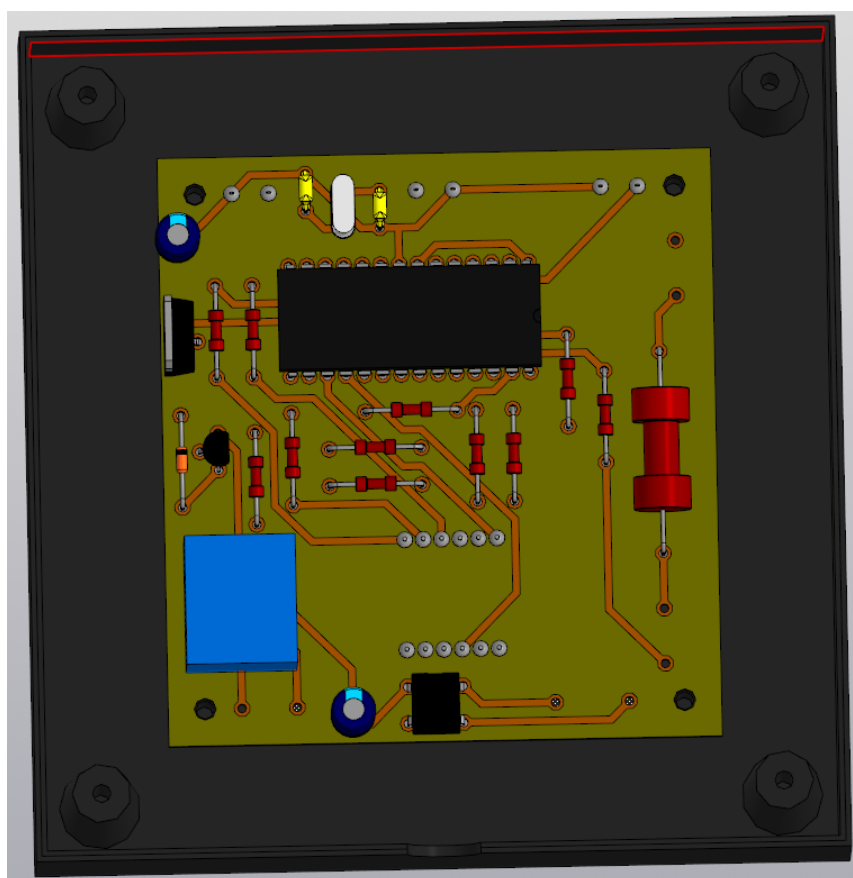
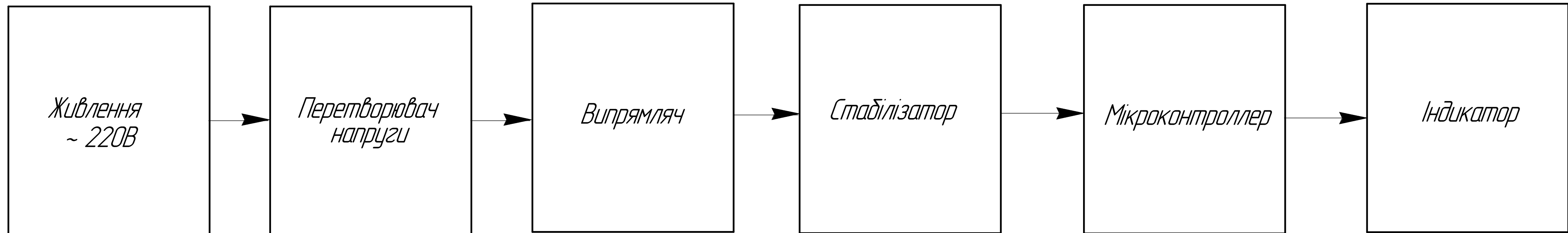


Рисунок Б.8 - 3D модель пристрою, верхня кришка

					26 КР 172.402.002.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Довід. №	Перші використ.

Інв. № орг.з.	Підпис і дата	Зам. Інв. №	Інв. № з'єдн.	Підпис і дата



						26 КР 172.402.002.001.000 Е1		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Автоматичний цифровий пристрій термостат- таймер TT_v1.0. Електрична структурна схема	Лит.	Маса	Масштаб
Розроб.	Безкарбавний					- Н -	-	-
Перевір.	Василишин							
Т.контр.						Аркцш	Аркцш	1
Рецензент						ВСП ТФК ТНТУ ТР-402		
Н.контр.	Задорожний					м. Тернопіль		
Затверд.								

Перш. викорис.		Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
			Конденсатори		
		C1	b37979-30 пФ ±5% "Epcos"	1	
		C2	b41828-25 В-470 мкФ ±10% "Epcos"	1	
		C3	b41828-16 В-220 мкФ ±10% "Epcos"	1	
		C4	b37979-30 пФ ±5% "Epcos"	1	
			Мікросхеми		
		DA1	L7805ABV "ST Microelectronics"	1	
		DD1	ATmega8-16PU "Microchip"	1	
		HG1	Цифровий індикатор BA56-12SRWA "Kingbright"	1	
		K1	Реле 833HM-1C-C "Song"	1	
			Резистори		
		R1	MFP-2-2,2 кОм ±10% "Yageo"	1	
		R2	MFP-0,125-51 кОм ±10% "Yageo"	1	
		R3	MFP-0,125-3,9 кОм ±10% "Yageo"	1	
		R4...R11	MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"	8	
		R12	MFP-0,125-4,7 кОм ±10% "Yageo"	1	
		TV1	Трансформатор B78386-P1116-A, "Epcos"	1	
		SB1...SB3	Кнопка KLS7-TS6601-13.0-180 "KLS"	3	

Інв. № друк.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № дучол.	Підпис і дата

Арк.
2

Перш. використ.

Додат. №

Підпис і дата

Інв. № докл.

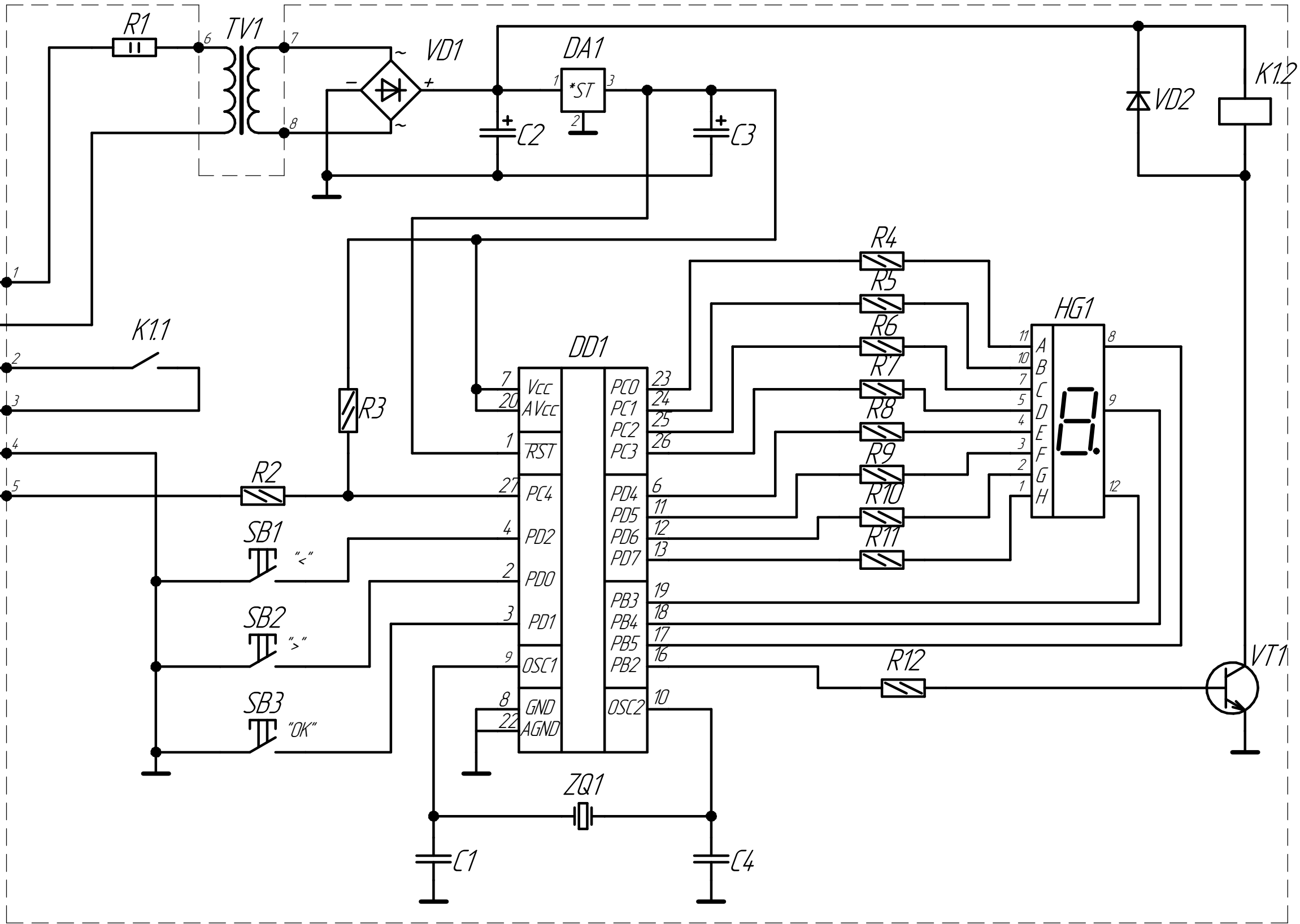
Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

