

Міністерство освіти і науки України

Відокремлений структурний підрозділ
«Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана
Пулюя»

(повне найменування вищого навчального закладу)
відділення телекомунікацій та електронних систем
(назва відділення)
циклова комісія телекомунікацій та радіотехніки
(повна назва циклової комісії)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи

фаховий молодший бакалавр

(освітньо-професійний ступінь)

на тему: Розробка конструкції підсилювача потужності ЗЧ на 80 Вт

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

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

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

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Бартків П. Б.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Недошитко Л. М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Хвостівська Л. В.

(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**

Барткова Павла Богдановича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи

_____Розробка_конструкції_підсилювача_потужності_ЗЧ на_80_Вт_____

керівник кваліфікаційної роботи _____Недошитко_Людмила_Миколаївна_____,
(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:

_____Максимальна_вихідна_потужність_80Вт;_Діапазон_робочих_частот_20Гц_-_20кГц_____

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 Поняття праці та охорони праці.
 - 4.2 Дія електричного струму на організм людини.
- 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	17.04
2	Збір і узагальнення інформації по проекту	13.05	12.05
3	Написання першого розділу	25.05	22.05
4	Розробка технічного та робочого проекту	29.05	28.05
5	Написання спеціального розділу	29.05	28.05
6	Розрахунок економічної частини	25.05	22.05
7	Написання розділу охорони праці	26.05	25.05
8	Виконання графічної частини	19.05	18.05
9	Оформлення проекту	08.06	05.06
10	Погодження нормоконтролю	12.06	11.06
11	Попередній захист проекту	16.06	15.06
12	Захист проекту		22.06

7. Дата видачі завдання 20 квітня 2026 р.

Студент

_____ Бартків П. Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту

_____ Недошитко Л. М.
(підпис)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	7
ВСТУП. Призначення і область застосування радіопристрою.....	9
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	11
1.1 Розробка технічного завдання	11
1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу	11
1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз.....	13
РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	16
2.1 Розрахунково-конструкторська частина.....	16
2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів	16
2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.	17
2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази	19
2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів	30
2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу	33
2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності).....	36
2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою.....	37
2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.....	39
2.2 Технологічна частина.....	40
2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології.....	40
2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції.	44

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Бартків			Розробка конструкції підсилювача потужності 3Ч на 80 Вт Пояснювальна записка	Лім.	Арк.
Перевір.		Недашито					5
Рецензент						Аркуші	
Н. Контр.		Задорожний				ВСП ТФК ТНТУ ТР-402	
Затверд.						м. Тернопіль	

2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів	45
2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла.....	47
2.2.5 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.....	49
РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	51
3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень	51
3.2 Розрахунок собівартості продукції.....	53
3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.....	57
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	61
4.1 Поняття праці та охорони праці.....	61
4.2 Дія електричного струму на організм людини	66
ВИСНОВКИ.....	70
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	71
ДОДАТКИ.....	

АНОТАЦІЯ

Бартків П.Б. Розробка конструкції підсилювача потужності ЗЧ на 80 Вт.: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційний рівень молодший спеціаліст, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026.

Елементи на платі розташовані дуже компактно, і тому розміри плати мінімальні 100×115мм. Всі основні елементи розміщені на одній стороні плати, на іншій стороні плати відсутні елементи.

Корпус пристрою виконано з металу, що забезпечує високу міцність і надійність конструкції. Верхня та нижня кришки мають П-подібну форму, що спрощує складання та доступ до внутрішніх компонентів. До верхньої кришки за допомогою гайки та шайби закріплюється гніздо живлення приладу. На нижній кришці встановлюється друкований вузол, який фіксується двома гвинтами з шайбами. Габаритні розміри корпуса 158*157*56мм.

Крім того, на нижній кришці розміщуються запобіжники FU1–FU2, що кріпляться за допомогою гайок і шайб, а також вихідний роз'єм для підключення навантаження, який встановлюється гвинтовим з'єднанням. Змінний резистор R15 також монтується на нижню кришку за допомогою гайки та шайби, що забезпечує зручність регулювання параметрів пристрою під час експлуатації.

Для ефективного відведення тепла передбачено радіатор, який кріпиться до нижньої кришки гвинтами з шайбами. До цього радіатора, у свою чергу, закріплюються силові транзистори VT9 та VT10, що дозволяє забезпечити їх належний тепловий режим роботи та підвищити надійність усього пристрою.

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

Ключові слова: підсилювач, потужності, звукова частота, підсилення.

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Bartkiv P.B. Development of the design of an 80 W RF power amplifier: qualification work for obtaining the educational and qualification level of a junior specialist, specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026.

The elements on the board are located very compactly, and therefore the board dimensions are minimal 100×115mm. All the main elements are located on one side of the board, there are no elements on the other side of the board.

The device body is made of metal, which ensures high strength and reliability of the structure. The upper and lower covers have a U-shaped shape, which simplifies assembly and access to internal components. The device power socket is attached to the upper cover with a nut and washer. A printed circuit board is installed on the lower cover, which is fixed with two screws with washers. Overall dimensions of the case are 158*157*56mm.

In addition, the bottom cover houses fuses FU1–FU2, which are fastened with nuts and washers, as well as an output connector for connecting the load, which is installed with a screw connection. The variable resistor R15 is also mounted on the bottom cover with a nut and washer, which provides convenience in adjusting the device parameters during operation.

For effective heat dissipation, a radiator is provided, which is attached to the bottom cover with screws and washers. Power transistors VT9 and VT10 are attached to this radiator, which allows them to ensure proper thermal operation and increase the reliability of the entire device.

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

Keywords: amplifier, power, sound frequency, amplification.

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Проектований пристрій є підсилювачем низької частоти потужністю 80 Вт, який призначений для підсилення електричних сигналів звукового діапазону з подальшою передачею їх на акустичне навантаження. Він належить до класу побутової електроніки та може використовуватися як складова різноманітних аудіосистем.

Сфера застосування підсилювача охоплює звуковідтворювальну техніку, зокрема аудіопідсилювальні модулі, акустичні системи, стаціонарні підсилювачі, активні колонки та інші пристрої, де необхідне підсилення сигналів низької частоти до рівня, достатнього для ефективної роботи гучномовців. Пристрій може функціонувати як самостійний вузол або як частина більш складних електронних систем.

Основним призначенням підсилювача є забезпечення якісного відтворення аудіосигналів у робочому діапазоні частот із мінімальними спотвореннями та достатнім рівнем вихідної потужності. Він здатний працювати з низькоомним навантаженням і підтримує стабільні режими при зміні вхідного сигналу, що дозволяє ефективно використовувати його в різних умовах експлуатації.

Вхідні характеристики пристрою дають змогу підключати різні джерела аудіосигналу без необхідності додаткового узгодження, що підвищує універсальність і спрощує інтеграцію в існуючі системи. Використані схемні рішення спрямовані на підвищення стабільності роботи та зменшення впливу зовнішніх факторів на якість підсилення.

Підсилювач розрахований на стаціонарне використання в закритих приміщеннях. Його нормальна робота забезпечується при температурі навколишнього середовища від +5 °С до +40 °С, відносній вологості до 80 % без утворення конденсату та стандартному атмосферному тиску. Експлуатація в умовах значних механічних навантажень, вібрацій або ударів не допускається.

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструкція передбачає природне повітряне охолодження. Відведення тепла від вихідних каскадів здійснюється за допомогою радіаторів, що дозволяє підтримувати допустимий температурний режим навіть при тривалій роботі під навантаженням. Це підвищує надійність пристрою та запобігає перегріванню.

Застосування сучасної елементної бази сприяє зменшенню габаритів підсилювача, підвищенню його надійності та зниженню рівня нелінійних спотворень. Стабільність характеристик компонентів забезпечує тривале збереження параметрів пристрою без потреби частого налаштування або технічного обслуговування [1].

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

Напруга живлення В.....+35;-35;
Допустима вологість, %80;
Розміри друкованої плати, мм100x115;
Діапазон робочих частот20 Гц - 20 кГц;
Номінальна вихідна потужність80 Вт;
Опір навантаження4 Ом;
Максимальна споживана потужність.....до 133 Вт.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

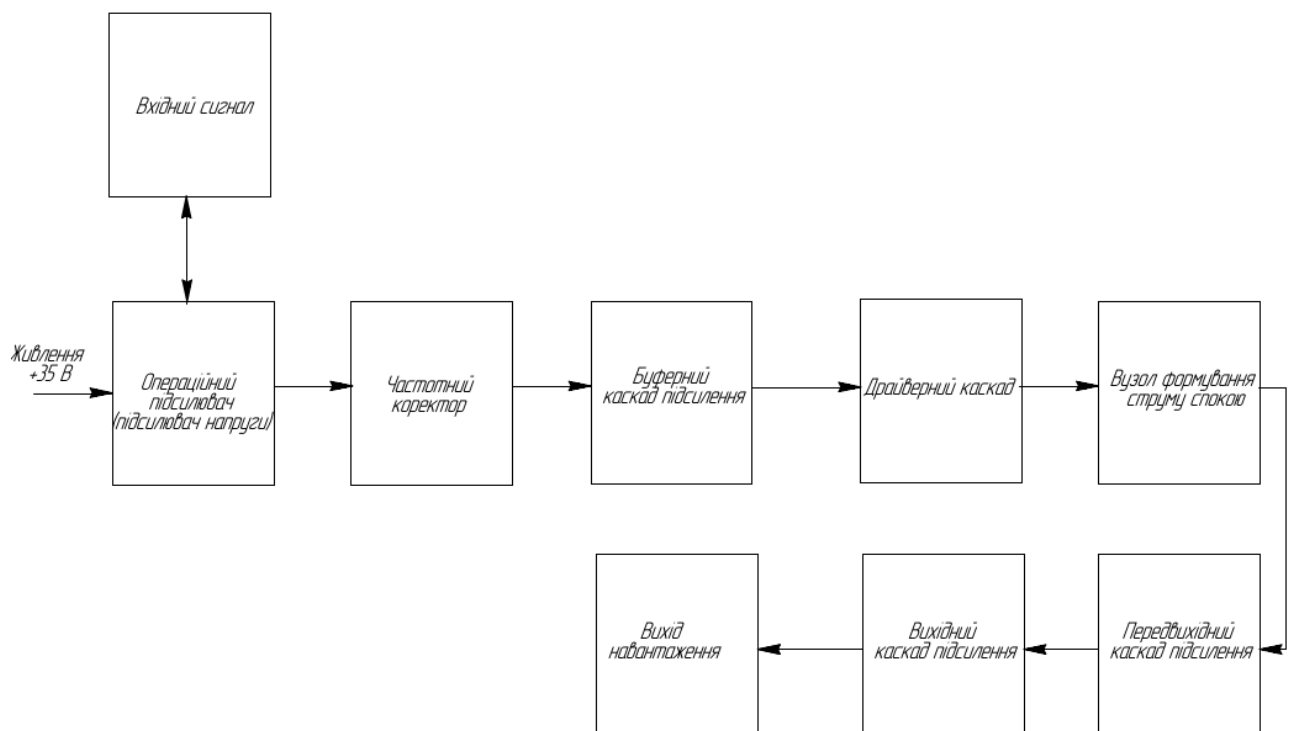


Рисунок 1.1- Схема електрична структурна

Сигнал проходить такий шлях: Вхідний сигнал → Операційний підсилювач (підсилення напруги) → Частотний коректор → Буферний каскад

→ Драйверний каскад → Вузол формування струму спокою → Вихідний каскад
→ Вихід (навантаження).

1. Вхідний сигнал - слабкий звуковий сигнал (наприклад, з мікрофона, телефону або іншого джерела). Він ще не має достатньої амплітуди для роботи навантаження.

2. Операційний підсилювач (підсилення напруги) основний каскад попереднього підсилення.

- підсилює напругу сигналу
- формує базовий коефіцієнт підсилення
- разом зі зворотним зв'язком стабілізує роботу схеми

3. Частотний коректор- блок обробки частотної характеристики:

- вирівнює АЧХ (низькі/високі частоти)
- може виконувати роль темброблоку
- усуває спотворення звучання

4. Буферний каскад підсилення- служить як узгоджувальна ланка:

- не дає навантаженню впливати на попередні каскади
- підсилює струм сигналу (але не сильно напругу)
- забезпечує розв'язку між частинами схеми

5. Драйверний каскад -проміжний силовий етап:

- готує сигнал для вихідного каскаду
- забезпечує необхідний струм керування транзисторами виходу
- зменшує навантаження на попередні блоки

6. Вузол формування струму спокою- дуже важливий для класу АВ підсилювачів:

- задає початковий струм через вихідні транзистори
- зменшує спотворення типу "сходинок"
- стабілізує роботу при відсутності сигналу

7. Вихідний каскад підсилення -силова частина підсилювача:

- забезпечує основне підсилення по струму

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- працює на навантаження (динамік)

- має найбільшу потужність

8. Вихід навантаження- кінцевий споживач сигналу:

- динамік або акустична система

- перетворює електричний сигнал у звук

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

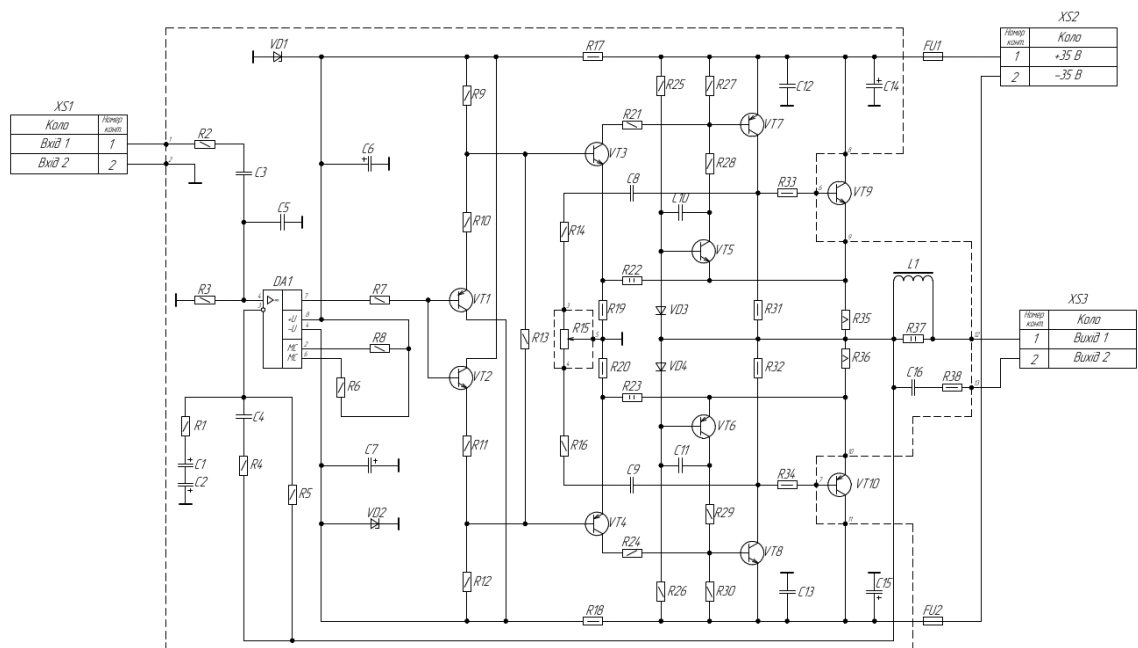


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

Проектований пристрій є транзисторно-операційним підсилювачем низької частоти потужністю до 80 Вт, призначеним для підсилення аудіосигналів і використання у складі різноманітних звукових систем. Він орієнтований на роботу з акустичними навантаженнями номінальним опором 4 Ом та забезпечує відтворення звуку з низьким рівнем нелінійних спотворень.

Живлення підсилювача здійснюється від двополярного джерела постійної напруги ± 35 В, що дає змогу формувати симетричний вихідний сигнал без застосування розділового конденсатора на виході та покращує амплітудні параметри пристрою.

Конструкція передбачає використання вивідного монтажу (ТНТ), що полегшує процес виготовлення, налаштування та подальшого обслуговування підсилювача.

Підсилювач призначений для експлуатації в нормальних кліматичних умовах за температури навколишнього середовища від $+5^{\circ}\text{C}$ до $+40^{\circ}\text{C}$, відносної вологості повітря до 80 % та за відсутності значних механічних вібрацій.

Опис принципу роботи здійснюється відповідно до електричної принципової схеми та у порядку проходження сигналу від входу підсилювача до його виходу.

Вхідний звуковий сигнал подається на підсилювач через розділовий конденсатор С3, який виконує функцію блокування постійної складової сигналу та запобігає порушенню режимів роботи наступних каскадів. Резистор R2 формує вхідний опір підсилювача та забезпечує узгодження з попереднім джерелом сигналу.

Далі сигнал надходить на вхід операційного підсилювача DA1, який працює у режимі підсилювача напруги. Даний каскад забезпечує основне підсилення сигналу та формування необхідної амплітуди для подальшої обробки. Коефіцієнт підсилення операційного підсилювача визначається елементами ланцюга зворотного зв'язку R1, R4, а конденсатори C2 і C4 формують частотну корекцію, обмежуючи підсилення на високих частотах та забезпечуючи стійкість роботи схеми.

З виходу операційного підсилювача сигнал подається на буферний каскад, виконаний на транзисторах VT1 і VT2, які працюють у режимі емітерних повторювачів. Основним призначенням цього каскаду є зменшення навантаження на операційний підсилювач, підвищення струмового підсилення та узгодження сигналу з наступними каскадами. Буферний каскад не забезпечує значного підсилення напруги, проте суттєво підвищує здатність схеми працювати з навантаженнями.

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Подальше підсилення сигналу здійснюється у драйверному каскаді на транзисторах VT3 і VT4, які працюють у активному режимі та формують керуючі сигнали для вихідного каскаду. Стабілізація режимів роботи драйверних транзисторів за постійним струмом забезпечується стабілітронами VD1 і VD2, які підтримують сталу напругу зміщення. Резистори R10, R11, R12, R13 визначають робочі точки транзисторів та забезпечують симетричність плечей схеми. Для зменшення нелінійних і перехідних спотворень у підсилювачі застосовано вузол формування струму спокою, реалізований на транзисторах VT5 і VT6 та діодах VD3 і VD4. Цей вузол формує необхідну напругу між базами вихідних транзисторів і забезпечує їх роботу, що дозволяє значно знизити спотворення в області переходу сигналу через нуль.

Регулювання струму спокою та симетрії плечей вихідного каскаду здійснюється за допомогою змінного резистора R15 (470 Ом), який є основним регулювальним елементом під час налагодження підсилювача. Правильне налаштування цього резистора дозволяє мінімізувати постійну складову напруги на виході та зменшити теплові втрати.

Вихідний каскад підсилювача виконаний за двотактною комплементарною схемою на потужних транзисторах VT9 і VT10, які забезпечують необхідну вихідну потужність для живлення акустичного навантаження. Вихідний сигнал знімається з емітерів транзисторів через резистори R35 і R35, які виконують функцію балансування струмів і захисту вихідних транзисторів від перевантажень. Резистори R33 і R34 обмежують базові струми транзисторів та підвищують надійність роботи каскаду.

Для забезпечення стійкої роботи підсилювача при підключенні навантажень з реактивною складовою на виході встановлено вихідний фільтр, утворений дроселем L1, резисторами R37, R38 та конденсатором C16. Даний фільтр запобігає самозбудженню підсилювача та покращує стабільність його роботи [1].

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

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

Елементи друкованої плати розташовані щільно, що дозволило мінімізувати її габаритні розміри до 100×115 мм. Усі основні радіоелектронні компоненти змонтовані на одній стороні плати, що спрощує процес виготовлення, контролю та обслуговування пристрою. На зворотному боці плати елементи відсутні.

Конструктивно пристрій виконано у вигляді корпусу, в якому розміщено друкований вузол та допоміжні елементи. Корпус має компактні габарити 158×157×56 мм і забезпечує захист внутрішніх компонентів від механічних впливів та зовнішніх факторів.

Корпус складається з верхньої та нижньої кришок П-подібної форми, що полегшує складання виробу та забезпечує зручний доступ до внутрішніх елементів під час обслуговування. До верхньої кришки за допомогою гайки та шайби закріплюється гніздо живлення.

На нижній кришці встановлено друкований вузол, який фіксується двома гвинтами з шайбами. Тут же розміщені запобіжники FU1–FU2, вихідний роз'єм для підключення навантаження та змінний резистор R15, який закріплений гвинтовим з'єднанням для зручного регулювання параметрів пристрою під час експлуатації.

Для забезпечення теплового режиму силових елементів у конструкції передбачено радіатор, закріплений до нижньої кришки гвинтами з шайбами. До радіатора жорстко кріпляться силові транзистори VT9 та VT10, що забезпечує ефективне відведення тепла та підвищує надійність роботи пристрою.

Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів.

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Для виготовлення корпусу використано метал, що забезпечує високу механічну міцність, жорсткість конструкції та захист електронних компонентів від зовнішніх впливів. Металевий корпус також сприяє зменшенню електромагнітних завад і покращує електромагнітну сумісність пристрою.

П-подібна форма верхньої та нижньої кришок обрана з метою спрощення технології складання та полегшення доступу до внутрішніх вузлів під час ремонту та обслуговування.

Для кріплення елементів використано гвинтові з'єднання з гайками та шайбами, що забезпечує надійну фіксацію деталей, стійкість до вібрацій та можливість багаторазового розбирання без втрати міцності.

Радіатор виготовлено з матеріалу з високою теплопровідністю (алюмінієвий сплав), що забезпечує ефективне відведення тепла від силових транзисторів VT9 та VT10 і підтримання їхнього нормального температурного режиму.

Друкована плата виготовлена на основі склотекстоліту, який характеризується високою механічною міцністю, термостійкістю та стабільними електроізоляційними властивостями, що є важливим для надійної роботи електронного пристрою.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Друкована плата розробленого пристрою виконана двосторонньою, що зумовлено великою кількістю електричних з'єднань. З метою забезпечення компактності конструкції та підвищення щільності монтажу застосовано металізацію отворів, а також продумане розташування радіоелементів. Це дало змогу спростити процес трасування та зменшити габаритні розміри плати [30].

Плату передбачено виготовляти з фольгованого склотекстоліту марки СФ2–35–1,5ІКП відповідно до вимог ГОСТ 10316-78. Для її виробництва обрано комбінований позитивний метод, який широко використовується при виготовленні двосторонніх друкованих плат. Хоча даний метод є більш

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

технологічно складним і передбачає виконання металізації отворів, що збільшує собівартість, він дозволяє реалізовувати складні та компактні електронні пристрої. Габаритні розміри плати становлять 100×115 мм.

Корпус пристрою виконано з металу, що забезпечує високу міцність і надійність конструкції. Верхня та нижня кришки мають П-подібну форму, що спрощує складання та доступ до внутрішніх компонентів. До верхньої кришки за допомогою гайки та шайби закріплюється гніздо живлення приладу. На нижній кришці встановлюється друкований вузол, який фіксується двома гвинтами з шайбами. Габаритні розміри корпуса 158*157*56мм.

Крім того, на нижній кришці розміщуються запобіжники FU1–FU2, що кріпляться за допомогою гайок і шайб, а також вихідний роз'єм для підключення навантаження, який встановлюється гвинтовим з'єднанням. Змінний резистор R15 також монтується на нижню кришку за допомогою гайки та шайби, що забезпечує зручність регулювання параметрів пристрою під час експлуатації.

Для ефективного відведення тепла передбачено радіатор, який кріпиться до нижньої кришки гвинтами з шайбами. До цього радіатора, у свою чергу, закріплюються силові транзистори VT9 та VT10, що дозволяє забезпечити їх належний тепловий режим роботи та підвищити надійність усього пристрою.

