Форма № Н-9.02

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 релейно-трансформа-торного стабілізатора змінної напруги

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

Спеціальність: 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»

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

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Гоцко Д Д

(прізвище та ініціали)

Керівник Савчук М П

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2026

Відокремлений структурний підрозділ
«Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»
Відділення телекомунікацій та електронних систем
Циклова комісія телекомунікацій та радіотехніки
Освітньо-професійний ступінь «фаховий молодший бакалавр»
Галузь знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»
Спеціальність 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»
Освітня програма «Конструювання, виробництво та технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв».

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова циклової комісії
телекомунікацій та радіотехніки
_____ Ольга ВАСИЛИШИН
"27_" _квітня___ 2026 року

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

_____ Гоцко Дмитро Дмитрович _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Розробка конструкції релейно-трансформа-торного стабілізатора змінної напруги
_____
керівник кваліфікаційної роботи _____Савчук Михайло Петрович_____,
(прізвище, ім'я, по батькові)

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

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 16.06.2026 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:
_____
_____
_____
_____
_____

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

Анотація
Вступ. Призначення і область застосування електронного пристрою
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 проектованого 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 проектованого 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. Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.
Розділ 3 Економічна частина
3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень
3.2 Розрахунок собівартості продукції.
3.3. Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.
Розділ 4 Охорона праці
4.1. Поняття праці та охорони праці.
4.2. Електробезпека. Види ураження людини електричним струмом.
Висновки
Перелік посилань
Додатки

Додаткові вказівки:

Виконання кваліфікаційної роботи (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	27.04	
2	Збір і узагальнення інформації для кваліфікаційної роботи	13.05	
3	Написання першого розділу кваліфікаційної роботи	25.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту кваліфікаційної роботи	29.05	
5	Написання спеціального розділу	29.05	
6	Розрахунок економічної частини	25.05	
7	Написання розділу охорони праці	26.05	
8	Виконання графічної частини кваліфікаційної роботи	19.05	
9	Оформлення кваліфікаційної роботи	08.06	
10	Погодження нормоконтролю	12.06	
11	Попередній захист кваліфікаційної роботи	16.06	
12	Захист кваліфікаційної роботи		

7. Дата видачі завдання 27 квітня 2026 р.

Студент _____ ____ Гоцко Д Д _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ _____Савчук М П_____
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ……..……....…

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

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА……...

1.1 Розробка технічного завдання ……...……...

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу ……...……...

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

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА……...……..

2.1 Розрахунково-конструкторська частина…….....

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і 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 проектованого пристрою…….....

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

2.2 Технологічна частина……..…….....

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

2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції. …….....

2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів ……..……..…….....
2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла.....
2.2.5 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.....…
РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....
3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень ……....
3.2 Розрахунок собівартості продукції……....
3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень……...…
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....
4.1Поняття праці та охорони праці .....…….....
4.2 Електробезпека. Види ураження людини електричним струмом…….....
ВИСНОВКИ.....
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....
ДОДАТКИ……..…...

АНОТАЦІЯ

Гоцко Д.Д. Розробка конструкції релейно-трансформаторного стабілізатора зміної напруги: 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 110*55 мм. Всі основні елементи розміщені на одній стороні плати. В приладі немає елеметів, які виділяють велику кількість тепла, тому радіатора не потрібно.

Корпус виготовлений з металу, яка має хороші характеристики, гарний зовнішній вигляд, та хорошу конструкцію, розміри 190×100×75 мм. Його основними елементами є верхня і нижня кришки П-подібної форми, які з'єднуються між собою за допомогою самонарізних гвинтів. Габаритні розміри корпусу становлять 190×100×75 мм. На верхній кришці встановлюється роз'єм, який фіксується за допомогою гайок і шайб, а також перемикач для ввімкнення приладу. До нижньої кришки кріпиться трансформатор — його монтаж здійснюється за допомогою чотирьох гвинтів із шайбами. Окрім цього, на корпусі передбачено встановлення запобіжника, що закріплюється гайками та шайбами, а також мережевого шнура для підключення пристрою до електроживлення.