26 КР 172.402.002.001.000 ЕЗ

Коло	Номер конт.
~220	1
~220	2
Керування нагрзукою	3
Керування нагрзукою	4
Датчик температури	5
Датчик температури	6



26 КР 172.402.002.001.000 ЕЗ					Автоматичний цифровий пристрій, термостат-таймер ТТ_v1.0.		
Зм.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.	Безкаравайний	Василишин			н	—	—
Перевір.	Василишин				Аркцш	Аркцшів	1
Т.контр.					ВСП ТФК ТР-402		
Н.контр.	Задорожний				м. Тернопіль		
Затверд.					Формат А3		

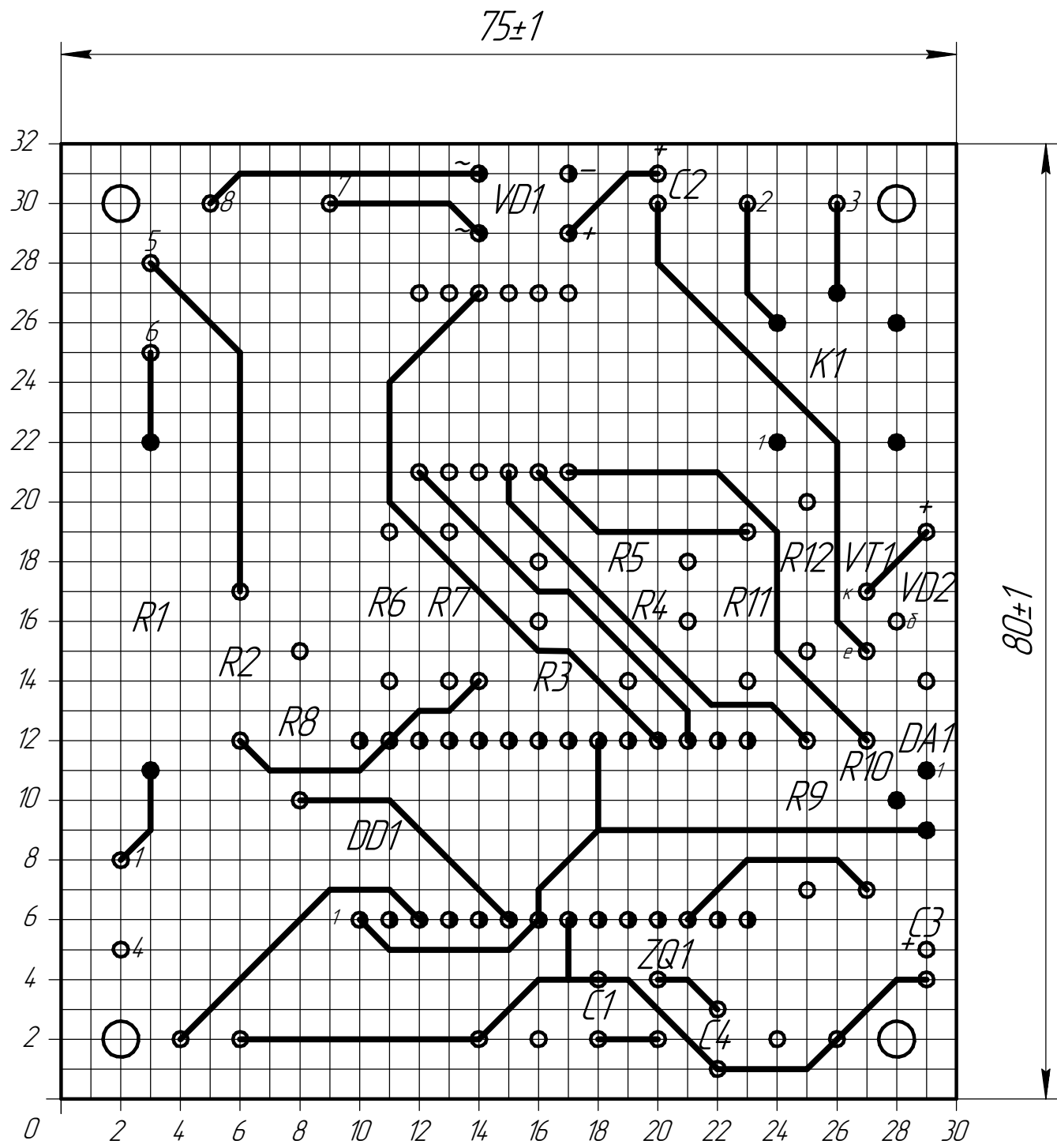
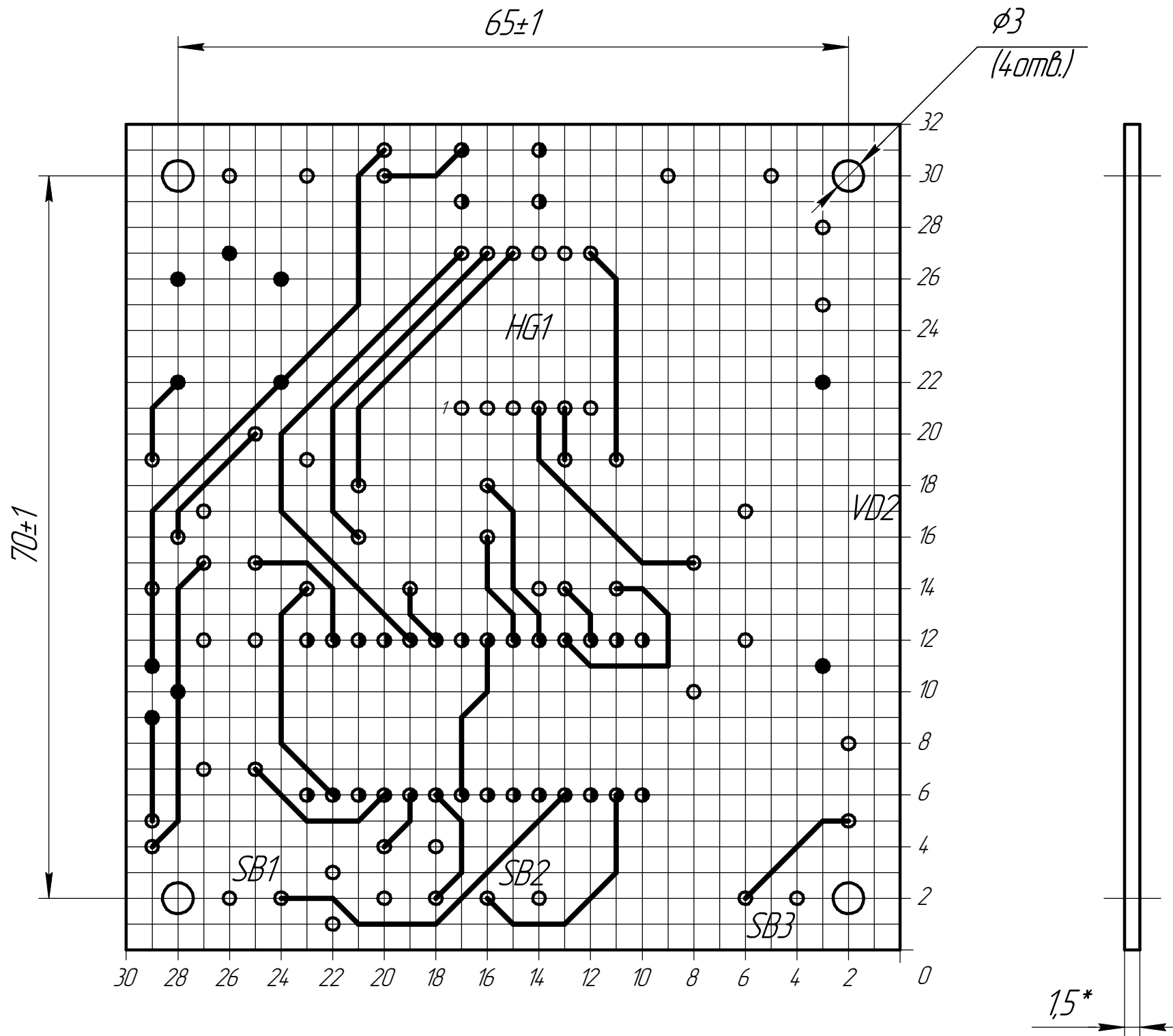
Копіював