Металевий корпус виконує функцію міцної захисної оболонки, яка забезпечує надійну фіксацію внутрішніх елементів і захищає їх від механічних пошкоджень, пилу, вологи та інших впливів навколишнього середовища. Окрім цього, він слугує ефективним екраном від електромагнітних завад, зменшуючи вплив зовнішніх полів на роботу пристрою та обмежуючи рівень власного випромінювання [19].

Внутрішній простір корпусу організовано з урахуванням зручності монтажу та раціонального використання об'єму. Друкована плата встановлюється на шасі за допомогою різьбових стійок або ізолюючих втулок, які забезпечують електричну ізоляцію та необхідний повітряний зазор. Для

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановлення габаритних елементів, таких як трансформатор або додаткові радіатори, можуть застосовуватись спеціальні кронштейни або опорні елементи.

Конструкція корпусу зазвичай виготовляється методом гнуття листового металу (сталі або алюмінію), що забезпечує достатню жорсткість при відносно малій масі. Бокові стінки можуть формуватися як шляхом згинання, так і у вигляді окремих деталей, що з'єднуються між собою гвинтовими або заклепковими з'єднаннями.

Для підвищення корозійної стійкості та покращення зовнішнього вигляду корпус покривають захисними шарами — порошковою фарбою, анодованим покриттям (для алюмінію) або гальванічним покриттям. Також у конструкції можуть передбачатися вентиляційні отвори або перфорація, які сприяють природному або примусовому охолодженню внутрішніх компонентів.

Отже, застосування металевого корпусу забезпечує не лише механічну міцність і довговічність пристрою, але й ефективний захист від зовнішніх впливів, електромагнітну сумісність, належний тепловий режим роботи та зручність монтажу й обслуговування, що є важливими умовами стабільної та надійної роботи електронного обладнання [30].

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1- Конденсатор ЕСАР-"Ercos" [2]

Позиційне позначення	C1, C2, C6, C7, C14, C15
Назва компонента	Конденсатор ЕСАР
Виробник	Ercos
Критерії вибору	Напруга робоча, струм, розміри, тангенс кута втрат
Параметри та характеристики	
Параметри конструкції	Див.рис.2.1
Номінальна напруга	16В
Номінальна ємність	4,7....2200 мкФ
Допуск ємності	± 20%
Термін служби	2000 р
Робоча температура	-55 ... 105 ° С
Тангенс кута втрат,%	0,14

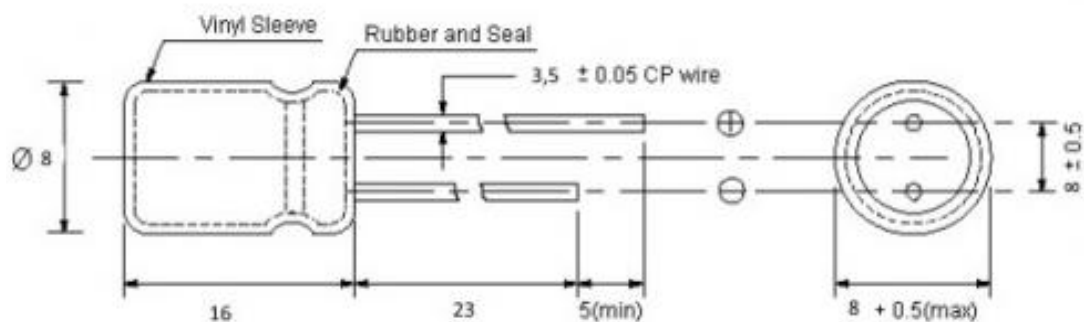


Рисунок 2.1 - Габаритні розміри конденсатора типу b41828"Еpcos"

Таблиця 2.2- Резистор MFP [3]

Позиційне позначення	R1-R14, R16-R38
Назва компонента	MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність розсіювання, максимальна робоча напруга, діапазон опорів, габаритні розміри
Параметри конструкції	Див.рис.2.2
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,25 Вт
діапазон номінальних опорів	1...10·10 ⁶ Ом
допустиме відхилення опору	±10%
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	-60.....+70°C

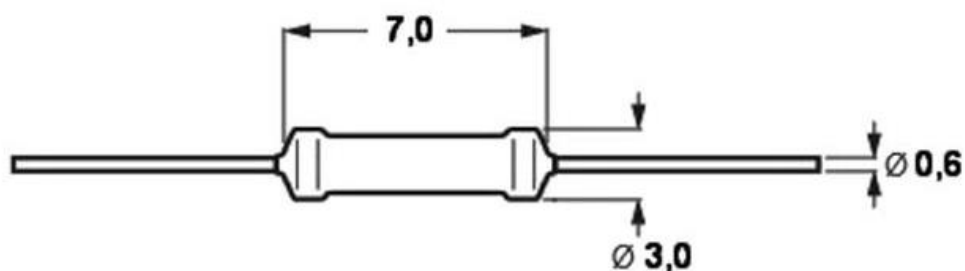


Рисунок 2.2 - Габаритні розміри резисторів MFP " Yageo "

Таблиця 2.3 - Конденсатор NPO -"Murata" [4]

Позиційне позначення	C3-C5, C8-C13, C16
Назва компонента	Конденсатор NPO
Виробник	Murata"
Критерії вибору	Номінал ємності, напруга пробою, робоча напруга
Параметри конструкції	Див.рис.2.3
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50В
відхилення ємності від номінального значення	$\pm 10\%$
інтервал робочих температур	$-40^{\circ}\text{C} \dots +100^{\circ}\text{C}$
температурний коефіцієнт ємності	$+3,3\%$;
відносна вологість	до 98%
діапазон тиску	6,6-2942гПа
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ

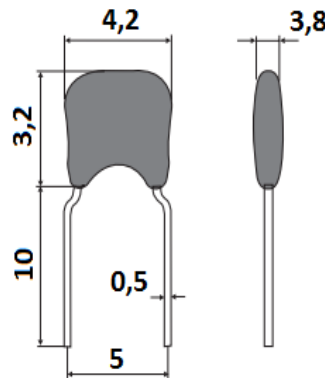


Рисунок 2.3 - Габаритні розміри конденсатора NPO "Murata"

Таблиця 2.4 - Діод 1N4743A "DC Components" [5]

Позиційне позначення	VD1, VD2
Назва компонента	Діод 1N4743A
Виробник	"DC Components"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
матеріал	кремній
корпус	DO-35
максимальна постійна зворотна напруга	75В
максимальна імпульсна зворотна напруга	120В
максимальний час зворотного відновлення	0,004мкс
діапазон робочих температур	$-65 \dots +150^{\circ}\text{C}$
максимально допустимий прямий імпульсний струм	0,45А
максимальний зворотній струм	5 мкА

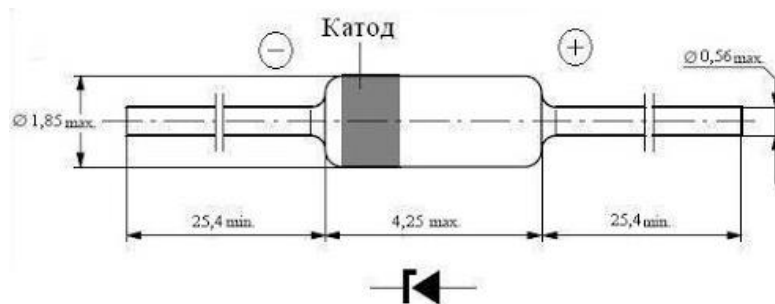


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри діода 1N4743A

Таблиця 2.5 - Діод 1N4007 "Diotec" [6]

Позиційне позначення	VD3, VD4
Назва компонента	Діод 1N4007
Виробник	"Diotec"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
Потужність розсіювання, Вт	0.5
Мінімальна напруга стабілізації, В	44
Номінальна напруга стабілізації, В	47
Максимальна напруга стабілізації, В	50
Статичний опір R _{ст.} , Ом	110
Температурний коефіцієнт напруги стабілізації α _{Уст.} , % / C	0.12
Максимальний струм стабілізації I _{СТ.МАКС.} , МА	8.5
Робоча температура, C	-55 ... 150
Спосіб монтажу	в отвір
Корпус	do35
Вага, г	0.2



Рисунок 2.5 – Габаритні розміри діода 1N4007

Таблиця 2.6 - Запобіжник RB300-30-5A-250В "ECE" [7]

Позиційне позначення	FU1-FU2
Назва компонента	Запобіжник 522.1300-3 А-250В
Виробник	"ECE"
Критерії вибору	Розміри, напруга, струм, спрацювання
Параметри та характеристики	
Матеріал	кераміка
Номінальна напруга, В	240
Номінальний робочий струм, А	5А
Контакти	циліндричні
Довжина корпусу, мм	30
Діаметр корпусу, мм	6.35
Робоча температура, С	-60 ... 100

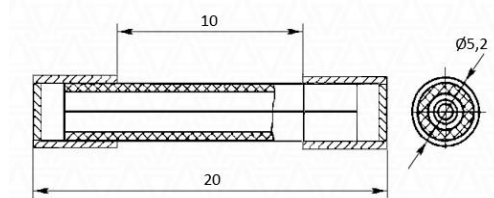


Рисунок 2.6 - Габаритні розміри запобіжника 522.1300-3 А-250В

Таблиця 2.7 - Резистор 16K1-B50K [8]

Позиційне позначення	R15
Назва компонента	Резистор 16K1-B50K
Виробник	"Bourns"
Критерії вибору	Лінійність, опір, розміри
Параметри та характеристики	
номінальний опір	470Ом
відхилення опору від номінального значення	±20%;
тип потенціометра	однооборотний
максимальна робоча напруга	150В
кут повороту	300±5°

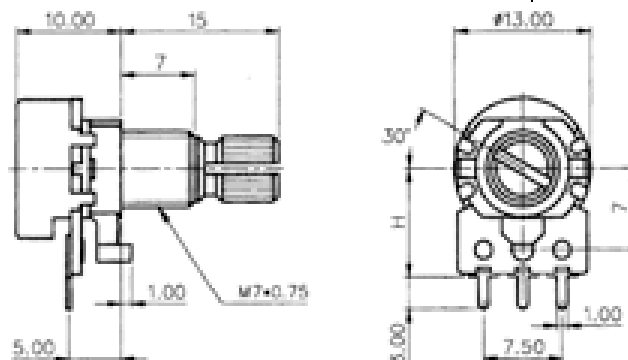


Рисунок 2.7 – Габритні розміри змінного резистора 16K1-B50K

Таблиця 2.8 - Мікросхема TL071CP "Texas Instruments" [9]

Позиційне позначення	DA1
Назва компонента	Мікросхема TL071CP
Виробник	"Texas Instruments"
Критерії вибору	Вхідна напруга, вихідна напруга, струм вхідний
Параметри та характеристики	
Напруга живлення	двоп.: ± 5 В до ± 18 В однополярне: 10...36 В
Споживаний струм	~ 1.4 мА на канал
Корпус	DIP-8
Смуга пропускання (GBW)	≈ 3 МГц
Тип	операційний підсилювач
Напруга зміщення (offset)	~ 3 мВ

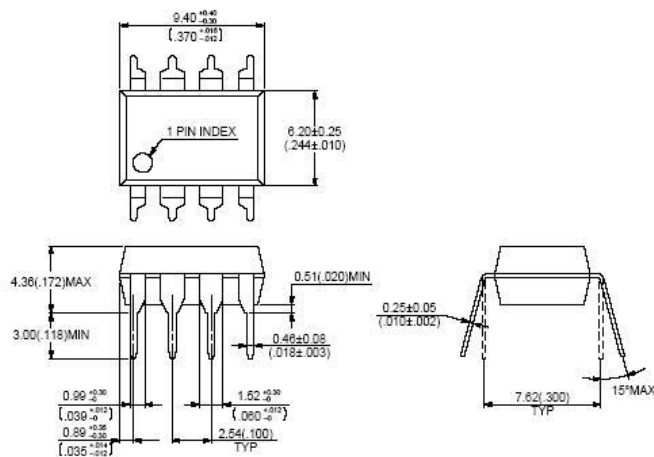
8-pin plastic DIP
(DIP-8P-M01)

Рисунок 2.8 – Габаритні розміри мікросхема TL071CP

Таблиця 2.9 – Дросель EC24-100K-0,3 мкГн "Bourns" [10]

Позиційне позначення	L1
Назва компонента	Дросель EC24-100K-0,3 мкГн
Виробник	"Bourns"
Критерії вибору	Номінал індуктивності, робоча напруга, струм
Параметри та характеристики	
Індуктивність	0,3мГн
Допуск	± 10 %
Максимальний струм	≈ 0.95 А
Опір обмотки (RDC)	до 1.2 Ω
Частота вимірювання	1 кГц
Тип сердечника	феритовий
Тип монтажу	ТНТ (вивідний, через отвори

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ

Арк.

24

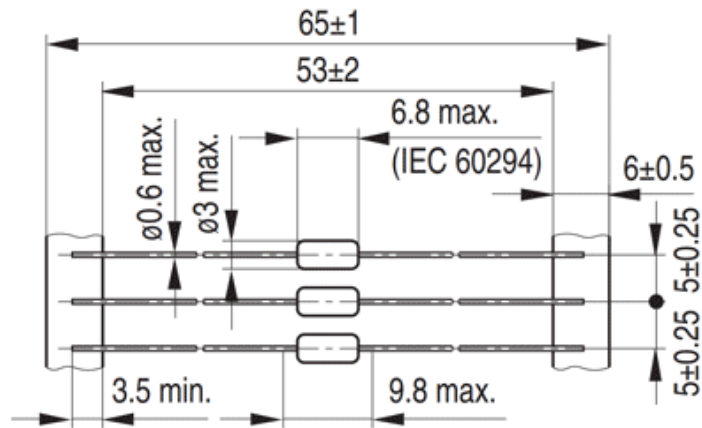


Рисунок 2.9 – Габаритні розміри дросель EC24-100K

Таблиця 2.10 - Транзистор BC557A "Diotec" [11]

Позиційне позначення	VT1, VT4
Назва компонента	Транзистор BC557A "Diotec"
Виробник	"Diotec"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,
Параметри та характеристики	
Тип провідності	PNP
Максимальна напруга колектор-емітер	45 В
Максимальний струм колектора (I _c)	100 мА
Максимальна напруга колектор-база	50 В
Розсіювана потужність	0.5 Вт
Коефіцієнт підсилення	від 110 до 220
Гранична частота	від 100 до 200 МГц
Корпус	TO-92

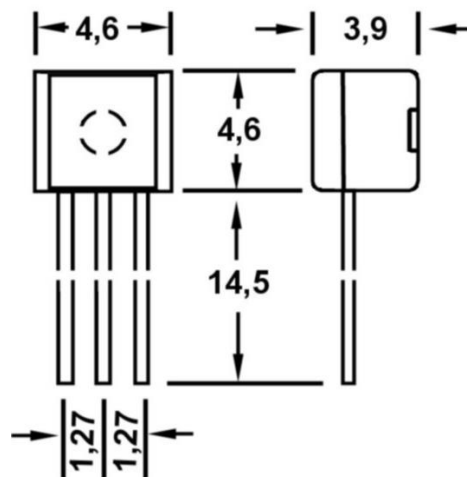


Рисунок 2.10 – Габаритні розміри транзистора BC557A "Diotec"

Таблиця 2.11- Транзистор BC548A "Diotec" [12]

Позиційне позначення	VT2, VT3
Назва компонента	Транзистор BC548A
Виробник	"Diotec"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,
Параметри та характеристики	
Тип провідності	NPN
Максимальна напруга колектор-емітер (V_{ce0})	30 В
Розсіювана потужність (P_c)	500 мВт
Температурний діапазон переходу (T_j)	-55...+150 °C
Коефіцієнт підсилення струму (h_{FE})	110–220
Максимальний струм колектора (I_c)	100 мА
Корпус	TO-92
Гранична частота (f_t)	~150 МГц

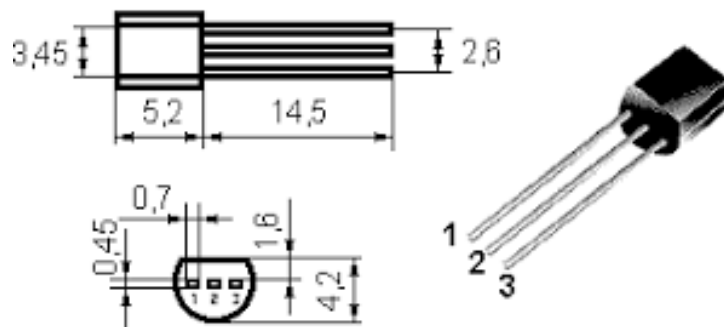


Рисунок 2.11 – Габаритні розміри транзистора BC548A "Diotec"

Таблиця 2.12 - Транзистор 2N2222A "СТК" [13]

Позиційне позначення	VT5
Назва компонента	Транзистор 2N2222A
Виробник	"СТК"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,
Параметри та характеристики	
Тип	NPN
Максимальна напруга колектор-емітер (V_{ce0})	40 В
Температурний діапазон переходу (T_j)	-55...+150 °C
Гранична частота (f_t)	~250 МГц
Коефіцієнт підсилення струму (h_{FE})	100–300
Розсіювана потужність (P_c)	500 мВт
Максимальний струм колектора (I_c)	800 мА
Максимальна напруга колектор-база (V_{cbo})	75 В

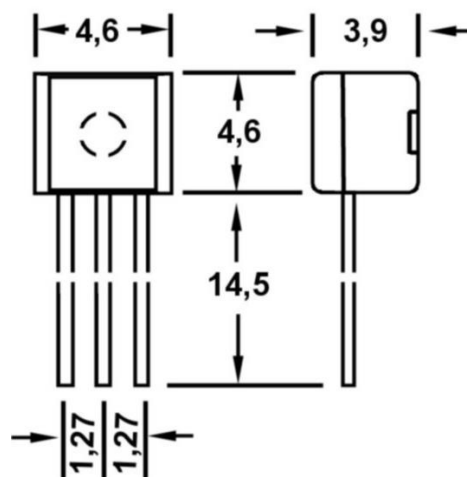


Рисунок 2.12 – Габаритні розміри транзистора 2N2222A

Таблиця 2.13 - Транзистор BC556A "LGE" [14]

Позиційне позначення	VT6
Назва компонента	Транзистор BC556A
Виробник	"LGE"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,
Параметри та характеристики	
Тип	PNP
Корпус	TO-92
Максимальна напруга колектор-емітер (V_{ce0})	–65 В
Розсіювана потужність (P_c)	500 мВт
Коефіцієнт підсилення струму (h_{FE})	110–220
Гранична частота (f_t)	~100 МГц
Максимальна напруга колектор-база (V_{cbo})	–80 В

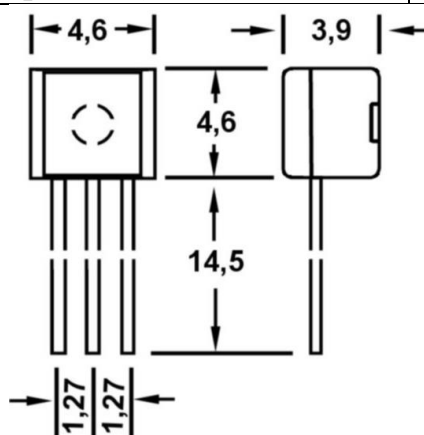


Рисунок 2.13 – Габаритні розміри транзистора BC556A

Таблиця 2.14- Транзистор BD140.10 "CDIL" [15]

Позиційне позначення	VT7
Назва компонента	Транзистор BD140.10
Виробник	"CDIL"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,
Параметри та характеристики	
Тип	PNP
Температурний діапазон переходу (T_j)	$-55...+150\text{ }^{\circ}\text{C}$
Гранична частота (f_t)	$\sim 50\text{ МГц}$
Коефіцієнт підсилення струму (h_{FE})	40–250
Розсіювана потужність (P_c)	до 12,5 Вт
Максимальна напруга колектор-база (V_{cbo})	80 В
Максимальний струм колектора (I_c)	1,5 А
Максимальна напруга емітер-база (V_{ebo})	5 В

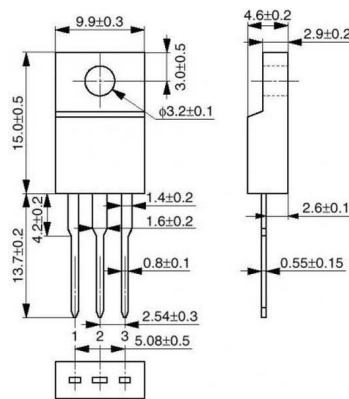


Рисунок 2.14 – Габаритні розміри транзистора BD140.10 "CDIL"

Таблиця 2.15 - Транзистор BD139 "JCET" [16]

Позиційне позначення	VT8
Назва компонента	Транзистор BD139
Виробник	"JCET"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,
Параметри та характеристики	
Тип	NPN
Максимальна напруга колектор-емітер (V_{ceo})	80 В
Максимальний струм колектора (I_c)	1,5 А
Коефіцієнт підсилення струму (h_{FE})	40–250
Гранична частота (f_t)	$\sim 50\text{ МГц}$
Температурний діапазон переходу (T_j)	$-55...+150\text{ }^{\circ}\text{C}$
Максимальна напруга емітер-база (V_{ebo})	5 В
Розсіювана потужність (P_c)	до 12,5 Вт

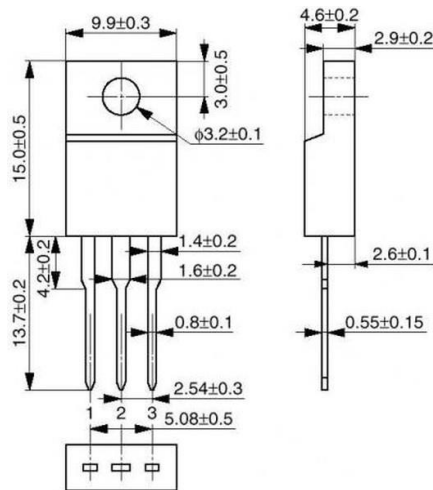


Рисунок 2.15 – Габаритні розміри транзистора BD139 "JSET"

Таблиця 2.16 - Транзистор 2N3055 "Inchange" [17]

Позиційне позначення	VT9
Назва компонента	Транзистор 2N3055
Виробник	"Inchange"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,
Параметри та характеристики	
Тип транзистора	NPN
Температурний діапазон роботи	-65...+200 °C
Гранична частота (fT)	~2.5 МГц
Коефіцієнт підсилення струму (hFE)	20–70 при IC = 4 А
Розсіювана потужність (PD)	115 Вт при Tc = 25 °C
Максимальна напруга база-емітер (VEB)	7 В
Максимальна напруга колектор-емітер (VCEO)	60 В

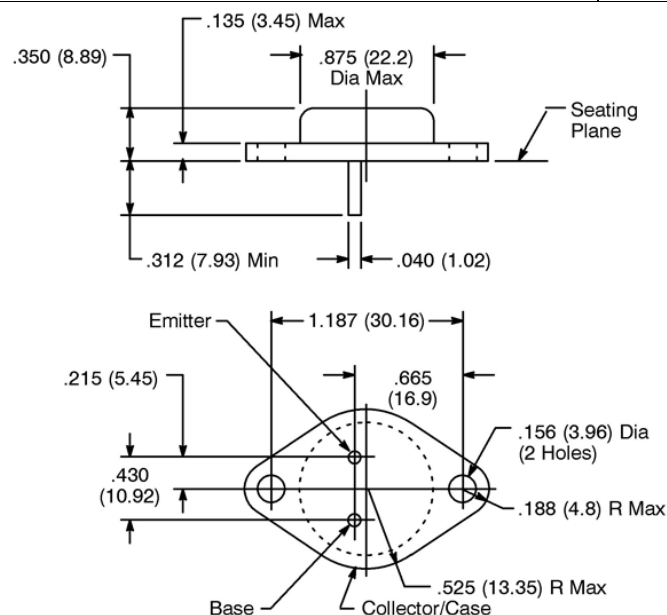


Рисунок 2.16 – Габаритні розміри транзистора 2N3055 "Inchange"

Таблиця 2.17 - Транзистор 2Т818А "Inchange" [18]

Позиційне позначення	VT10
Назва компонента	Транзистор 2Т818А
Виробник	"Inchange"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,
Параметри та характеристики	
Тип транзистора	PNP
Температурний діапазон роботи	-65...+150 °С
Гранична частота (fT)	≈3
Коефіцієнт підсилення струму (hFE)	≥15-20
Розсіювана потужність (PD)	~100 Вт при T _c = 25
Максимальна напруга колектор-база (VCB)	100 В
Максимальна напруга колектор-емітер (VCEO)	80-100
Корпус	ТО-3
Максимальний струм колектора (IC)	20 А

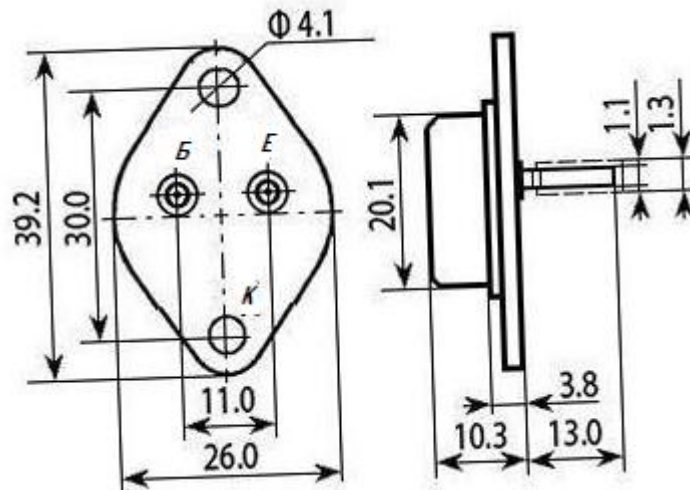


Рисунок 2.17 – Габаритні розміри транзистора 2Т818А "Inchange"

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Схема електрична принципова транзисторного ключа зображена на рисунку 2.18 [34].

