

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 ЗАПISKA

до кваліфікаційної роботи

фаховий молодший бакалавр

(освітньо-професійний ступінь)

на тему: Розробка конструкції зарядного пристрою для акумуляторів

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

Литва Вадим

Спеціальність: 172 «Електронні комунікації та
радіотехніка»

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

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Крочак Валентин

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

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

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи

керівник кваліфікаційної роботи _____,
(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 Методи боротьби зі шкідливими речовинами на виробництві
 - 4.2 Мікроклімат виробничих приміщень та його параметри
- Висновки
- Перелік посилань
- Додатки

Додаткові вказівки:

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

без виготовлення макета

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

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

7. Дата видачі завдання 20 квітня 2026 р.

Студент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....

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

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

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

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....

2.1 Розрахунково-конструкторська частина.....

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності).....

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою.....

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

2.2 Технологічна частина.....

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології.....

2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції.

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Литва			Розробка конструкції зарядного пристрою для аккумуляторів Пояснювальна записка	Лім.	Арк.
Перевір.		Крочак					
Рецензент						ВСП ТФК ТНТУ ТР-403 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	Методи боротьби зі шкідливими речовинами на виробництві.....
4.2	Мікроклімат виробничих приміщень та його параметри
ВИСНОВКИ.....	
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	
ДОДАТКИ.....	

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Литва В.Р. Розробка конструкції зарядного пристрою для акумуляторів: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійний ступінь фаховий молодший бакалавр, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026.

Друкована плата двостороння, елементи на платі розташовані дуже компактно, і тому розміри плати мінімальні 55*75 мм. Всі елементи розташовані на одній стороні, на іншій стороні не присутні елементи.

Корпус пристрою виконаний із пластмаси та складається з верхньої і нижньої кришок типу «корито», що забезпечує простоту виготовлення та збирання. Така конструкція дозволяє зменшити собівартість виробу та забезпечує достатню механічну міцність. До нижньої частини корпусу кріпиться друкована плата з розміщеними основними елементами схеми, яка фіксується за допомогою чотирьох гвинтів і шайб, що гарантує надійність монтажу та стійкість до вібрацій.

У місці з'єднання двох половин корпусу передбачено встановлення гнізда живлення XS1 та вихідних клем для підключення навантаження. Для зручності монтажу та подальшого обслуговування у корпусі передбачені спеціальні кріпильні отвори. Габаритні розміри корпусу становлять 103 × 83 × 45 мм, що забезпечує компактність виробу при збереженні необхідної функціональності.

Ключові слова: зарядний пристрій, напруга, струм, акумулятори, полярність .

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Litva V.R. Development of a battery charger design: qualification work for obtaining the educational and professional degree of junior bachelor, specialty 172 Telecommunications and radio engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026.

The printed circuit board is double-sided, the elements on the board are located very compactly, and therefore the board dimensions are minimal 55*75 mm. All elements are located on one side, there are no elements on the other side.

The device body is made of plastic and consists of upper and lower covers of the "trough" type, which ensures ease of manufacture and assembly. This design allows you to reduce the cost of the product and provides sufficient mechanical strength. A printed circuit board with the main elements of the circuit is attached to the lower part of the body, which is fixed with four screws and washers, which guarantees reliable installation and resistance to vibrations.

At the junction of the two halves of the housing, an XS1 power socket and output terminals for connecting the load are provided. For ease of installation and subsequent maintenance, special mounting holes are provided in the housing. The overall dimensions of the housing are $103 \times 83 \times 45$ mm, which ensures the compactness of the product while maintaining the necessary functionality.

Keywords: charger, voltage, current, batteries, polarity.

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП. Призначення та область застосування радіопристрою

Проектований виріб являє собою імпульсний зарядний пристрій, призначений для заряджання акумуляторних батарей постійним струмом із можливістю контролю та регулювання режимів заряджання. Пристрій забезпечує стабільне значення зарядного струму, високу ефективність перетворення електричної енергії та захист від перевантажень по струму.

Основним призначенням зарядного пристрою є відновлення ємності акумуляторних батарей, підтримання їх працездатності та продовження терміну експлуатації. Завдяки застосуванню імпульсного понижуючого перетворювача пристрій характеризується низькими втратами потужності, компактними розмірами та високим коефіцієнтом корисної дії.

Область застосування виробу охоплює побутову, автомобільну та лабораторну техніку, де використовуються акумуляторні батареї з кількістю елементів від 5 до 15. Пристрій може використовуватися для заряджання свинцево-кислотних, нікель-кадмієвих, нікель-металогідридних та інших типів акумуляторів, параметри яких відповідають технічним характеристикам зарядного пристрою.

Зарядний пристрій може експлуатуватися в майстернях, сервісних центрах, лабораторіях, навчальних закладах, а також у побутових умовах для обслуговування автономних джерел живлення. Передбачена можливість живлення як від мережевого адаптера, так і від автомобільної акумуляторної батареї, що розширює сферу його практичного використання.

Виріб призначений для роботи в закритих приміщеннях за температури навколишнього середовища від +5 °C до +40 °C та відносної вологості повітря до 80 % без конденсації вологи [1].

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні дані проєктованого пристрою:

Напруга живлення+10.5...28В;
Максимальний зарядний струм до 1,5 А;
Кількість елементів акумуляторної батареї 5–15;
ККД перетворювача до 96 %;
Тип перетворювача імпульсний понижуючий;
Захист від перевищення струму наявний;
Тип силових ключів МОП-транзистори з n-каналом;
Робоча температура від +5 °С до +40 °С;
Відносна вологість повітря до 80 %;
Споживана потужність до 70 Вт.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

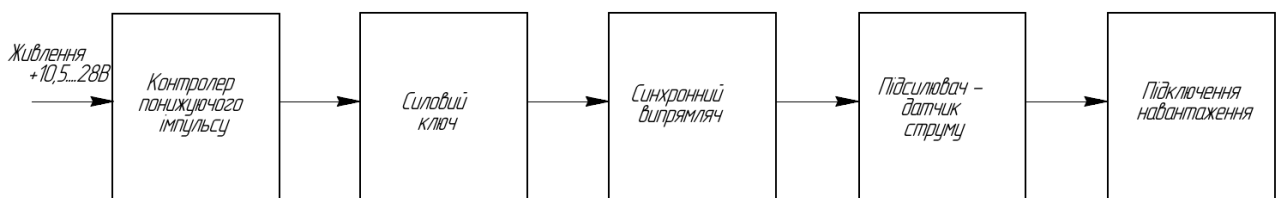


Рисунок 1.1- Схема електрична структурна

Структурна схема зарядного пристрою побудована за принципом послідовного перетворення та контролю енергії, що надходить від зовнішнього джерела живлення, з метою забезпечення стабільного та безпечного процесу заряджання акумулятора. Вона складається з кількох функціональних блоків, які взаємодіють між собою, формуючи замкнену систему керування.

Вхідне живлення – джерело постійної або змінної напруги (мережа ~220 В чи автомобільна система 12 В), що подається на пристрій.

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Понижуючий імпульсний контролер – формує оптимальну напругу для заряджання, використовуючи широтно-імпульсну модуляцію (ШІМ).

Силовий ключ – транзисторний елемент, який комутує струм відповідно до сигналів контролера.

Синхронний випрямляч – перетворює імпульсну напругу у стабільний постійний струм з мінімальними втратами.

Датчик струму – підсилювач вимірює величину зарядного струму та передає сигнал зворотного зв'язку до контролера.

Підключення навантаження – вихідні клеми для акумулятора, де реалізується процес заряджання.

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

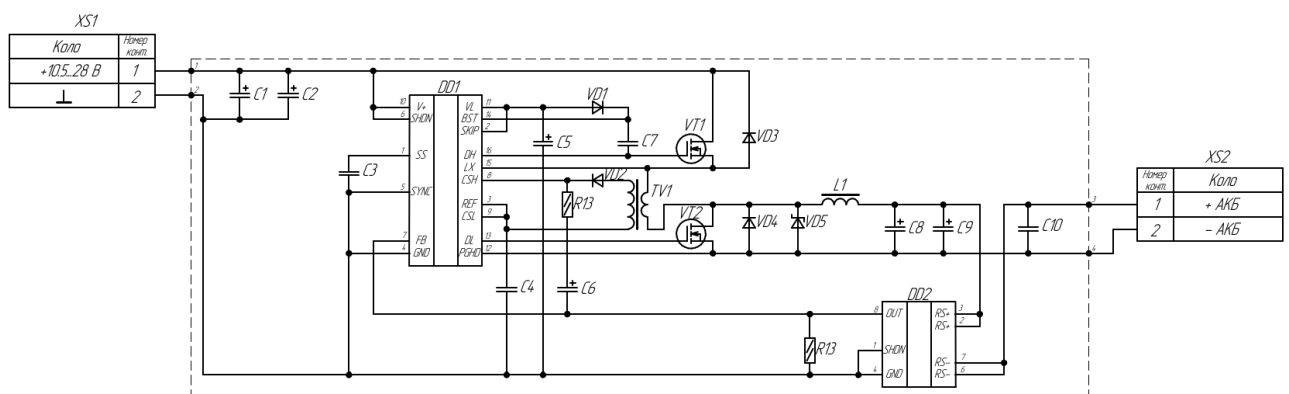


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

Розроблене джерело струму для заряджання акумуляторних батарей забезпечує вихідний струм до 1,5 А при коефіцієнті корисної дії до 96 %. Пристрій може живитися як від мережевого адаптера, так і від автомобільної акумуляторної батареї. Вимірювання зарядного струму здійснюється у позитивній шині живлення, завдяки чому робота зарядного пристрою не впливає на опір загальної шини («маси») автомобільної електросистеми.

Пристрій призначений для роботи з акумуляторними батареями, що складаються з 5–15 елементів. Діапазон вхідної напруги становить від 28 В до

значення, яке лише на 1,5 В перевищує напругу повністю зарядженої батареї. Формування зарядного струму здійснюється мікросхемою DD1, яка являє собою контролер понижуючого імпульсного перетворювача напруги зі струмовим режимом керування. Контролер працює разом із зовнішнім силовим ключем VT1 та синхронним випрямлячем VT2.

Транзистори VT1 і VT2 є МОП-транзисторами з n-каналом. Завдяки низькому опору відкритого каналу їх використання дозволяє суттєво підвищити ефективність перетворення порівняно з транзисторами р-канального типу. Для керування затвором транзистора VT1 у складі мікросхеми DD1 передбачено вузол підвищення напруги. Крім того, контролер здійснює моніторинг струму через транзистор VT1 за допомогою резистора R1 та автоматично вимикає ключ у разі перевищення допустимого значення струму.

Для зменшення втрат потужності в схемі використовується струмовий трансформатор TV1, який подає на резистор R1 лише частину струму, що протікає через транзистор VT1. У позитивний вихідний провід увімкнено мікросхему DD2 — підсилювач-датчик струму. На її виході формується сигнал, пропорційний $1/2000$ струму, який проходить через внутрішній шунт між виводами RS+ та RS-. Напруга, що утворюється на резисторі R2, використовується як сигнал зворотного зв'язку для контролера DD1.

Реалізація цифрового регулювання зарядного струму можлива шляхом підключення замість резистора R2 набору резисторів, які комутуються за допомогою МОП-транзисторів типу 2N7002. Опір відкритого каналу цих транзисторів становить близько 7,5 Ом і практично не впливає на роботу схеми, оскільки струм через канал не перевищує 1,25 мА. Це забезпечує похибку встановлення вихідного струму менше 0,5 %.

Коефіцієнт корисної дії пристрою досягає 96 %. Зі збільшенням вихідної напруги підвищуються як ефективність роботи, так і вихідна потужність, оскільки власне споживання схеми, яке переважно визначається мікросхемою DD1 та силовими МОП-транзисторами, залишається майже незмінним.

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки вихідна напруга понижуючого перетворювача не може перевищувати вхідну напругу VIN, схема не містить спеціального захисту від перевантаження по напрузі. Для коректної роботи підсилювача-датчика струму DD2 напруга живлення VOUT повинна бути не меншою за 4 В [1].

					26 КР 172.403.016.000.000 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 зарядного пристрою виконано з урахуванням вимог компактності, технологічності, надійності та зручності експлуатації. Основним конструктивним вузлом виробу є друкована плата розмірами 75×55 мм, на якій розміщені всі основні електронні компоненти. Більшість елементів встановлено на одній стороні плати, що спрощує процес монтажу, контролю якості та подальшого обслуговування виробу.

Під час компонування забезпечено мінімальну довжину друкованих провідників, що дозволяє зменшити паразитні ємності та індуктивності, покращити електромагнітну сумісність і стабільність роботи зарядного пристрою. Силові елементи розташовані з урахуванням теплового режиму, а компоненти з підвищеним тепловиділенням віддалені від чутливих електронних вузлів. Таке розташування забезпечує ефективне відведення тепла та підвищує надійність роботи виробу.

Друкована плата встановлюється в нижній частині корпусу та закріплюється за допомогою чотирьох гвинтів із шайбами. У місці стику верхньої та нижньої частин корпусу розміщені гніздо живлення XS1 та вихідні клеми для підключення навантаження. Конструкція корпусу забезпечує зручний доступ до основних вузлів при виконанні профілактичних робіт, налагодження та ремонту.

Для виготовлення друкованої плати обрано двосторонній фольгований склотекстоліт СФ2-35-ІКП товщиною 1,5 мм. Даний матеріал характеризується високою механічною міцністю, добрими електроізоляційними властивостями, стійкістю до впливу вологи та температурних навантажень, що забезпечує надійну роботу виробу протягом тривалого часу.

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Корпус зарядного пристрою виготовляється з ударостійкої пластмаси. Використання пластмасового корпусу дозволяє зменшити масу виробу, спростити технологію виготовлення, забезпечити електробезпеку користувача та захистити внутрішні вузли від механічних пошкоджень. Крім того, пластмаса має достатню міцність і корозійну стійкість, що позитивно впливає на довговічність пристрою.

Провідниковий рисунок друкованої плати виконаний із мідної фольги товщиною 35 мкм. Для підвищення надійності електричних з'єднань та захисту від окиснення застосовується металізація отворів і лудіння контактних майданчиків. Таке покриття покращує паяльні властивості, знижує контактний опір і підвищує довговічність друкованого монтажу.

Отже, вибрані конструкційні матеріали та покриття забезпечують необхідні механічні, електричні та експлуатаційні характеристики зарядного пристрою, а також відповідають вимогам сучасного виробництва радіоелектронної апаратури.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Конструкція проектного зарядного пристрою розроблена з урахуванням вимог технологічності виготовлення, надійності експлуатації, ремонтпридатності та мінімізації габаритів виробу.

Корпус пристрою виконаний із пластмаси та складається з верхньої і нижньої кришок типу «корито», що забезпечує простоту виготовлення та збирання. Така конструкція дозволяє зменшити собівартість виробу та забезпечує достатню механічну міцність. До нижньої частини корпусу кріпиться друкована плата з розміщеними основними елементами схеми, яка фіксується за допомогою чотирьох гвинтів і шайб, що гарантує надійність монтажу та стійкість до вібрацій.

У місці з'єднання двох половин корпусу передбачено встановлення гнізда живлення XS1 та вихідних клем для підключення навантаження. Для

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зручності монтажу та подальшого обслуговування у корпусі передбачені спеціальні кріпильні отвори. Габаритні розміри корпусу становлять 103 × 83 × 45 мм, що забезпечує компактність виробу при збереженні необхідної функціональності.

Основним функціональним вузлом виробу є друкована плата, виготовлена з двостороннього фольгованого склотекстоліту СФ2-35-ІКП (ГОСТ 10316-78) товщиною 1,5 мм. Габаритні розміри плати становлять 75 × 55 мм. Більшість радіоелементів розміщені на одній стороні плати, що спрощує монтаж, а також підвищує технологічність складання. Друга сторона плати не містить елементів, що зменшує ризик коротких замикань і полегшує діагностику.

У виробі застосовано комбінований метод виготовлення друкованої плати, який передбачає формування провідникового рисунка шляхом травлення фольгованого діелектрика з подальшою металізацією отворів. Така технологія забезпечує високу надійність електричних з'єднань, підвищену механічну міцність та покращену електричну провідність між шарами плати.

Особлива увага під час проектування приділена компоновці елементів, оскільки вона визначає не лише зовнішній вигляд, але й експлуатаційні характеристики, тепловий режим та ремонтпридатність пристрою. Рациональне розміщення компонентів дозволяє зменшити довжину провідників, що, у свою чергу, знижує паразитні ємності та індуктивності і підвищує стабільність роботи імпульсного перетворювача.

Конструкція корпусу забезпечує захист внутрішніх елементів від механічних впливів під час експлуатації та транспортування, а також частковий захист від пилу. Передбачено можливість доступу до основних вузлів для проведення обслуговування, налаштування та ремонту, що підвищує ремонтпридатність виробу.

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час компонування друкованої плати дотримано основних принципів технологічного проектування:

- мінімізовано довжину друкованих провідників;
- силові елементи розміщені з урахуванням теплового режиму;
- тепловіділяючі компоненти віддалені від чутливих мікросхем;
- забезпечено раціональний розподіл струмових шляхів;
- передбачено зручний доступ до контрольних точок та регулювальних елементів;
- інтегральні мікросхеми орієнтовані з урахуванням напрямку тепловідведення.

Монтаж елементів зі штировими виводами виконується шляхом встановлення їх у монтажні отвори друкованої плати з подальшим формуванням виводів та фіксацією перед пайкою. Пайка здійснюється методом хвильового паяння або ручним способом, що забезпечує високу якість електричних з'єднань та підвищує продуктивність складання.