Друкована плата встановлюється на шасі за допомогою різьбових стійок або ізолюючих втулок, що забезпечують необхідну електричну ізоляцію та повітряний зазор. Для розміщення габаритних елементів, таких як трансформатор або радіатори, передбачені додаткові кронштейни.

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

Ключові слова: стабілізатор, трансформатор, напруга, струм.

ABSTRACT

Gotsko D.D. Development of the design of a relay-transformer AC voltage stabilizer: 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 110*55 mm. All the main elements are located on one side of the board. The device does not have elements that emit a large amount of heat, so a radiator is not required.

The case is made of metal, which has good characteristics, a beautiful appearance, and a good design, dimensions 190×100×75 mm. Its main elements are the upper and lower covers of a U-shaped shape, which are connected to each other using self-tapping screws. The overall dimensions of the case are 190×100×75 mm. A connector is installed on the top cover, which is fixed with nuts and washers, as well as a switch to turn on the device. A transformer is attached to the bottom cover - its installation is carried out using four screws with washers. In addition, the case provides for the installation of a fuse, which is fixed with nuts and washers, as well as a power cord for connecting the device to the power supply.

The printed circuit board is mounted on the chassis using threaded posts or insulating sleeves that provide the necessary electrical insulation and air gap. Additional brackets are provided for placing large elements, such as a transformer or radiators.

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

Keywords: stabilizer, transformer, voltage, current.

ВСТУП

Проєктований виріб — релейно-трансформаторний стабілізатор змінної напруги — призначений для підтримання стабільного рівня вихідної напруги при коливаннях напруги в електричній мережі.

Основне призначення стабілізатора полягає у:

- забезпеченні стабільної напруги живлення електроприладів;
- захисті обладнання від зниження або підвищення напруги;
- зменшенні впливу короткочасних провалів і перенапруг;
- підвищенні надійності та довговічності електротехнічних пристроїв.

Стабілізатор працює за принципом автоматичного перемикання обмоток трансформатора за допомогою електромагнітних реле, що дозволяє компенсувати зміни вхідної напруги та підтримувати вихідну в заданих межах.

Область застосування пристрою охоплює:

- побутові умови (живлення холодильників, телевізорів, комп'ютерів, котлів опалення);
- приватні будинки та дачі, де часто спостерігаються коливання напруги;
- майстерні та гаражі з нестабільною електромережею;
- невеликі виробничі об'єкти;
- системи електроживлення з підвищеними вимогами до стабільності напруги.

Особливо ефективним є використання такого стабілізатора в умовах значних просідань напруги або при наявності імпульсних навантажень (наприклад, зварювального обладнання) [1].

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

1. Напруга живлення…….…...….~230В, 50Гц;
2. Точність стабілізації: …….±12 В (±5 %);
3. Коефіцієнт корисної дії (ККД): ……..не менше 90 %;
4. Час перемикання ступенів: …….10…50 мс;
5. Напруга живлення схеми керування: ……..12 В;
6. Робоча температура: ……...від 0 °С до +40 °С;
7. Затримка спрацювання при різких змінах напруги: …….1–2 с;
8. Форма вихідної напруги: ……..синусоїдальна.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

- Живлення ~220 В - вхідна напруга змінного струму стандартної мережі, яка може коливатись у межах ±20%.

- Вимірювальний блок - система датчиків та електронних вузлів, що постійно контролює рівень вхідної напруги. Формує сигнал для керування реле.

- Релейний комутатор - набір електромагнітних реле, які перемикають обмотки трансформатора залежно від рівня вхідної напруги. Забезпечує дискретне регулювання.

- Автотрансформатор - основний елемент стабілізації. Має кілька відводів від обмотки, що дозволяють змінювати коефіцієнт трансформації. Підключення відводів здійснюється реле.

- Блок керування - логічний вузол (може бути на базі мікроконтролера або аналогової схеми), який аналізує сигнал вимірювального блока та визначає, яке реле слід активувати.

-Система захисту - включає запобіжники, теплові реле, захист від короткого замикання та перенапруги. Гарантує безпечну роботу приладу.