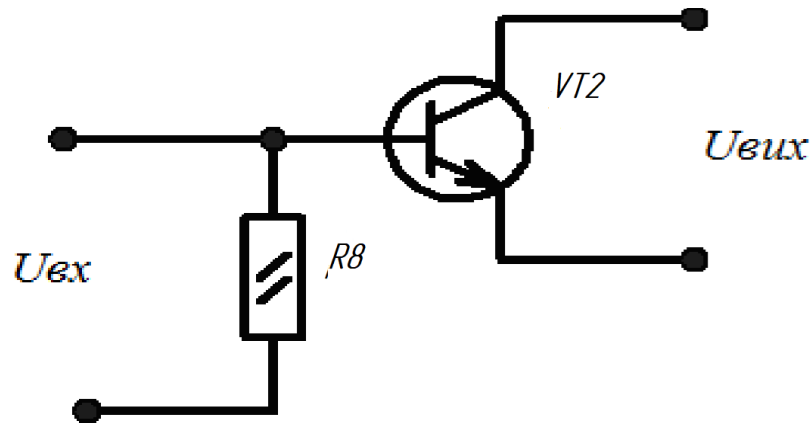


Рисунок 2.18- Схема електрична принципова транзисторного ключа

Розрахуємо параметри транзисторного ключа при наступних умовах:

$$U_{ж}=25В;$$

$$R_{н}=1,5\text{ кОм};$$

$$U_{у}=\pm 12В;$$

Транзистор BC548A виробник фірми "Diotec".

$$h_{21e}=60;$$

$$U_{\phi 0}=0,6В;$$

$$R_{нас}=0,1\text{ Ом};$$

$$r_{\phi}=1,5\text{ кОм};$$

$$I_{к0}=0,1\text{ А};$$

$$I_{к0ЗВ}=25\text{ мА};$$

$$R_{\phi e}=10\text{ Ом}.$$

1. Знайдемо параметри вхідного кола транзистора, яке забезпечує ввімкнений стан транзистора:

$$I_{к.нас.} = \frac{U_{ж}}{R_{н}}, \quad (2.1)$$

де: $R_{н}$ – опір навантаження;

$U_{п}$ – напруга живлення;

$$I_{к.нас.} = \frac{25В}{1000\text{ Ом}} = 0,025(А)$$

Опір управляючого резистора, який забезпечує включення транзистора:

$$R_y = \frac{U_y - (U_{\theta 0} + 0,2 \cdot r_{\theta})}{I_{\kappa.нас.}}, \quad (2.2)$$

де: U_y – напруга управління транзистором;

$I_{\kappa.нас.}$ – струм, який споживає транзистор;

$$R_y = \frac{12 - (0,6 + 0,2 \cdot 1,5)}{0,025 A} = 430(\text{Ом})$$

2. Знайдемо параметри вхідного кола, яке забезпечує режим закривання:

$$R_y = \frac{U_y}{I_{\kappa 0}} \quad (2.3)$$

$$R_y = \frac{12}{0,1 \cdot 10^{-4}} = 10(\kappa \text{Ом})$$

Вибираємо за стандартизованим рядом E24 резистор типу MFP-0,25-10к Ом виробник фірми «Yageo» – 0,25Вт з опором 10 кОм.

Схема електрична принципова RC-фільтра зображена на рисунку 2.19.

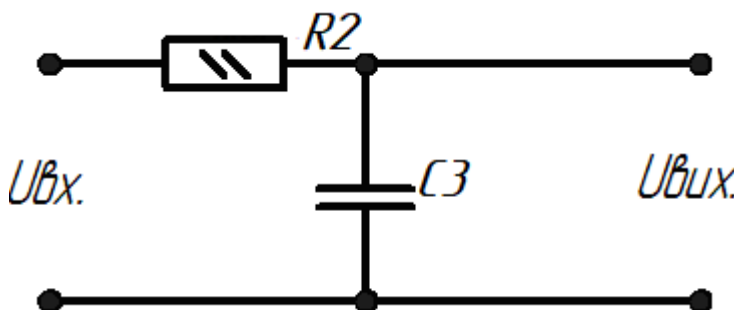


Рисунок 2.19 - Схема електрична принципова RC-фільтра

1. Вихідні дані для проведення розрахунку:

$$C = 1 \mu\text{Ф}$$

$$F_c = 10 \text{кГц}$$

2. Розрахунок частоти зрізу проводиться за формулою:

$$f_c = \frac{1}{2\pi CR}, \quad (2.4)$$

де C – ємність конденсатора;

R – опір резистора;

Оскільки частота зрізу нам відомо, вона становить 10кГц, то розрахуємо тільки опір резистора.

3. Розрахунок опору резистора:

$$R = \frac{1}{2\pi C f_c}, \quad (2.5)$$

де f_c – частота зрізу, становить 10кГц.

$$R = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 1 \cdot 10} = 42 \text{ кОм}$$

Вибираємо резистор з опором 43 кОм та потужністю розсіювання 0,25 Вт.
MFP-0,25-43 кОм 10% "Yageo"

$$R_2 = 43 \text{ кОм}$$

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Виходячи з технологічних можливостей виробництва вибрано комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85 [21].

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

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{доп}} \cdot t} = \frac{2 \text{ А}}{48 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2} \cdot 0,035 \text{ м}} = 1,2 \text{ мм} \quad (2.6)$$

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

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

$i_{\text{доп}}$ – допустима густина струму, вибирається в залежності від методу виготовлення плати з табл.,

$$j_{\text{доп}} = 48 \text{ А/мм}^2, t \text{ – товщина провідника, } 35 \text{ мкм} = 0,035 \text{ м}$$

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

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_d * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} * 2 \text{А} * 0,5 \text{м}}{0,9 \text{В} * 0,035 \text{м}} = 0,6 \text{мм} \quad (2.7)$$

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

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

$U_{\text{доп}} = 2 \text{ В}$ – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r \quad (2.8)$$

де: d_E – максимальний діаметр виводу встановленого ЕРЕ (діаметр вивода ЕРЕ.)

$\Delta d_{н.в.}$ – нижнє граничне відхилення від номінального діаметру монтажного отвору (0,1 для всіх)

r – різниця між мінімальним діаметром отвору і максимальним діаметром вивода ЕРЕ, її вибирають в межах 0,1...0,4 мм. 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, дроселя;

$d_{E2} = 1,0$ – для резистора R35, R36, R23, R22, транзистора VT8, VT7.

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

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

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

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.9)$$

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

$$D_{1\min} = 2 \left(b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (2.10)$$

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

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

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

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

$$d_{max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad (2.11)$$

де: Δd - допуск на отвір.

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

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

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

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

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

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

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{max} = D_{min} + (0,02 \dots 0,06) \quad (2.12)$$

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

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

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

$$b_{min} = b_{1min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.13)$$

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

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

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{1min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{max}}{2} + \delta p \right) + \left(\frac{d_{max}}{2} + \delta 1 \right) \right] \quad (2.14)$$

$$S_{1min1} = 2,5 - \left[\left(\frac{2,82}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,3}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,01 \text{ мм}$$

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

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta_p) \quad (2.15)$$

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta_1) \quad (2.16)$$

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

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

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

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

У процесі роботи пристрою основне теплове навантаження створюється силовими елементами, зокрема транзисторами VT9 та VT10, які працюють у режимі комутації або регулювання потужності. Під час протікання значних струмів на цих елементах виділяється тепла енергія, що може призводити до їх перегріву та зниження надійності роботи пристрою.

Для забезпечення нормального теплового режиму в конструкції передбачено використання радіатора, до якого безпосередньо закріплені силові транзистори. Така конструкція дозволяє ефективно відводити тепло від напівпровідникових елементів і рівномірно розподіляти його в навколишнє середовище.

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Радіатор виготовлений з матеріалу з високою теплопровідністю (алюмінієвий сплав), що забезпечує інтенсивний теплообмін з повітрям. Кріплення транзисторів до радіатора здійснюється через гвинтове з'єднання, що гарантує надійний тепловий контакт і зменшення теплового опору.

Додатково тепловий режим покращується за рахунок металевого корпусу пристрою, який частково виконує функцію пасивного відведення тепла. Конструкція корпусу забезпечує можливість природної конвекції повітря всередині виробу, що також сприяє зниженню температури елементів.

З урахуванням прийнятих конструктивних рішень можна зробити висновок, що тепловий режим роботи пристрою є допустимим за умови нормальної експлуатації, а температура силових елементів не перевищує гранично допустимих значень, визначених їх технічною документацією.

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою

Надійність характеризується рядом розрахункових показників, найбільш важливими з яких є інтенсивність відмов, середнє напрацювання до відмови, імовірність безвідмовної роботи. Надійність – це властивість виробу виконувати задані функції в певних умовах експлуатації при збереженні значень основних параметрів в заданих межах. Імовірність безвідмовної роботи вказує на те, яка частина виробів із заданої їх кількості буде працювати безвідмовно протягом заданого часу. Інтенсивністю відмов називають кількість відмов за одиницю часу, що приходить на один виріб, який продовжує працювати в даний момент часу. Середнє напрацювання до відмови знаходять при перевірці великої кількості виробів. Чим більше значення ТСР, тим краща надійність виробу. Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [20]:

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.18 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{\text{нопр}}$	$I_{\text{відм}} * 1e-06$	$K\text{-сть} * K_{\text{нав від}} * 1e-06$
1	Мікросхеми	1	1	0,03	0,03
2	Діоди	10	0,35	0,7	2,45
3	Конденсатори електролітичні	6	0,4	2,4	5,76
4	Конденсатори керамічні	10	0,1	1,4	1,4
5	Резистори постійні	37	0,42	0,8	12,43
6	Резистори змінні	1	0,1	3,2	0,32
7	Транзистори	10	0,35	1,7	10,14
8	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
9	Пайки	161	1	0,02	3,22
10	Дросель	1	0,1	1	0,1
11	Запобіжник	2	1	0,5	1
12	Роз'єм	3	1	0,05	0,15

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: $3.7102e-005$ 1/год

Середня наробка до відмови: 26952.7 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999629$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.996297$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.963578$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.690030$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.024473$

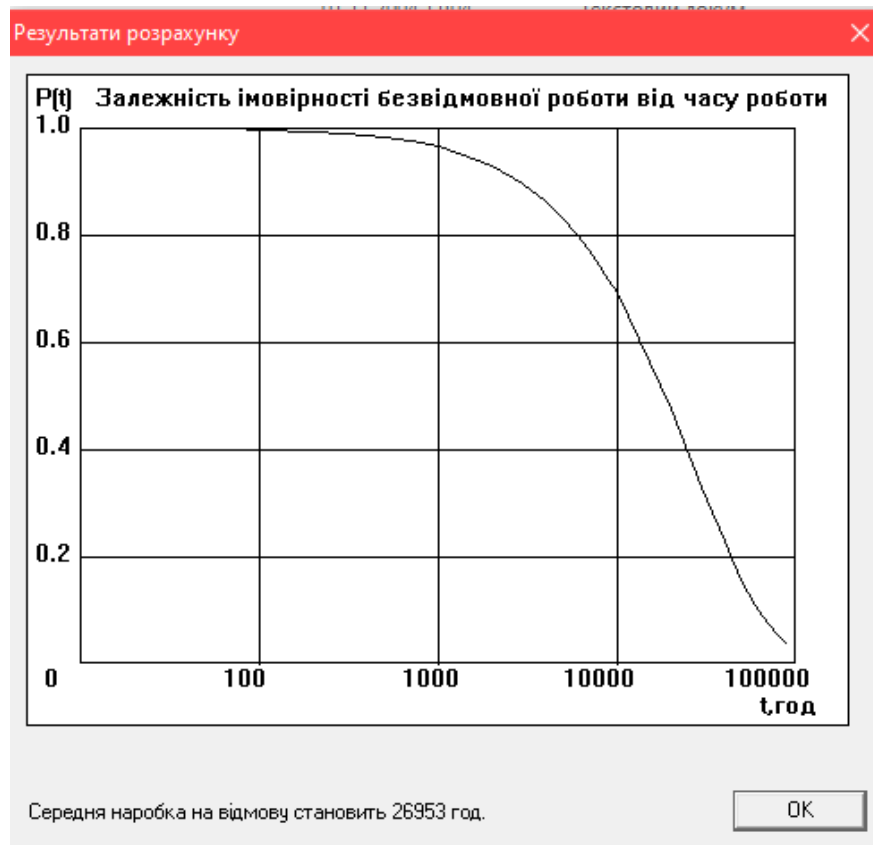


Рисунок 2.20 - Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 26953 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

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

Розроблена конструкція виробу характеризується оптимальним поєднанням технічних і економічних показників, що забезпечує її ефективність у виробництві та експлуатації.

З технічної точки зору конструкція є простою та технологічною. Використання друкованого монтажу дозволило зменшити кількість монтажних операцій, підвищити щільність компоновання елементів та

зменшити габаритні розміри плати до 100×115 мм. Це, у свою чергу, сприяє зменшенню габаритів усього пристрою та підвищенню його надійності.

Корпус виробу має просту форму та складається з двох П-подібних кришок, що значно спрощує процес виготовлення та складання. Така конструкція не потребує складного технологічного обладнання, а також забезпечує зручність доступу до внутрішніх елементів під час обслуговування і ремонту.

Застосування стандартних кріпильних елементів (гвинтів, гайок, шайб) та уніфікованих радіоелектронних компонентів дозволяє знизити вартість виготовлення виробу та спростити його збірку. Використання алюмінієвого радіатора забезпечує ефективне відведення тепла без значного підвищення собівартості конструкції.

З економічної точки зору запропонована конструкція є доцільною, оскільки не потребує дорогих матеріалів і складних технологічних процесів. Основні витрати припадають на електронні компоненти та виготовлення друкованої плати, тоді як корпусні деталі можуть бути виготовлені з доступного листового металу.

Завдяки раціональному компонуванню, використанню стандартних елементів і простій технології складання, виріб має низьку собівартість при збереженні високих експлуатаційних характеристик.

Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить 35В, а струм споживання 2А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=2*35=70 \text{ (Вт)} \quad (2.17)$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Друкована плата виробу виконана у двосторонньому варіанті, що дало змогу реалізувати значну кількість електричних з'єднань при збереженні компактних розмірів конструкції. Для підвищення щільності компоновання та забезпечення надійного електричного контакту між шарами застосовано металізовані перехідні отвори. Раціональне розташування електронних компонентів дозволило скоротити довжину провідників, спростити процес трасування та покращити загальні експлуатаційні характеристики друкованого вузла.

Основою друкованої плати є двосторонній фольгований склотекстоліт марки СФ2–35–1,5ІКП, який відповідає вимогам ГОСТ 10316-78. Для виготовлення плати використовується комбінована позитивна технологія, що широко застосовується при виробництві складних двосторонніх друкованих плат. Особливістю даного методу є необхідність виконання металізації монтажних і перехідних отворів, що дещо ускладнює виробничий процес та збільшує його собівартість. Водночас така технологія забезпечує високу точність формування провідного рисунка, дозволяє створювати компактні конструкції зі значною кількістю електричних з'єднань та гарантує високу надійність функціонування пристрою. Розміри друкованої плати становлять 100×115 мм.

Підсилювач потужності звукової частоти з вихідною потужністю 80 Вт реалізований у вигляді окремого електронного модуля, конструктивною основою якого є друкований вузол. Усі радіoeлектронні компоненти, необхідні для забезпечення працездатності пристрою, встановлюються безпосередньо на друкованій платі. Конструкцією не передбачено монтажу елементів на кришках або інших частинах корпусу. Крім того, на зовнішніх поверхнях відсутні органи керування та світлова індикація, оскільки функціонування підсилювача відбувається автоматично відповідно до алгоритмів роботи, реалізованих схемотехнічними рішеннями та логічними мікросхемами.

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологічність конструкції характеризується рівнем пристосованості виробу до ефективного виготовлення, складання, контролю, технічного обслуговування та ремонту при мінімальних витратах трудових, матеріальних та енергетичних ресурсів. Аналіз технологічності проводиться на етапі проектування з метою досягнення оптимального співвідношення між виробничими витратами, якістю виробу та його експлуатаційною надійністю.

Якісна оцінка технологічності включає дослідження конструктивних особливостей пристрою, аналіз вибору матеріалів для друкованої плати та корпусу, а також обґрунтування використаних технологічних процесів, оснащення та виробничого обладнання. Особлива увага приділяється можливості автоматизації окремих етапів складання та контролю.

Виготовлення друкованого вузла здійснюється шляхом послідовного виконання комплексу технологічних операцій. На початковому етапі проводиться підготовка виробництва, що передбачає комплектацію, перевірку та сортування необхідних електрорадіоелементів. Після цього виконується монтаж компонентів на друкованій платі з використанням ручних або механізованих засобів встановлення.

Наступним етапом є формування паяних з'єднань. Для цього застосовується автоматизований процес паяння хвилею припою із використанням припою марки ПОС-61 та активного флюсу АТІ-120. Такий спосіб забезпечує високу якість електричних контактів та рівномірність паяних з'єднань.

Після завершення монтажних робіт здійснюється комплекс контрольних операцій. Спочатку проводиться перевірка якості паяних з'єднань та їх механічної міцності шляхом моделювання експлуатаційних навантажень. Далі виконується візуальний контроль правильності встановлення компонентів, відсутності дефектів монтажу та пошкоджень друкованої плати. Завершальним етапом є електричний контроль, під час

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

якого перевіряються електричні параметри, відсутність коротких замикань, цілісність провідників та загальна працездатність вузла.

Результатом виконання зазначених технологічних операцій є повністю змонтований та перевірений друкований вузол підсилювача потужності, готовий до встановлення в корпус виробу.

Для розміщення електронного модуля обрано металевий корпус, який характеризується високою механічною міцністю, довговічністю, стійкістю до зовнішніх впливів та прийнятною вартістю виготовлення. Крім того, використання металу сприяє покращенню електромагнітного екранування пристрою та підвищує його експлуатаційну надійність.

Під час виробництва корпусів радіоелектронної апаратури широко застосовуються технології обробки листового металу, серед яких особливе місце займає холодне штампування. Даний метод дозволяє отримувати деталі складної форми з високою точністю та повторюваністю геометричних параметрів, що особливо важливо в умовах серійного виробництва.

Технологічний процес виготовлення корпусу передбачає декілька основних стадій. Спочатку здійснюється високоточне лазерне різання листового металу відповідно до креслень заготовок. Далі виконуються операції згинання деталей для формування необхідної просторової конфігурації корпусу. Після цього окремі елементи конструкції з'єднуються методом зварювання, що забезпечує жорсткість та міцність виробу. Наступним етапом є встановлення різьбових втулок, гайок та інших кріпильних елементів методом запресування. Для захисту поверхні від корозії та покращення зовнішнього вигляду наноситься порошкове полімерне покриття. За необхідності завершальним етапом виконується нанесення написів, позначень і маркування за допомогою шовкографії або термодруку.

Таким чином, розроблена конструкція підсилювача потужності звукової частоти характеризується високим рівнем технологічності, надійності та ремонтпридатності. Використання двосторонньої друкованої плати з

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

металізованими отворами, сучасних технологій монтажу та міцного металевого корпусу забезпечує ефективне функціонування пристрою, зручність його виробництва та тривалий термін експлуатації. Запропоноване конструктивне рішення є економічно обґрунтованим і повністю відповідає вимогам серійного випуску сучасної радіоелектронної апаратури. [30].

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

Розроблена конструкція виробу характеризується високою технологічністю, що забезпечує простоту виготовлення, складання та подальшого обслуговування. Використання друкованого монтажу дозволяє значно зменшити кількість ручних операцій при складанні електронної частини пристрою та підвищити повторюваність параметрів виробу.

Компонування елементів на друкованій платі виконано з урахуванням вимог технологічності: всі основні компоненти розміщені на одній стороні плати, що спрощує процес монтажу та контролю якості паяння. Компактні габарити плати сприяють зменшенню матеріаломісткості та вартості виготовлення.

Конструкція корпусу є простою та складається з плоских металевих деталей П-подібної форми, що не потребують складної механічної обробки. Це дозволяє виготовляти деталі із застосуванням стандартного обладнання для різання, згинання та свердління металу.

Збірка виробу виконується з використанням стандартних різьбових з'єднань (гвинти, гайки, шайби), що забезпечує високу ремонтпридатність і можливість багаторазового розбирання без втрати міцності з'єднань.

Вибір інструментів, пристосувань та оснастки.

Для виготовлення та складання виробу використовуються стандартні слюсарні та монтажні інструменти:

- викрутки (плоскі та хрестові) для монтажу гвинтових з'єднань;

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- гайкові ключі для затягування гайок;
- паяльне обладнання для монтажу радіоелементів на друковану плату;
- бокорізи та пінцети для формування та встановлення виводів компонентів;

- свердлильне обладнання для підготовки отворів у корпусних деталях;
- напилки та інші слюсарні інструменти для обробки кромek деталей.

Як технологічна оснастка можуть використовуватись прості кондуктори для свердління отворів у корпусі та монтажні шаблони для розміщення елементів на друкованій платі, що підвищує точність складання та зменшує ймовірність помилок.

Таким чином, конструкція виробу є технологічно доцільною, оскільки не потребує складного спеціалізованого обладнання, а всі операції можуть бути виконані із застосуванням стандартного інструменту в умовах дрібносерійного або індивідуального виробництва.

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

Друкована плата пристрою виконується як двостороння, із застосуванням комбінованого методу виготовлення, що поєднує фотолітографічний спосіб формування провідного рисунка та механічне свердління монтажних отворів.

Процес виготовлення друкованої плати включає такі основні етапи:

- Підготовка заготовки плати
- Використовується листовий фольгований діелектрик, який очищається та знежирюється для забезпечення якісної адгезії захисного шару.
- Нанесення рисунка провідників

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- На поверхню плати наноситься фоточутливий шар, після чого за допомогою фотошаблону виконується експонування та проявлення рисунка друкованих провідників.