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1 - Конденсатор типу ЕСАР [2]

Позиційне позначення	C1, C2,C5,C6,C8,C9
Назва компонента	Конденсатор ЕСАР
Виробник	"Jamicon"
Критерії вибору	Ємність, струм, габарити
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга	25 В, 35В
Номінальна ємність	22 мкФ, 4,7мкФ, 33мкФ
Допуск ємності	± 20%
Розмір	13 x 13 x 20 мм
Робоча температура	-55 ... 105 ° С
Тангенс кута втрат	0,14%

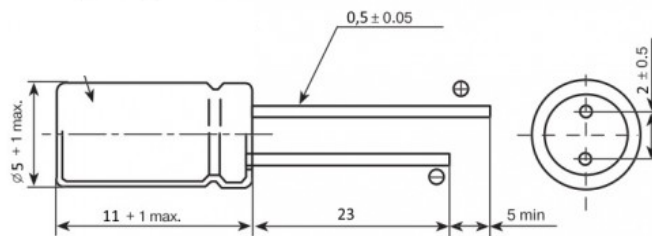


Рисунок 2.1 - Габаритні розміри конденсатора типу ECAP

Таблиця 2.2 - Резисторів MFP [3]

Позиційне позначення	R1-R2
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

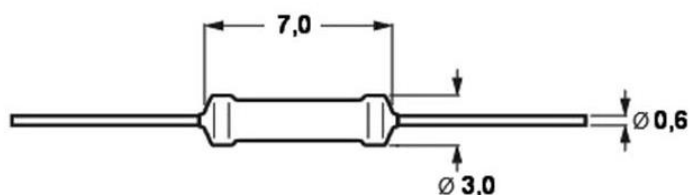


Рисунок 2.2 - Габаритні розміри резисторів MFP "Yageo"

Таблиця 2.3 - Конденсатор NPO [4]

Позиційне позначення	C3, C4, C7, C10
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

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ

Арк.

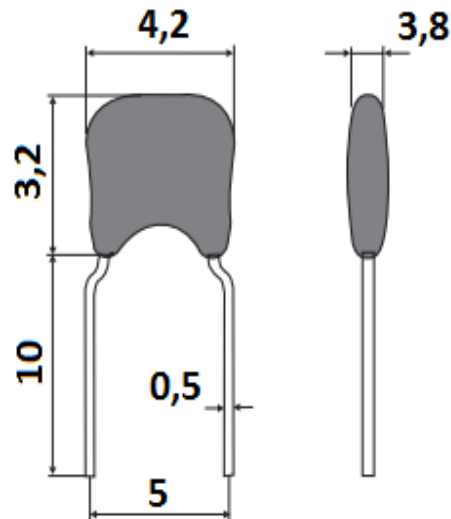


Рисунок 2.3 - Габаритні розміри конденсатора NPO

Таблиця 2.4 - Діод 1N4148 [5]

Позиційне позначення	VD1-VD4
Назва компонента	Діод 1N4148
Виробник	"Diotec"
Критерії вибору	Струм, корпус, напруга пробою
Параметри та характеристики	
Потужність розсіювання	0.5 Вт
Мінімальна напруга стабілізації	9.4 В
Максимальна напруга стабілізації	10,6 В
Статичний опір R _{ст}	-55 ... 105 ° C
Максимальний струм стабілізації I _{ст.Макс}	40мА
Робоча температура	-55 ... 200 °C
Корпус	do35



Рисунок 2.4 – Габаритні розміри діода 1N4148

Таблиця 2.5 - Транзистор ZVN2106A "Diodes Incorporated" [6]

Позиційне позначення	VT1-VT2
Назва компонента	Транзистор ZVN2106A
Виробник	"Diodes Incorporated"
Критерії вибору	Тип, структура, струм, напруга, підсилення
Параметри та характеристики	
Тип транзистора	NPN
Максимальна напруга колектор-емітер (V_{ce})	до 40 В
Максимальна напруга емітер-база (V_{eb})	до 6 В
Імпульсний струм	до 800 мА
Коефіцієнт підсилення струму (h_{FE}):	приблизно 100–300
Частота переходу (f_T):	~250 МГц
Максимальна розсіювана потужність	~500 мВ
Корпус	TO-92
Температурний діапазон	приблизно $-55...+150\text{ }^{\circ}\text{C}$

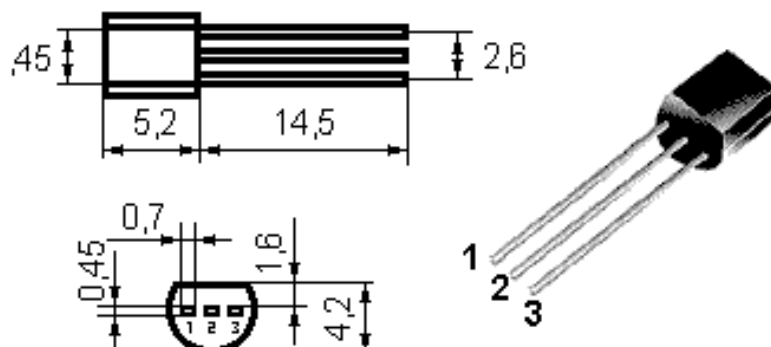


Рисунок 2.5 – Габаритні розміри транзистора ZVN2106A

Таблиця 2.6 - Роз'єм DS-025B "Dragon City" [7]

Позиційне позначення	XS1
Назва компонента	Роз'єм DS-025B "Dragon City"
Виробник	"Dragon City Industries"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм
Параметри та характеристики	
Зовнішній діаметр штекера	5,5 мм
Внутрішній діаметр штекера	2,1 мм
Номинальна напруга	до 30 В DC
Температурний діапазон	$-25...+70\text{ }^{\circ}\text{C}$
Номинальний струм	до 2–5 А

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ

Арк.



Рисунок 2.6 - Зовнішній вигляд роз'єму DS-025B "Dragon City"

Таблиця 2.7 -Трансформатор В78386-Р1116-А [8]

Позиційне позначення	TV1
Назва компонента	В78386-Р1116-А
Виробник	Kingbright
Критерії вибору	Кількість витків, вихідна напруга та вихідний струм
Параметри та характеристики	
вихідна напруга	15В
вихідний струм	1А
напруга живлення	220В
допустимі відхилення вторинних напруг	±5%

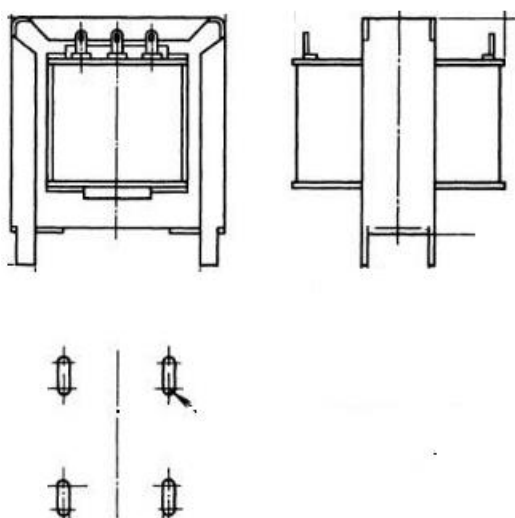


Рисунок 2.7– Зовнішній вигляд трансформатора В78386-Р1116-А "

Таблиця 2.8 - Діод 1.5KE6.8A "SUNMATE" [9]

Позиційне позначення	VD5
Назва компонента	Діод 1.5KE6.8A
Виробник	"SUNMATE"
Критерії вибору	Струм, корпус, напруга, струм
Параметри та характеристики	
матеріал	кремній
Максимальна постійна зворотна напруга, В	40
Максимальний прямий (випрямлений за напівперіод) струм, А	1
Максимально допустимий прямий імпульсний струм, А	25
Максимальний зворотний струм, мкА 25гр	1000
Максимальна пряма напругу, В	0.6
Загальна ємність Сд, пФ	110
Робоча температура, С	-65 ...125
корпус	do41

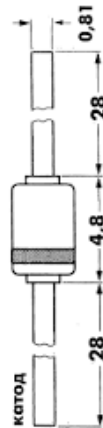


Рисунок 2.8 – Габаритні розміри діода 1.5KE6.8A

Таблиця 2.9 – Мікросхема MAX797EPЕ "Maxim" [10]

Позиційне позначення	DD1
Назва компонента	Мікросхема MAX797EPЕ
Виробник	"Maxim"
Критерії виробу	Струм та вхідна напруга, параметри,
Параметри та характеристики	
Корпус	DIP-16
Вхідна напруга	4,5–30 В
Вихідна напруга	Регульована 2,5–6 В; фіксовані 3,3 В та 5 В
Частота ШІМ	150/300 кГц (фіксована)
Споживання	375 мкА
Вихідний струм	До 10 А

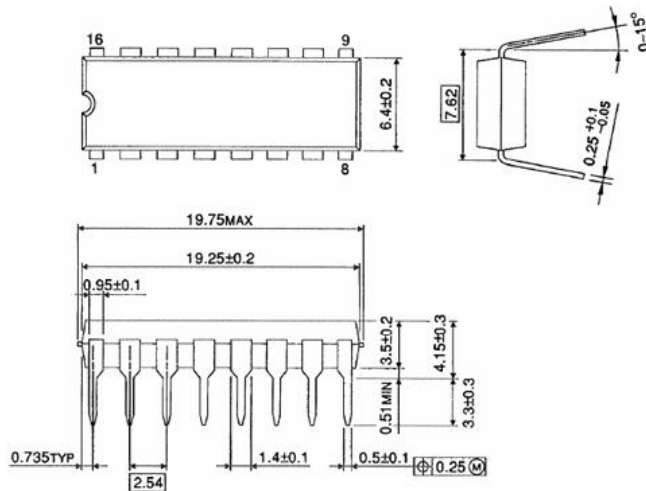


Рисунок 2.9 - Габаритні розміри мікросхеми MAX797EP

Таблиця 2.10 - Мікросхема MAX471CPA [11]

Позиційне позначення	DD2
Назва компонента	Мікросхема MAX471CPA
Виробник	"Maxim"
Критерії вибору	Вхідна напруга, вихідна напруга, струм вхідний
Параметри та характеристики	
Корпус	DIP-8
Діапазон живлення	3–36 В
Внутрішній шунт	Вбудований, точність ±2%
Максимальний струм	До 3 А
Температурний діапазон	0...+70 °C
Розсіювана потужність	До 1,4 Вт
Споживання	100 мкА

8-pin plastic DIP
(DIP-8P-M01)

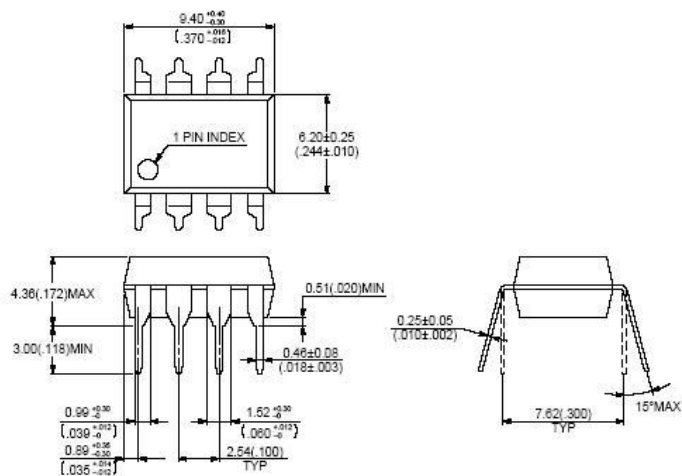


Рисунок 2.10 – Габаритні розміри мікросхеми MAX471CPA

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.11 - Дросель FWDR1415B "Ferriwo" [12]

Позиційне позначення	L2-L3
Назва компонента	Дросель FWDR1415B-10 мкГн $\pm 10\%$ "Ferriwo"
Виробник	" Ferriwo "
Критерії вибору	Струм, напруга, розміри, матеріал
Параметри та характеристики	
серія ес	24
Допуск номінальної індуктивності, %	20
Максимальний постійний струм, мА	700
Активний опір, Ом	0.085
Добротність, Q	30
Робоча температура, С	-20 ... 100

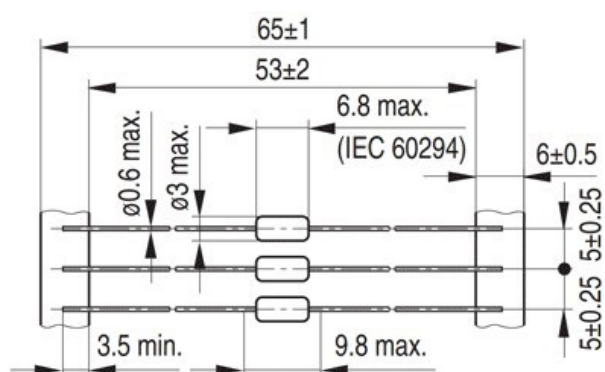


Рисунок 2.11 - Габаритні розміри індуктивності FWDR1415B Ferriwo

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

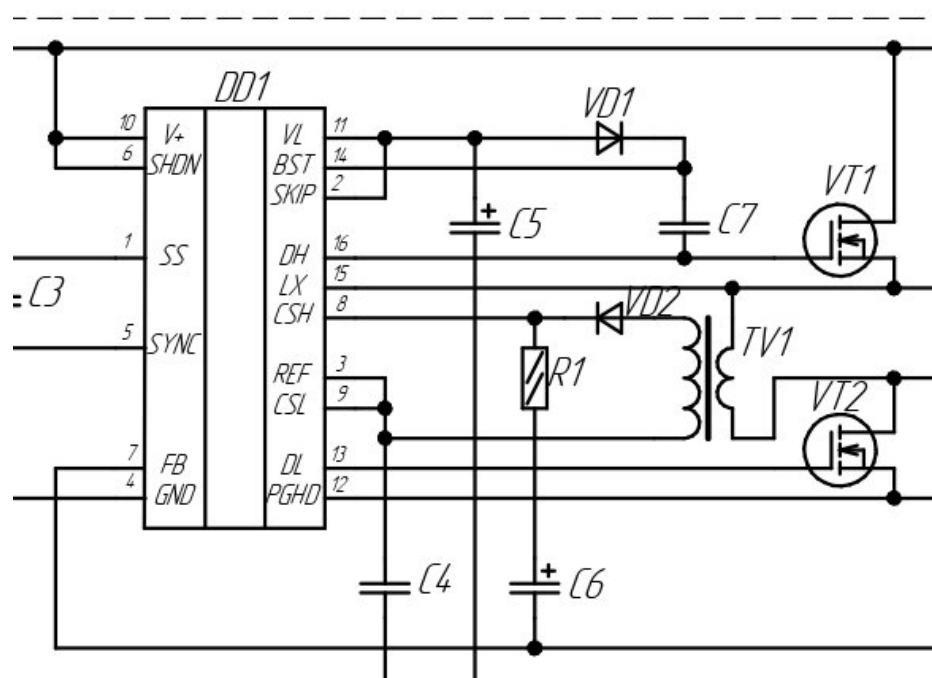


Рисунок 2.12 - Схема принципова підключення DD1

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 KP 172.403.016.000.000 ПЗ

Арк.

Для оцінки роботи силової частини перетворювача виконано розрахунок коефіцієнта заповнення, потужності розсіювання верхнього та нижнього силових транзисторів, а також коефіцієнта заповнення нижнього транзистора в режимі короткого замикання. Отримані результати дозволяють оцінити ефективність і тепловий режим роботи силових ключів.

Коефіцієнт заповнення (DUTY)

$$V_Q = I_{LOAD} \times R_{DS(ON)} = 1,5 \times 0,3 = 0,45 \text{ В} \quad (2.1)$$

$$DUTY = \frac{V_{OUT} + V_{Q2}}{V_{IN} - V_{Q1}} = \frac{12 + 0,45}{28 - 0,45} = \frac{12,45}{27,55} \approx 0,452$$

Розсіювана потужність верхнього транзистора VT1 (Q1)

$$P_{D(upper)} = I_{LOAD}^2 \cdot R_{DS(ON)} \cdot DUTY + V_{IN} \cdot I_{LOAD} \cdot f \cdot \left(\frac{V_{IN} \cdot C_{RSS}}{I_{GATE}} + 20 \text{ нс} \right) \quad (2.2)$$

Кондуктивні (I^2R) втрати:

$$P_{cond} = 1,5^2 \times 0,3 \times 0,452 = 2,25 \times 0,3 \times 0,452 \approx 0,305 \text{ Вт}$$

Перемикальні втрати:

$$t_{sw} = \frac{28 \times 20 \times 10^{-12}}{1} + 20 \times 10^{-9} = 560 \times 10^{-12} + 20 \times 10^{-9} \approx 20,56 \text{ нс}$$

$$P_{sw} = 28 \times 1,5 \times 150000 \times 20,56 \times 10^{-9} \approx 28 \times 1,5 \times 0,003084 \approx 0,130 \text{ Вт}$$

$$P_{D(VT1)} = 0,305 + 0,130 \approx 0,435 \text{ Вт}$$

Розсіювана потужність нижнього транзистора VT2 (Q2)

$$P_{D(lower)} = I_{LOAD}^2 \cdot R_{DS(ON)} \cdot (1 - DUTY) \quad (2.3)$$

$$P_{D(VT2)} = 1,5^2 \times 0,3 \times (1 - 0,452) = 0,675 \times 0,548 \approx 0,370 \text{ Вт}$$

Розрахунок коефіцієнту заповнення VT2 при короткому замиканні виходу

$$DUTY_{Q2(K3)} = 1 - \frac{V_{Q2}}{V_{IN(MAX)} - V_{Q1}} \quad (2.4)$$

$$\text{де } V_Q = \frac{120 \text{ мВ}}{R_{SENSE}} \times R_{DS(ON)}$$

$$V_Q = \frac{0,120}{1,0} \times 0,3 = 0,036 \text{ В}$$

$$DUTY_{Q2(K3)} = 1 - \frac{0,036}{28 - 0,036} = 1 - 0,00129 \approx 0,999$$

За результатами розрахунків встановлено, що коефіцієнт заповнення становить **0,452**, потужність розсіювання верхнього транзистора — **0,435 Вт**, нижнього — **0,370 Вт**, а коефіцієнт заповнення нижнього транзистора в режимі короткого замикання — **0,999**. Отримані значення підтверджують працездатність обраних силових транзисторів у заданому режимі роботи.