Вихідна напруга - стабілізована змінна напруга 220 В ±5%, яка подається на навантаження.

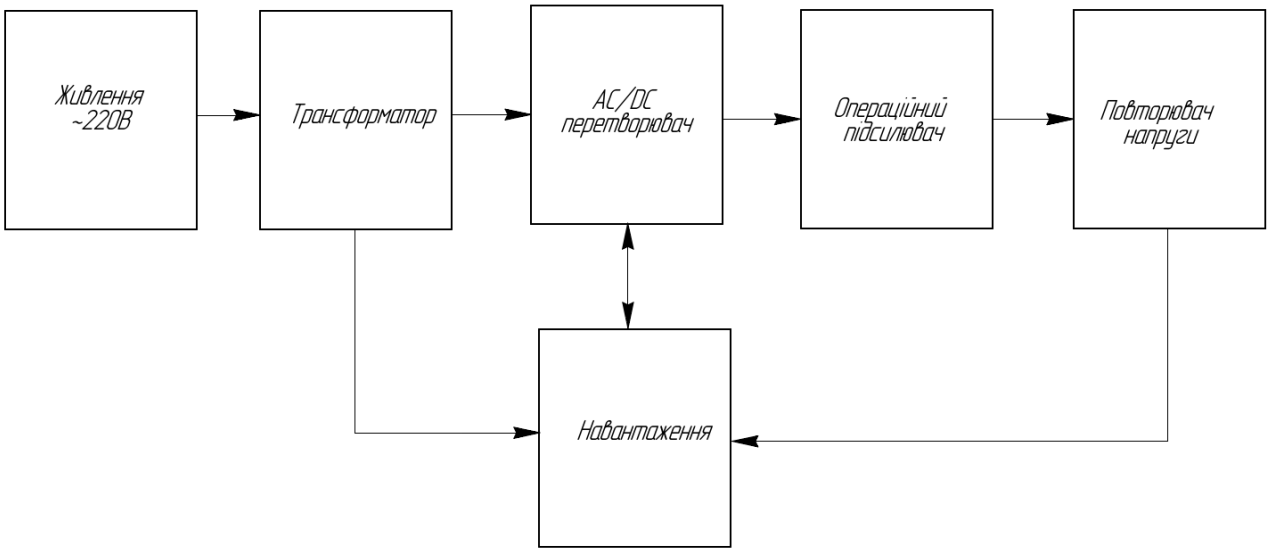


Рисунок 1.1-Схема електрична структурна

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

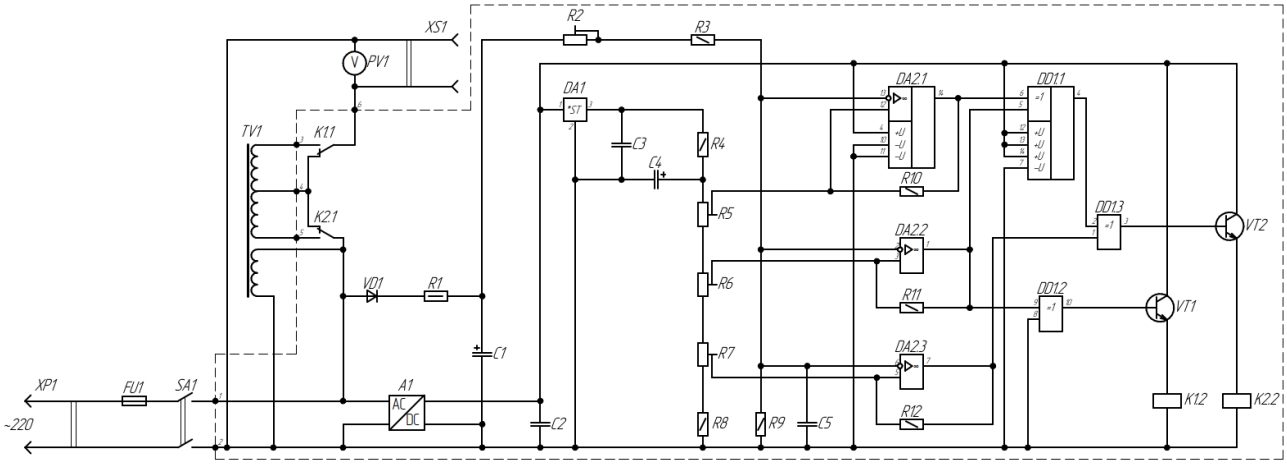


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

Основний принцип побудови розглянутого стабілізатора полягає у використанні трансформатора з двома вторинними обмотками, співвідношення витків яких становить 1:3. Обмотка з меншою кількістю витків може

підключатися як синфазно, так і протифазно відносно іншої, що дає можливість підтримувати вихідну напругу на рівні 24 ± 4 В.

Водночас можливе застосування простішого трансформатора зі співвідношенням витків 1:2 (наприклад, 20 В і 40 В), без використання синфазного чи протифазного перемикання. Це значно спрощує конструкцію пристрою та дозволяє обмежитися лише двома реле з меншою кількістю контактів. При цьому точність стабілізації мережевої напруги 230 В становить приблизно ±12 В (±5 %).

Розглянемо роботу стабілізатора при зниженні напруги мережі. У першому варіанті підключення напруга постійно подається на обмотку III трансформатора. При її зменшенні спочатку спрацьовує реле К2, яке підключає обмотку II синфазно, додаючи її напругу до мережевої. При подальшому зниженні реле К2 вимикається, а реле К1 підключає обмотку I, також збільшуючи вихідну напругу. Якщо напруга падає ще більше, обидві обмотки підключаються разом, що забезпечує додаткове підвищення.

У другому варіанті навантаження постійно підключене до обмотки III. При зниженні напруги спочатку перемикається реле К2, а при подальшому спаді реле К1 підключає обмотку I протифазно. Це збільшує коефіцієнт передачі трансформатора і підвищує напругу на навантаженні. Подальше перемикання реле ще більше збільшує цей ефект.