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
						Документація				
		A4			26 КР 172.402.002.000.000 ПЕЗ	Перелік елементів.				
		A3			26 КР 172.402.002.000.000 ЕЗ	Схема електрична принципова				
		A1			26 КР 172.402.002.001.000 СК	Вузол друкований				
						Деталі				
Підпис і дата	Інв. № дубл.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.402.002.001.001	Плата друкована	1		
				БК	2	26 КР 172.402.002.001.002	Перемичка	4		
								Інші вироби		
								Конденсатори		
					4		б37979-30 пФ ±5% "Epcos"	2	С1, С4	
					5		б41828-16 В-220 мкФ ±10% "Epcos"	1	С3	
					6		б41828-25 В-470 мкФ ±10% "Epcos"	1	С2	
Інв. № ориг.	Затверд.	Н.контр.	Задорожний							
26 КР 172.402.002.001.000										
Вузол друкований					Літ. Аркуш Аркушів Н 1 2					
					ВСП ТФК ТР-402 м. Тернопіль					

[illegible]

Таблиця отворів

Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
●	0,7	Є	1,1	32	
○	0,9	Є	1,3	63	
●	1,1	Є	1,5	10	



- Плата повинна відповідати ГОСТ 23752-79.
- *Розмір для довідок.
- Клас точності 4 по ГОСТ 23751-86.
- Крок координатної сітки 2,5 мм.
- Плату виготовити кам'янованим методом.
- Параметри отворів дивись в таблиці.
- Мінімальна ширина провідників 0,3 мм.
- Мінімальна відстань між провідниками 0,42 мм.
- Контактні площадки покрити сплавом "Розе" ТУ 6-09-4065-75, решту поверхні зі сторони провідного шару покрити компаундом на основі ЕД-22 ГОСТ 19587-76.
- Плату маркувати фарбою ТНПФ-01 діля ТУ 29-02-889-88 шрифтом 2,5 Пр 41 ГОСТ 26.020-80.
- Інші вимоги по ОСТ 4.ГО.005.051.

					26 КР 172.402.002.001.001					
Зм. Розроб. Перевір. Т.контр. Н.контр. Затверд.	Арх. Безжоробини Василишин	№ док. 15/КП	Підпис	Дата	Плата друкована			Лист	Маса	Масштаб
								Н	0,03	2:1
								Архив	Архив	1
					ГОСТ 2-35-15/КП ГОСТ 10316-78			ВСТ ТФК ТР-402 м. Тернопіль		