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 [13]:

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{j_{\text{доп}} * t} = \frac{0,2 A}{48 \frac{A}{\text{мм}^2} * 0,035 \text{ м}} = 0,2 \text{ мм} \quad (2.5)$$

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

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

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

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

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * L}{U_{\text{доп}} * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} * \text{мм}^2}{\text{м}} * 0,2 A * 0,5 \text{ м}}{0,9 \text{ В} * 0,035 \text{ м}} = 0,1 \text{ мм} \quad (2.6)$$

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

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

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

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

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

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)

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$d_{E2} = 1,0$ - для транзистора TV1.

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

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

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{\min} = D_{l\min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.7)$$

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

$$D_{l\min} = 2 \left(b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (2.8)$$

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:

$$d_{\max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad (2.9)$$

де: Δd - допуск на отвір.

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

$$d_{\max 2} = 1,3 + 0,1 + 0,1 = 1,5 \text{ мм}$$

$$D_{11} = 2 \left(0 + \frac{1,3}{2} + 0 + 0,4 \right) = 2,7 \text{ мм}$$

$$D_{12} = 2 \left(0 + \frac{1,5}{2} + 0 + 0,4 \right) = 2,9 \text{ мм}$$

$$D_{\min 1} = 2,92 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 2,98 \text{ мм}$$

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

Максимальний діаметр контактної площадки:

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D_{max}=D_{min}+(0,02 \dots 0,06) \quad (2.10)$$

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

$$D_{max2}=3 + 0,02=3,02\text{мм}$$

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

$$b_{min} = b_{lmin} + 1.5h\phi + 0,03 \quad (2.11)$$

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

$$b_{min} = 0,1 + 1.5 * 0,04 + 0,03 = 0,22\text{мм}$$

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

$$S_{11} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{max}}{2} + \delta_p \right) + \left(\frac{d_{max}}{2} + \delta_l \right) \right] \quad (2.12)$$

$$S_{111} = 2,5 - \left[\left(\frac{2,82}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,3}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,01\text{мм}$$

$$S_{112} = 2,5 - \left[\left(\frac{3,02}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,5}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,21\text{мм}$$

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

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

$$(2.12) S_{2min1} = 2,5 - (2,82 + 2 \cdot 0,4) = -1,12\text{мм}$$

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

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

$$(2.13) S_{3min1} = 2,5 - (2,82 + 2 \cdot 0,05) = -0,42\text{мм}$$

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

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

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Оцінка теплових режимів роботи проектного зарядного пристрою є важливим етапом конструкторського проектування, оскільки температура елементів безпосередньо впливає на надійність, стабільність та довговічність роботи виробу. Основними джерелами тепловиділення в зарядному пристрої є силові напівпровідникові елементи імпульсного перетворювача, випрямні діоди, силові транзистори та інші компоненти, через які протікають значні струми.

Під час компонування друкованої плати тепловиділяючі елементи розміщені таким чином, щоб забезпечити їх ефективне охолодження та мінімізувати вплив підвищеної температури на чутливі електронні компоненти. Для покращення тепловідведення силові елементи розташовані на достатній відстані один від одного, а також від інтегральних мікросхем і елементів керування. Це дозволяє знизити локальний перегрів та забезпечити рівномірний розподіл температури по поверхні плати.

Друкована плата виготовлена зі склотекстоліту СФ2-35-ІКП, який має достатню механічну міцність та задовільні теплопровідні властивості для відведення тепла від елементів до навколишнього середовища. Додатковому розсіюванню тепла сприяють мідні провідники та контактні майданчики плати.

Корпус зарядного пристрою виконаний із пластмаси, яка має низьку теплопровідність, тому основний теплообмін відбувається через поверхню друкованої плати та повітря всередині корпусу. Завдяки порівняно невеликій споживаній потужності виробу та високому коефіцієнту корисної дії імпульсного перетворювача кількість тепла, що виділяється під час роботи, є незначною і не потребує застосування спеціальних систем охолодження.

Проведений аналіз показує, що за нормальних умов експлуатації температура елементів не перевищує допустимих значень, установлених виробниками електронних компонентів. Природна конвекція повітря всередині

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

корпусу забезпечує достатнє охолодження, а обране компоновання елементів сприяє стабільному тепловому режиму роботи пристрою.

Таким чином, тепловий режим проектного зарядного пристрою можна вважати сприятливим. Конструктивні рішення, прийняті під час розроблення виробу, забезпечують ефективне відведення тепла, запобігають перегріванню електронних компонентів та гарантують надійну роботу пристрою протягом усього терміну експлуатації.

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою

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

Таблиця 2.12 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{\text{нопр}}$	$I_{\text{відм}} * 1e-06$	$K\text{-сть} * K_{\text{нав від}} * 1e-06$
1	Мікросхеми	2	1	0,03	0,06
2	Діоди	2	0,35	0,7	1,225
3	Транзистори	2	0,35	4	2,8
4	Конденсатори електролітичні	6	0,4	2,4	5,76
5	Конденсатори керамічні	4	0,1	1,4	0,56
6	Резистори постійні	2	0,42	0,8	0,672
7	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
8	Пайки	74	1	0,02	1,48
9	Дроселі	1	0,1	1	0,1
10	Трансформатор	1	0,1	2,1	0,21
11	Роз'єм	2	1	0,05	0,1

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інтенсивність відмов: 1.3067×10^{-5} 1/год

Середня наробка до відмови: 76528.6 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999869$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.998694$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.987018$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.877507$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.270712$

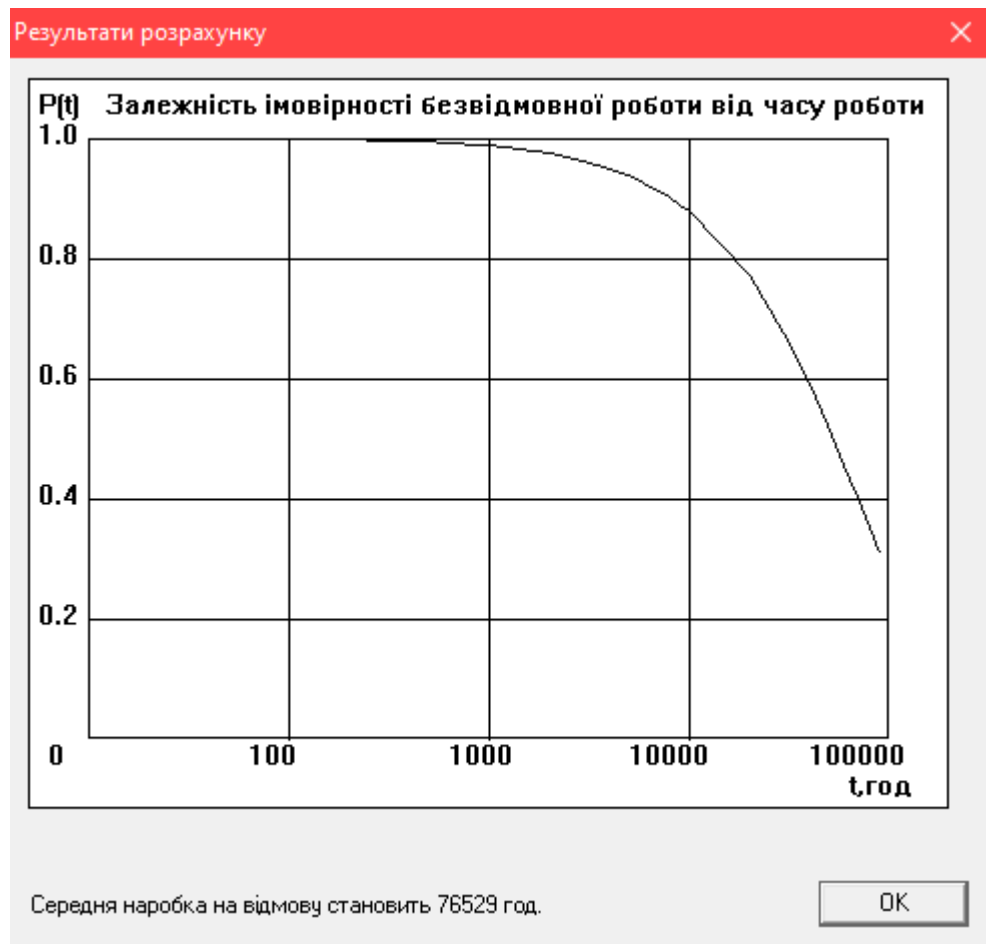


Рисунок 2.13 - Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 76529 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

Проектований зарядний пристрій розроблений з урахуванням сучасних вимог до радіоелектронної апаратури та характеризується оптимальним співвідношенням технічних і економічних показників. Конструкція виробу забезпечує високу надійність роботи, технологічність виготовлення, компактність та зручність експлуатації при відносно низьких витратах на виробництво.

Одним із головних технічних показників є використання імпульсного принципу перетворення енергії, що дозволяє отримати високий коефіцієнт корисної дії, зменшити теплові втрати та знизити енергоспоживання. Рациональне компонування елементів на друкованій платі забезпечує стабільність роботи пристрою, покращує тепловий режим і сприяє підвищенню надійності експлуатації.

Конструкція виробу передбачає застосування друкованої плати з двостороннього фольгованого склотекстоліту та використання стандартних радіоелементів, що широко представлені на ринку електронних компонентів. Це дозволяє знизити витрати на закупівлю матеріалів і спрощує процес виготовлення та ремонту пристрою.

Використання пластмасового корпусу забезпечує зменшення маси виробу та собівартості його виробництва порівняно з металевими конструкціями. Корпус типу «корито» складається з двох частин і не потребує складних технологічних операцій під час виготовлення та складання, що позитивно впливає на трудомісткість виробництва.

Застосування друкованого монтажу значно скорочує обсяг монтажних робіт, підвищує якість електричних з'єднань та забезпечує можливість механізації й автоматизації виробничих процесів. Завдяки цьому зменшуються витрати часу на складання та підвищується продуктивність праці.

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструкція виробу також характеризується високою ремонтпридатністю. Доступ до основних вузлів здійснюється після зняття верхньої кришки корпусу, що дозволяє швидко виконувати технічне обслуговування, діагностику та заміну окремих елементів без значних витрат часу та ресурсів.

Економічна ефективність конструкції досягається за рахунок використання недорогих конструкційних матеріалів, мінімальної кількості кріпильних елементів, компактних габаритів виробу та зменшення матеріаломісткості. Крім того, застосування стандартної елементної бази спрощує постачання комплектуючих і знижує витрати на організацію виробництва.

Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить +24В, а струм споживання 2,9 А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=2,9*24=70 \text{ (Вт)} \quad (2.13)$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу

Складання проектованого зарядного пристрою здійснюється відповідно до прийнятої конструкції корпусу та друкованої плати. Основним функціональним вузлом виробу є друкована плата, виготовлена з двостороннього фольгованого склотекстоліту СФ2-35-ІКП товщиною 1,5 мм. Монтаж більшості радіоелементів виконується на одній стороні плати, що спрощує процес складання, підвищує технологічність виробництва та полегшує контроль якості.

Монтаж елементів зі штировими виводами здійснюється шляхом їх встановлення в монтажні отвори друкованої плати з подальшим формуванням і

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фіксацією виводів. Після встановлення компонентів виконується пайка електричних з'єднань методом хвильового паяння або ручним способом. Застосована технологія забезпечує високу надійність контактів, механічну міцність та довговічність виробу.

Після завершення монтажу елементів проводиться візуальний контроль якості паяних з'єднань та перевірка правильності встановлення компонентів. Далі друкована плата встановлюється в нижню частину пластмасового корпусу та закріплюється за допомогою чотирьох гвинтів із шайбами. Після монтажу плати встановлюються гніздо живлення XS1 та вихідні клеми для підключення навантаження.

Заключним етапом є складання корпусу шляхом з'єднання верхньої та нижньої кришок, перевірка механічної міцності кріплень і працездатності виробу. Конструкція пристрою забезпечує зручність складання, простоту технічного обслуговування та можливість проведення ремонту в процесі експлуатації. Завдяки раціональному компонуванню елементів і використанню сучасної технології виготовлення друкованої плати досягаються високі показники надійності та технологічності зарядного пристрою.

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

Проектована конструкція зарядного пристрою відповідає основним вимогам технологічності, оскільки забезпечує простоту виготовлення, складання, контролю та ремонту виробу. Технологічність конструкції досягається завдяки використанню стандартної елементної бази, друкованого монтажу, уніфікованих кріпильних елементів та простій конструкції корпусу.

Друкована плата має порівняно невеликі габаритні розміри та виконана на основі двостороннього фольгованого склотекстоліту. Більшість радіоелементів розташована на одній стороні плати, що значно спрощує монтажні роботи, зменшує трудомісткість складання та полегшує візуальний

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

контроль якості. Використання комбінованого методу виготовлення друкованої плати з металізацією отворів забезпечує високу надійність електричних з'єднань і покращує експлуатаційні характеристики виробу.

Конструкція корпусу складається з двох пластмасових деталей, що мають просту форму та можуть виготовлятися серійними методами. Кріплення друкованої плати за допомогою чотирьох гвинтів забезпечує швидке складання та демонтаж виробу під час технічного обслуговування або ремонту. Використання стандартних комплектуючих і кріпильних виробів сприяє зниженню собівартості та спрощує організацію виробництва.

Для виконання монтажних і складальних робіт застосовуються стандартні інструменти та оснащення, які широко використовуються у виробництві радіоелектронної апаратури:

- електричний паяльник потужністю 25–40 Вт або паяльна станція;
- бокорізи для обрізання виводів радіоелементів;
- плоскогубці та круглогубці для формування виводів;
- пінцет для встановлення дрібних компонентів;
- набір викруток для складання корпусу;
- мультиметр для контролю електричних параметрів;
- лупа або збільшувальна лампа для візуального контролю монтажу.

Як технологічне оснащення використовуються монтажні столи, пристрої для фіксації друкованих плат під час пайки, підставки для паяльників, витяжні пристрої для видалення парів флюсу та контрольно-вимірювальне обладнання для перевірки працездатності готового виробу.

Застосування стандартного інструменту та оснащення не потребує значних капітальних витрат на організацію виробництва, що позитивно впливає на економічні показники виготовлення виробу. Конструкція зарядного пристрою забезпечує можливість виконання більшості технологічних операцій без використання спеціального дорогого обладнання.

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, проведена якісна оцінка показує, що конструкція проектного зарядного пристрою є технологічною, характеризується невисокою трудомісткістю виготовлення, простотою складання та контролю, а також не потребує застосування складного спеціалізованого оснащення, що робить її придатною для серійного виробництва.

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

Для проектного зарядного пристрою застосовується двостороння друкована плата, виготовлена комбінованим методом. Такий метод передбачає формування провідникового рисунка на обох сторонах фольгованого діелектрика з подальшою металізацією монтажних отворів. Використання двосторонньої плати дозволяє підвищити щільність монтажу, зменшити габарити виробу та забезпечити зручне розміщення електричних з'єднань.

Виготовлення друкованої плати починається з підготовки заготовки з двостороннього фольгованого склотекстоліту. Основним матеріалом плати є склотекстоліт марки СФ2-35-ІКП товщиною 1,5 мм із мідною фольгою товщиною 35 мкм. Даний матеріал вибрано завдяки його високій механічній міцності, стабільності електроізоляційних властивостей, стійкості до температурних впливів та хорошій технологічності під час обробки.

Основні етапи технологічного процесу виготовлення друкованої плати включають:

Підготовка матеріалу.

Заготовка фольгованого склотекстоліту очищається від забруднень та оксидів для забезпечення якісного нанесення захисного шару та подальшого формування провідникового рисунка.

Нанесення захисного рисунка.

На поверхню мідної фольги наноситься фоточутливий шар (фоторезист), після чого виконується експонування через фотошаблон із зображенням

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

провідників плати. В результаті формується захисний рисунок майбутніх струмопровідних доріжок.

Травлення мідної фольги.

Незахищені ділянки міді видаляються методом хімічного травлення. Як травильний розчин можуть застосовуватися розчини на основі хлорного заліза або персульфату амонію. Після травлення формується необхідний провідниковий рисунок на обох сторонах плати.

Свердління монтажних отворів.

У платі виконуються отвори для встановлення радіоелементів і кріплення плати в корпусі. Діаметри отворів визначаються конструкцією виводів компонентів.

Металізація отворів.

Для забезпечення електричного з'єднання між шарами плати виконується хімічна та гальванічна металізація отворів. На внутрішню поверхню отворів наноситься шар міді, який забезпечує надійний контакт між верхнім і нижнім провідниковими шарами.

Нанесення захисного покриття.

На поверхню плати наноситься захисна паяльна маска, яка запобігає окисненню мідних провідників, зменшує ризик утворення коротких замикань та підвищує надійність експлуатації.