- Травлення мідної фольги

- Ненакриті захисним шаром ділянки міді видаляються шляхом хімічного травлення, у результаті чого формується провідний рисунок плати.

- Свердління монтажних отворів

- Після формування провідників виконуються отвори під виводи радіоелементів та монтажні елементи за допомогою свердлильного обладнання.

- Металізація отворів (за необхідності)

- Для забезпечення електричного з'єднання між шарами виконується металізація отворів, що підвищує надійність двостороннього монтажу.

- Нанесення захисного покриття та маркування

- На завершальному етапі наноситься захисна паяльна маска та маркування елементів.

Вибір основних та допоміжних матеріалів.

Основним матеріалом для виготовлення друкованої плати є двосторонній фольгований склотекстоліт (FR-4), який характеризується:

- високою механічною міцністю;
- термостійкістю;
- стабільними діелектричними властивостями;
- хорошою адгезією мідної фольги до основи.

Для провідного шару використовується мідна фольга товщиною 35 мкм, що забезпечує достатню струмонавантажувальну здатність провідників.

До допоміжних матеріалів належать:

- фоточутливий лак або сухий плівковий фоторезист;
- розчини для хімічного травлення (наприклад, хлорне залізо або персульфат амонію);

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- матеріали для знежирення та очищення поверхні;
- паяльна маска для захисту провідників від окиснення та коротких замикань;
- флюси та припої для подальшого монтажу радіоелементів.

Застосування комбінованого методу виготовлення дозволяє отримати друковану плату з високою точністю провідного рисунка, надійністю між'єднань та придатністю до серійного виробництва.

2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

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

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

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{1}{1+80} = 0,01 \quad (2.18)$$

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

$$K_{\text{А.М}} = \frac{H_{\text{А.М}}}{H_{\text{М}}} = \frac{161}{161} = 1 \quad (2.19)$$

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

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

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

$$K_{\text{М.П.ЕРЕ}} = \frac{H_{\text{М.П.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{80}{80} = 1 \quad (2.20)$$

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$K_{ПОВТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{51}{81} = 0,37 \quad (2.21)$$

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

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

$$K_{ЗАСТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ОР.ЕРЕ}}{H_{Т.ЕРЕ}} = 1 - \frac{81}{81} = 0 \quad (2.22)$$

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

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

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

$$K_{ВСТ.Р} = 1 - \frac{H_{ВСТ.Р}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{6}{81} = 0,93 \quad (2.23)$$

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

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

$$K_{\Phi} = \frac{D_{пр}}{D} = \frac{1}{1} = 1 \quad (2.24)$$

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

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0,01*1 + 1*1 + 1*0,75 + 0,37*0,5 + 0*0,310 + 0,93*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,57 \quad (2.25)$$

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

Відношення K/K_n повинно задовольняти умову:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad (2.26)$$

Перевіряємо умову: $\frac{0,57}{0,5} = 1,18 \geq 1$.

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

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

Маршрутно-операційна технологія складання включає в себе наступні кроки:

- установка друкованого вузла у нижню частину корпусу;
- кріплення друкованого вузла до нижньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів;
- установка трансформатора у нижню частину корпусу;
- кріплення трансформатора до нижньої частини корпусу за допомогою двохгвинтів;
- кріплення гнізд, резистора запобіжників;
- кріплення радіатора до нижньої кришки т кріплення транзисторів на радіатор;
- фіксація кришок за допомогою саморізів.

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

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

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

Вартість будівель розраховується за формулою:

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

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

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

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

$S_{\text{буд}}$ – площа будівлі, м² (приймається 110м²).

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

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

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

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

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

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

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) Вартість інструментів та приладів ($V_{\text{інстр}}$) складає 2% від вартості обладнання. При цьому витрати на їх доставку приймають в розмірі 10% від їх вартості. Таким чином, вартість інструментів та приладів розраховується за формулою:

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

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

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

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

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

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

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

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

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

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

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

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

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 - Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

№з/ п	Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, тис. грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, тис. грн.
	Інструменти та прилади	1320	330,00
	Виробничий та господарський інвентар	1980	495
	Всього:	3300	825

3.2 Розрахунок собівартості продукції

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

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

Виробнича собівартість

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

Повна собівартість

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

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

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

$$B_M = 998 \times 1,04 = 1037,92 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

Таблиця 3.2- Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	100	100
2	Кришка нижня	1	100	100
3	Кришка верхня	1	100	100
4	Мікросхема	1	50	50
5	Конденсатори електролітичні	6	10	60
6	Конденсатори постійні	10	1	10
7	Резистори постійні	36	0,5	18
8	Запобіжник	2	10	20
9	Резистор змінний	1	50	50
10	Діоди	4	5	20
11	Роз'єм	3	50	150
12	Дросель	1	20	20
13	Транзистори	10	30	300
				998

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 ($B_{0.3.пл.}$):

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	$T_{\text{шт.}}$, хв.	Розряд	Годинна тарифна ставка, $(C_{\text{г}})$, 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:

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

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

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:

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{60}{100} \times (113,67 + 12,50) = 75,70 (\text{грн.})$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 60%);

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

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

$$V_{\text{зв}} = \frac{98}{100} \times (113,67 + 12,50) = 123,65,6 (\text{грн.})$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 98%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 1037,92 + (113,67 + 12,50 + 27,76) + 75,70 + 123,65 = 1391,2 (\text{грн.})$$

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						56
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	1037,92
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	75,70
6	Загальновиробничі витрати	123,65
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1391,2
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	1191,85
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	199,35

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

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

$$Ц_{одпр} = 1391,2 \times \frac{100 + 22}{100} = 1697,26 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 22%);

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:

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

$$\Pi_p = (1697,26 - 1391,2) \times 1050 = 321363,00 \text{ (грн),}$$

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:

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

$$\text{ЧП} = 321363 - 321363 \times \frac{18}{100} = 263517,66 \text{ (грн.)}$$

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

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

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

$$S_{повq} = 1391,2 \times 1050 = 1460760 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$R_{\Pi} = \frac{263517,66}{1460760} \times 100\% = 18,04 \%$$

де R_{Π} - рентабельність продукції, %;

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

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

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

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

$$\Gamma\Pi = 263517,66 + 825 = 264342,66 \text{ (грн.)},$$

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

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

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

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за формулою:

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

$$\text{ЧТВ} = 240311,51 - 183300 = 57011,51 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ТВ} = \frac{264342,66}{(1 + 0,1)^1} = 240311,51 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ІП} = \frac{240311,51}{183300} = 1,31$$

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ІІ- індекс прибутковості інвестицій.

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

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

$$T_{ок_{диск}} = \frac{II}{GP_{диск}} \quad (3.24)$$

$$T_{ок_{диск}} = \frac{183300}{240311,51} = 0,76р$$

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

$$GP_{диск} = \frac{TB}{t}, \quad (3.25)$$

$$GP_{диск} = \frac{240311,51}{1} = 240311,51 \text{ (грн.)}$$

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.	1050
2	Собівартість виробу	грн./од.	1391,2
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1697,26
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	183300
5	Чистий прибуток	грн.	263517,66
6	Рентабельність виробу	%	18,04
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	57011,51
9	Індекс прибутковості	-	1,31
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,76

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Поняття праці та охорони праці.

Конституція України закріпила право громадян на охорону їх життя й здоров'я в процесі трудової діяльності. Основним об'єктом правового захисту є людина як вища соціальна цінність, її права й свободи, гарантії їхньої реалізації.

Загальна декларація прав людини проголосила право кожного на справедливі та сприятливі умови праці, складовою частиною якого є такі умови, які відповідають вимогам безпеки та гігієни. Право на безпечні та здорові умови праці визнано в Україні одним з конституційних прав людини і громадянина. Дане право регулюється відповідними нормами КЗпП України, Законом України «Про охорону праці» від 14 жовтня 1992 року із змінами та доповненнями, колективними договорами тощо. Забезпечення цього права здійснюється за допомогою системи правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувальнопрофілактичних заходів та засобів, що утворюють охорону праці.

У науковій літературі охорона праці розглядається як економічна, соціальна та правова категорії. Більше того, охорону праці як правову категорію розглядають у широкому та вузькому значенні. У широкому значенні під охороною праці розуміють сукупність правових норм, що регулюють увесь комплекс суспільних відносин у сфері застосування праці.

До них належать також норми, що забороняють необґрунтовану відмову у прийнятті на роботу чи незаконне звільнення, що встановлюють максимальну тривалість робочого часу та мінімальну тривалість часу відпочинку тощо. Тобто до поняття «охорона праці» в широкому розумінні відносять всі гарантії працівників, що передбачають усі норми трудового законодавства.

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сукупність норм, що регулюють встановлення безпечних та нешкідливих умов праці з метою запобігання негативному впливу виробничого середовища на життя та здоров'я працівників, розглядають як поняття «охорони праці» у вузькому значенні.

Наукою трудового права охорона праці розглядається також як інститут трудового права, правовий принцип, елемент трудових правовідносин та система законодавства. Отже, розглянемо докладніше кожне визначення охорони праці.

Охорона праці як інститут трудового права є сукупністю правових норм, що регулюють відносини з охорони життя, здоров'я та працездатності шляхом встановлення безпечних і здорових умов праці. До цього інституту входять норми, що встановлюють загальні вимоги охорони праці; профілактичні норми, спрямовані на попередження виникнення виробничого травматизму і професійних захворювань; норми, що встановлюють обов'язки роботодавців та працівників з питань охорони праці; норми, що містять додаткові заходи охорони праці окремих категорій працівників.

Як правовий принцип трудового права охорона праці відображає зміст усіх норм трудового права, які своєю сутністю спрямовані на охорону здоров'я та працездатності працівників. У цьому значенні охорона праці є галузевим правовим принципом, оскільки відображає його соціальну спрямованість на захист трудових прав працівників.

Сторони трудового договору наділені комплексом взаємних прав і обов'язків щодо створення безпечних і здорових умов праці. Тому охорону праці розглядають як елемент трудових правовідносин. Працівники мають право на безпечні та здорові умови праці та охорону здоров'я в процесі професійної діяльності. Роботодавець зобов'язаний створити у кожному структурному підрозділі і на кожному робочому місці умови праці, що відповідають вимогам нормативних актів, а також забезпечити додержання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці. Цей

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обов'язок роботодавця є комплексом зобов'язань, встановлених чинним законодавством, колективними та трудовими договорами і угодами.

Законодавством працівника також покладаються зобов'язання з охорони праці. Він зобов'язаний знати і виконувати нормативно-правові акти з охорони праці, дотримуватись зобов'язань щодо охорони праці, передбачених колективним та трудовим договорами, проходити обов'язкові медичні огляди і співпрацювати з роботодавцем в організації безпечних і здорових умов праці. Порухення працівниками зазначених обов'язків вважається дисциплінарним проступком, відповідно роботодавець має право застосувати до працівника заходи дисциплінарної відповідальності.

Серед встановлених трудовим правом норм, що регулюють питання охорони праці, слід розрізняти правила техніки безпеки і правила виробничої санітарії. Ці норми спрямовані на охорону здоров'я працівників, але правила техніки безпеки стосуються захисту організму людей від фізичних травм, а правила виробничої санітарії – захисту організму працівника від хімічного, атмосферного та інших випадків.

Враховуючи основні міжнародні стандарти у сфері охорони праці, національне законодавство встановлює пріоритетність життя та здоров'я працівників над результатами виробничої діяльності роботодавців, право на одержання інформації з питань охорони праці, повну та всебічну поінформованість працівника про наявні шкідливі і небезпечні умови праці, передбачає систему організації управління охороною праці на національному і виробничому рівнях, створення спеціальних служб, що здійснюють комплексне управління охороною праці, запроваджує принципи пільгового оподаткування доходів роботодавця, гнучких важелів коригування розмірів страхових внесків роботодавця на загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасних випадків і професійних захворювань, застосування штрафних санкцій тощо.

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За сферою дії нормативні акти про охорону праці поділяються на міжгалузеві та галузеві. До державних міжгалузевих нормативних актів про охорону праці належать акти загальнодержавного користування, дія яких поширюється на всі підприємства, установи, організації незалежно від їх відомчої належності та виду трудових відносин. До державних галузевих нормативних актів про охорону праці належать акти, дія яких поширюється на підприємства, установи, організації, що відносяться до певної галузі економіки.

Особливістю законодавства України про охорону праці є те, що значна частина питань з охорони праці регулюється нормативними актами, прийнятими на конкретному підприємстві, в установі, організації. Порядок їх прийняття встановлюється централізованим законодавством.

За порядком прийняття локальні нормативні акти поділяються на такі, що приймаються роботодавцем самостійно або за погодженням з працівниками підприємства та їх представниками, і такі, що приймаються загальними зборами (конференцією) найманих працівників.

За предметом правового регулювання локальні нормативні правові акти можна поділити на ті, що регулюють:

- організацію управління охороною праці на виробництві; забезпечення перспективного і поточного планування з питань поліпшення безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

- організацію проведення навчання (інструктажу) з питань охорони праці;

- встановлення безпечного виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства.

Прийняті локальні нормативно-правові акти з охорони праці мають відповідати чинному законодавству України, вимогам державних міжгалузевих та галузевих нормативних актів, стандартам про оформлення

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

документів, що забезпечує їх правильне розуміння, та повинні враховувати вимоги типових та інших нормативних актів.

До розробки проекту локального нормативного акта про охорону праці залучаються представники працівників — уповноважені найманими працівниками особи з питань охорони праці, представники профспілок, члени комісії з питань охорони праці підприємства, що представляють інтереси найманих працівників. Інформування працівників здійснюється не лише на етапі розроблення проекту акта про охорону праці, але й після прийняття акта шляхом ознайомлення всіх працівників з його змістом. На роботодавця покладається обов'язок розповсюдження інструкцій шляхом їх видання (тиражування), придбання у вигляді брошур, односторонніх аркушів, плакатів.

Важливе значення у правовому забезпеченні охорони праці на підприємстві, в установі, організації належить колективному договору.

Зобов'язання сторін колективного договору з питань охорони праці передбачають систему інженерно-технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці, їх доведення до нормативних, запобігання виникненню виробничого травматизму і професійних захворювань, зменшення факторів шкідливого впливу на організм працюючих та скорочення кількості робочих місць зі шкідливими та важкими умовами праці, зростання культури виробництва. Такі заходи можуть бути викладені у вигляді додатка до колективного договору.

Зобов'язання роботодавця полягають у запровадженні ефективної системи управління охороною праці шляхом створення від повідних служб, які забезпечують комплексне вирішення питань з охорони праці, усунення причин, що призводять до нещасних випадків, у тому числі і виведення з експлуатації будівель та споруд, що перебувають у аварійному стані, проведенні лабораторних досліджень умов праці на їх відповідність встановленим нормативам, стимулюванні запровадження у виробництво екологічно чистих технологій та створення безпечних умов праці.

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зобов'язання роботодавця включають своєчасне забезпечення працівників спецодягом, спецвзуттям, засобами індивідуального захисту, проведення навчання з питань охорони праці та обов'язкового медичного огляду, забезпечення працівників лікувально-профілактичним харчуванням, надання інших пільг. Колективний договір може містити зобов'язання, спрямовані на встановлення додаткових пільг в організації охорони праці для окремих категорій працівників, створення належних умов праці інвалідів, неповнолітніх працівників, поліпшення умов праці жінок, їх побутового та медичного обслуговування на виробництві, вивільнення жінок з важких, шкідливих робіт та нічних змін.

4.2 Дія електричного струму на організм людини.

Електричний струм, проходячи через тіло людини, зумовлює перетворення поглинутої організмом електричної енергії в інші види і спричиняє термічну, електролітичну, механічну і біологічну дію.

Найбільш складною є біологічна дія, яка притаманна тільки живим організмам. Термічний та електролітичний впливи властиві всяким провідникам.

Термічний вплив електричного струму характеризується нагрівом тканин, аж до опіків. Статистика показує, що більше половини усіх електротравм становлять опіки. Вони важко піддаються лікуванню, тому що глибоко проникають у тканини організму. В електропристроях напругою до 1 кВ опіки частіше спостерігаються контактного виду при дотику тіла до струмопровідних частин електропристрою.

Опіки можливі при проходженні через тіло людини струму більше ніж 1 А. Тільки при великому струмі тканини, які уражаються, нагріваються до температури 60—70° С і вище, при якій згортається білок і з'являються опіки.

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В електропристроях напругою вище за 1 кВ опіки можуть виникнути при випадковому наближенні частин тіла людини до струмопровідних частин на відстань, яка дорівнює небезпечній відстані або менша за неї; при цьому збільшується напруженість електричного поля, і внаслідок ударної іонізації діелектрика (повітряного проміжку) опір цього проміжку зменшується, виникає його пробій у вигляді електричного розряду — електричної дуги, температура якої досягає приблизно 4000° С. Електричний струм протікає через дугу і тіло людини. За такої високої температури і великої кількості тепла, яка виділяється при проходженні струму через тіло, потерпілий одержує тяжкі опіки, його м'язи скорочуються, дуга і ланцюг струму розриваються.

Майже у всіх випадках включення людини в електричний ланцюг на його тілі і в місцях дотику спостерігаються «електричні знаки» сіро-жовтого забарвлення, круглої або овальної форми.

При опіках від впливу електричної дуги можлива металізація шкіри частками металу дугової плазми. Уражена ділянка шкіри стає твердою, набуває кольору солей металу, які потрапили в шкіру. Електрометалізація невеликих ділянок шкіри не є небезпечною і з часом зникає, як і електричний знак. При металізації значних ділянок шкіри можлива їх муміфікація і відмирання. Велику небезпеку становить металізація очей.

Електролітична дія струму виявляється у розкладі органічної рідини, зокрема крові, яка становить собою електроліт, та в порушенні її фізико-хімічного складу. Біологічна дія струму — це подразнення і збудження живих тканин організму, а також порушення внутрішніх біологічних процесів.

Механічна дія струму призводить до розриву тканин організму внаслідок електродинамічного ефекту, а також миттєвого вибухоподібного утворення пари з тканинної рідини й крові.

Унаслідок дії електричного струму або електричної дуги виникає електротравма. Електротравми умовно поділяють на загальні і місцеві. До

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

місцевих травм належать опіки, електричні знаки, електрометалізація шкіри, механічні ушкодження, а також електроофтальмія (запалення очей внаслідок впливу ультрафіолетових променів електричної дуги).

До загальних електротравм належать електричні удари. Вони є найбільш небезпечним видом електротравм. При електричних ударах виникає збудження живих тканин, судомне скорочення м'язів, параліч м'язів опорно-рухового апарату, м'язів грудної клітки (дихальних), м'язів шлуночків серця.

Сила струму, який проходить через тіло людини, залежить від напруги та опору тіла. Ця залежність визначається законом Ома, який показує, що сила струму прямо пропорційна напрузі і обернено пропорційна опору ланцюга тіла людини:

Розрізняють три ступені впливу струму при проходженні через організм людини (змінний струм):

- відчутний струм — початок болісних відчуттів (до 2—2,5 мА);
- невідпускний струм — судомні і біль, важке дихання (20—28 мА);
- фібриляційний струм — фібриляція серця при дії струму 2—3 с, параліч дихання (90—100 мА).

Змінний струм небезпечніший за постійний. При струмі 20—25 мА пальці судомно стискають узятий в руку предмет, який опинився під напругою, а м'язи передпліччя паралізуються, і людина не може звільнитися від дії струму. У багатьох паралізуються голосові зв'язки: вони не можуть покликати на допомогу.

За статистикою найменший струм, при якому настає смерть, складає 0,8 мА, можливість загибелі людей від ледве відчутного струму пояснюється тим, що результат електроураження залежить не лише від дії струму на серце або органи дихання, а й від дії на нервову систему з її індивідуальними особливостями.

Наслідок ураження людини електричним струмом залежить від багатьох чинників: сили струму і часу його проходження через організм,

характеристики струму (змінний або постійний, напруги, частоти струму), опору тіла людини, шляху струму в тілі людини, фізичного стану людини і умов навколишнього середовища.

Вплив електричного струму на організм людини залежить від фізичного і психічного стану людини. Хворобливий стан, втома, голод, сп'яніння та емоційне збудження призводять до зниження опору.

Несприятливий мікроклімат (підвищена температура, вологість, струмопровідний пил) збільшують небезпечність ураження струмом, тому що волога (піт), пил знижують опір шкіри.

При ураженні електричним струмом насамперед необхідно надати потерпілому першу (долікарську) допомогу: звільнити його від дії струму, а потім, до приїзду лікаря, надати первинну лікарську допомогу. Для звільнення потерпілого від струму необхідно швидко вимкнути струмопровідні частини або знеструмити дріт, яких він торкається, або відтягнути його від дроту, перерізати або перервати дріт інструментом з ізольованими ручками. Щоб самому не потрапити під напругу, треба одягти діелектричні рукавиці, гумове взуття, обгорнути руку сухою тканиною, а під ноги покласти суху дошку, сухий одяг тощо.

Якщо потерпілий подає ознаки життя (дихання, серцебиття, пульс) або без свідомості, необхідно розстебнути одяг, зігріти тіло. При припиненні дихання і зупинці серця потрібно зробити штучне дихання «рот в рот» або «рот в ніс» і непрямий (закритий) масаж серця. При цьому слід за 1 хвилину провести 48-50 стискань грудей і 10-12 вдувань повітря в легені.

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Підсилювач потужності ЗЧ на 80 Вт.». 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 100×115мм з координатною сіткою 2,5мм. Також отримана плата має мінімальні паразитні зв'язки.

Найкращим методом для виготовлення друкованої плати виявився комбінований метод. Елементи розміщені на друкованому вузлі досить компактно. Конструкція друкованого вузла є досить складна, конструкція корпусу виробу є також складною. Корпус має такі розміри 158x157x56, що дає змогу легко розмістити його в будь-якому зручному місці.

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

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

Було виготовлено п'ять креслень для розробки пристрою: електрична принципова схема, електрична структурна, друкована плата, друкований вузол, складальне креслення виробу.

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Підсилювач потужності ЗЧ на 80 Вт [електронний ресурс] – Режим доступу <https://radiolub./page/zhurnal-radio-2005-8> (дата звернення 4.02.2026).
2. Конденсатор ЕСАР-"Ерcos" [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 -"Murata" [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).
5. Діод 1N4743A "DC Components" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).
6. Діод 1N4007 "Diotec" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).
7. Запобіжник RB300-30-5A-250В "ECE" [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. Резистор 16K1-B50K [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red> (дата звернення 1.02.2026).
9. Мікросхема TL071CP "Texas Instruments" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html (дата звернення 1.02.2026).
10. Дросель ЕС24-100К-0,3 мкГн "Bourns" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809> (дата звернення 1.02.2026).

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Дросель PLA10AS2221R5R2B [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).

12. Транзистор BC548A "Diotec" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).

13. Транзистор 2N2222A "СТК" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).

14. Транзистор BC556A "LGE" [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).

15. Транзистор BD140.10 "CDIL" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2026).

16. Транзистор BD139 "JCET" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.02.2026).

17. Транзистор 2N3055 "Inchange" [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).

18. Транзистор 2T818A "Inchange" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).