У робочому діапазоні (240–215 В) обидва реле вимкнені, і напруга подається на вихід без змін. При зниженні нижче 215 В спрацьовує реле К2, і вихідна напруга підвищується приблизно до 234 В. Далі, при падінні до 198 В, напруга знову зменшується до 215 В і після перемикання підвищується до 232 В. При зниженні до 183 В відбувається чергове перемикання, і напруга зростає приблизно до 231 В.

Живлення низьковольтної частини здійснюється від AC/DC перетворювача з напругою 12 В і струмом до 300 мА.

Керування реле здійснюється за допомогою трьох компараторів, реалізованих на операційних підсилювачах мікросхеми DA2. Такий підхід дозволяє обійтися без додаткових навантажувальних резисторів, необхідних для звичайних компараторів з відкритим колектором.

Гістерезис формується завдяки позитивному зворотному зв'язку через резистори R10–R12. Їхні номінали відрізняються через змінний опір нижнього плеча дільника (ланцюг R4–R8 з підлаштувальними резисторами R5–R7).

Опорні напруги для компараторів формуються дільником R4–R8 від стабілізованої напруги 9 В (мікросхема DA1) і становлять приблизно 6,72 В, 7,24 В та 7,85 В.

Вхідна змінна напруга перетворюється у постійну за допомогою діода VD1 і згладжується конденсатором C1. Частина цієї напруги через дільник R2–R3–R9 подається на входи компараторів.

Після увімкнення пристрою конденсатор C1 швидко заряджається, а напруга на входах компараторів зростає повільніше через велику ємність C4, тому реле спочатку не спрацьовують, і напруга подається на навантаження безпосередньо. За номінальної напруги на виходах компараторів формується логічний нуль, і реле залишаються вимкненими. При зниженні напруги на їх виходах послідовно з'являються логічні одиниці.

Ці сигнали перетворюються логічними елементами «виключне АБО» у двобітний код, який через емітерні повторювачі керує транзисторами VT1 і VT2, що вмикають реле K1 і K2.