Фінішна обробка та контроль.

Виконується нанесення маркування, очищення плати від залишків технологічних матеріалів та перевірка якості провідникового рисунка, металізації отворів і відсутності дефектів.

Вибір основних матеріалів

Склотекстоліт СФ2-35-ІКП товщиною 1,5 мм — використовується як діелектрична основа плати. Він забезпечує необхідну механічну жорсткість, електричну ізоляцію між провідниками та стійкість до нагрівання під час пайки.

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мідна фольга товщиною 35 мкм — використовується для формування струмопровідних доріжок. Мідь має низький питомий електричний опір, високу теплопровідність та добре піддається пайці.

До допоміжних матеріалів належать:

Фоторезист — застосовується для формування точного рисунка провідників під час фотолітографічного процесу.

Травильний розчин (хлорне залізо або персульфат амонію) — використовується для видалення зайвої міді з поверхні плати.

Гальванічний розчин міді — використовується для металізації монтажних отворів.

Паяльна маска — забезпечує захист провідників від окиснення та покращує експлуатаційну надійність плати.

Припій та флюс — застосовуються під час монтажу радіоелементів для отримання якісних паяних з'єднань.

2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

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

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

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{епе}}} = \frac{2}{2 + 23} = 0,1 \quad (2.14)$$

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

$$K_{\text{а.м.}} = \frac{H_{\text{а.м.}}}{H_{\text{м}}} = \frac{74}{74} = 1 \quad (2.15)$$

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

H_M – загальна кількість монтажних з'єднань.

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

$$K_{M.П.ЕРЕ} = \frac{H_{M.П.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = \frac{23}{23} = 1 \quad (2.16)$$

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

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

$$K_{ПОВТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{T.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{23}{23} = 0 \quad (2.17)$$

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

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

$$K_{ЗАСТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{T.ОП.ЕРЕ}}{H_{T.ЕРЕ}} = 1 - \frac{23}{23} = 0 \quad (2.18)$$

де $H_{T.ОП.ЕРЕ}$ кількість типорозмірів оригінальних ЕРЕ у виробів $H_{T.ЕРЕ}$ – загальна кількість типорозмірів ЕРЕ у

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

$$K_{ВСТ.Р} = 1 - \frac{H_{ВСТ.Р}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{7}{23} = 0,7 \quad (2.19)$$

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

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$K_{\phi} = \frac{D_{np}}{D} = \frac{1}{1} = 1 \quad (2.20)$$

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

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0,1*1 + 0,88*1 + 1*0,75 + 0*0,5 + 0*0,310 + 0,7*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,52 \quad (2.21)$$

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:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1$$

Перевіряємо умову: $\frac{0,52}{0,5} = 1,04 \geq 1 \quad (2.23)$.

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

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

Маршрутно-операційна технологія складання включає в себе наступні кроки:

- установка друкованого вузла у нижню частину корпусу;

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- кріплення друкованого вузла до нижньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів;
- кріплення гнізд;
- фіксація кришок за допомогою чотирьох гвинтів та ніжок.

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

- розконсервація друкованої плати;
- маркування заводського номера;
- захист контактних площадок, які не підлягають автоматизованій пайці, латексом;
- сушка;
- формування виводів ЕРЕ;
- лудження виводів ЕРЕ;
- встановлення ЕРЕ;
- автоматизована пайка хвилею припою;
- рихтування;
- регулювання;
- лакування;
- технічний контроль [21].

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

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

1) Вартість будівель визначається, виходячи із орендної плати за них (приймається середня величина оренди виробничих приміщень в даному регіоні на час написання дипломного проекту; приймається –1000грн/м² за місяць). При цьому вартість передавальних пристроїв включається в орендну плату будівель.

Вартість будівель розраховується за формулою:

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

$$V_{\text{буд}} = 1200 \times 50 = 60000 \text{ (грн.)}$$

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

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

$S_{\text{буд}}$ – площа будівлі, м² (приймається 50м²).

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

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

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 60000 + 30000 = 90000 \text{ (грн.)}$$

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

$$V_{\text{обл}} = 60000 \cdot 0,5 = 30000 \text{ (грн.)}$$

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

					26 КР 172.403.016.000.000 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:

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

$$V_{\text{інстр}} = 30000 \times 0,02 \times 1,1 = 660 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$V_{\text{інв}} = 30000 \times 0,03 \times 1,1 = 990 \text{ (грн.)}$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

$$\Pi = 90000 + 660 + 990 = 91650 \text{ (грн.)}$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

$$A = \frac{1650 \times 25}{100} = 412,5 \text{ (грн.)}$$

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 172.403.016.000.000 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	660	165
	Виробничий та господарський інвентар	990	247,5
	Всього:	1650	412,5

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

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

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

$$B_M = 615 \times 1,04 = 639,6 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

Таблиця 3.2- Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	75	75
2	Кришка нижня	1	75	75
3	Кришка верхня	1	75	75
4	Мікросхема	2	30	60
5	Конденсатори електролітичні	6	10	60
6	Конденсатори постійні	4	1	4
7	Резистори постійні	2	0,5	1
8	Трнасформатор	1	150	150
9	Дросель	1	10	10
10	Діоди	5	5	25
11	Роз'єм	2	20	40
12	Транзистори	2	20	40
				615

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 172.403.016.000.000 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:

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

$$P_{\text{від}} = \frac{31}{60} \times 220 = 113,67(\text{грн})$$

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

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

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

Таблиця 3.3- Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{\text{шт}, \text{хв.}}$	Розряд	Годинна тарифна ставка, (Сг),грн/год
1	Пайка	13	V	220
2	Регулювання	10	V	220
3	Складання	8	V	220
	Всього	31		

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:

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

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = 113,67 \times 0,11 = 12,50 (\text{грн})$$

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

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (113,67 + 12,50) = 27,76(\text{грн})$$

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:

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

$$B_{\text{уео}} = \frac{50}{100} \times (113,67 + 12,50) = 63,1 (\text{грн.})$$

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

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

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

$$B_{\text{зв}} = \frac{165}{100} \times (113,67 + 12,50) = 208,18 (\text{грн.})$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 165%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 639,6 + (113,67 + 12,50 + 27,76) + 63,1 + 208,18 = 1064,81 (\text{грн.})$$

					26 КР 172.403.016.000.000 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	639,6
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	113,67
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	12,50
4	Відрахування на соціальні заходи	27,76
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	63,1
6	Загальновиробничі витрати	208,18
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1064,81
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	793,53
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	271,28

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

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

$$Ц_{одпр} = 1064,81 \times \frac{100 + 32}{100} = 1405,55 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 32%);

3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\Pi_p = (1405,55 - 1064,81) \times 1360 = 463406,4 \text{ (грн),}$$

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

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

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\text{ЧП} = 463406,4 - 463406,4 \times \frac{18}{100} = 379993,25 \text{ (грн.)}$$

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

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

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

$$S_{повq} = 1064,81 \times 1360 = 1448141,6 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$R_{п} = \frac{379993,25}{1448141,6} \times 100\% = 26,24 \%$$

де $R_{п}$ - рентабельність продукції, %;

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

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

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

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

$$\Gamma\Pi = 379993,25 + 412,5 = 380405,75 \text{ (грн.)},$$

де ЧП_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 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за формулою:

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

$$\text{ЧТВ} = 345823,41 - 91650 = 254173,41 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ТВ} = \frac{380405,75}{(1 + 0,1)^1} = 345823,41 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ІП} = \frac{345823,41}{91650} = 3,77$$

					26 КР 172.403.016.000.000 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:

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

$$\text{Ток}_{\text{диск}} = \frac{91650}{345823,41} = 0,27\text{р}$$

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

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

$$\text{ГП}_{\text{диск}} = \frac{345823,41}{1} = 345823,41 \text{ (грн.)}$$

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.	1360
2	Собівартість виробу	грн./од.	1064,81
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1405,55
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	91650
5	Чистий прибуток	грн.	379993,25
6	Рентабельність виробу	%	26,24
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	254173,41
9	Індекс прибутковості	-	3,77
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,27

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Методи боротьби зі шкідливими речовинами на виробництві

Шкідливі речовини є одним із найнебезпечніших факторів виробничого середовища. У процесі роботи промислових підприємств у повітря робочої зони можуть виділятися пил, гази, пари кислот і лугів, аерозолі, дим та інші речовини, які негативно впливають на здоров'я працівників. Тривала дія шкідливих речовин може призводити до професійних захворювань, зниження працездатності, отруєнь, ураження органів дихання, нервової та серцево-судинної систем. Тому одним із найважливіших завдань охорони праці є розробка та впровадження ефективних методів боротьби зі шкідливими речовинами на виробництві.

Основним напрямком захисту працівників є попередження утворення або поширення шкідливих речовин безпосередньо в місці їх виникнення. Для цього застосовуються сучасні технологічні процеси та обладнання, які забезпечують мінімальне виділення пилу, газів і парів у виробниче середовище. Велике значення має автоматизація та механізація виробничих процесів, оскільки вони дозволяють скоротити контакт працівників із небезпечними речовинами. Наприклад, використання автоматичних ліній, роботизованих комплексів та дистанційного керування обладнанням значно знижує ризик впливу шкідливих факторів на персонал.

Одним із найефективніших методів боротьби зі шкідливими речовинами є герметизація обладнання та виробничих процесів. Герметичні системи запобігають виходу шкідливих речовин у повітря робочої зони. Цей метод широко застосовується у хімічній, нафтохімічній, фармацевтичній та харчовій промисловості. Герметизація резервуарів, трубопроводів, реакторів та інших технологічних установок дозволяє значно зменшити концентрацію небезпечних речовин у виробничих приміщеннях і забезпечити безпечні умови праці.

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Важливу роль у забезпеченні безпечних умов праці відіграє вентиляція виробничих приміщень. Вентиляційні системи призначені для видалення забрудненого повітря та подачі свіжого. Залежно від умов виробництва застосовують природну або механічну вентиляцію. Природна вентиляція здійснюється за рахунок різниці температур і тиску повітря, тоді як механічна використовує вентилятори та спеціальні повітропроводи. Найбільш ефективною є місцева витяжна вентиляція, яка видаляє шкідливі речовини безпосередньо біля джерела їх утворення. Для цього використовуються витяжні шафи, зонти, відсмоктувачі та інші пристрої. Загальнообмінна вентиляція забезпечує очищення повітря в усьому приміщенні та підтримання допустимих концентрацій шкідливих речовин.

Для очищення повітря від пилу, газів і парів застосовуються різноманітні фільтрувальні та очисні установки. Пиловловлювачі, циклони, рукавні фільтри, електрофільтри та скрубери дозволяють ефективно затримувати шкідливі домішки перед викидом повітря в атмосферу або його поверненням у виробниче приміщення. Особливо важливим є використання таких систем на підприємствах металургійної, гірничодобувної, деревообробної та хімічної промисловості, де утворюється значна кількість пилу та газоподібних забруднювачів.

Одним із способів зменшення впливу шкідливих речовин є заміна небезпечних матеріалів менш шкідливими аналогами. Наприклад, токсичні розчинники можуть бути замінені на водорозчинні склади, а свинцеві матеріали — на безсвинцеві. Використання екологічно безпечних технологій та матеріалів дозволяє значно знизити рівень професійного ризику та покращити умови праці працівників.

Велике значення має систематичний контроль вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони. На підприємствах проводяться регулярні лабораторні дослідження та вимірювання концентрацій небезпечних речовин. Отримані результати порівнюються з установленими гранично допустимими

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

концентраціями (ГДК). У разі перевищення нормативних показників вживаються відповідні заходи щодо усунення причин забруднення та покращення умов праці. Контроль стану повітряного середовища дозволяє своєчасно виявляти небезпечні ситуації та запобігати виникненню професійних захворювань.

Важливим елементом захисту працівників є використання засобів індивідуального захисту. До них належать респіратори, протигази, захисні окуляри, щитки, рукавички, спеціальний одяг та взуття. Засоби індивідуального захисту застосовуються тоді, коли неможливо повністю усунути вплив шкідливих речовин за допомогою технічних засобів. Правильний вибір та використання засобів захисту значно знижує ризик проникнення небезпечних речовин в організм людини через органи дихання, шкіру або слизові оболонки.

Не менш важливими є організаційні заходи. До них належать проведення інструктажів з охорони праці, навчання персоналу безпечним методам роботи, раціональна організація робочого часу, обмеження тривалості перебування працівників у небезпечних зонах та проведення медичних оглядів. Працівники повинні бути ознайомлені з можливими ризиками, правилами поведінки зі шкідливими речовинами та порядком дій у разі аварійних ситуацій. Регулярні медичні огляди дозволяють своєчасно виявляти ознаки професійних захворювань та запобігати їх подальшому розвитку.

Особлива увага приділяється дотриманню санітарно-гігієнічних вимог. На підприємствах повинні бути обладнані санітарно-побутові приміщення, душові кімнати, гардероби та місця для відпочинку працівників. Після завершення роботи працівники повинні мати можливість очистити шкіру та спецодяг від забруднень. Регулярне прибирання виробничих приміщень, зволоження повітря та підтримання належного санітарного стану також сприяють зменшенню концентрації шкідливих речовин у робочій зоні.

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У разі виникнення аварійних ситуацій необхідно передбачати спеціальні заходи щодо локалізації та ліквідації викидів шкідливих речовин. Для цього на підприємствах розробляються плани аварійного реагування, встановлюються системи сигналізації та аварійної вентиляції, створюються запаси нейтралізуючих речовин і засобів захисту. Швидке реагування на аварійні ситуації дозволяє мінімізувати негативні наслідки для працівників та навколишнього середовища.

Таким чином, боротьба зі шкідливими речовинами на виробництві є комплексним завданням, яке включає технічні, санітарно-гігієнічні, організаційні та профілактичні заходи. Найбільш ефективним є поєднання сучасних технологій, вентиляційних систем, засобів очищення повітря, контролю виробничого середовища та використання засобів індивідуального захисту. Реалізація цих заходів забезпечує безпечні умови праці, збереження здоров'я працівників і підвищення ефективності виробничої діяльності підприємства.

4.2 Мікроклімат виробничих приміщень та його параметри

Мікроклімат виробничих приміщень - це умови внутрішнього середовища у виробничому приміщенні, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи і діють на людину у процесі праці, на його робочому місці, у робочій зоні.

Робоче місце - територія постійного або тимчасового знаходження людини у процесі праці. Постійне робоче місце - це, на якому працюючий знаходиться понад 50% робочого часу або більше двох годин безперервно. Непостійне робоче місце – місце, на якому працюючий знаходиться менше 50 % робочого часу або менше двох годин безперервно. Робоча зона – це простір, в якому знаходяться робочі місця постійного або тимчасового перебування працівників.

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Параметри мікроклімату:

- 1) температура повітря T , $^{\circ}\text{C}$;
- 2) відносна вологість, %;
- 3) швидкість руху повітря V , м/с ;
- 4) інтенсивність теплового(інфрачервоного) опромінення;
- 5) температура поверхонь устаткування.

Значні коливання параметрів мікроклімату можуть привести до порушення терморегуляції організму (здатності організму утримувати постійну температуру), загальної слабкості та інших негативних проявів. За ступенем впливу на тепловий стан людини мікрокліматичні умови поділяються на оптимальні та допустимі. Нормування параметрів мікроклімату здійснюється у відповідності до вимогам «Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень» (ДСН 3.3.6.042-99), якими встановлені норми оптимальних та допустимих параметрів мікроклімату виробничих приміщень.

Оптимальні –найбільш сприятливі, комфортні – це такі параметри мікроклімату, які при тривалому, систематичному впливі на людину забезпечують нормальний тепловий стан організму без напруги і порушення системи терморегуляції. Такі умови створюють відчуття теплового комфорту і забезпечують умови для високого рівня працездатності.

Допустимі - це такі параметри мікроклімату, які при тривалому, систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах біологічної адаптації. При цьому не виникають ушкодження або порушення стану здоров'я, але можуть спостерігатися відчуття дискомфорту та зниження працездатності.

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Параметри мікроклімату нормуються для постійних та непостійних місць в залежності від наступних факторів: 1) періоду року; 2) категорії важкості робіт за фізичним навантаженням. Розрізняють такі: теплий (середньодобова температура навколишнього повітря становить більше +10 оС та холодний (середньодобова температура навколишнього повітря становить менше +10 °С) періоди року.

Оптимальні умови мікроклімату встановлюються для постійних робочих місць. За таких умов показники температури повітря в робочій зоні по висоті та по горизонталі, а також протягом робочої зміни не повинні виходити за межі нормованих величин оптимальної температури для даної категорії робіт. Температура внутрішніх поверхонь робочої зони (стіни, підлога, стеля), технологічного обладнання, зовнішніх поверхонь технологічного устаткування, конструкцій, що огорожують, не повинна виходити більш ніж на 2 °С за межі оптимальних величин температури повітря для даної категорії робіт. Під час виконання робіт операторського типу, пов'язаних з нервово-емоційним напруженням, необхідно забезпечувати оптимальні умови мікроклімату (температура повітря 22-24 °С, відносна вологість 60-40 %, швидкість руху повітря не більш 0,1 м/сек.). Допустимі величини мікрокліматичних умов встановлюються у випадках, коли на робочих місцях не можна забезпечити оптимальні величини мікроклімату за технологічними вимогами виробництва або технічною недосяжністю. Величини показників, які характеризують допустимі мікрокліматичні умови, встановлюються для постійних і непостійних робочих місць.

Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів, інсоляція від зашкленних огорожень не повинна перевищувати 35,0 Вт/м² - при опроміненні 50% та більше поверхні тіла, 70 Вт/м² - при величині опромінюваної поверхні від 25 до 50 %, та 100 Вт/м² - при опроміненні не більше 25 % поверхні тіла працюючого.

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У разі наявності відкритих джерел випромінювання (нагрітий метал, скло, відкрите полум'я) допускається інтенсивність опромінення до 140,0 Вт/м². Величина опромінюваної площі не повинна перевищувати 25 % поверхні тіла працюючого при обов'язковому використанні індивідуальних засобів захисту (спецодяг, окуляри, щитки).

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні даної роботи було здійснено розробку конструкції «Зарядний пристрій для акумуляторів». 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 75×55мм 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.

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 курсового 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 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Зарядний пристрій для акумуляторів [електронний ресурс] – Режим доступу <https://radiolub./page/zhurnal-radio-2005-8> (дата звернення 4.02.2026).
2. Конденсатор ЕСАР [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.radiolibrary./reference/transformers-tn/tn20.html> (дата звернення 1.02.2026).
3. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <https://www.chipdip./product/elc10d101e> www.cityradio.narod. (дата звернення 3.02.2026).
4. Конденсатор NPO [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ippart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal..www.vprl. (дата звернення 1.02.2026).
5. Діод 1N4148 "Diotec" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).
6. Транзистор BC547 "JSCJ" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).
7. Світлодіод типу L-1503GT [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organizacyn-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html> (дата звернення 4.02.2026).
8. Транзистор BF245C "LGE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red> (дата звернення 1.02.2026).
9. Мікросхема CD4049UBE "Texas Instruments" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html (дата звернення 1.02.2026).
10. Резистор 3329H-R11 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809> (дата звернення 1.02.2026).

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ipart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal..www.vprl.. (дата звернення 1.02.2026).

12. Мікросхема L7805ABV "ST Microelectronics" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).

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

14. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057> (дата звернення 4.02.2026).

15. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання практичної роботи "Конструктивний розрахунок друкованого монтажу" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018

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

17. Штогрин П.І. Навчальний посібник "Altium Designer 10 для початківців" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

18. Штогрин П.І. Методичні вказівки "Розробка 3D-моделей радіоелементів" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

19. Васишин О.З., Штогрин П.І. Методичні вказівки "Розробка 3D-моделей типових корпусів РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

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

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

21. Програма для розробки схем “Altium Designer” [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>
22. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання комплексного курсового проекту для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2020
23. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання графічної частини комплексного курсового проекту для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2020
24. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2016
25. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Технологія виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017
26. Гуржій А. М. Основи автоматики та робототехніки: Навчальний посібник / А. М. Гуржій, А. Т. Нельга, В. М. Співак, О. С. Ітякін:–Дніпро: «Гарант СВ», 2021.- 243с.
27. Ємельянов В.В. Конспект лекцій з дисципліни “Системи мобільного зв’язку”, частина 2 – “Радіопередавальні та радіоприймальні пристрої” для студентів усіх форм навчання спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка. – Харків, Харківський національний університет радіоелектроніки, 2018. – 74 с.
28. Денисюк В.О.,Цирульник С.М. Мікропроцесорні системи управління: навч. посіб. Вінн. нац. аграр. ун-т. Вінниця: ТВОРИ, 2021. 204 с.
29. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzgzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ0S4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ.*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRlb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNlWHAzWWxZWl

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

JTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0Z1M3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2026).

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

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

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

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

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А Друкована плата

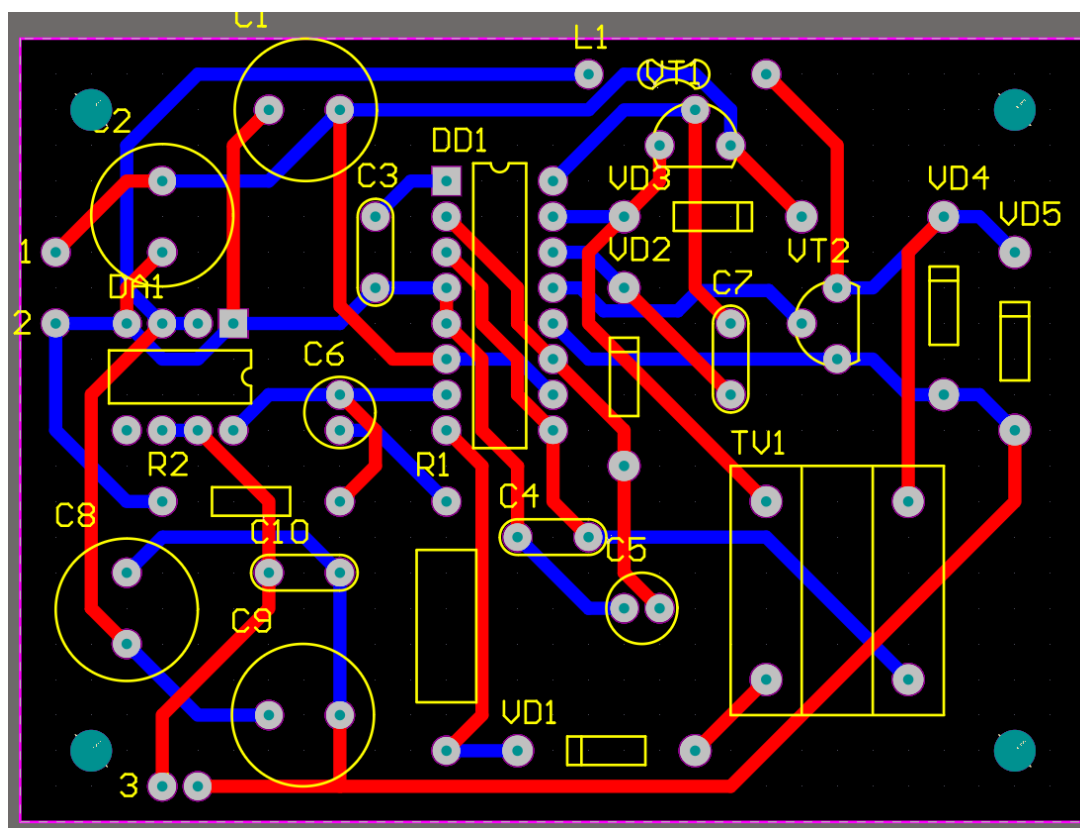


Рисунок А.1 – Друкована плата

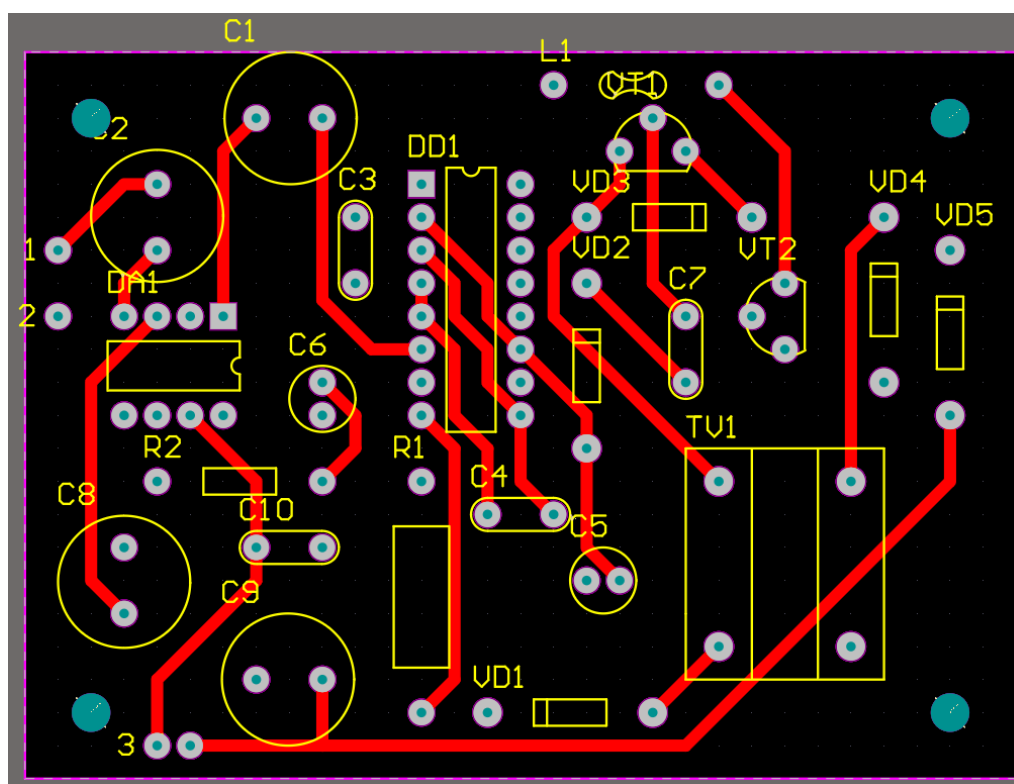


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Top

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ

Арк.

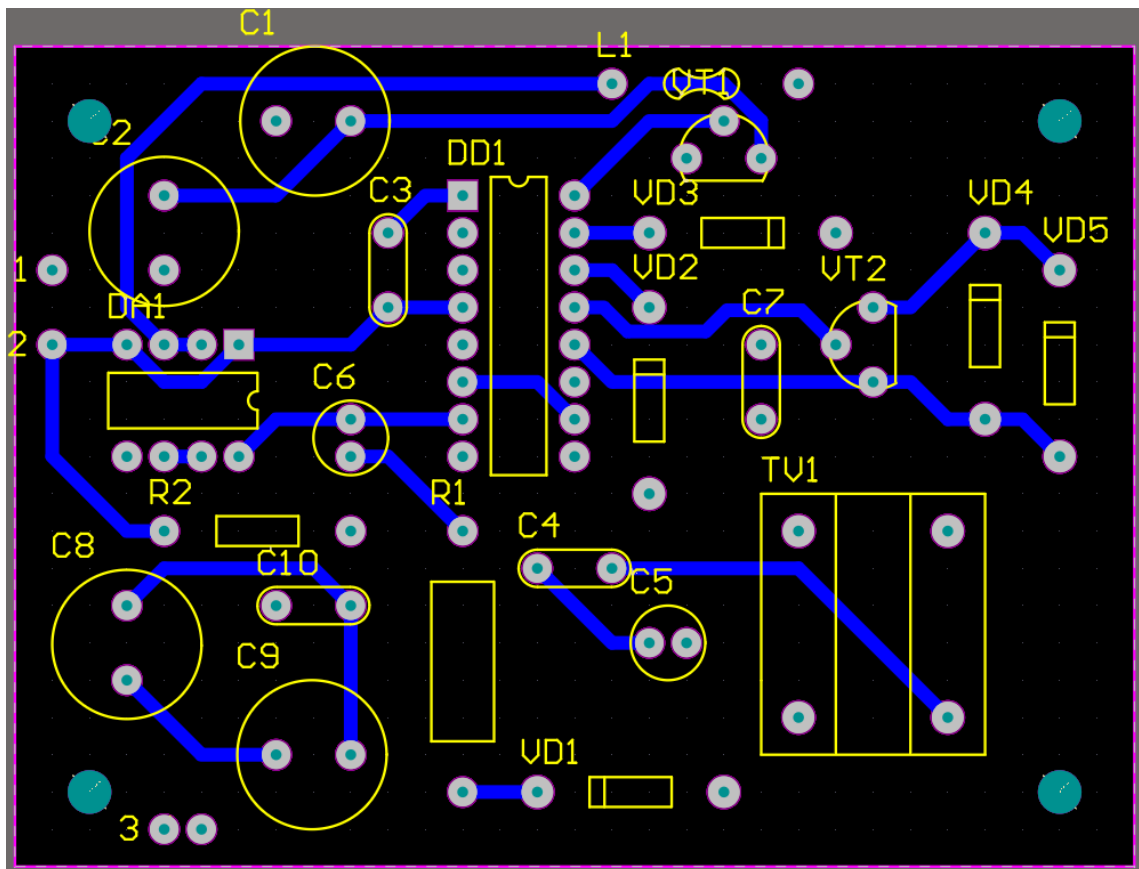


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Bottom

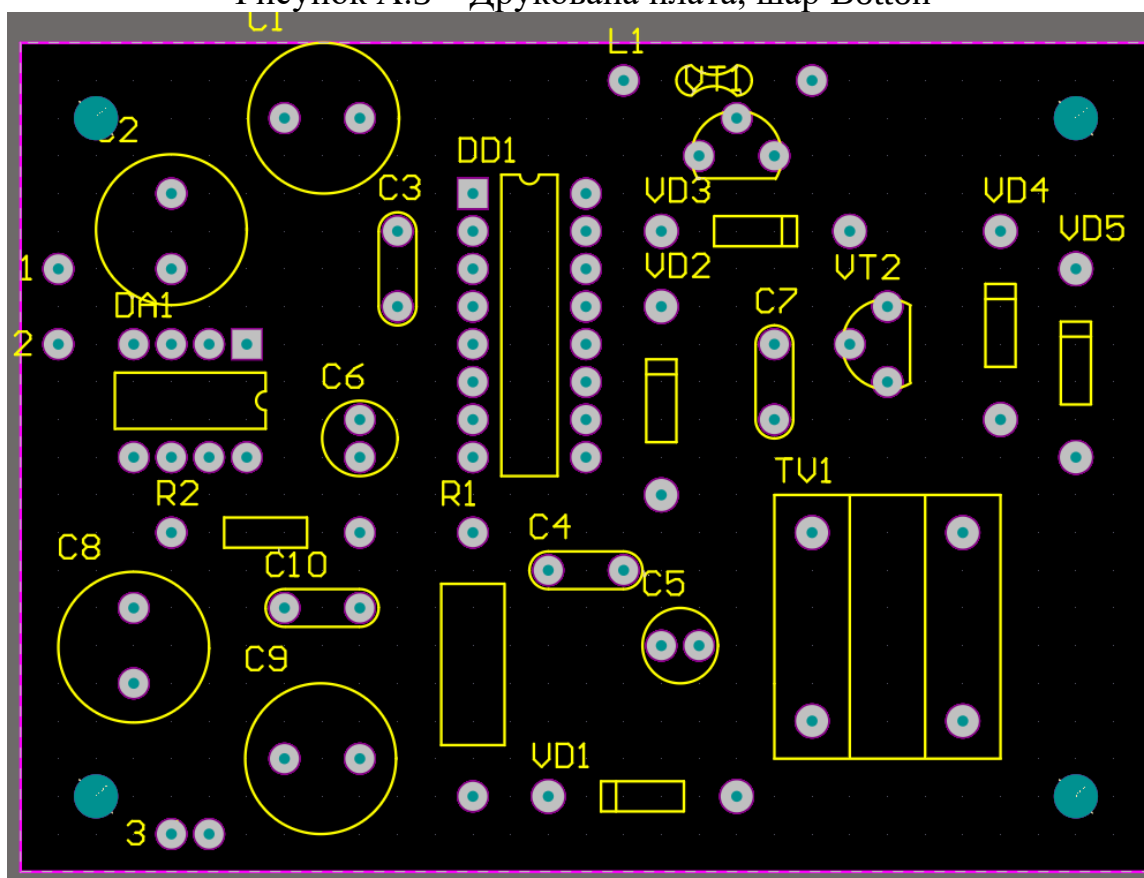


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ

Арк.