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

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

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

21. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання практичної роботи "Конструктивний розрахунок друкованого монтажу" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018
22. Програма для розробки схем “Altium Designer” [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>
23. Штогрин П.І. Навчальний посібник "Altium Designer 10 для початківців" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017
24. Штогрин П.І. Методичні вказівки "Розробка 3D-моделей радіоелементів" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017
25. Васишин О.З., Штогрин П.І. Методичні вказівки "Розробка 3D-моделей типових корпусів РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017
26. Програма для розробки корпусу “Kompas 3D” [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>
27. Програма для розробки схем “Altium Designer” [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>
28. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання комплексного курсового проекту для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2020
29. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання графічної частини комплексного курсового проекту для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2020
30. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2016

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

31. Василюшин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Технологія виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017
32. 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.
33. Смелянов В.В. Конспект лекцій з дисципліни “Системи мобільного зв’язку”, частина 2 – “Радіопередавальні та радіоприймальні пристрої” для студентів усіх форм навчання спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка. – Харків, Харківський національний університет радіоелектроніки, 2018. – 74 с.
34. Денисюк В.О.,Цирульник С.М. Мікропроцесорні системи управління: навч. посіб. Вінн. нац. аграр. ун-т. Вінниця: ТВОРИ, 2021. 204 с.
35. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzgzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ0S4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ..*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRIb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNlWHAzWWxZWlJTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jaJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0Z1M3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2026).
36. Магпо В. І., Рябчій В. Д., Гусев О. Ю. Вимірювання сигналів у радіотехніці: навч. посіб. Міністерство освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Дніпро: НТУ «ДП», 2018. 191 с.
37. Пістун Є. П., Стасюк І. Д. Основи автоматики та автоматизації : навчальний посібник. Друге видання, змінене і доповнене. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 332 с.
38. Васильківський І. С., Фединець В. О., Юсик Я. П. Виконавчі пристрої систем автоматизації: навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2020. 220 с.

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

39. Дипломне проектування

URL:

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

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А Друкована плата

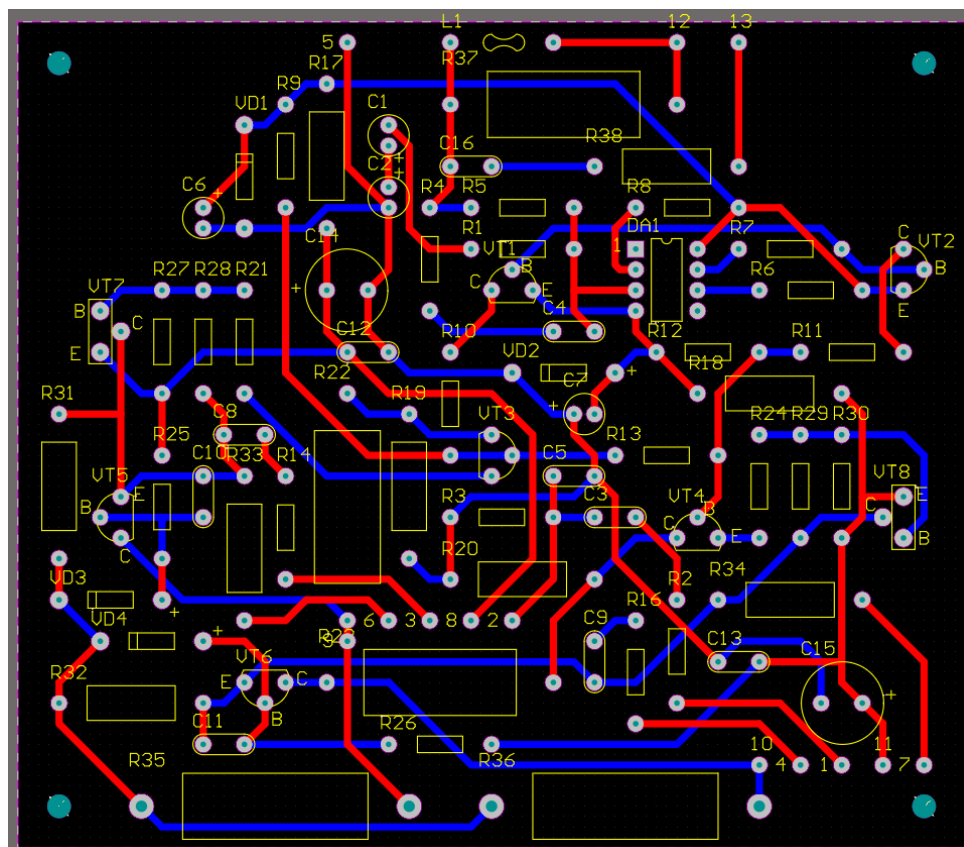


Рисунок А.1 – Друкована плата

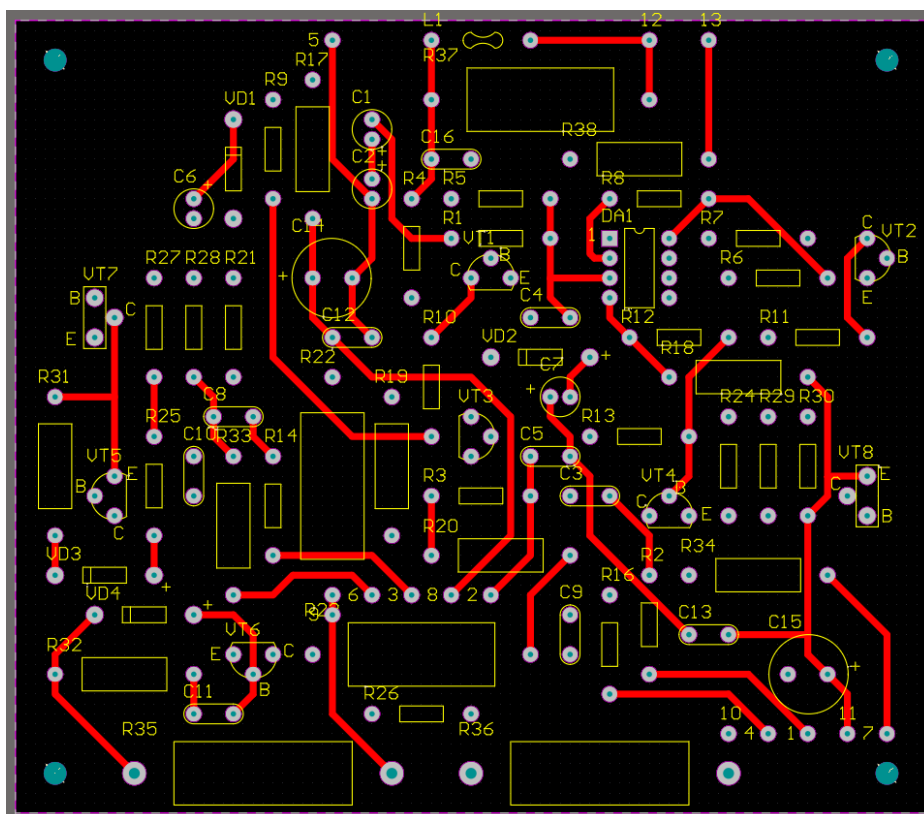


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Тор

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ

Арк.

1

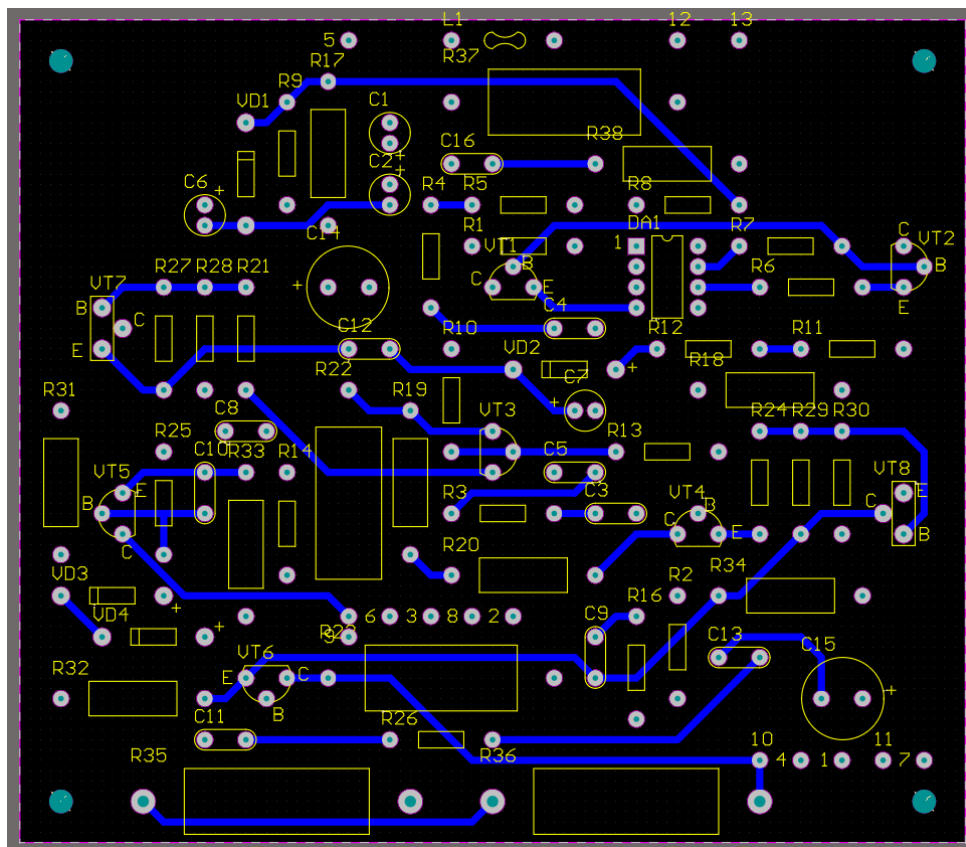


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Bottom

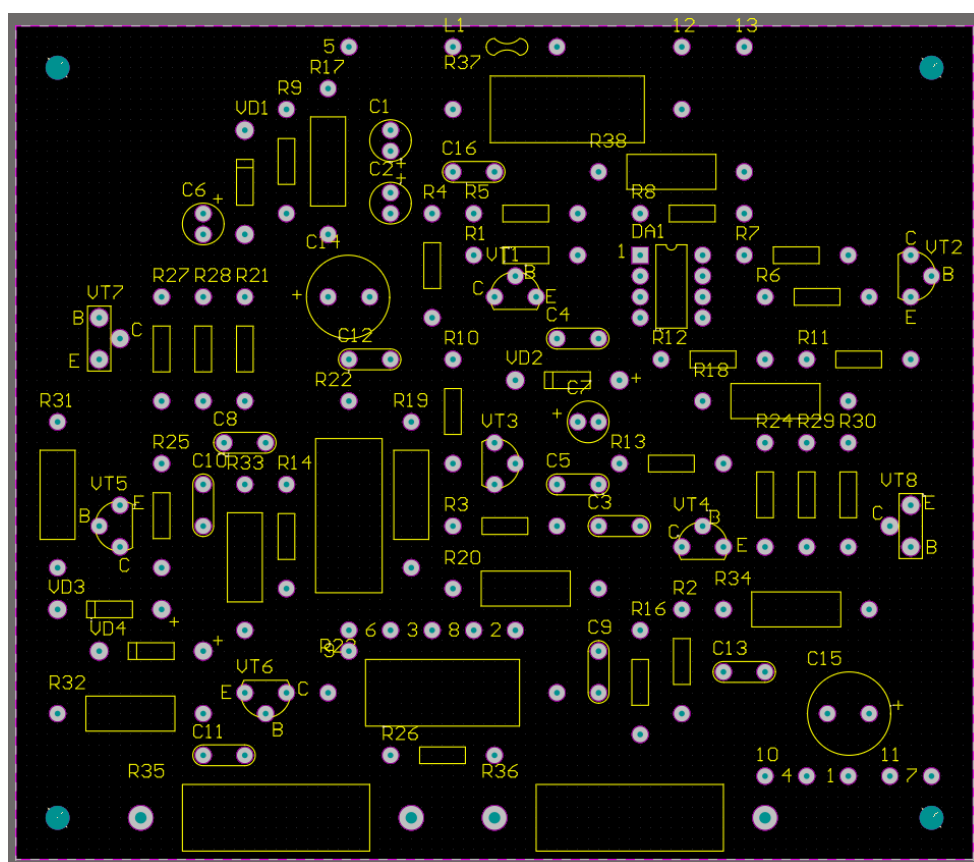


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ

Арк.

2

Додаток Б 3D модель пристрою

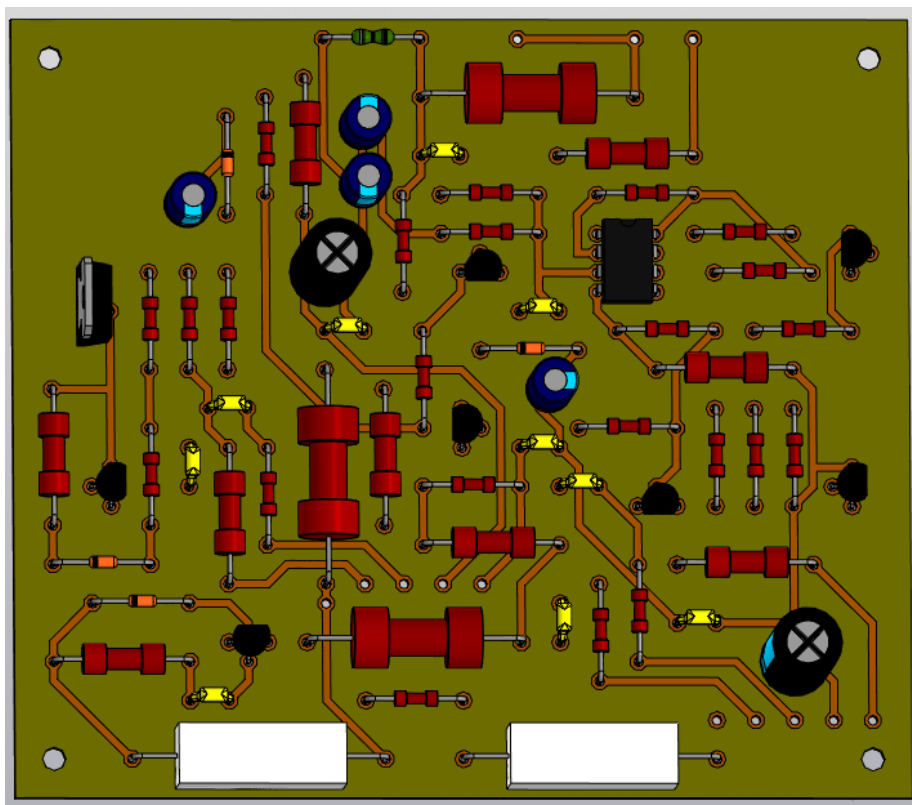


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний

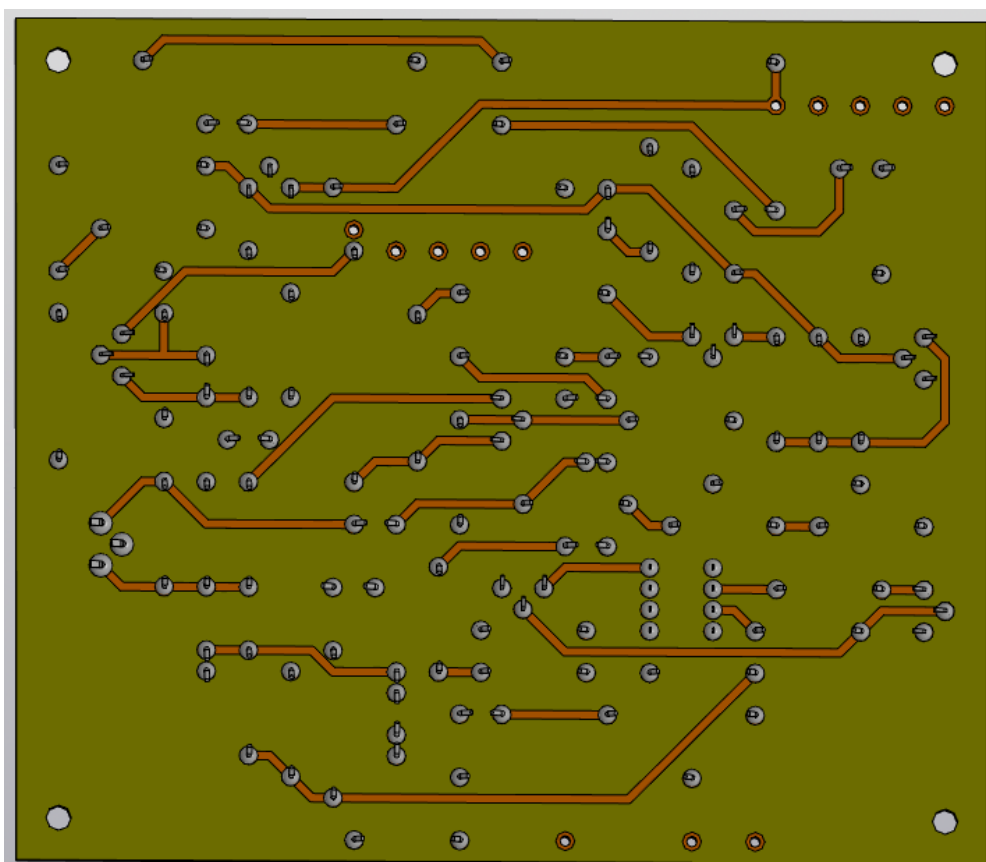


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний знизу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ

Арк.