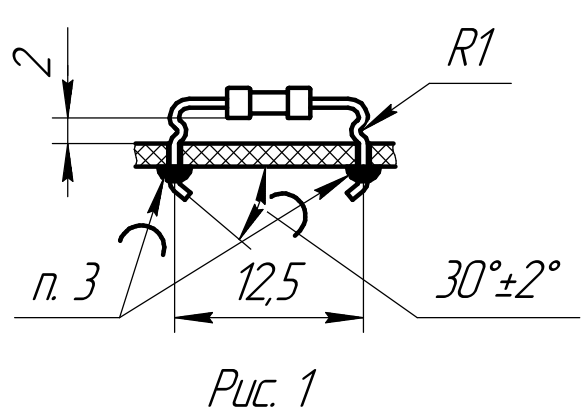
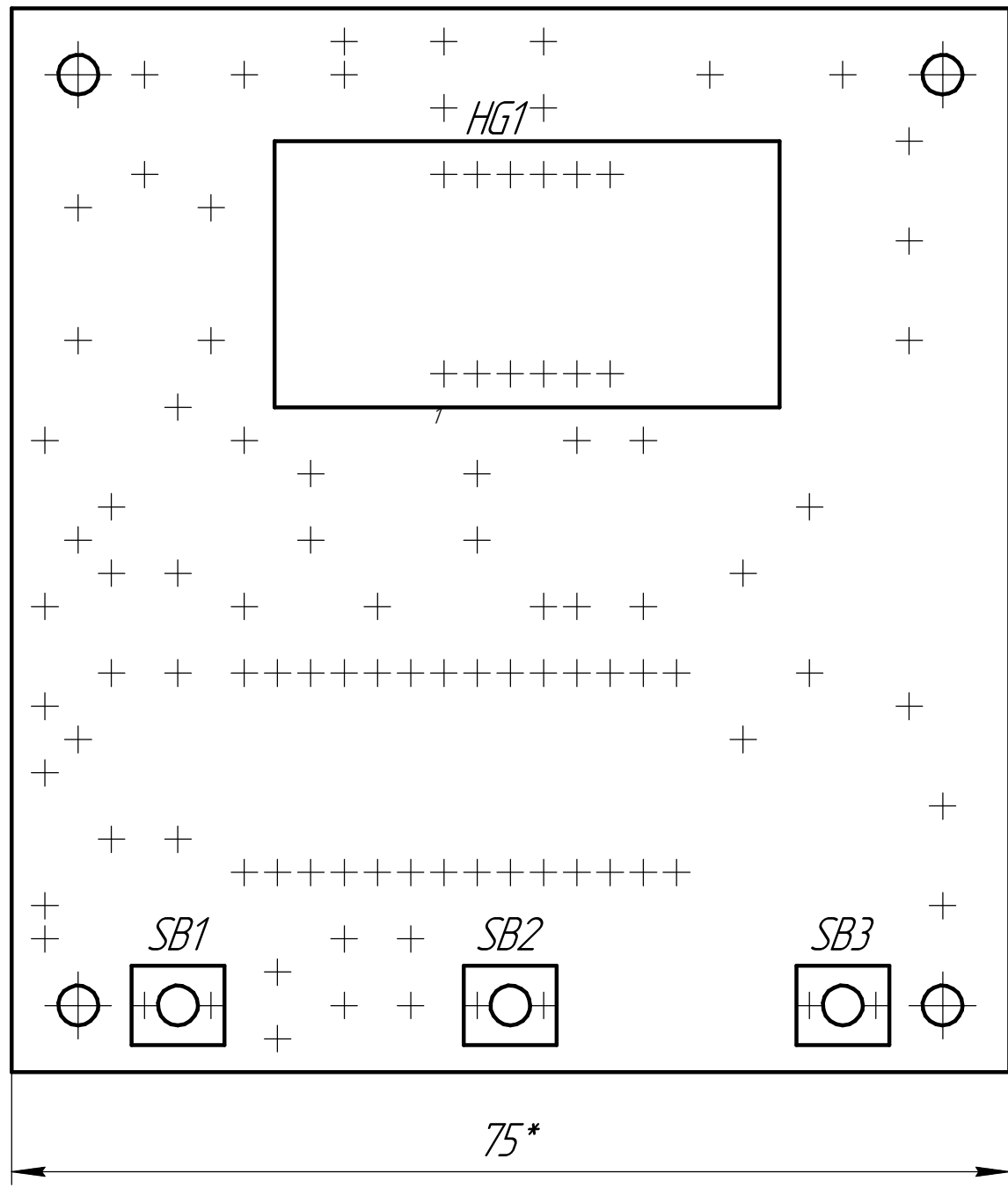
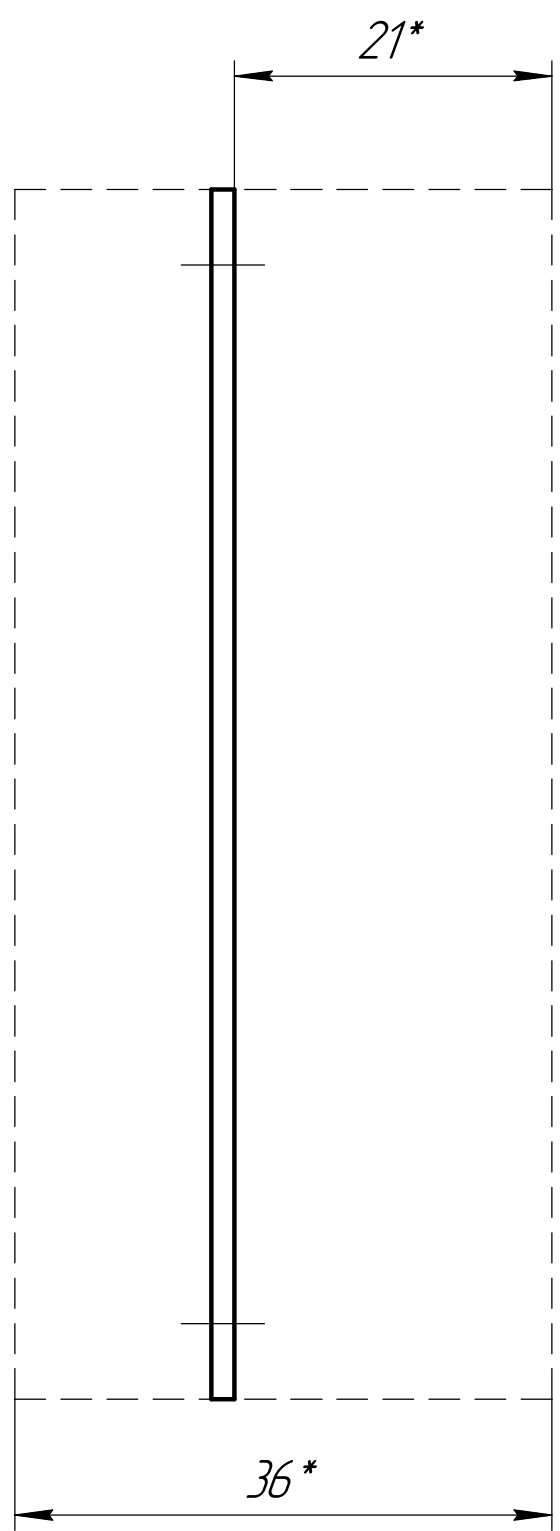
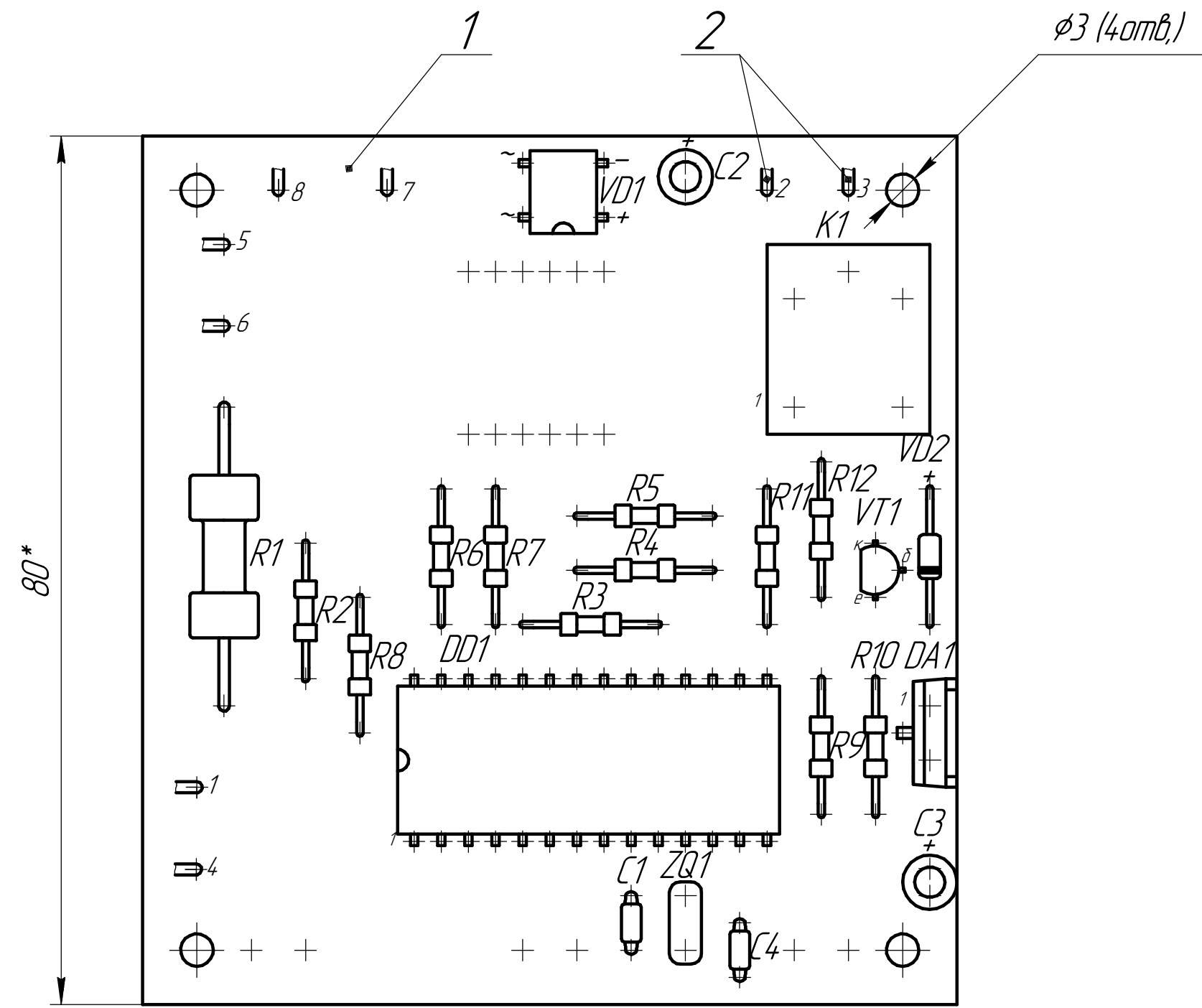