Додаток Б 3D модель пристрою

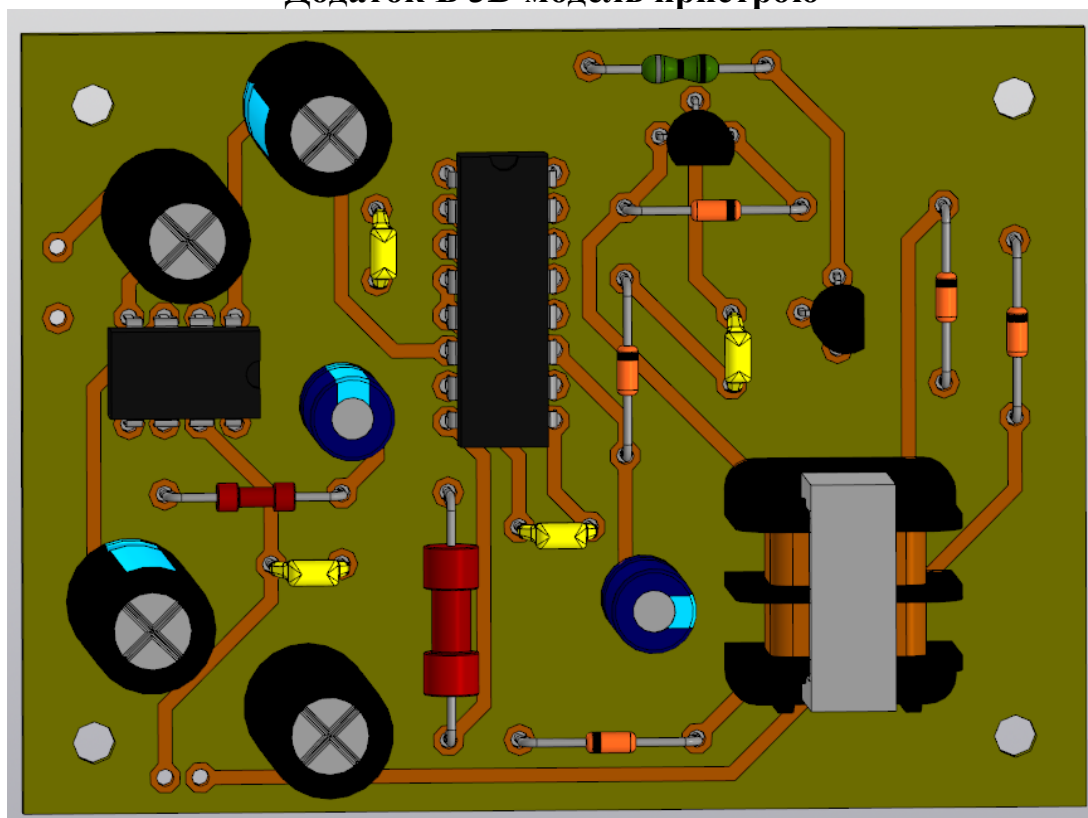


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний

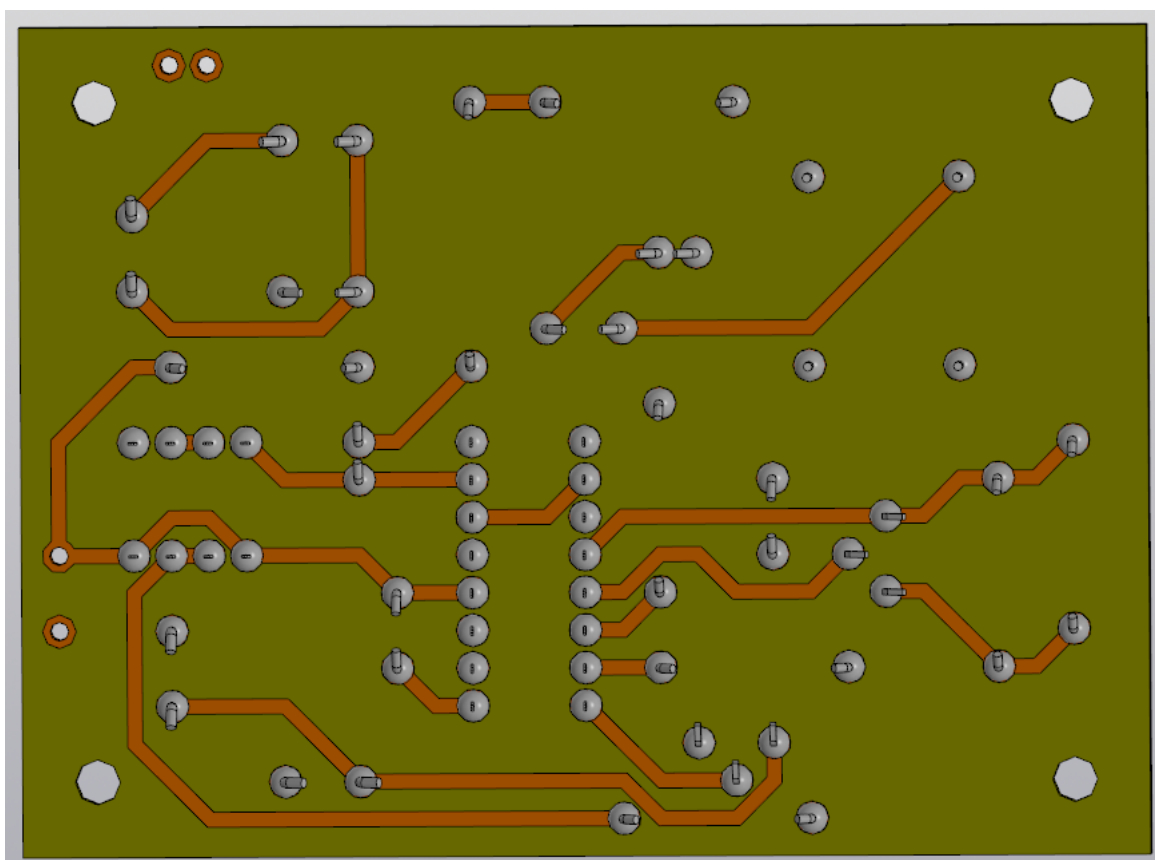


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний знизу

					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

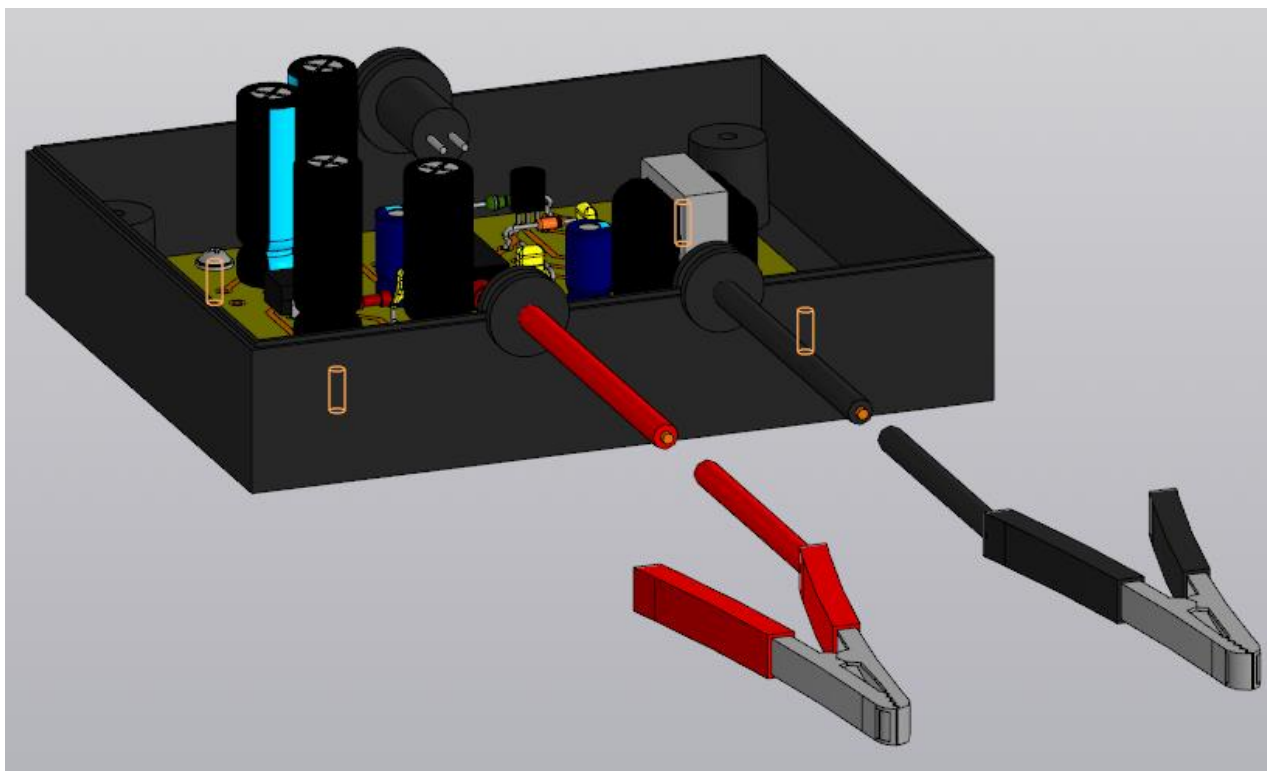


Рисунок Б.3– 3D модель пристрою, нижня кришка

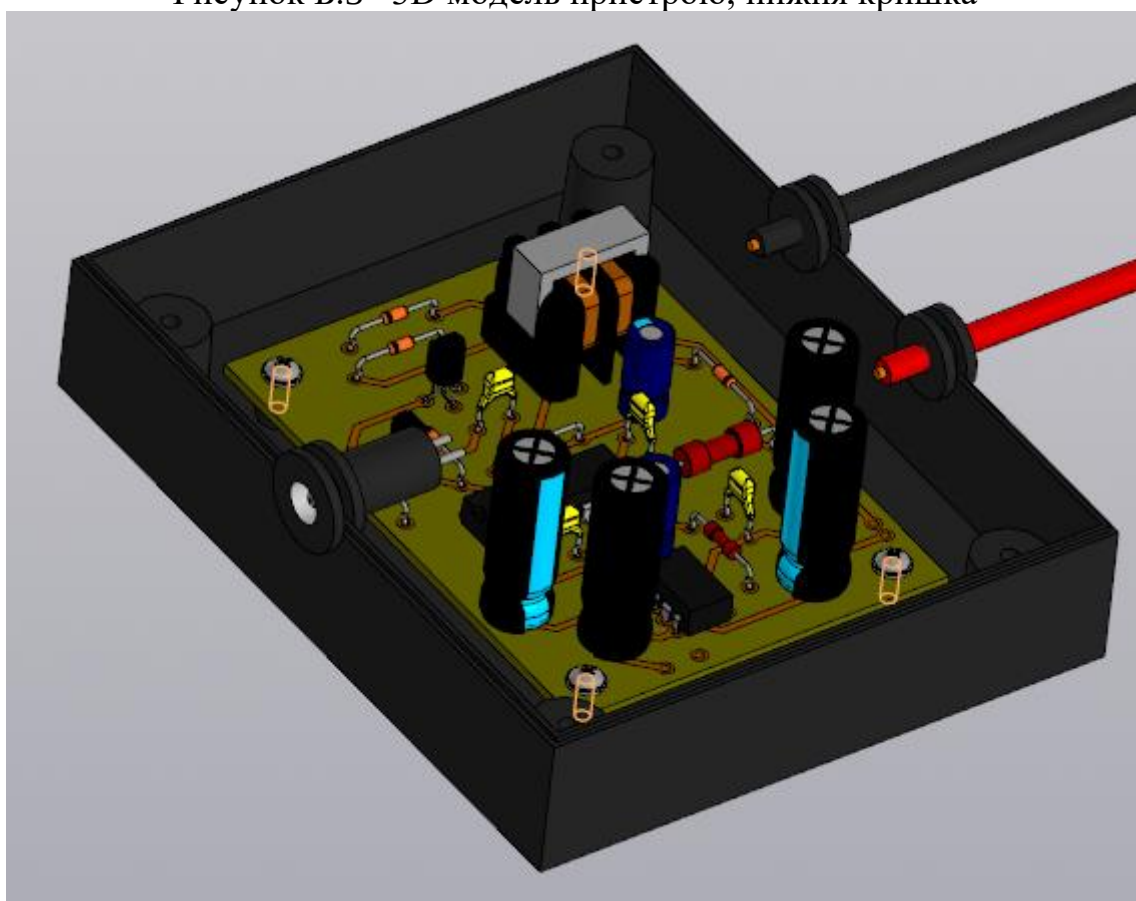


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, нижня кришка

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ

Арк.

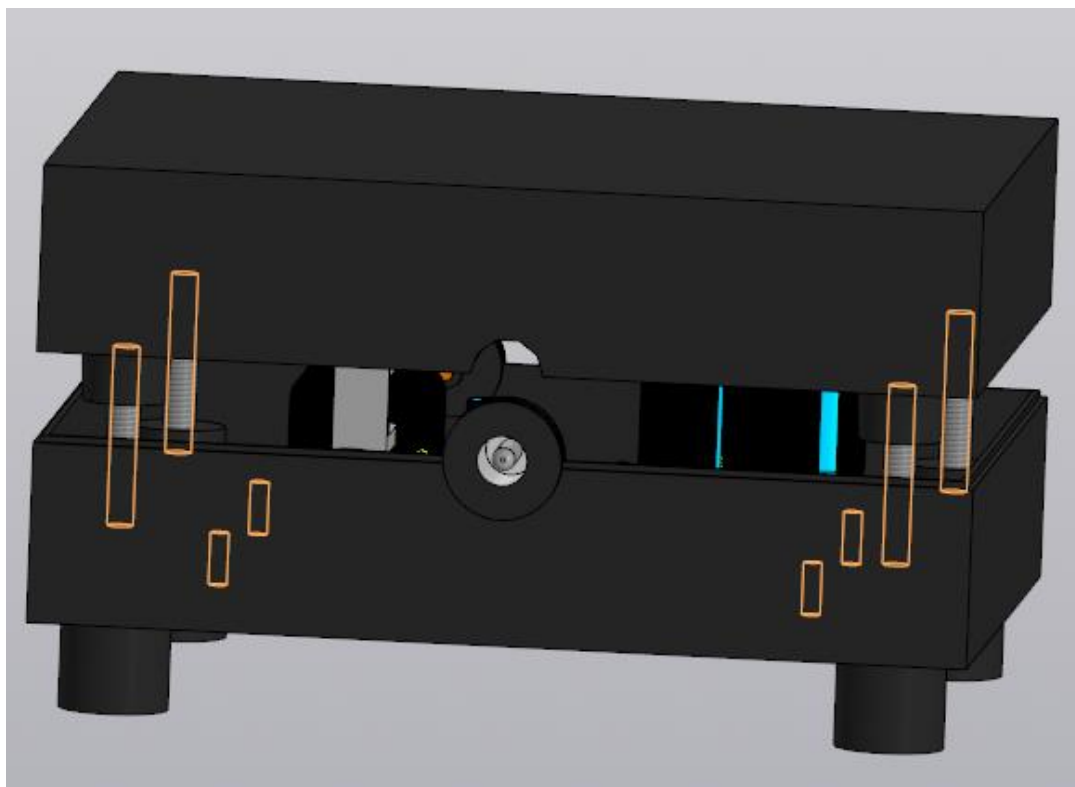


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

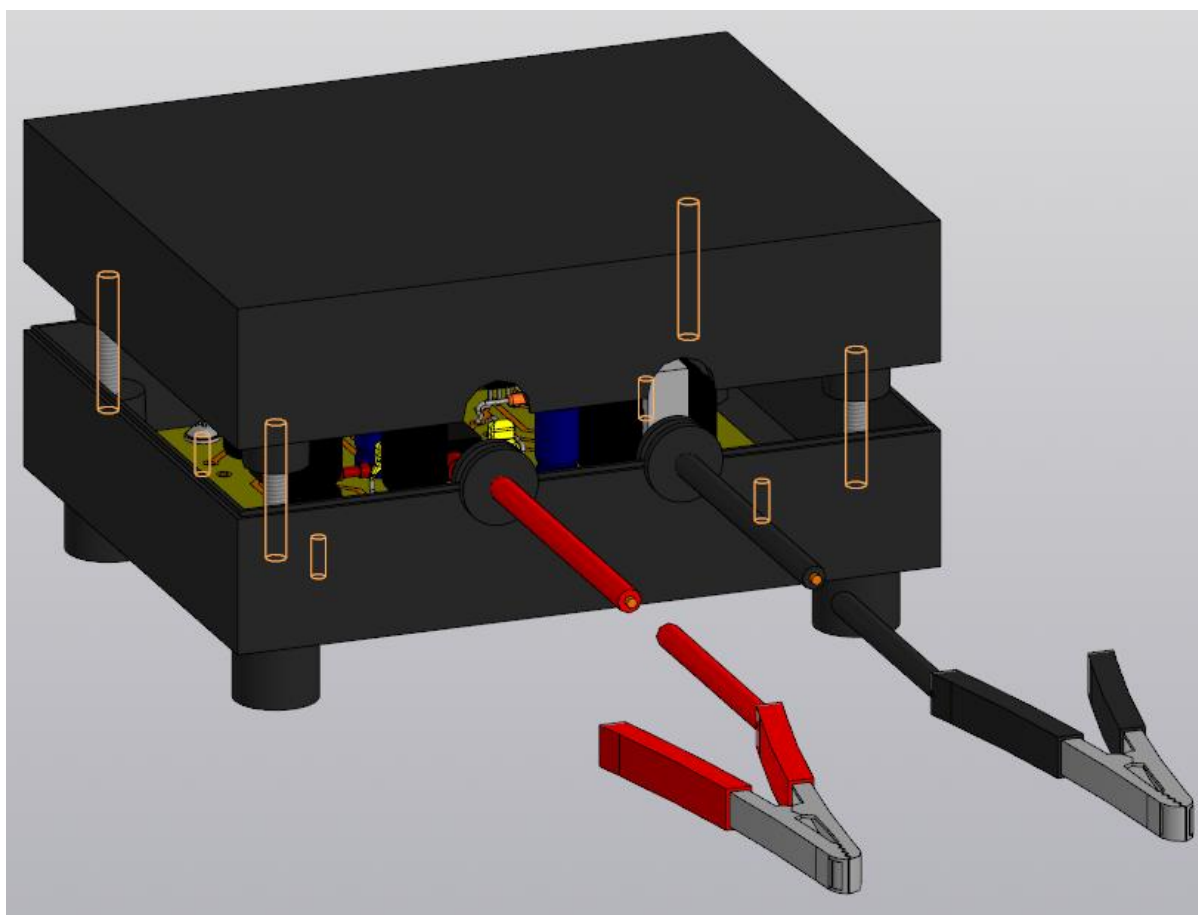


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

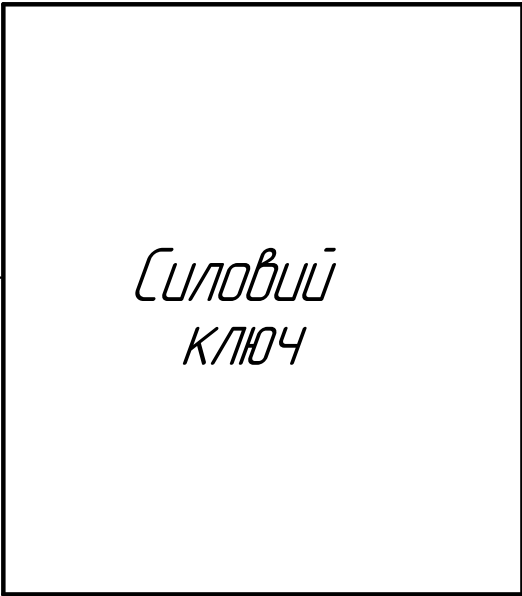
					26 КР 172.403.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перш. викорис.	
Додат. №	

Підпис і дата	
Інв. № відп.	
Зам. інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ориг.	