3

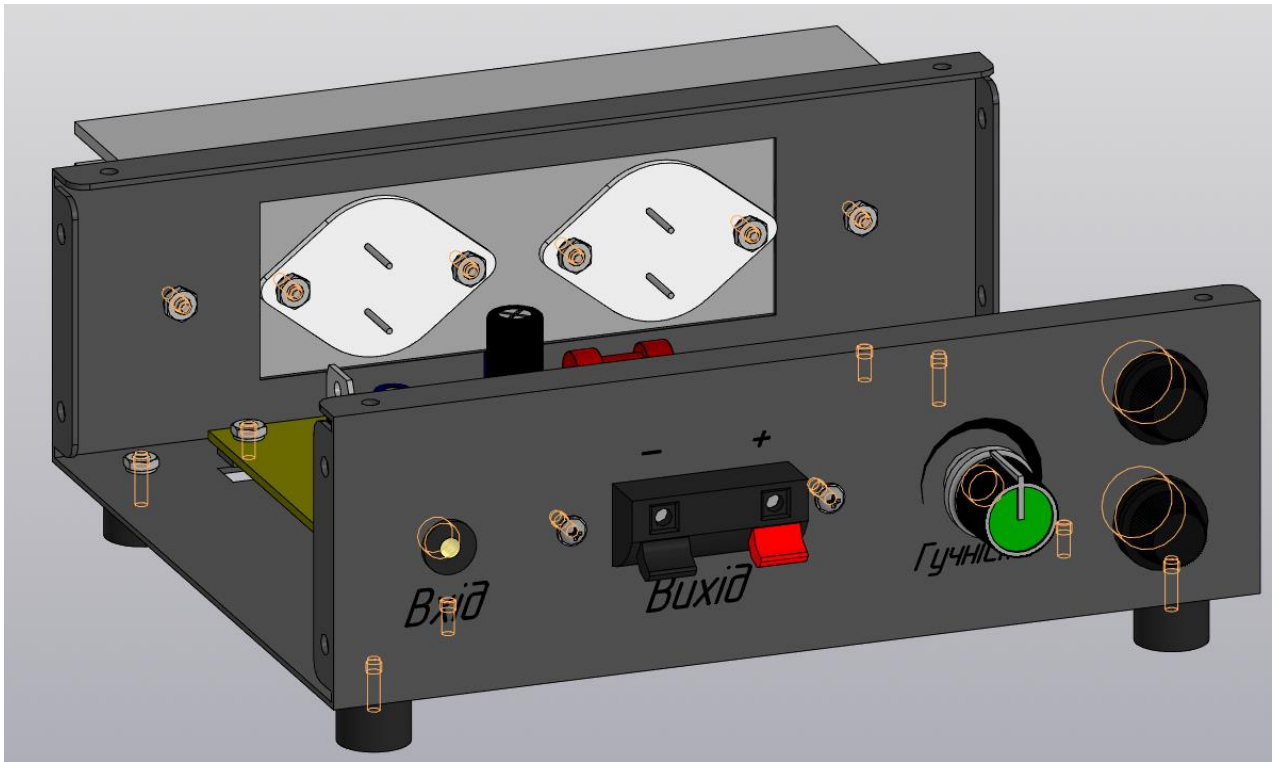


Рисунок Б.3– 3D модель пристрою, нижня кришка

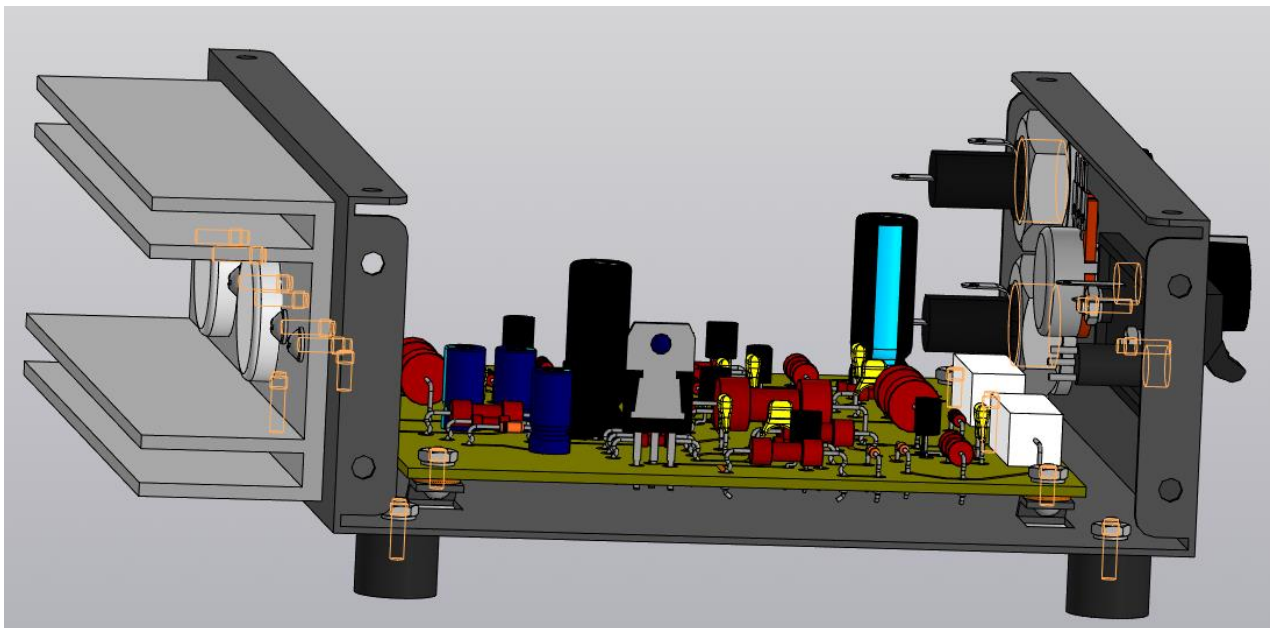


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, нижня кришка збоку

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

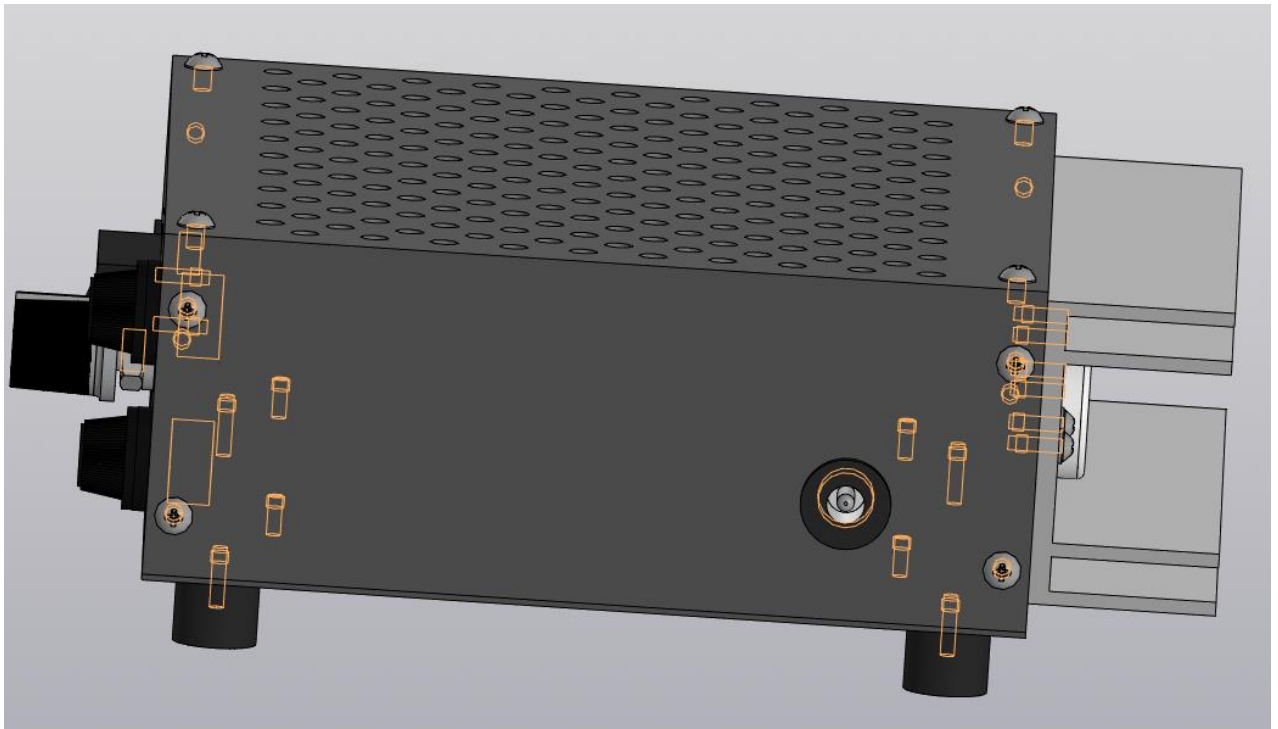


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

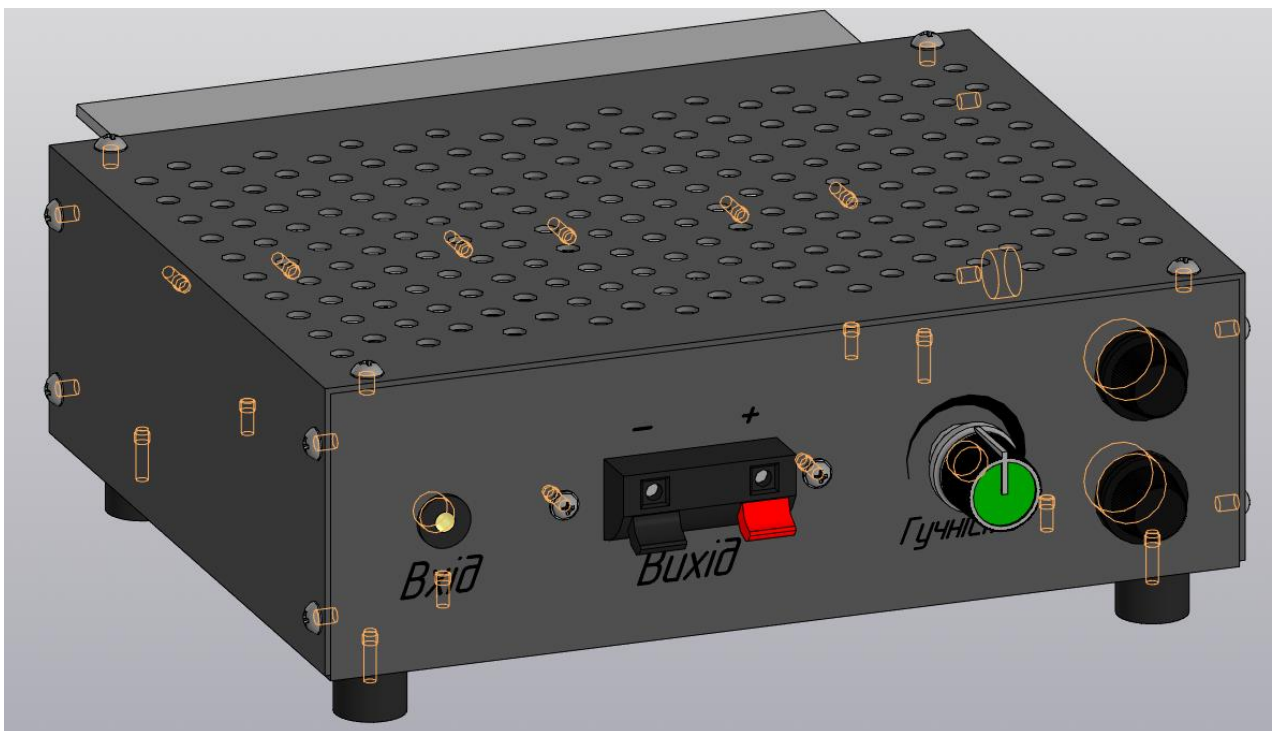


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

					26 КР 172.402.001.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

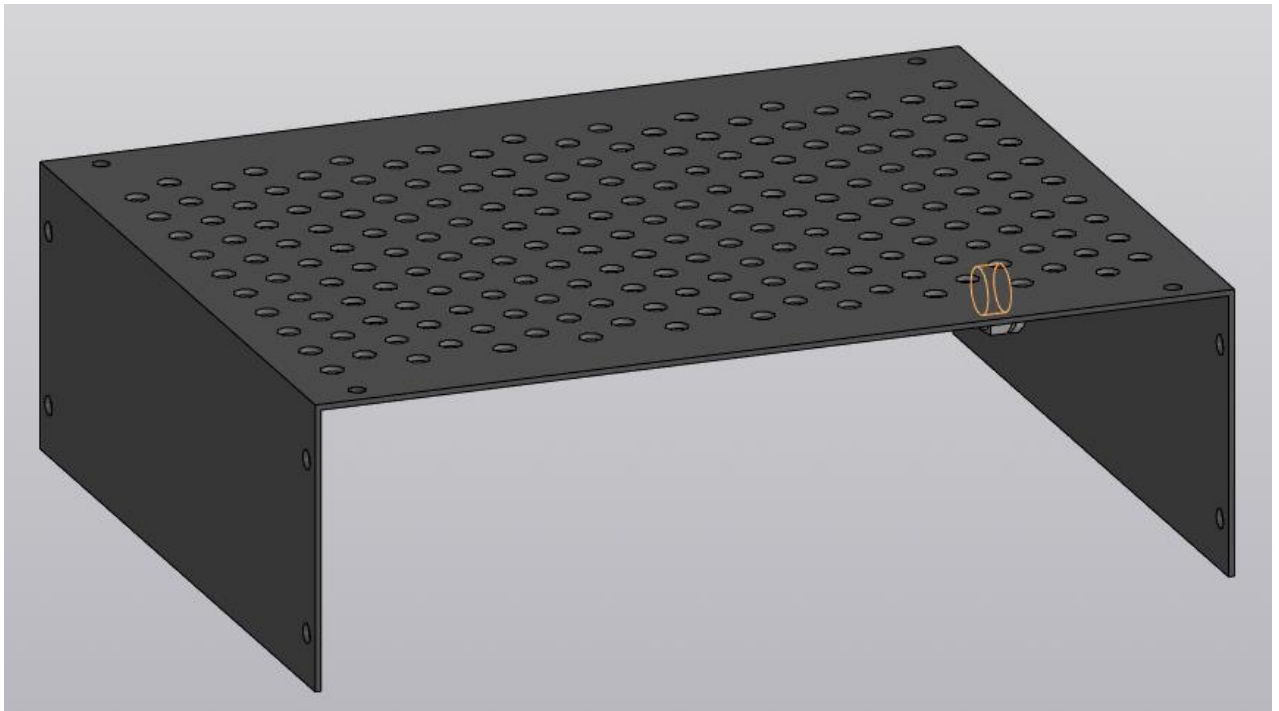


Рисунок Б.7- 3D модель пристрою, верхня кришка

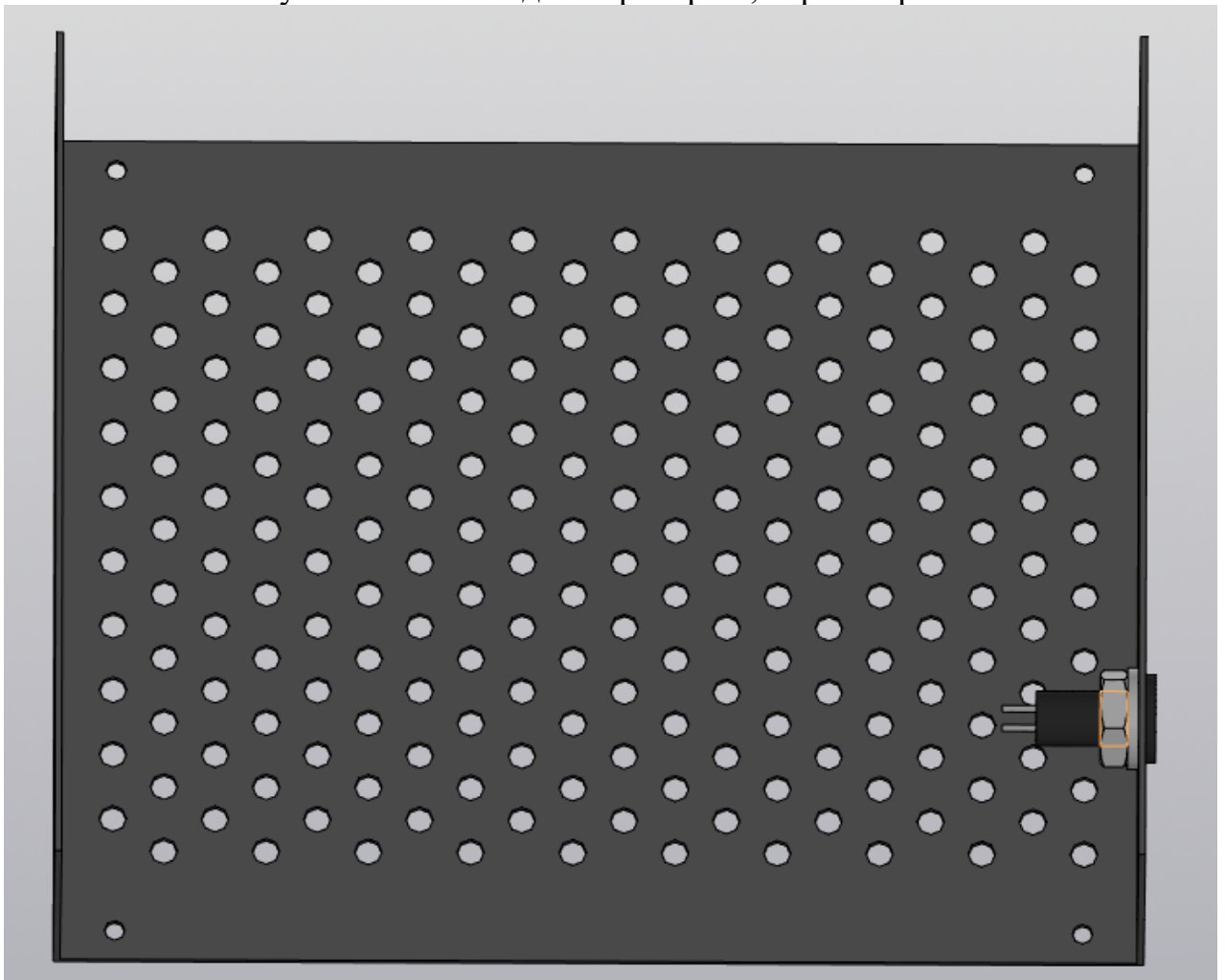
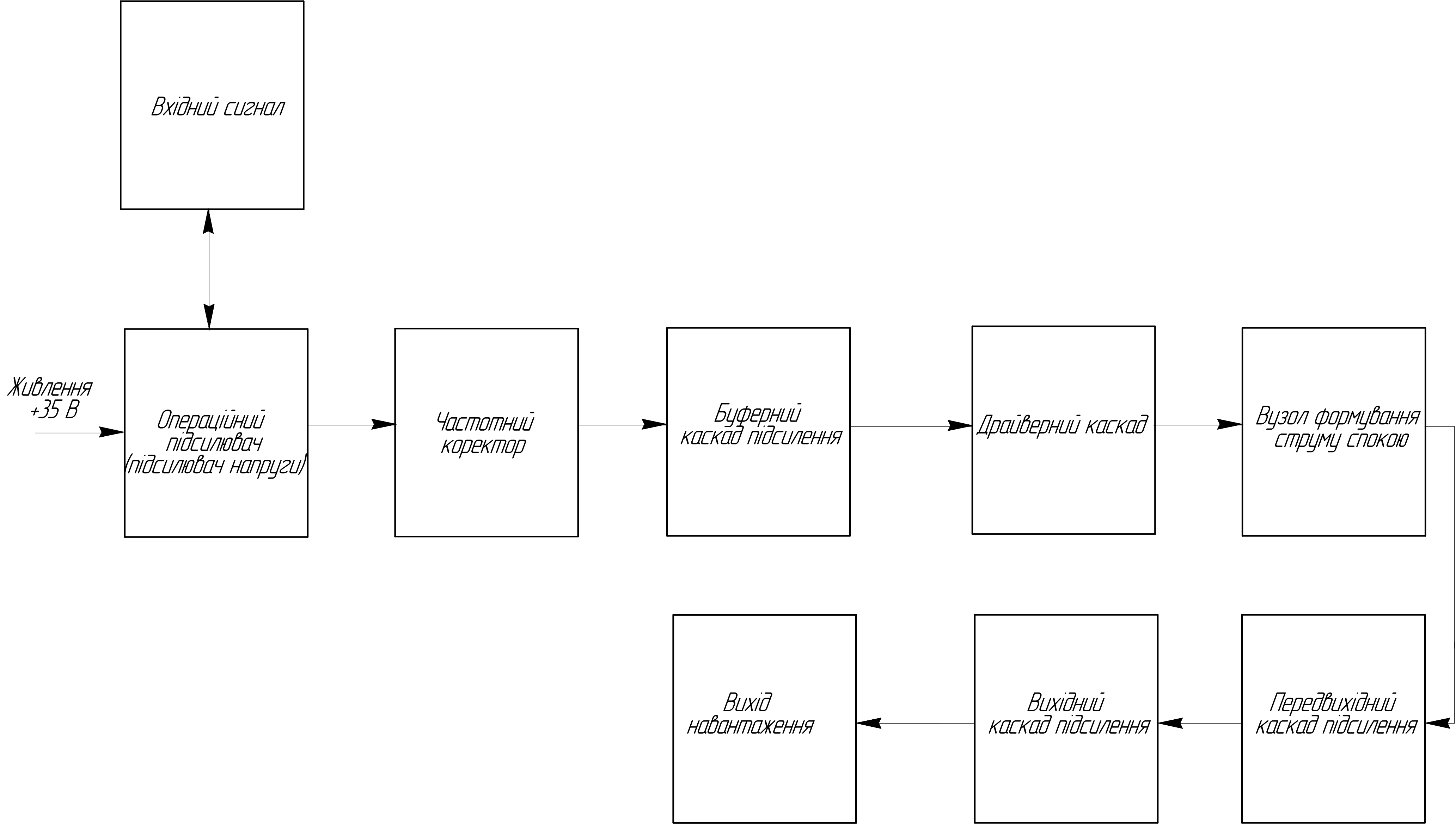


Рисунок Б.8 - 3D модель пристрою, верхня кришка знизу

Перш. викорис.	
Додат. №	

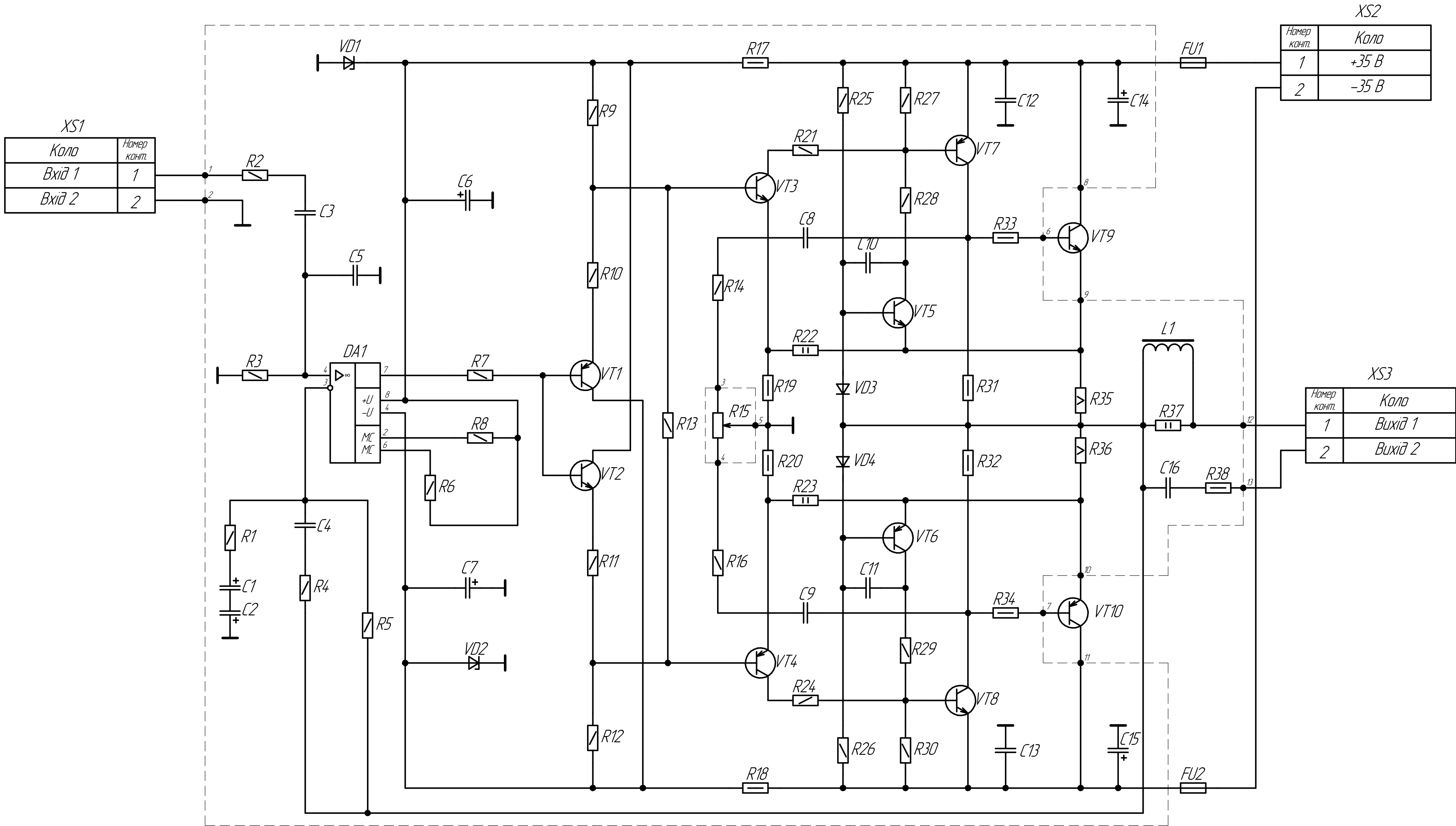
Підпис і дата	
Інв. № відп.	
Зам. інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ориг.	

26 КР 172.402.001.001.000 Е1



					26 КР 172.402.001.001.000 Е1					
					Підсилювач потужності 34 на 80 Вт Схема електрична структурна			Лит.	Маса	Масштаб
								- Н -	-	-
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				Аркцш		Аркцшів 1
Розроб.	Бартків							ВСП ТФК ТНТУ ТР-402		
Перевір.	Недошитко							м. Тернопіль		
І.контр.										
Рецензент										
Н.контр.	Задорожний									
Затверд.										

Поз. познач.		Найменування	Кіл.	Примітка				
Перш. викорис.	Додат. №	Конденсатори						
		C1, C2	ECAP-16 B-22 мкФ ±20% "Jamicon"	2				
		C3	NPO-1 мкФ ±5% "Murata"	1				
		C4	NPO-2,2 нФ ±5% "Murata"	1				
		C5	NPO-1 нФ ±5% "Murata"	1				
		C6, C7	ECAP-16 B-33 мкФ ±20% "Jamicon"	2				
		C8, C9	NPO-1 нФ ±5% "Murata"	2				
		C10, C11	NPO-300 нФ ±5% "Murata"	2				
		C12, C13	NPO-0,27 мкФ ±5% "Murata"	2				
		C14, C15	ECAP-50 B-200 мкФ ±20% "Jamicon"	2				
		C16	NPO-0,1 мкФ ±5% "Murata"	1				
		DA1	Мікросхема TL071CP "Texas Instruments"	1				
Підпис і дата	Інв. № добул.	FU1, FU2	Запобіжники 522.1300-3 A-250B "ECE"	2				
		L1	Дросель EC24-100K-0,3 мкГн "Bourgnс"	1				
		Резистори						
		R1	MFP-0,25-5,6 кОм ±10% "Yageo"	1				
		R2	MFP-0,25-43 кОм ±10% "Yageo"	1				
		R3	MFP-0,25-120 кОм ±10% "Yageo"	1				
		R4	MFP-0,25-5,6 кОм ±10% "Yageo"	1				
		R5	MFP-0,25-120 кОм ±10% "Yageo"	1				
		R6	MFP-0,25-680 Ом ±10% "Yageo"	1				
		R7	MFP-0,25-470 Ом ±10% "Yageo"	1				
		26 KP 172.402.01.01.000 ПЕЗ						
		Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
Інв. № ориг.	Розроб.	Бартків			Підсилювач потужності 34 на 80 Вт. Перелік елементів	Літ.	Аркцш	Аркцшів
	Перевір.	Недошитко				н	1	3
	Н.контр.	Задорожний				ВСП ТФК ТР-402		
	Затверд.					м. Тернопіль		