Рис. 1

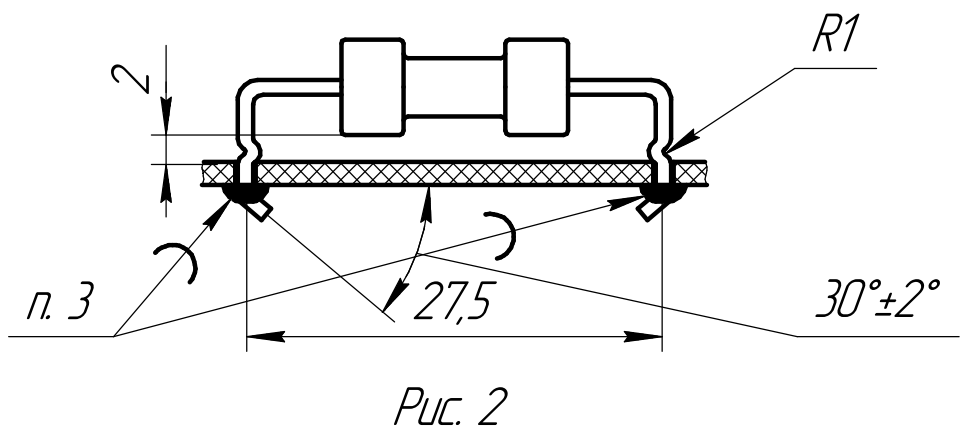


Рис. 2

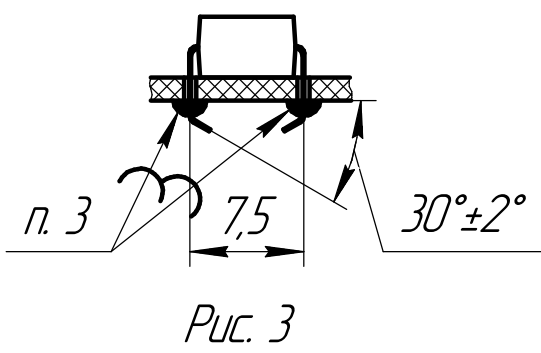


Рис. 3

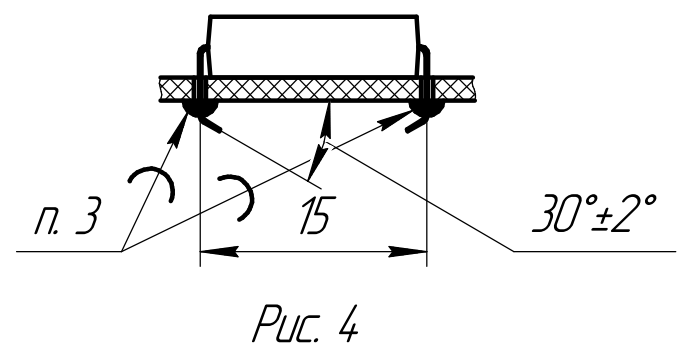


Рис. 4

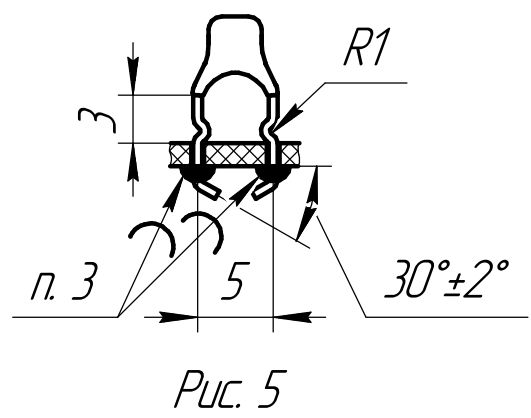


Рис. 5

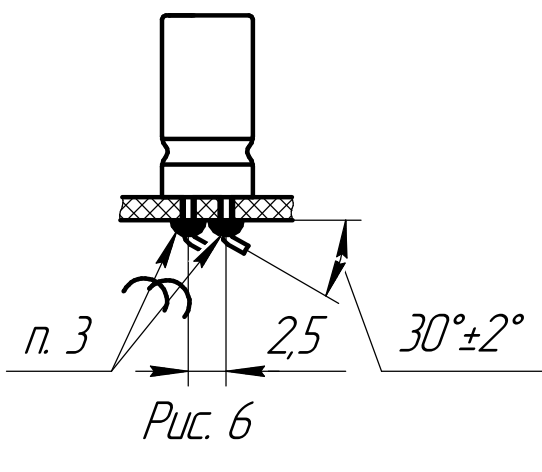


Рис. 6

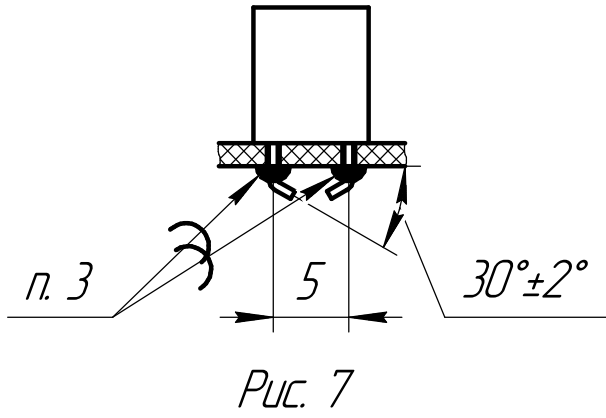


Рис. 7