26 КР 172.403.016.001.000 Е1

Живлення
+10,5....28В



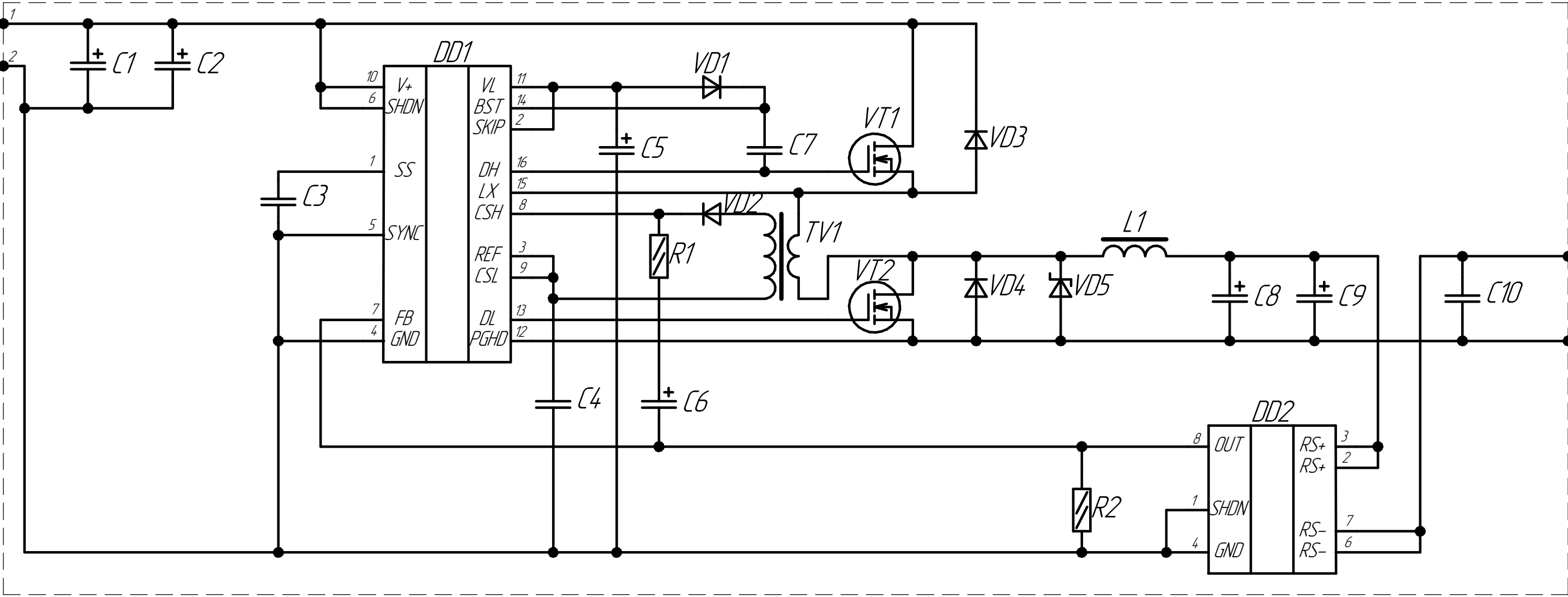
						26 КР 172.403.016.001.000 Е1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Зарядний пристрій для акумуляторів Схема електрична структурна	Лист	Маса	Масштаб
Розроб.	Литва						- Н -	-	-
Перевір.	Крочак						Аркциш		Аркциш 1
Т.контр.							ВСП ТФК ТНТУ ТР-403		
Рецензент							м. Тернопіль		
Н.контр.	Задорожний						Формат А2		
Затверд.							Копіював		

26 КР 172.403.016.001.000 ЕЗ

Перш. викорис.	
Додат. №	

Підпис і дата	
Інв. № змін.	
Зам. інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № змін.	

XS1	
Коло	Номер конт.
+10.5...28 В	1
⊥	2



XS2	
Номер конт.	Коло
1	+ АКБ
2	- АКБ

26 КР 172.403.016.001.000 ЕЗ						Зарядний пристрій для акумуляторів		
Зм.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		Лит.	Маса	Масштаб
Разроб.	Литва					Н	-	-
Перевір.	Крочак					Архив		Архив
Т.контр.						ВСП ТФК ТР-403		1
Н.контр.	Задорожний					м. Тернопіль		
Затверд.						Формат А2		

Копіював

Формат А2

Перш. викорис.	Додат. №	Поз. познач.	Найменування			Кіл.	Примітка	
			Конденсатори					
		С1, С2	ЕСАР-35 В-22 мкФ ±20% "Jamicon"			2		
		С3	NPO-0,01 мкФ ±5% "Murata"			1		
		С4	NPO-0,33 мкФ ±5% "Murata"			1		
		С5	ЕСАР-25 В-4,7 мкФ ±20% "Jamicon"			1		
		С6	ЕСАР-25 В-33 мкФ ±20% "Jamicon"			1		
		С7	NPO-0,1 мкФ ±5% "Murata"			1		
Додат. №	Додат. №	С8, С9	ЕСАР-35 В-22 мкФ ±20% "Jamicon"			2		
		С10	NPO-0,1 мкФ ±5% "Murata"			1		
			Мікросхеми					
		DD1	MAX797EPE "Maxim"			1		
		DD2	MAX471CPA "Maxim"			1		
		Л1	Дросель FWDR1415B-10 мкГн ±10% "Ferriwo"			1		
Підпис і дата	Підпис і дата		Резистори					
		Р1	MFP-0,5-1 Ом ±10% "Yageo"			1		
		Р2	MFP-0,125-2 кОм ±10% "Yageo"			1		
		TV1	Трансформатор В78386-Р1116-А "Epcos"			1		
			Діоди					
		VD1...VD4	1N4148 "Diotec"			4		
Підпис і дата	Підпис і дата					26 КР 172.403.016.001.000 ПЕЗ		
		Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Зарядний пристрій для акумуляторів Перелік елементів		
		Розрод.	Литва					
		Перевір.	Крочак					
		Н.контр.	Задорожний					
		Затверд.				Літ. Аркцш Аркцшів		
						Н	1	2
		ВСП ТФК ТР-403						
		м. Тернопіль						
Формат А4								

Інв. № дриг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № дриг.	Підпис і дата

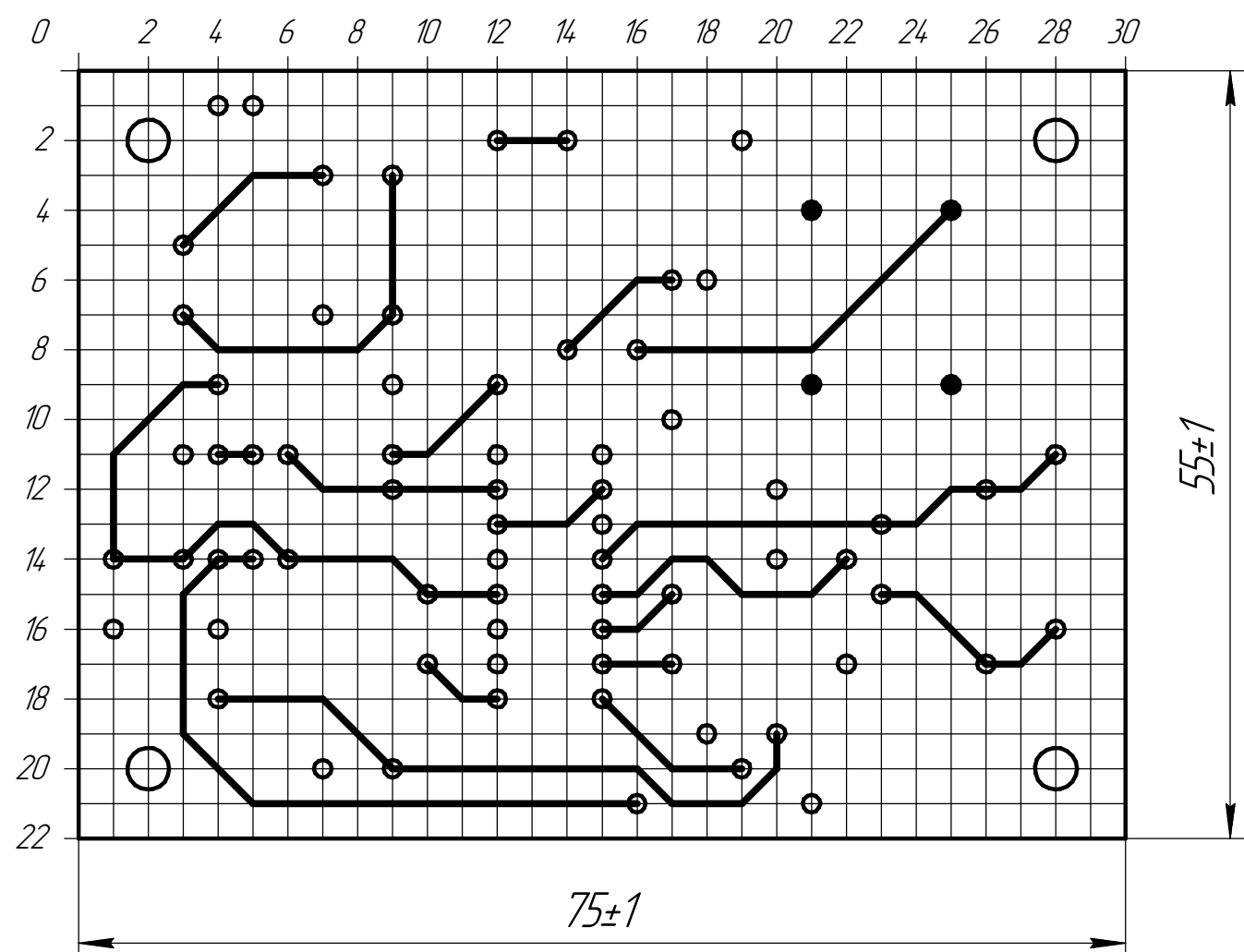
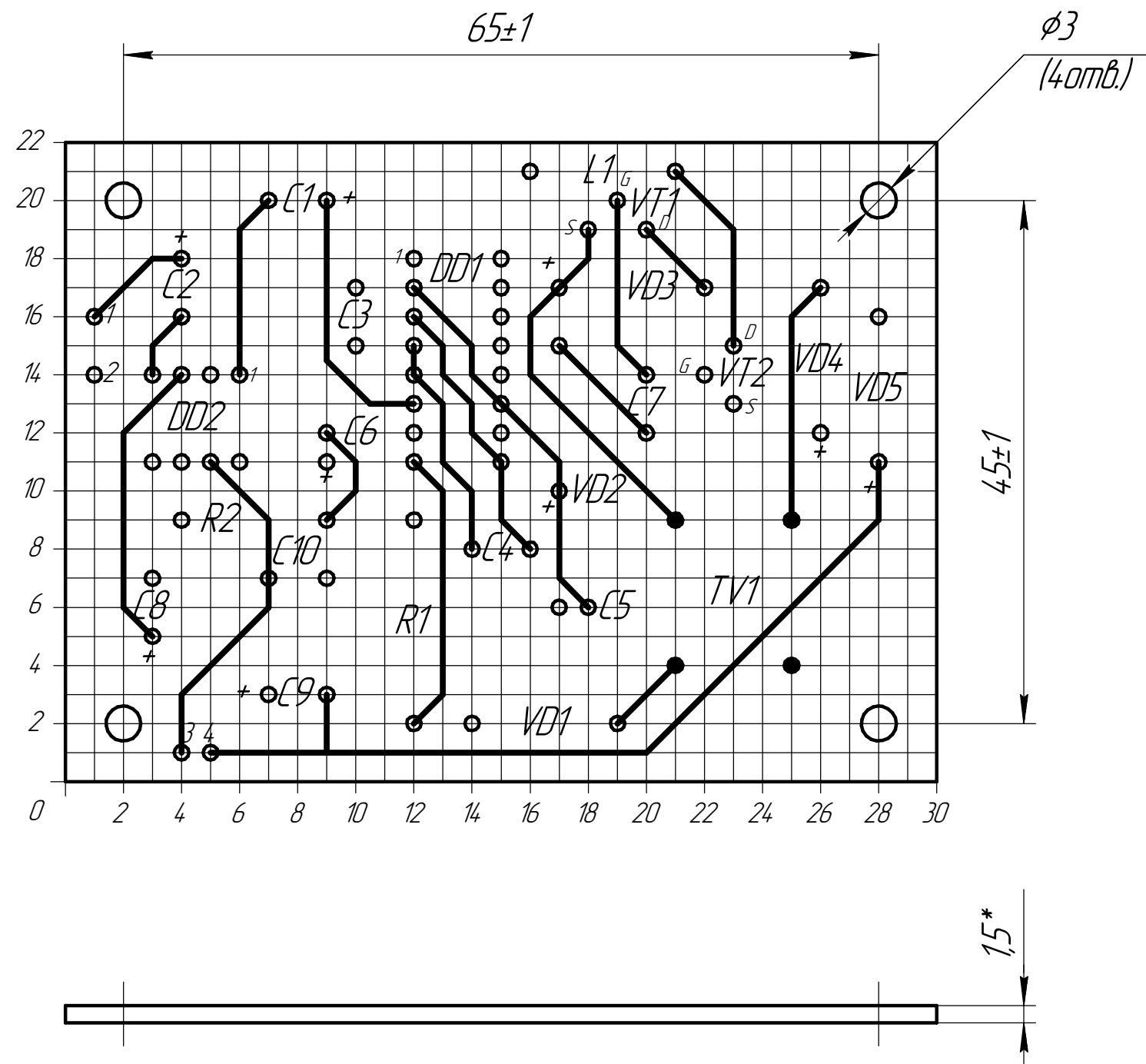
Копіював

Формат А4

26 КР 172.403.016.001.001

Таблиця отворів

Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
	0,8	Є	2,0	70	
	1,0	Є	2,2	4	