XS1	Номер конт.
Вхід 1	1
Вхід 2	2

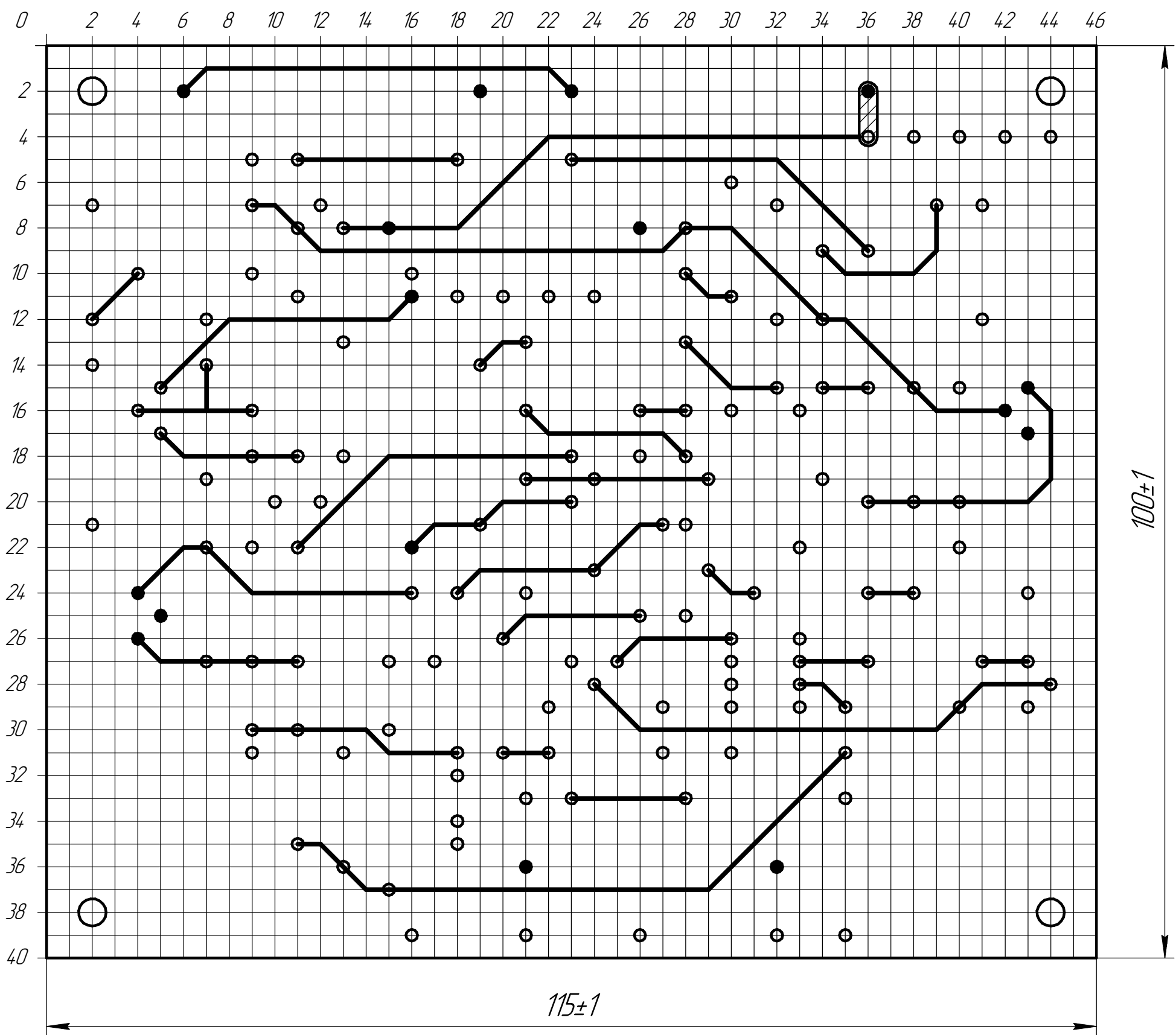
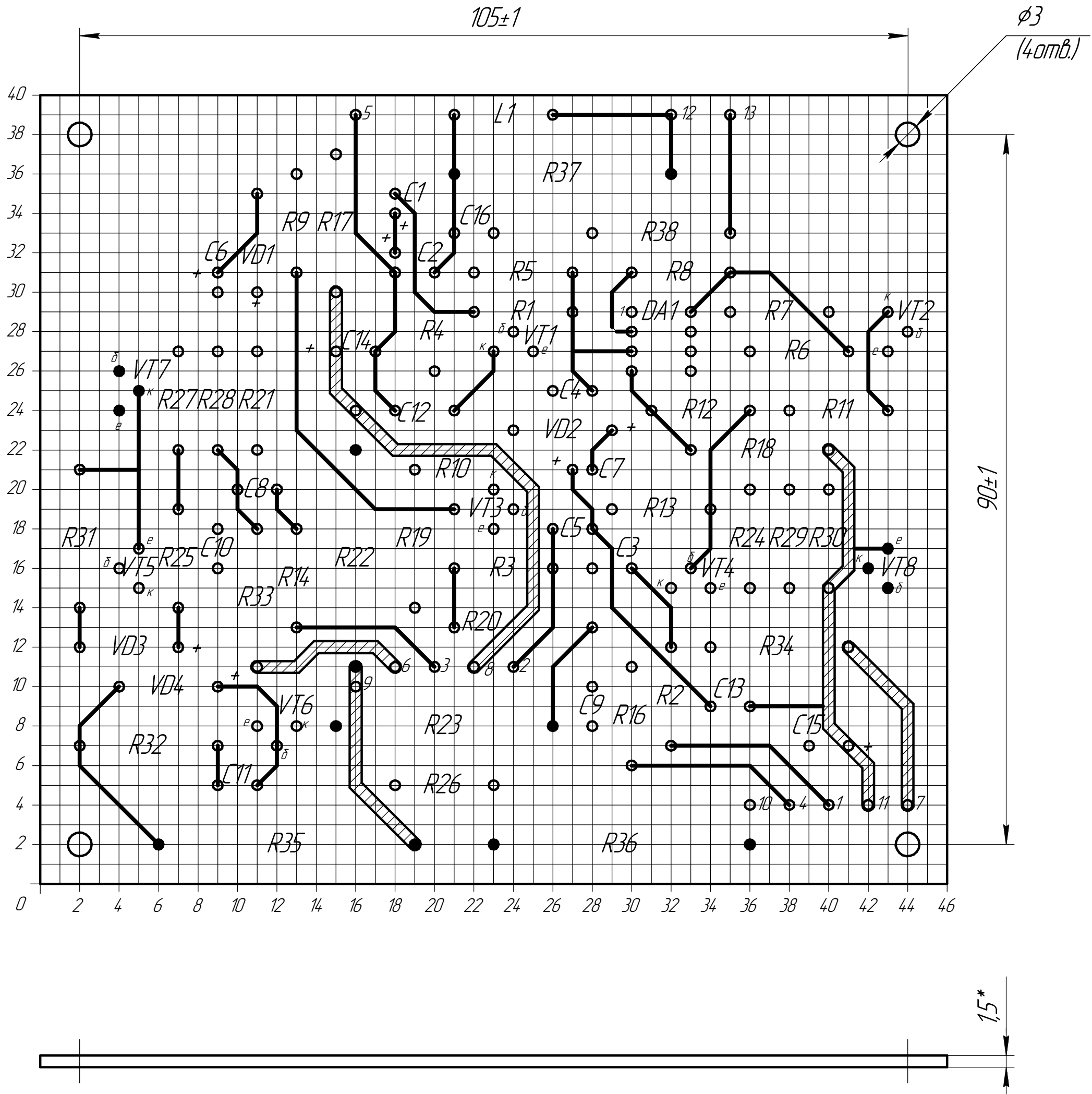
XS2	Номер конт.
+35 В	1
-35 В	2

XS3	Номер конт.
Вихід 1	1
Вихід 2	2

26 КР 172.402.001001000 ЕЗ			
Підсилювач потужності 34 на 80 Вт.			
Схема електрична принципова			
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис
Розроб.	Бортнік		
Перевір.	Недошито		
Т.контр.			
Н.контр.	Задорожний		
Затверд.			
Лист	Маса	Масштаб	
1	-	-	
ВСП ТФК ТР-402			
м. Тернопіль			
Формат А1			

Таблиця отворів

Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
	0,8	Є	2,0	145	
	1,0	Є	2,2	16	

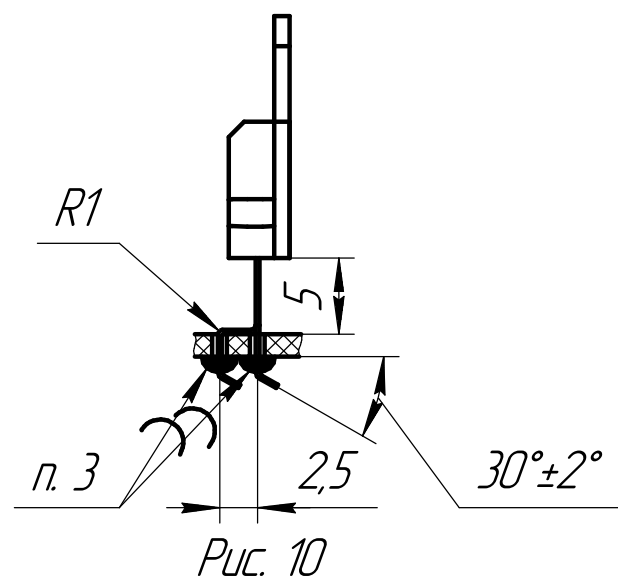
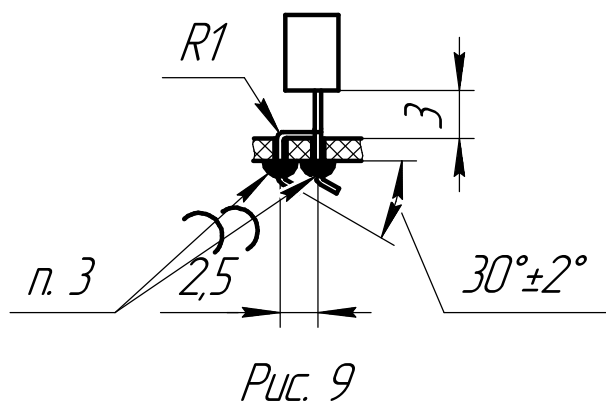
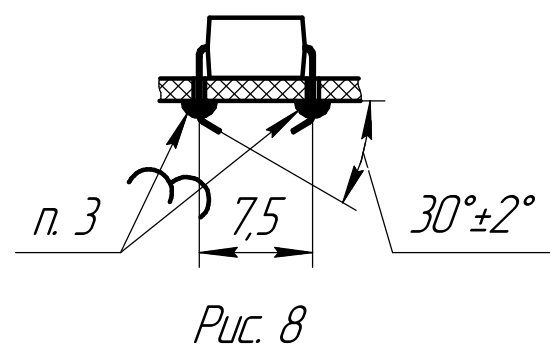
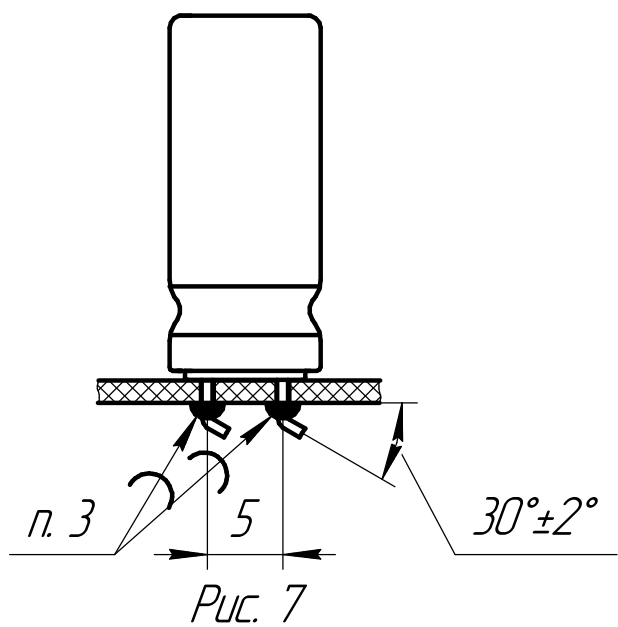
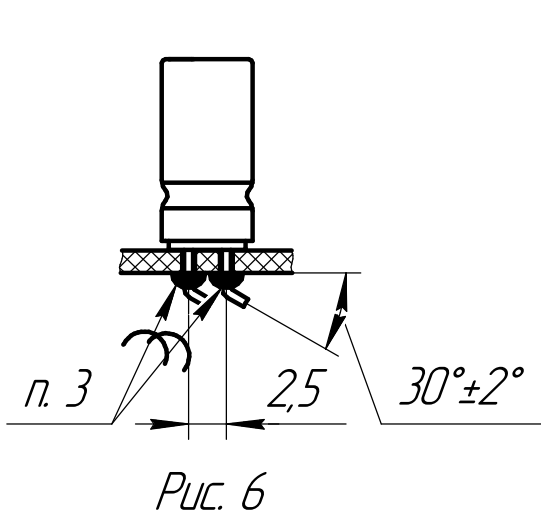
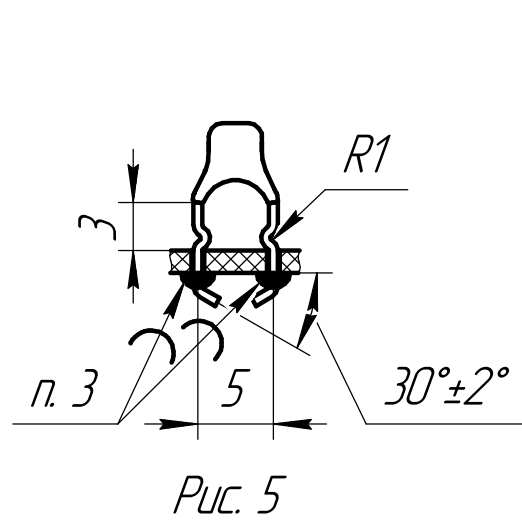
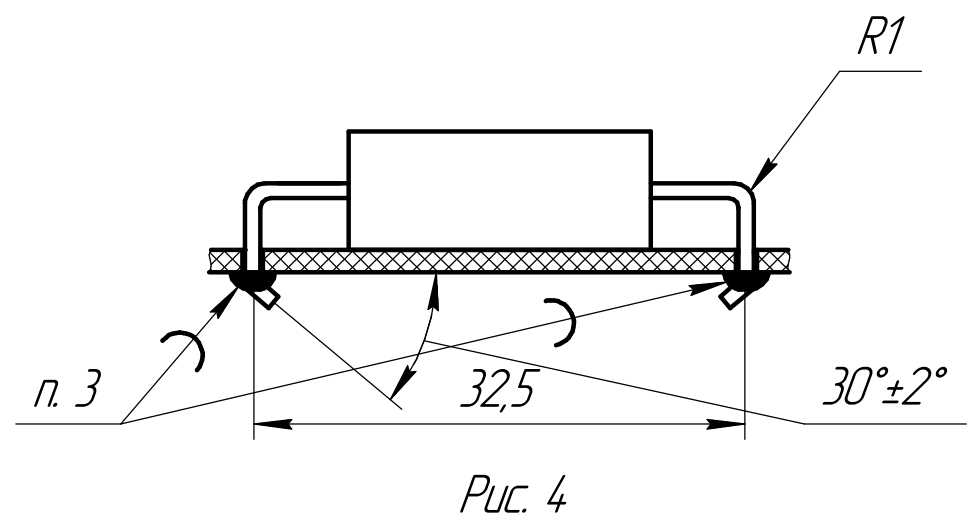
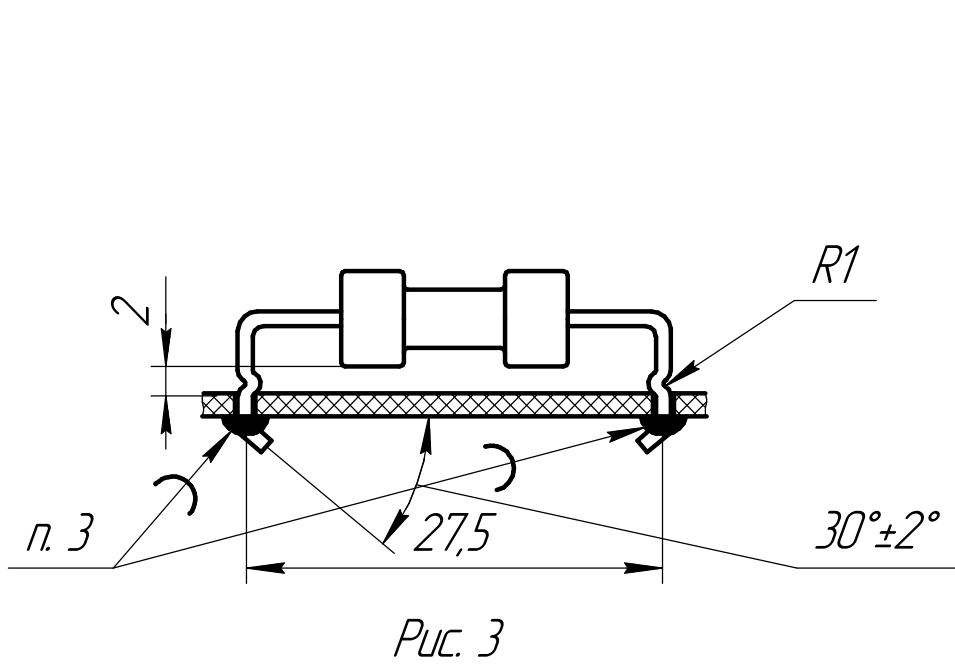
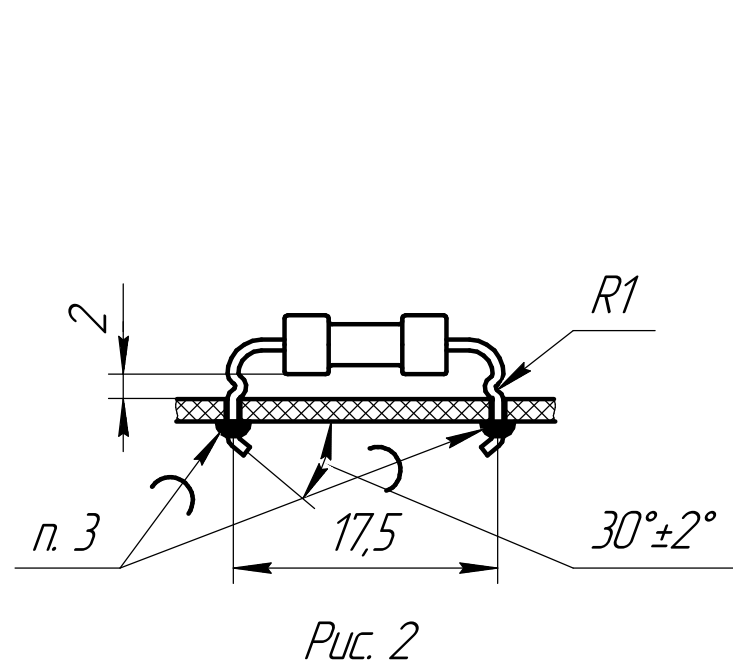
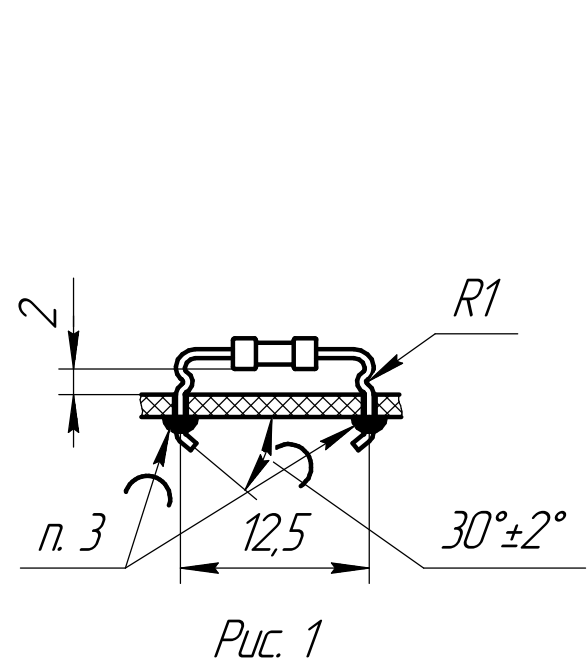
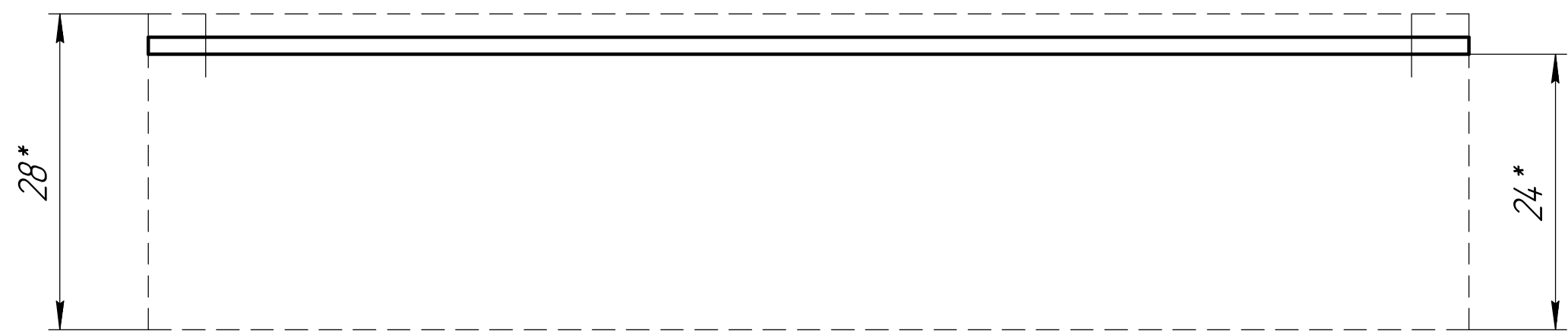
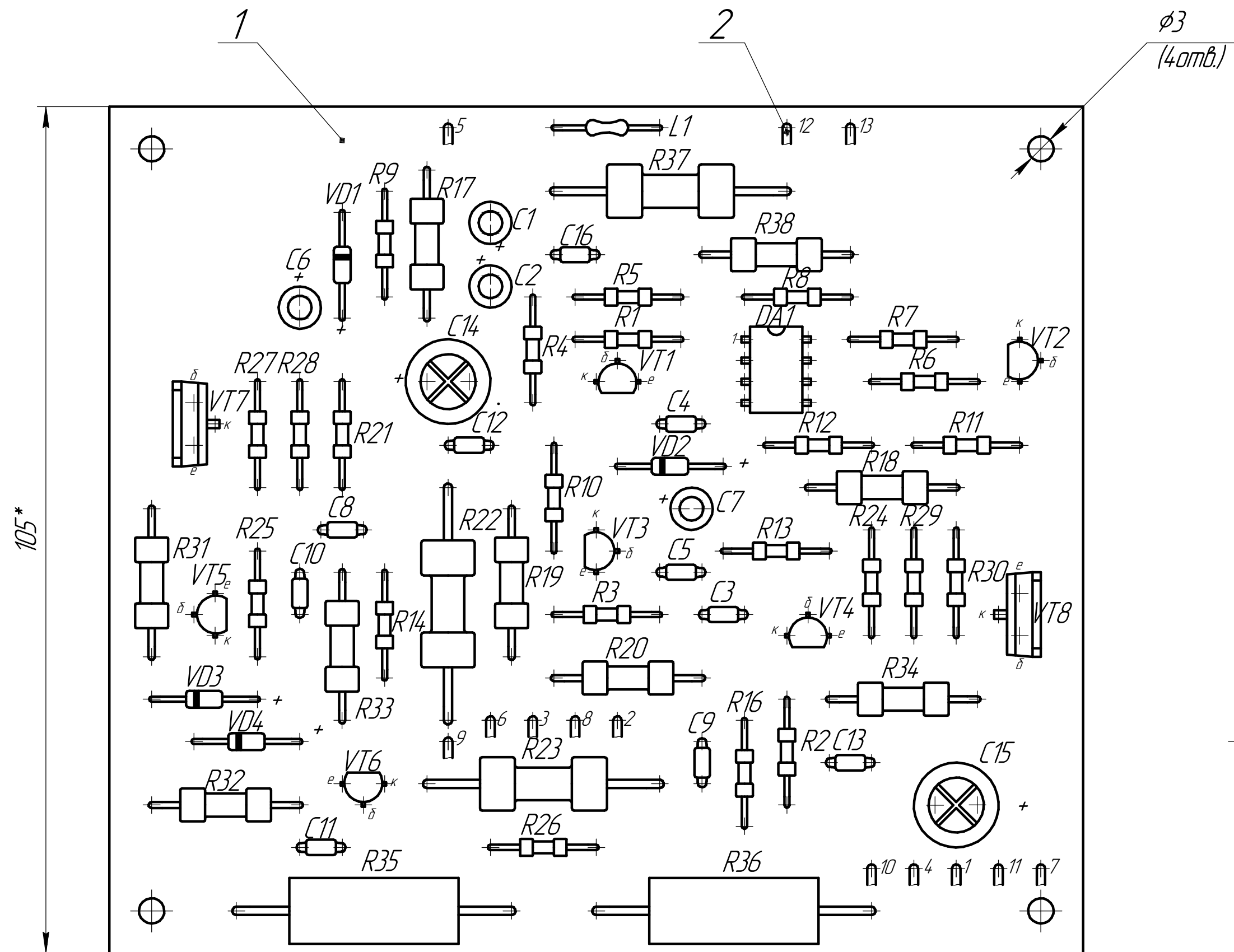


1. Плата повинна відповідати ГОСТ 23752-79.
2. *Розмір для довідок.
3. Клас точності 4 по ГОСТ 23751-86.
4. Крок координатної сітки 2,5 мм.
5. Плату виготовити комбінованим методом.
6. Параметри отворів дивись в таблиці.
7. Мінімальна ширина провідників не менше 1 мм.
8. Мінімальна відстань між провідниками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

					26 КР 172.402.001.001.001						
Зм.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата	Плата друкована			Лист	Маса	Масштаб	
								Н	0,03	2:1	
Розроб.		Бартків			СФ2-35-15КП ГОСТ 10316-78			Архив		Архив	1
Перевір.		Недошито						ВСП ТФК ТР-402			
Т.контр.					м. Тернопіль			Формат А1			
Н.контр.		Задорожний									
Затверд.											