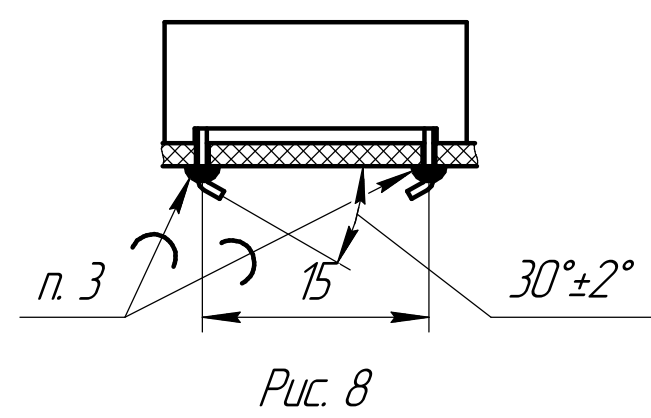


Рис. 8

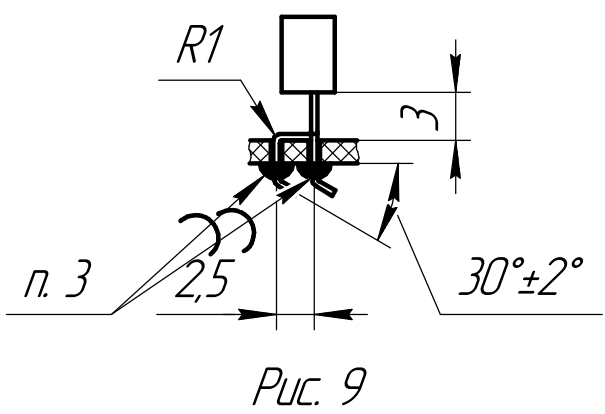


Рис. 9

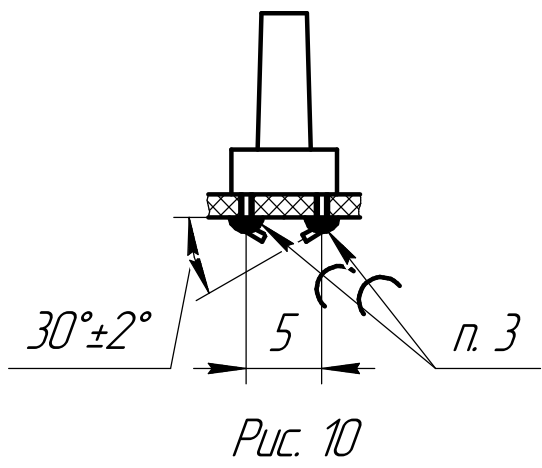


Рис. 10

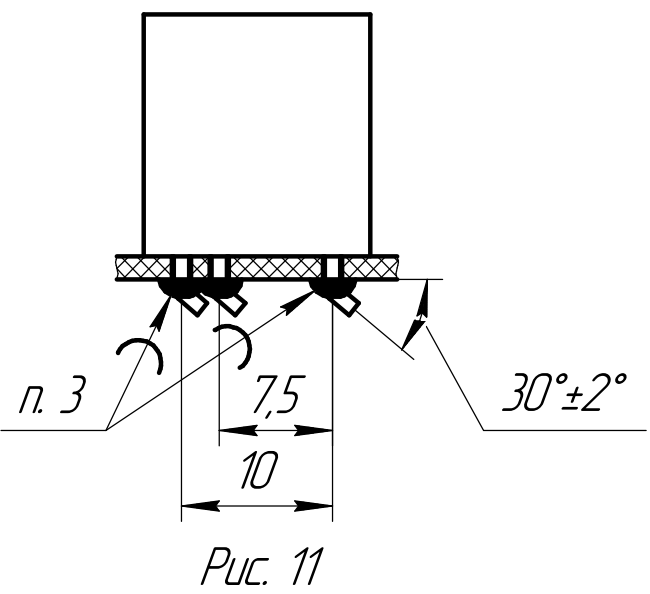


Рис. 11

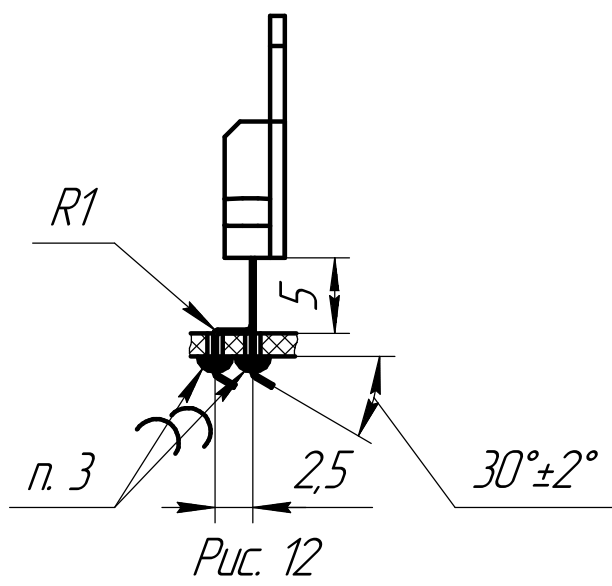
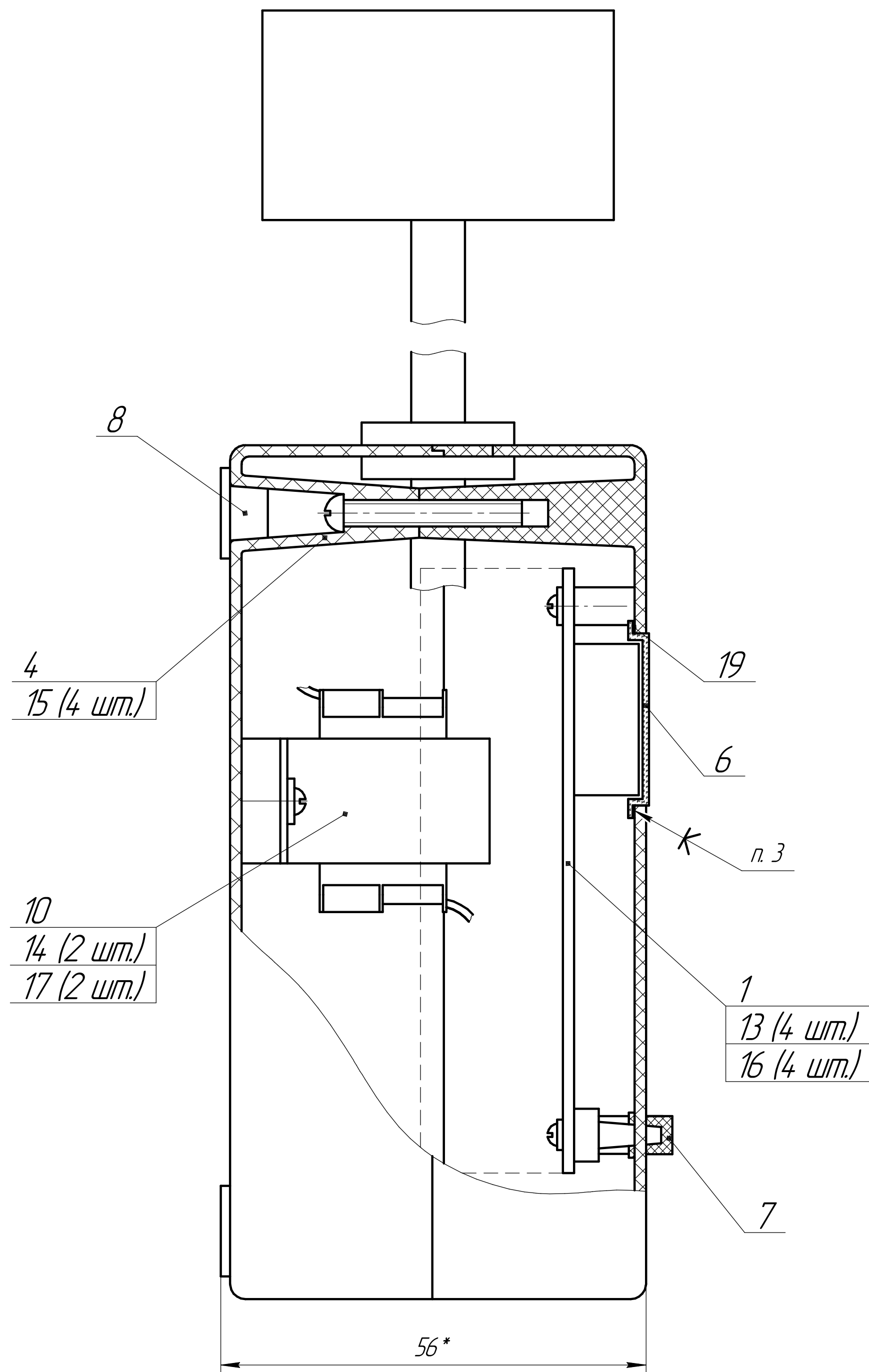
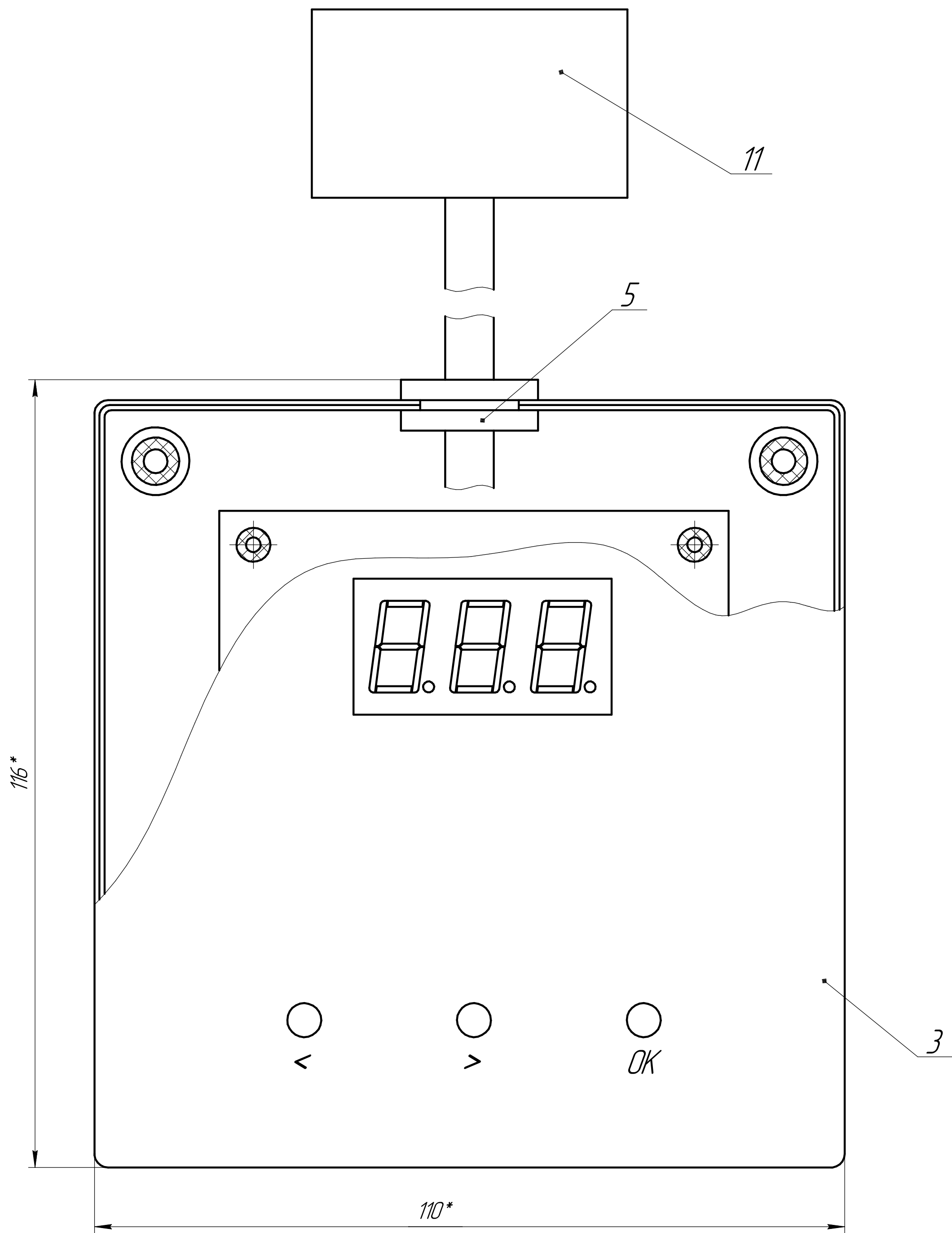