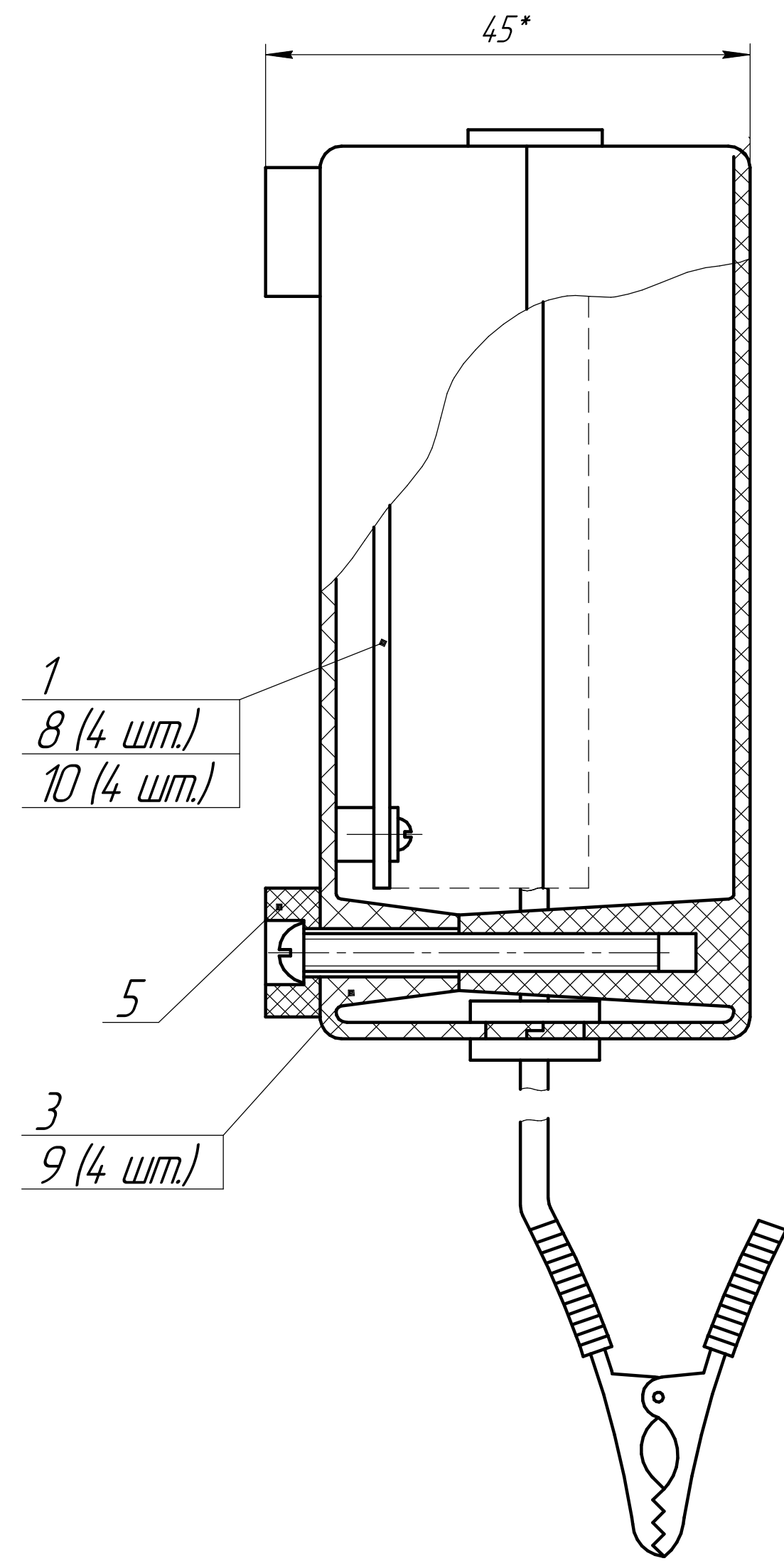
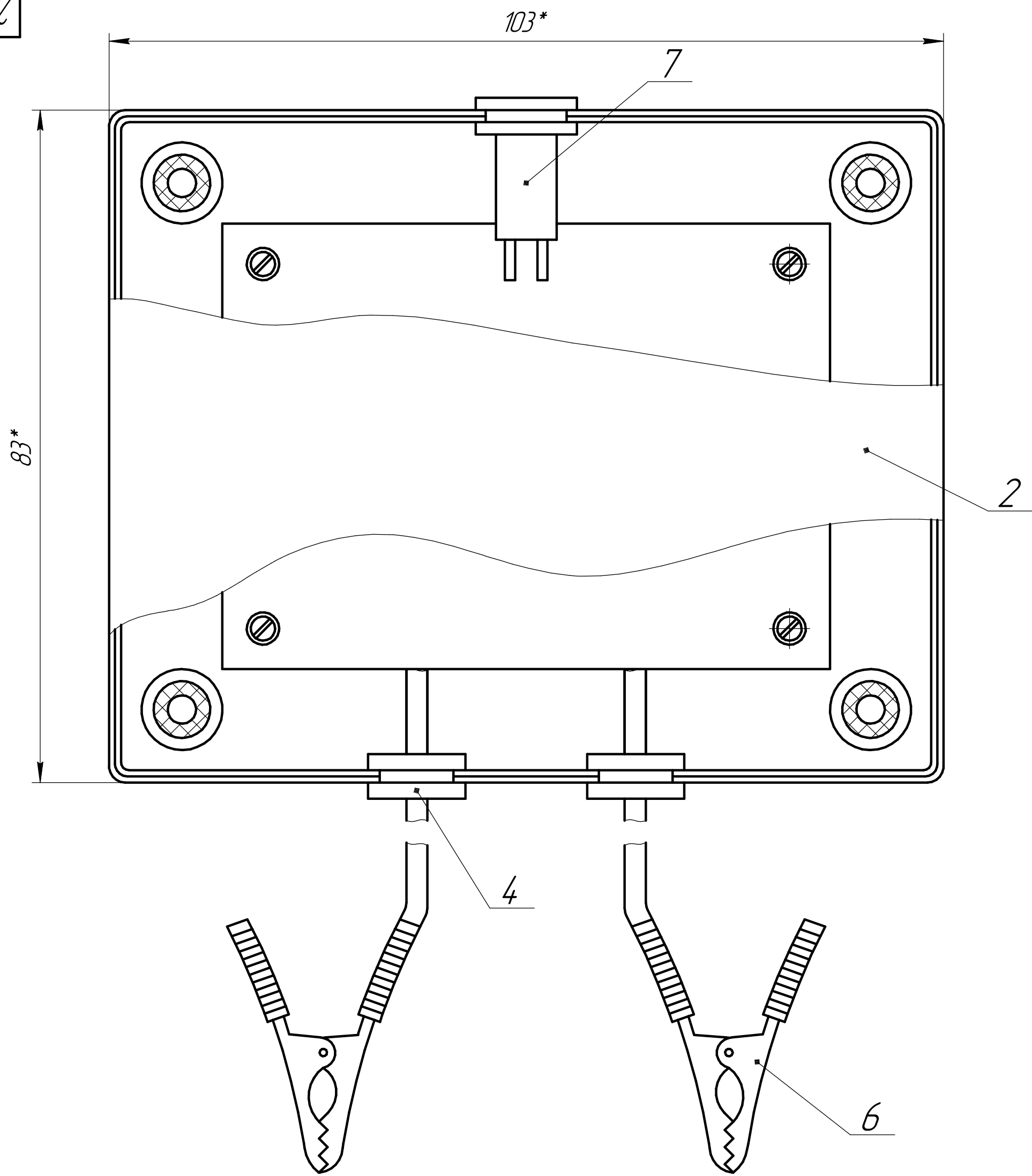
- Плата повинна відповідати ГОСТ 23752-79.
- *Розмір для довідок.
- Клас точності 4 по ГОСТ 23751-86.
- Крок координатної сітки 2,5 мм.
- Плату виготовити комбінованим методом.
- Параметри отворів дивись в таблиці.
- Мінімальна ширина провідників не менше 1 мм.
- Мінімальна відстань між провідниками не менше 1 мм.
- Контактні площадки покрити сплавом "Розе" ТУ 6-09-4065-75, решту поверхні зі старони провідного шару покрити компаундом на основі ЕД-22 ГОСТ 19587-76.
- Плату маркувати фарбою ТНПФ-01 діла ТУ 29-02-889-88 шрифтом 2,5 Пр 41 ГОСТ 26.020-80.
- Інші вимоги по ОСТ 4.ГО.005.051.

26 КР 172.403.016.001.001						Плата друкована			Лит.	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		Н			0,03	2:1	
Разроб.	Литва					Архив	Архив	1			
Перевір.	Крочак					ВСП ТФК ТР-403					
Т.контр.						м. Тернопіль					
Н.контр.	Задорожний					Формат А2					
Затверд.						Копіював					

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
						Документація				
		A4			26 КР 172.403.016.000.000 ПЕЗ	Перелік елементів				
		A1			26 КР 172.403.016.000.000 ЕЗ	Схема електрична принципова				
		A1			26 КР 172.403.016.001.000 СК	Вузол друкований				
						Деталі				
Підпис і дата	Інв. № добул.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.403.016.001.001	Плата друкована	1		
				БК	2	26 КР 172.403.016.001.002	Перемичка	4		
								Інші вироби		
								Конденсатори		
					3		NPO-0,01 мкФ ±5% "Murata"	1	С3	
					4		NPO-0,1 мкФ ±5% "Murata"	2	С7, С10	
					5		NPO-0,33 мкФ ±5% "Murata"	1	С4	
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Підпис і дата		6		ЕСАР-25 В-4,7 мкФ ±20% "Jamicon"	1	С5	
					7		ЕСАР-35 В-22 мкФ ±20% "Jamicon"	4	С1, С2, С8, С9	
					8		ЕСАР-25 В-33 мкФ ±20% "Jamicon"	1	С6	
							Мікросхеми			
					10		МАХ471СРА "Maxim"	1	DD2	
					11		МАХ797ЕРЕ "Maxim"	1	DD1	
					13		Дросель FWDRI14-15В-10 мкГн ±10% "Ferriwo"	1	L1	
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Підпис і дата	26 КР 172.403.016.001.000						
				Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
				Розрод.	Литва					
				Перевір.	Крочак					
				Н.контр.	Задорожний					
Затверд.										
Вузол друкований						Літ.	Аркцш	Аркцшів		
						Н	1	2		
						ВСП ТФК ТР-403				
						м. Тернопіль				

Перш. викорис.					
Додат. №					
Підпис і дата					
Інв. № змін.					
Зам. інв. №					
Підпис і дата					
Інв. № ориг.					

26 КР 172.403.016.004.000 СК



1. * Розміри для довідок.
2. Електромонтаж здійснювати згідно з 26 КР 172.403.016.001.000 ЕЗ припоєм припоєм ПОС-40 ГОСТ 21931-76.
3. Інші технічні вимоги по ОСТ.4.ГО.070.015.

						26 КР 172.403.016.004.000 СК					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Зарядний пристрій для акумуляторів	Лит.		Маса	Масштаб		
						Н		0,3	2:1		
						Аркш		Аркш			
						ВСП ТФК ТР-403		1			
Нконтр.		Задорожний				м. Тернопіль					
Затверд.											

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
						Документація				
		A4			26 КР 172.403.016.001.000	Перелік елементів				
		A1			26 КР 172.403.016.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1			
		A1			26 КР 172.403.016.004.000 СК	Складальне креслення	1			
						Складальні одиниці				
Підпис і дата	Інв. № дубл.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.403.016.001.000 СК	Вузол друкований	1		
							Деталі			
				БК	2	26 КР 172.403.016.004.001	Верхня кришка	1		
				БК	3	26 КР 172.403.016.004.002	Нижня кришка	1		
				БК	4	26 КР 172.403.016.004.003	Втулка	2		
				БК	5	26 КР 172.403.016.004.004	Ніжка	4		
								Інші вироби		
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Підпис і дата							
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Підпис і дата							
26 КР 172.403.016.004.000										
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розрод.	Литва				Літ.	Аркцш	Аркцшів			
Перевір.	Крочак				Н		1			
Н.контр.	Задорожний				ВСП ТФК ТР-402					
Затверд.					м. Тернопіль					

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл																	
Замість																	
Підпис																	
															Аркуш 4		
												2026.ККП.172.403.016.03.000		2026.ККП.172.403.016.03.118			
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		Пінцет РТ 265641															
К 02	1	Плата друкована			2026ККП.172.403.016.001001							796	100	100			
03	3	Конденсатори			NPO-0,01мкФ ±5%				"Murata"			796	100	100			
04	4	Конденсатори			NPO-0,1мкФ ±5%				"Murata"			796	100	200			
05	5	Конденсатори			NPO-0,33мкФ ±5%				"Murata"			796	100	100			
06	6	Конденсатори			ECAP-25 В-4,7 мкФ ±20%				"Jamicon"			796	100	100			
07	7	Конденсатори			ECAP-35 В-22 мкФ ±20%				"Jamicon"			796	100	400			
08	8	Конденсатори			ECAP-25 В-33 мкФ ±20%				"Jamicon"			796	100	100			
09	10	Мікросхема			MAX471CPA				"Maxim"			796	100	100			
10	11	Мікросхема			MAX797EPE				"Maxim"			796	100	100			
11	13	Дросель			FWDRI1415В-10 мкГн ±10%				"Ferriwo"			796	100	100			
12	15	Резистори			MFP-0,5-10м ± 10%				"Yageo"			796	100	100			
13	16	Резистори			MFP-0,125-2к0м ± 10%				"Yageo"			796	100	100			
14	18	Трансформатор			B78386-P1116-A				"Epcos"			796	100	100			
15	26	Кварцевий резонатор			КХ-ЗНТ-11.0592 Гц				"Geyer"			796	100	100			
16	20	Діод			1N44148				"Diotec"			796	100	400			
17	21	Діод			15KE6.8A				"SUNMATE"			796	100	100			
18	23	Транзистори			ZVN2106A				"Diodes Incorporated"			796	100	200			

Дубл																
Замість																
Підпис																
															Аркуш 5	
												2026.ККП.172.403.016.03.000		2026.ККП.172.403.016.03.118		
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	Н витр	
А 01	403		016	045	403016045 Автоматизована пайка											0,005
Б 02		Установка пайки хвилею АРП М6.890.001														
0 03		Пайку проводити згідно ТТП 316530 (70шт)														
М04		Припой ПОС-61					ГОСТ 21931-76						180	100	0,21	
05		Флюс АТІ-120					ГОСТ 32142-82						120	100	0,35	
06		Спиртобензинова суміш					ГОСТ 443-76						120	100	0,35	
07																
08																
А09	403		016	050	4030160050 Електромонтаж											0,004
0 10		1. Рихтувати елементи згідно ТТП 315826 (4шт)														
11		2. Установити перемички поз.2(4шт) згідно карти ескізу по ТТП254681														
К 12		Пайку проводити згідно ТТП 316530														
13	2	Перемичка					2026ККП172.403.016.001.002						796	100	600	
14		Електропаяльник РТ 105278														
15		Пінцет РТ 235641														
М16		Припой ПОС-61					ГОСТ 2131-76						180	100	0,012	
17		Флюс АТІ-120					ГОСТ 32142-82						120	100	0,01	
18		Спиртобензинова суміш					ГОСТ 443-76						120	100	0,01	

[illegible]

Дубл.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Дубл.																					
Замість																					
Підпис																					
														Аркушів 4		Аркуш 1					
Розробив		Литва							ВСП ТФК ТНТУ			2026.ККП.172.403.016.001 СК						2026.ККП.172.403.016.001			
Перевірів		Василишин																			
Нормував																					
Затвердив																					
Н. контр.																					
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	ВНТР					
01						Охорона навколишнього середовища, згідно інструкції МВЯ790831															
02		403		016	005	403.016.01 Комплектування												0,005			
03						Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (35шт)															
04																					
05		403		016	010	403.016.02 Слюсарно-складальна												0,005			
06						Пневмоверт РТ 532964															
07						Складання проводити по ТТП 231587 (29шт)															
08						1. Кріпити друкований вузол поз.1 до нижньої кришки поз. 3 гвинтами поз.8 (4шт) через шайбу поз.10(4шт)згідно карти ескізів по ТТП 12838374															
09						2. Кріпити роз'єм поз.6(XS1) та поз.7(XS1) через втулку поз.4(2шт) між кришкою верхньою поз.2 та кришкою нижньою поз.3 згідно карти ескізів															
10		1				Вузол друкований					2026.ККП.172.403.016.001.000 СК					796	100	100			
11		2				Кришка верхня					2026.ККП.172.403.016.004.001					796	100	100			
12		3				Кришка нижня					2026.ККП.172.403.016.004.002					796	100	100			
13		4				Втулка					2026.ККП.172.403.016.004.003					796	100	100			
14		6				Роз'єм					15EDGKM-5.08-04P				"Degson"				796	100	100

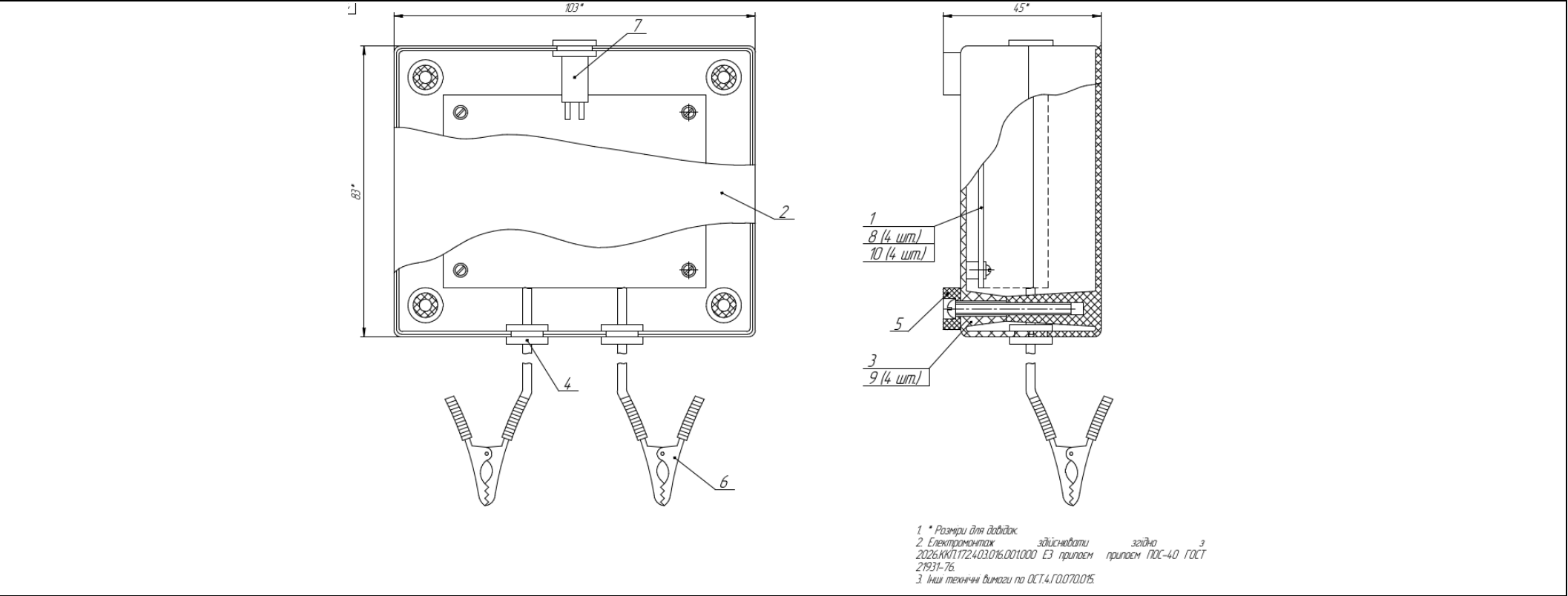
[illegible]

[illegible]

Дубл.									
Замість									
Підпис									

							Аркушів 4	Аркуш 4	
Розробив	Литва				ВСП ТФК ТНТУ	2026.ККП.172.403.016.001 СК		2026.ККП.172.403.016.001	
Перевірів	Василишин				Зарядний пристрій для акумуляторів			Н	
Нормував									
Затвердив									
Н. контр.									

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	ВНТР



Техніко – економічні показники зарядного пристрою для акумуляторів

	Технічні показники			Економічні показники	
1	Напруга живлення вхідна	+10,5...28В	1	Річний обсяг виробництва	1360шт.
2	Струм зарядний максимальний	до 1,5А	2	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	91650 грн
3	Габаритні розміри	103*83 *45мм	3	Чистий прибуток	379993,25 грн
4	Маса	0,3 кг	4	Повна собівартість на виріб	1064,81 грн
5	Допустима вологість повітря	80%	5	Ціна одиниці виробу	1405,55 грн.
6	ККД	до 86%	6	Рентабельність виробу	26,24 %
7	Споживана потужність	до 70Вт	7	Термін окупності	0,27р
8			8	Індекс продуктивності	3,77