Формат		Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
					Документація		
A4				26 КР 172.402.001.000.000 ПЕЗ	Перелік елементів		
A1				26 КР 172.402.001.000.000 ЕЗ	Схема електрична принципова		
A1				26 КР 172.402.001.001.000 СК	Вузол друкований		
					Деталі		
A1		1		26 КР 172.402.001.001.001	Плата друкована	1	
БК		2		26 КР 172.402.001.001.002	Перемичка	13	
					Інші вироби		
					Конденсатори		
		3			NPO-2,2 нФ ±5% "Murata"	1	С4
		4			NPO-300 нФ ±5% "Murata"	2	С10, С11
		5			NPO-1 нФ ±5% "Murata"	3	С5, С8, С9
		6			NPO-0,1 мкФ ±5% "Murata"	1	С16
		7			NPO-0,27 мкФ ±5% "Murata"	2	С1, С13
		8			NPO-1 мкФ ±5% "Murata"	1	С3
		9			ECAP-16 В-22 мкФ ±20% "Jamicon"	2	С1, С2
		10			ECAP-16 В-33 мкФ ±20% "Jamicon"	2	С6, С7
		11			ECAP-50 В-200 мкФ ±20% "Jamicon"	2	С14, С15
		13			Мікросхема TL071CP "Texas Instruments"	1	DA1
		15			Дросель EC24-100K-0,3 мГн "Bourns"	1	L1
				26 КР 172.402.001.001.000			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Бартків						
Перевір.	Недошитко						
Н.контр.	Задорожний						
Затверд.							
Вузол друкований					Літ.	Аркцш	Аркцшів
					н	1	3
ВСП ТФК ТР-402					м. Тернопіль		

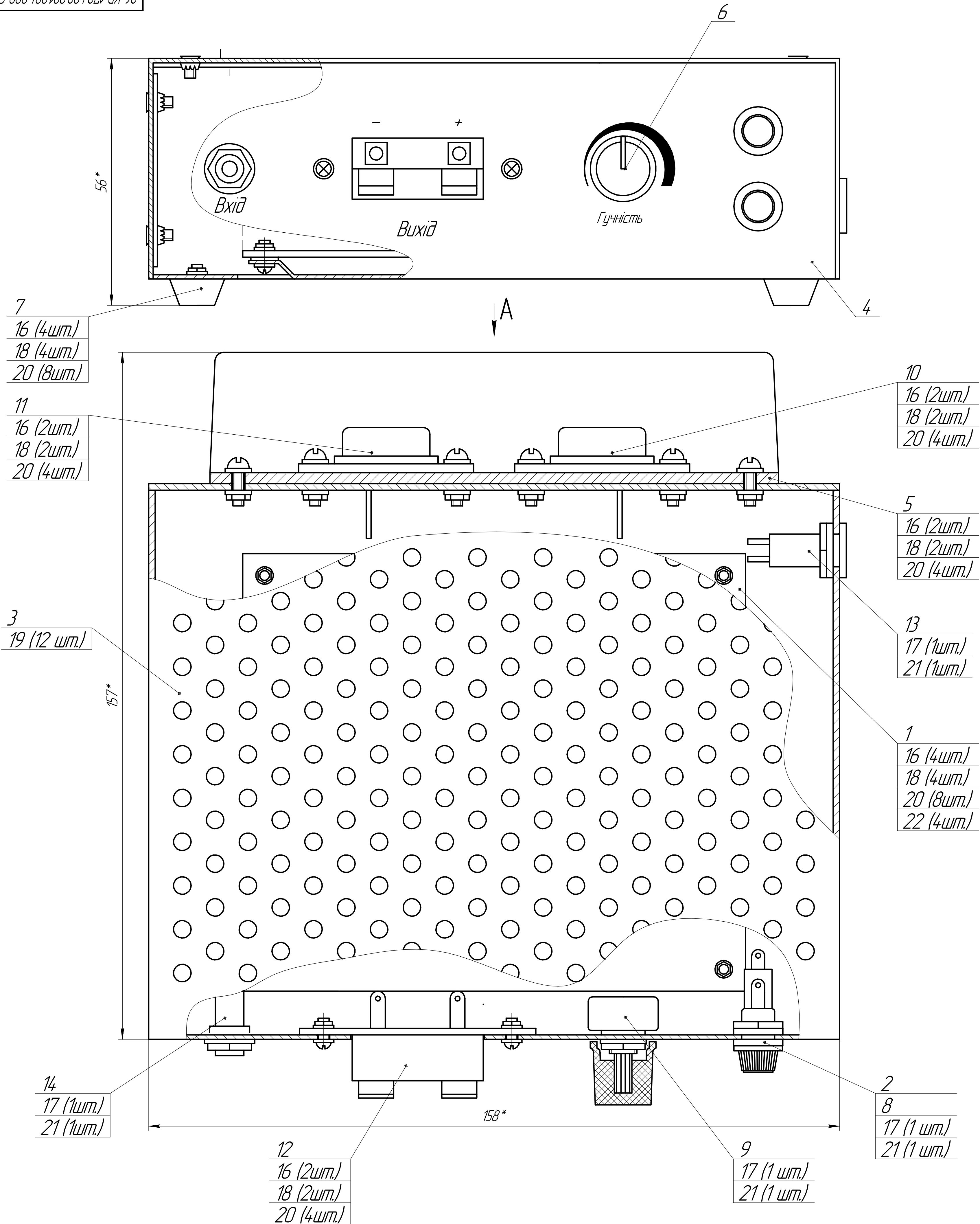
Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кін.	Прим.
				Резистори		
		17		MFP-5-0,35 Ом ±10% "Yageo"	2	R35, R36
		18		MFP-0,25-2,7 Ом ±10% "Yageo"	2	R33, R34
		19		MFP-2-5,1 Ом ±10% "Yageo"	1	R37
		20		MFP-0,25-10 Ом ±10% "Yageo"	1	R38
		21		MFP-0,25-20 Ом ±10% "Yageo"	6	R10,R11,R21,
						R24,R31,R32
		22		MFP-0,25-56 Ом ±10% "Yageo"	2	R14, R16
		23		MFP-0,5-100 Ом ±10% "Yageo"	2	R19, R20
		24		MFP-2-200 Ом ±10% "Yageo"	2	R22, R23
		25		MFP-0,25-470 Ом ±10% "Yageo"	1	R7
		26		MFP-0,25-560 Ом ±10% "Yageo"	2	R27,R30
		27		MFP-0,25-680 Ом ±10% "Yageo"	1	R6
		28		MFP-0,5-1,1 кОм ±10% "Yageo"	2	R17, R18
		29		MFP-0,25-3 кОм ±10% "Yageo"	1	R13
		30		MFP-0,25-5,6 кОм ±10% "Yageo"	2	R1, R4
		31		MFP-0,25-6,2 кОм ±10% "Yageo"	2	R9, R12
		32		MFP-0,25-6,8 кОм ±10% "Yageo"	2	R28, R29
		33		MFP-0,25-10 кОм ±10% "Yageo"	1	R8
		34		MFP-0,25-43 кОм ±10% "Yageo"	1	R2
		35		MFP-0,25-120 кОм ±10% "Yageo"	2	R3, R5
		36		MFP-0,125-15 кОм ±10% "Yageo"	3	R17,R25,R46
		37		MFP-0,125-22 кОм ±10% "Yageo"	5	R32,R34,R37,
						R41,R45
		38		MFP-0,125-47 кОм ±10% "Yageo"	3	R21,R35,R44
		39		MFP-0,125-100 кОм ±10% "Yageo"	2	R24, R26
		40		MFP-0,125-1 МОм ±10% "Yageo"	2	R2, R12
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № дубл.	Підпис і дата	26 KP 172.402.001.001.000	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Арк. 2	



- *Разміри для довідок.
- Установку і формування елементів проводити з кроком координатної сітки 2,5 мм. Елементи формувати (установка і формування елементів на рисунках показані в масштабі 2:1): R1..R14, R16, R21, R24..R34, R38, L1, VD1..VD4—на рис. 1; R17..R20—на рис. 2; R22, R23, R37—на рис. 3; R35, R36—на рис. 4; C3..C5, C8..C13, C16—на рис. 5; C1, C2, C6, C7—на рис. 6; C14, C15—на рис. 7; DA1—на рис. 8; VT1..VT6—на рис. 9; VT7, VT8—на рис. 10.
- Паяти припоєм ПОС61 ГОСТ 21931-76.
- Заводський номер, позначення елементів маркувати фарбою ЧМ чорна БМ, біла, ТУ029-02-859-78. Шрифт 2,5 по НО 010.007. Місця розміщення маркування показані умовно.
- Лакувати лаком АКА-113.
- Позначення елементів показано умовно.
- Друковані провідники умовно не показані.
- Інші вимоги по ОСТ4ГО.070.015.

				26 КР 172.402.001.001.000 СК			
				Вузол друкований			
				Складальне креслення			
				ВСП ТФК ТР-402			
				м. Тернопіль			
				Формат А1			

Формат		Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
					Документація		
A4				26 КР 172.402.001.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів		
A3				26 КР 172.402.001.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1	
A1				26 КР 172.402.001.004.000 СК	Складальне креслення	1	
					Складальні одиниці		
A1		1		26 КР 172.402.01.03.000 СК	Вузол друкований	1	
БК		2		26 КР 172.402.01.03.001	Тримач для запобіжника	2	
					Деталі		
БК		3		26 КР 172.402.001.004.001	Верхня кришка	1	
БК		4		26 КР 172.402.001.004.002	Нижня кришка	1	
БК		5		26 КР 172.402.001.004.003	Радіатор	1	
БК		6		26 КР 172.402.001.004.004	Ручка для резистора	1	
БК		7		26 КР 172.402.001.004.005	Ніжка	4	
					Інші вироби		
		8			Запобіжники 522.1300-3 А-250В "ЕСС"	2	FU1, FU2
		9			Резистори 16К1-В50К-4 70 Ом "Song Huei"	1	R15
					Транзистори		
		10			2N3055 "Inchange"	1	VT9
		11			2T818A "Inchange"	1	VT10
					26 КР 172.402.001.004.000		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Бартків				Підсилювач потужності 34 на 80 Вт		
Перевір.	Недошитко						
Н.контр.	Задорожний						
Затверд.							
Літ.	Аркцш	Аркцшів					
н	1	2					
ВСП ТФК ТР-402							
м. Тернопіль							



- * Розміри для довідок.
- Електромонтаж здійснювати згідно з 26 КР 172.402.001.001.000 ЕЗ припаяв ПОС-40 ГОСТ 21931-76.
- Інші технічні вимоги по ОСТ.4.ГО.070.015.

				26 КР 172.402.001.004.000 СК			
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Розроб.	Бартків				Н	0,2	12
Перевір.	Недошито				Архив	Архив	1
Т.контр.					ВСП ТФК ТР-402		
Н.контр.	Задорожний				м. Тернопіль		
Затверд.					Формат А1		

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл																	
Замість																	
Підпис																	
															Аркуш 4		
												26 КР 172.402.004.01.000.СК			26 КР 172.402.001.01.00		
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції					Позначення документау							
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																	
A 02	402		004	040	402004040 Установка ЕРЕ											0,02	
003		Установку ЕРЕ проводити по ОСТ 4.010.030-81 з кроком					координатної сітки 2,5мм										
04		1. Установити резистори поз.36(R17,R25,R46) поз.37(R32,R34,R37,R41,R45) поз.38(R21,R35,R44) поз.39(R24,R26)поз.40(R2,R12) згідно рис.1															
05		поз.18(R33,R34) поз.20(R38) поз.21(R10,R11,R21,R24,R31,R32) поз.22(R14,R16) поз.25(R7) поз.26(R27,R30) поз.27(R6)поз.29(R13)поз.30(R1,R4)															
06		поз.31(R9,R12) поз.32(R28,R29)поз.33(R8)поз.34(R2)поз.35(R3,R5) згідно рис.2 поз.19(R37)поз.24(R22,R23)згідно рис.3 поз.17(R35,R36,) згідно рис.4															
07		2. Установити діоди поз.43(VD3,VD4) поз.44(VD1,VD2) дросель поз.15(L1) згідно рис.1 згідно карти ескізів по ТТП124325															
08		3. Установити мікросхему поз.13(DA1) згідно рис.8 згідно карти ескізів по ТТП124568															
09		4. Установити транзистори поз.46(VT5) поз.47(VT2,VT3)поз.48(VT6)поз.49(VT1,VT4)згідно рис.9 поз.50(VT8)поз.51(VT7)рис.10 згідно															
10		5. Установити конденсатори поз.3(C4) поз.4(C10,C11) поз.6(C16) поз.7(C1,C13) поз.8(C3) згідно рис.5 поз.9(C1,C2) поз.10(C6,C7)згідно рис.6															
11		поз.11(C14,C15) згідно рис.7 згідно карти ескізів, по ТТП 254681															
T12		Кусачки РТ 145532															
13		Пінцет РТ265641															
K 14	1	Плата друкована					26 КР 172.402.001.001.001						796	100	100		
15	3	Конденсатори NPO-2,2 нФ ±5%					"Murata"						796	100	100		
16	4	Конденсатори NPO-300 нФ ±5%					"Murata"						796	100	200		
17	5	Конденсатори NPO-0,1 нФ ±5%					"Murata"						796	100	300		
18	6	Конденсатори NPO-0,1 мкФ ±5%					"Murata"						796	100	100		

[illegible]

Дубл																
Замість																
Підпис																
													Аркуш 6			
											26 КР 172.402.004.01.000.СК		26 КР 172.402.001.01.00			
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	24	Резистори			MFP-2-200м±10%				"Yageo"				796	100	200	
02	25	Резистори			MFP-0,25-4700м±10%				"Yageo"				796	100	100	
03	26	Резистори			MFP-0,25-5600м±10%				"Yageo"				796	100	200	
04	27	Резистори			MFP-0,25-6800м±10%				"Yageo"				796	100	100	
05	28	Резистори			MFP-0,5-1,1к0м±10%				"Yageo"				796	100	200	
06	29	Резистори			MFP-0,25-3к0м±10%				"Yageo"				796	100	100	
07	30	Резистори			MFP-0,25-5,6к0м±10%				"Yageo"				796	100	200	
08	31	Резистори			MFP-0,25-6,2к0м±10%				"Yageo"				796	100	200	
09	32	Резистори			MFP-0,25-6,8к0м±10%				"Yageo"				796	100	200	
10	33	Резистори			MFP-0,25-10к0м±10%				"Yageo"				796	100	100	
11	34	Резистори			MFP-0,25-43к0м±10%				"Yageo"				796	100	100	
12	35	Резистори			MFP-0,25-120к0м±10%				"Yageo"				796	100	200	
13	36	Резистори			MFP-0,125-15к0м±10%				"Yageo"				796	100	300	
14	37	Резистори			MFP-0,125-22к0м±10%				"Yageo"				796	100	500	
15	38	Резистори			MFP-0,125-47к0м±10%				"Yageo"				796	100	300	
16	39	Резистори			MFP-0,125-100к0м±10%				"Yageo"				796	100	300	
17	40	Резистори			MFP-0,125-1м0м±10%				"Yageo"				796	100	200	
18	43	Діоди			1N4148				"Diodes"				796	100	200	

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									</
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Дубл.																					
Замість																					
Підпис																					
													Аркушів 5			Аркуш 1					
Розробив		Бартків							ВСП ТФК ТНТУ			26 КР 172.402.001.004.000						26 КР 172.402.001.04.00			
Перевірів		Недошитко							Підсилювач потужності 34 на 80 Вт									Н			
Нормував																					
Затвердив																					
Н. контр.		Задорожний																			
А	Цех	Діл	РМ	Опер	Код, назва операції					Позначення документа											
Б					Код, назва обладнання					СМ.	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ	
К-М					Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу					Позначення, код					СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР		
01					Охорона навколишнього середовища, згідно інструкції МВЯ790831																
02	402		01	005	4020101 Комплектування															0,005	
03					Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (94шт)																
04																					
05	402		02	010	4020102 Слюсарно-складальна															0,026	
06					Пневмоверт РТ 532964																
07					Складання проводити по ТТП 231587																
08					1. Кріпити вузол друкований поз.1 до нижньої кришки поз.4 гвинтами поз.18(4шт) через шайбу поз.20(8шт) гайкою поз.16(4шт) згідно карти ескізів																
09					2. Кріпити транзистори поз.10(VT9)поз.11(VT10) до радіатора поз.5 гвинтами поз.18(4шт) через шайбу поз.20(8шт) гайкою поз.16(4шт) згідно карти ескізів																
10					3. Кріпити запобіжник поз.8(FU1,FU2) в тримач під запобіжник поз.2(2шт) на верхню кришку поз.3 гайкою поз.17(2шт) через шайбу поз.21(2шт)																
11					4. Кріпити радіатор поз.5 та роз'єм поз.12(XS3) гвинтами поз.18(4шт) через шайбу поз.20(8шт) гайкою поз.16(4шт) згідно карти ескізів																
12					5. Кріпити роз'єм поз.14(XS1) поз.13(XS2) резистор поз.9(R15) гайкою поз.17(3шт) через шайбу поз.21(3шт) згідно карти ескізів по ТТП2392490																
13	1				Вузол друкований					26 КР 172.402.001.001.000 СК							796	100	100		
14	2				Тримач під запобіжник					26 КР 172.402.001.001.001							796	100	100		

[illegible]

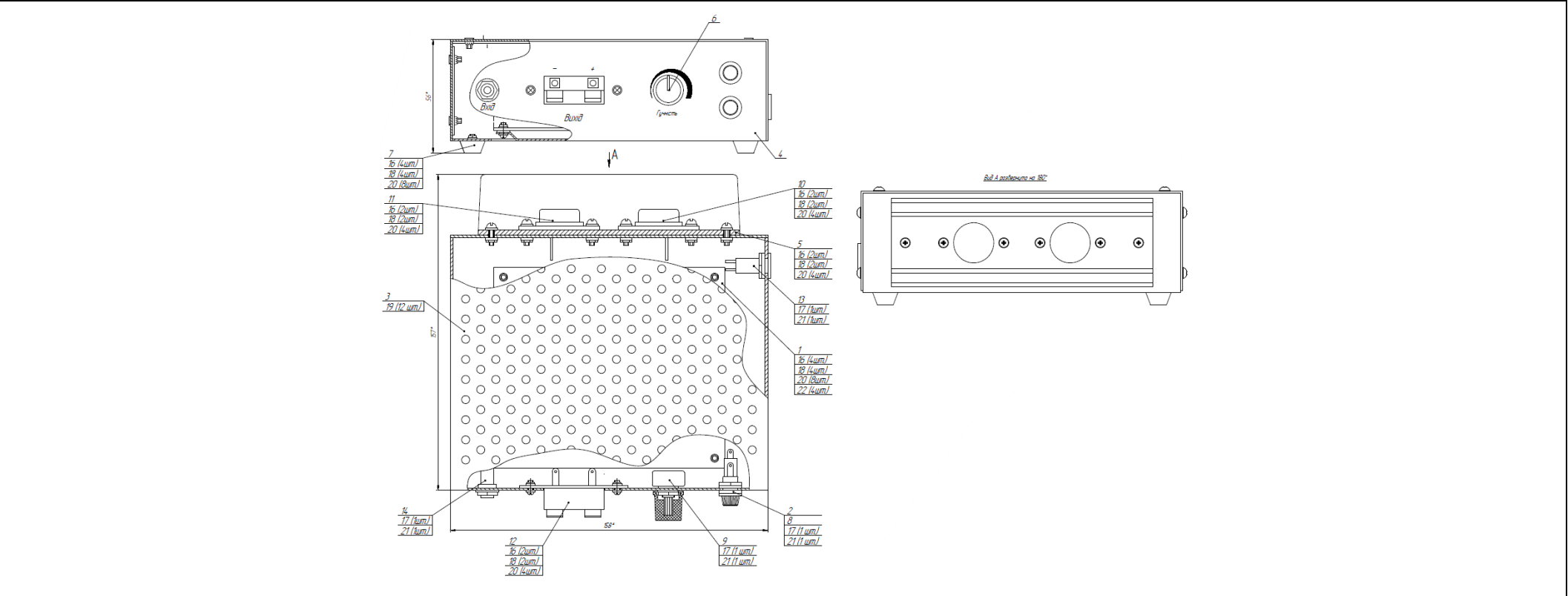
Дубл																
Замість																
Підпис																
															Аркуш 3	
												26 КР 172.402.001.004.000			26 КР 172.402.001.04.00	
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документа							
Б	Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ	
К-М	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу				Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр	
01																
02	402		01	015	4020103 Електромонтаж										0,006	
03		Електромонтаж здійснювати по ТТП 316530 (13шт)														
04		1. Паяти перемички до запобіжника поз.8(FU1,FU2) резисторів поз.9(R15) транзисторів поз.10(VT9),поз.11(VT10) діодів поз.12,13,14(XS1-XS3)														
05		Пінцет РТ 235641														
06		Електропаяльник РТ 105278														
07		Припой ПОС-61				ГОСТ 2131-76						120	100	0,04		
08		Флюс АТ-120				ГОСТ 32142-82						180	100	0,06		
09		Спиртобензинова суміш				ГОСТ 443-76						180	100	0,06		
10																
11	402		01	020	40201004 Слюсарно-складальна										0,003	
12		Пневмоверт РТ 532964														
13		Складання проводити по ТТП 231587														
14		1. Кріпити кришку верхню поз.3 до кришки нижньої поз.4 гвинтами поз.19(12шт), ніжки поз.7гвинтами поз.18(4шт)/гайкою поз.16(4шт)/через шайбу поз.20(8шт)														
15		2. Кріпити ручку для резистора поз.6 згідно карти ескізів ТТП12383748														
16	6	Ручка для резистора				26 КР 172.402.001.004.005						796	100	100		
17	7	Ніжка				26 КР 172.402.001.004.005						796	100	400		
18	19	Гвинт самонарізючий М2,5-1-6				ГОСТ 10619-80						796	100	1200		

[illegible]

Дудл.								
Замість								
Підпис								

						Аркушів 5	Аркуш 5	
Розробив	Бартків			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.402.001.004.000		26 КР 172.402.001.04.00	
Перевірів	Недошитко			Підсилювач потужності 34 на 80 Вт				
Нормував								
Затвердив								
Н. контр.	Задорожний							

A	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 матеріал					Позначення, код					СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР	



Техніко – економічні показники підсилювача потужності 34 на 80 Вт

	Технічні показники			Економічні показники	
1	Напруга живлення вхідна	+35; -35В	1	Річний обсяг виробництва	1050шт.
2	Струм споживання	500мА	2	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	183300 грн
3	Габаритні розміри	158*157 *56мм	3	Чистий прибуток	263517,66 грн
4	Маса	0,3кг	4	Повна собівартість на виріб	1391,2 грн
5	Допустима вологість повітря	93%	5	Ціна одиниці виробу	1697,26 грн.
6	Діапазон робочих частот	20Гц-20кГц	6	Рентабельність виробу	18,04 %
7	Номінальна вихідна потужність	80Вт	7	Термін окупності	0,76р
8	Опір навантаження	40м	8	Індекс прибутковості	1,31