Рис. 12

- *Размеры для довідок.
- Установку і формування елементів проводити з кроком координатної сітки 2,5 мм. Елементи формувати (установка і формування елементів на рисунках показані в масштабі 2:1): R2..R12, VD2-на рис. 1; R1-на рис. 2; VD1-на рис. 3; DD1 -на рис. 4; C1, C4-на рис. 5; C2, C3-на рис. 6; ZQ1-на рис. 7; HG1-на рис.8; VT1-на рис.9; SB1..SB3-на рис.10; K1-на рис.11; DA1-на рис.12. Транзистор VT8, діод VD6 прикріпити до радіатора гвинтом поз.50.
- Паяти припоєм ПОС61 ГОСТ 21931-76.
- Заводський номер, позначення елементів маркувати фарбою ЧМ, чорна БМ, біла, ТУ029-02-859-78. Шрифт 2,5 по НО, О10, О07. Місця розміщення маркування показані умовно.
- Лакувати лаком АКА-113.
- Позначення елементів показано умовно.
- Друківні провідники умовно не показані.
- Інші вимоги по ОСТ4ГО.070.015.

					26 КР 172.402.002.001000.СК					
					Вузол друкований			Лист	Маса	Масштаб
								Н	0,06	2:1
					Складальне креслення					
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата				Аркши	Аркши	1
Розроб		Безжоробовий	Василишин					ВСП ТФК ТР-402		
Лексобр								м. Тернопіль		
Теконтр										
Нконтр		Задорожний								
Затверд										



1. * Розміри для довідок.
2. Електромонтаж здійснювати згідно з 26 КР 172.402.002.001.000 ЕЗ приладом ПОС-40 ГОСТ 21931-76.
3. Інші технічні вимоги по ОСТ.4.ГО.070.015.

					26 КР 172.402.002.004.000 СК				
					Автоматичний цифровий пристрій термостат-таймер ТТ_v10				
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата	Лист		Маса	Масштаб	
Розроб.		Безкоробиний			н		0,2	2:1	
Перевір.		Василишин			Складальне креслення				
Т.контр.									
Н.контр.		Задорожний			Архив		Архив		1
Затверд.					ВСТ ТФК ТР-402				
					м. Тернопіль				

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.					
						Документація							
		A4			26 КР 172.402.002.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів							
		A3			26 КР 172.402.002.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1						
		A1			26 КР 172.402.002.004.000 СК	Складальне креслення	1						
						Складальні одиниці							
Підпис і дата	Інв. № дубл.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.402.002.003.000 СК	Вузол друкований	1					
								Деталі					
				БК	3	26 КР 172.402.002.004.001	Верхня кришка	1					
				БК	4	26 КР 172.402.002.004.002	Нижня кришка	1					
				БК	5	26 КР 172.402.002.004.003	Втулка	1					
				БК	6	26 КР 172.402.002.004.004	Скло під дисплей	1					
				БК	7	26 КР 172.402.002.004.005	Накладка під кнопку	2					
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Підпис і дата	БК	8	26 КР 172.402.002.004.006	Заглушка	4					
								Інші вироби					
					10			Трансформатор В78386-Р1116-А, "Epcos"	1	TV1			
					11			Роз'єм 1-1103639-1 "TE Connectivity"	1	XS1			
				Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Підпис і дата	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26 КР 172.402.002.004.000
Н	1	2											
ВСП ТФК ТР-402													
м. Тернопіль													
Формат А4													
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Підпис і дата	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26 КР 172.402.002.004.000	Автоматичний цифровий пристрій, термостат-таймер ТТ_v1.0.	Літ.	Аркцш	Аркцшів
											Н	1	2
											ВСП ТФК ТР-402		
											м. Тернопіль		
											Формат А4		

[illegible]

[illegible]

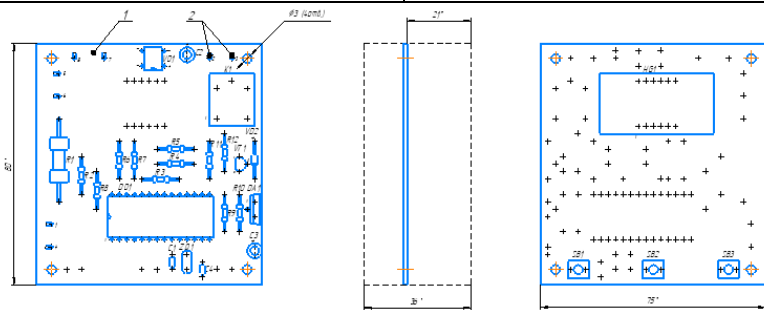
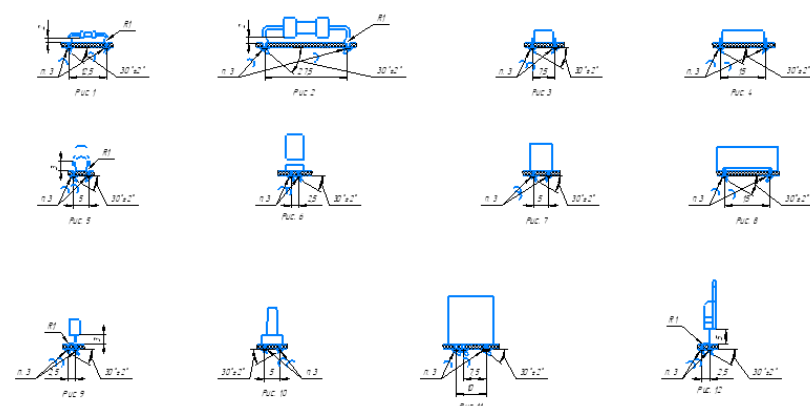
[illegible]

Дубл																	
Замість																	
Підпис																	
															Аркуш 3		
												26 КР 172.402.002.03.000			26 КР 172.402.002.03.118		
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документу								
Б	Код, назва обладнання				СМ	Проф	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	Н витр		
01	402		002	035	402002035 Залудження										0,21		
02		Тігель РТ		424231													
03		Лудити згідно ТТП			532685 (77шт)												
04		Пінцет		РТ 235641													
05		Припой ПОС-61			ГОСТ 21931-76							180	100	0,231			
06		Флюс АТІ-120			ГОСТ 32142-86							120	100	0,39			
07		Спиртобензинова суміш			ГОСТ 443-76							120	100	0,39			
08																	
09	402		002	040	402002040 Установка ЕРЕ										0,02		
10		Установку ЕРЕ проводити по ОСТ 4.010.030-81 з кроком координатної сітки 2,5мм															
11		1. Установити конденсатори поз.4(С1,С4) згідно рис.5 поз.5(С3) поз.6(С2) згідно рис.6 згідно карти ескізів по ТТП304325															
12		2. Установити мікросхеми поз. 8(DD1) згідно рис.4 поз.9(DA1)згідно рис.12 згідно карти ескізів по ТТП237658															
13		3. Установити резистори поз.15(R1) згідно рис.2 поз.14(R4..R11) поз.16(R3) поз.17(R12)поз.18(R2) згідно рис.1 згідно карти ескізів по ТТП304325															
14		4. Установити діоди поз.22(VD2) згідно рис.1 поз.12(VD1) згідно рис.3 реле поз.13(K1) згідно рис.11 гідно карти ескізів по ТТП ТТП304325															
15		5. Установити кварцовий резонатор поз.26(Z1) згідно рис.7 транзистор поз.25(VT1) згідно рис.9 гідно карти ескізів по ТТП ТТП304325															
16		Кусачки РТ			145532												
17		Пінцет РТ			265641												
18	1	Плата друкована			26 КР 172.402.002.001001						796	100	100				

[illegible]

Дубл																															
Замість																															
Підпис																															
																Аркуш 5															
												26 КР 172.402.002.03.000				26 КР 172.402.002.03.118															
А		Цех		Діл		РМ.		ОПЕР.		Код, назва операції				Позначення документу																	
Б		Код, назва обладнання								СМ		Проф		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		Н витр					
Б 01				Установка пайки хвилею АРП М6.890.001																											
0 02				Пайку проводити згідно ТТП 316530 (77шт)																											
М03				Припой ПОС-61						ГОСТ 21931-76												180		100		0,23					
04				Флюс АТ-120						ГОСТ 32142-82												120		100		0,39					
05				Спиртобензинова суміш						ГОСТ 443-76												120		100		0,39					
06																															
А07		402				002		050		4020020050 Електромонтаж																		0,004			
0 08				1. Рихтувати елементи згідно ТТП 315826 (22шт)																											
09				2. Установити перемички поз.2(4шт) згідно карти ескізів		індикатор поз.1(НГ1) згідно рис.8		кнопки поз.20(СВ1,СВ3) згідно рис.10 згідно карти																							
10		2		Перемичка						26 КР 172.402.002.001.002												796		100		900					
11		11		Цифровий індикатор		BA56-12SRWA		"Kingbright"														796		100		100					
12		20		Кнопка		KLS7-TS6601-13.0-180		"KLS"														796		100		300					
К 13				Пайку проводити згідно ТТП 316530																											
14				Електропаяльник РД 105278																											
15				Пінцет РД 235641																											
М16				Припой ПОС-61						ГОСТ 2131-76												180		100		0,06					
17				Флюс АТ-120						ГОСТ 32142-82												180		100		0,11					
18				Спиртобензинова суміш						ГОСТ 443-76												120		100		0,11					

[illegible]

Дубл.																						
Замість																						
Підпис																						
												Аркушів 7			Аркуш 7							
Розробив		Безкарвайний							ВСП ТФК ТНТУ		26 КР 172.402.002.03.000						26 КР 172.402.002.03.118					
Перевірів		Василишин																				
Нормував																						
Затвердив																						
Н. контр.		Задорожний															Н					
A	Цех	Діл	РМ	Опер	Код, назва операції					Позначення документа												
B	Код, назва обладнання					СМ	Прф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ						
K-M	Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу					Позначення, код					СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР							
 																		1 - Рамка для збірки. 2 - Існуючі / встановлені елементи продукту з краєм карданної ст. 2.8 мм. Елементи, встановлені встановлено / встановлені елементи на розмісті показані в кресленні 011.01.01.01. 3 - 10-мм діаметр, 2.8 мм діаметр, 3.0 мм діаметр, 4.0 мм діаметр, 5.0 мм діаметр, 6.0 мм діаметр, 7.0 мм діаметр, 8.0 мм діаметр, 9.0 мм діаметр, 10.0 мм діаметр, 11.0 мм діаметр, 12.0 мм діаметр. 4 - Збірка, показана в кресленні 011.01.01.01. 5 - Рамка, показана в кресленні 011.01.01.01. 6 - Рамка, показана в кресленні 011.01.01.01. 7 - Рамка, показана в кресленні 011.01.01.01. 8 - Рамка, показана в кресленні 011.01.01.01.				

Техніко – економічні показники автоматичного цифрового пристрою, термостат-таймер TT_v1.0

	<i>Технічні показники</i>			<i>Економічні показники</i>	
1	<i>Напруга живлення вхідна</i>	<i>~220..240В</i>	1	<i>Річний обсяг виробництва</i>	<i>800шт.</i>
2	<i>Струм споживання</i>	<i>0,1А</i>	2	<i>Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту</i>	<i>229125 грн</i>
3	<i>Габаритні розміри</i>	<i>116 *110 *56мм</i>	3	<i>Чистий прибуток</i>	<i>164229,6 грн</i>
4	<i>Маса</i>	<i>0,3кг</i>	4	<i>Повна собівартість на виріб</i>	<i>1088,46 грн</i>
5	<i>Інтервал регульованої температури</i>	<i>-55до+125°С</i>	5	<i>Ціна одиниці виробу</i>	<i>1338,81 грн.</i>
6	<i>Похибка вимірювання</i>	<i>±1 °С</i>	6	<i>Рентабельність виробу</i>	<i>18,86%</i>
7			7	<i>Термін окупності</i>	<i>1,61р</i>
8			8	<i>Індекс продуктивності</i>	<i>1,24</i>

Дубл.																						
Замість																						
Підпис																						
											Аркушів 4		Аркуш 1									
Розробив		Безкоровайний				ВСП ТФК ТНТУ		26 КР 172.402.002.003.000				26 КР 172.402.002.00.18										
Перевірив		Василишин																				
Нормував																						
Затвердив																						
Н. контр.		Задорожний																				
А		Цех		Діл		РМ		Опер		Код, назва операції		Позначення документа										
Б										Код, назва обладнання		СМ.	Проф	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		
01										Охорона навколишнього середовища, згідно інструкції МВЯ790831												
02																						
A 03		402				002		005		40200201 Комплектування												0,02
004										Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (29шт)												
05																						
A 06		402				002		010		40200202 Слюсарно-складальна												0,026
Б 07										Пневмоверт РД 532964												
008										Складання проводити по ТТП 231587												
09										1. Кріпити друкований вузол поз.1 до верхньої кришки поз.3 гвинтами поз.13(4шт) через шайбу поз.16(4шт) згідно карти ескізів												
10										2. Кріпити розєм поз.11(XS1) через втулку поз.5(1шт) у місці з'єднання двох кришок накладку під кнопку поз.7 (2шт)згідно карти ескізів												
11										3. Кріпити трансформатор поз.10(TV1) до нижньої кришки поз.4 гвинтами поз.14(2шт) через шайбу поз.17(2шт) згідно карти ескізів												
12										4. Кріпити скло під дисплей поз.6 клеєм поз.19 згідно карти ескізів												
К 13		1								Друкований вузол		26 КР 172.402.002.003.000		СК				796	100	100		
14		3								Верхня кришка		26 КР 172.402.002.004.001						796	100	100		

Дубл																							
Замість																							
Підпис																							
																Аркуш 2							
																26 КР 172.402.002.003.000				26 КР 172.402.002.00.18			
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документу														
Б	Код, назва обладнання				СМ	Проф	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	Н витр								
01	4	Нижня кришка			26 КР 172.402.002.004.002							796	100	100									
02	5	Втулка			26 КР 172.402.002.004.003							796	100	100									
03	6	Скло під індикатор			26 КР 172.402.002.004.004							796	100	100									
04	7	Накладка під кнопку			26 КР 172.402.002.004.005							796	100	200									
05	10	Трансформатор			B78386-P1116-A,				"Epcos"				796	100	100								
06	11	Роз'єми			1-1103639-1				"TE Connectivity"				796	100	100								
07	13	Гвинт			Г2,5-6gx5				ГОСТ 17473-80				796	100	400								
08	14	Гвинт			Г3,5-6gx8				ГОСТ 17473-80				796	100	400								
09	10	Шайба			2,5				ГОСТ 10450-78				796	100	400								
10	17	Шайба			3,5				ГОСТ 10450-78				796	100	400								
11	402		002	015	40200203 Електромонтаж											0,006							
12		Електромонтаж здійснювати по ТТП 316530 (4шт)																					
13		Пінцет РД 235641																					
14		Електропаяльник РД 105278																					
15		1. Паяти перемички до роз'єму поз.11(XS1) до трансформатора поз.10(TV1)																					
16		Припой ПОС-61											180	100	0,12								
17		Флюс АТІ-120											180	100	0,12								
18		Спиртобензинова суміш											180	100	0,12								

[illegible]