Використання повторювача дозволяє підвищити рівень напруги до необхідного для керування транзистором, хоча при цьому напруга на обмотці реле зменшується приблизно на 1 В.

Застосування логічних елементів «виключне АБО» значно спрощує схему керування, дозволяючи замінити складніші вузли.

У разі сильних коливань напруги в мережі (наприклад, при зварювальних роботах) можливе часте перемикання реле та швидкий знос їх контактів. Для

зменшення цього ефекту збільшують сталу часу розряджання конденсатора С1, встановлюючи його ємність 10–22 мкФ.

У такому випадку при різкому падінні напруги перемикання відбувається із затримкою 1–2 с, що запобігає реакції на короткочасні провали. Водночас при підвищенні напруги перемикання відбувається практично миттєво завдяки малій постійній часу заряджання [1].

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

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

Компонування виробу виконано з урахуванням вимог компактності, зручності монтажу та забезпечення надійної роботи в процесі експлуатації. Основні функціональні вузли розміщені таким чином, щоб мінімізувати довжину з'єднувальних провідників, зменшити рівень електромагнітних завад та забезпечити вільний доступ до елементів керування і підключення.

Друкована плата є основним конструктивним елементом і розташована всередині корпусу на шасі. Її монтаж виконано за допомогою різьбових стійок або ізолюючих втулок, що забезпечує електричну ізоляцію та необхідний повітряний зазор між платою і корпусом. Потужні та масивні елементи (трансформатор, запобіжник, мережевий роз'єм, вимикач) розміщені на корпусі або нижній частині шасі для підвищення механічної стійкості конструкції та зручності обслуговування.

Корпус виробу має прямокутну форму і виконаний з металу, що забезпечує високу механічну міцність, стійкість до деформацій та ефективне екранування від зовнішніх електромагнітних впливів. Конструкція корпусу складається з двох П-подібних кришок, що спрощує складання та ремонт виробу.

Вибір матеріалів обґрунтовується наступним чином: для друкованої плати використано склотекстоліт, який має високу механічну міцність, термостійкість та добрі електроізоляційні властивості. Провідники виконані з міді, що забезпечує низький електричний опір і високу надійність з'єднань.

Металевий корпус виготовлено зі сталі або алюмінієвого сплаву. Сталь забезпечує підвищену міцність і екранування, тоді як алюміній може застосовуватися для зменшення маси виробу та покращення корозійної стійкості.

Для захисту металевих поверхонь від корозії та покращення зовнішнього вигляду передбачено захисне покриття у вигляді фарбування або порошкового напилення. Таке покриття підвищує довговічність корпусу, забезпечує стійкість до механічних пошкоджень і впливу вологи.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Корпус даного пристрою виготовлено з металу та має збірну конструкцію. Його основними елементами є верхня і нижня кришки П-подібної форми, які з'єднуються між собою за допомогою самонарізних гвинтів. Габаритні розміри корпусу становлять 190×100×75 мм.

На верхній кришці встановлюється роз'єм, який фіксується за допомогою гайок і шайб, а також перемикач для ввімкнення приладу. До нижньої кришки кріпиться трансформатор — його монтаж здійснюється за допомогою чотирьох гвинтів із шайбами. Окрім цього, на корпусі передбачено встановлення запобіжника, що закріплюється гайками та шайбами, а також мережевого шнура для підключення пристрою до електроживлення [17].

Металевий корпус виконує роль міцної захисної оболонки, яка забезпечує розміщення, фіксацію та захист внутрішніх електронних компонентів від механічних пошкоджень, впливу навколишнього середовища та електромагнітних завад.

Внутрішній простір корпусу організовано з урахуванням зручності монтажу та ефективного використання об'єму. Друкована плата встановлюється на шасі за допомогою різьбових стійок або ізолюючих втулок, що забезпечують необхідну електричну ізоляцію та повітряний зазор. Для розміщення габаритних елементів, таких як трансформатор або радіатори, передбачені додаткові кронштейни.

Корпус також виконує функцію електромагнітного екранування: він зменшує вплив зовнішніх електромагнітних полів на роботу пристрою та обмежує рівень власних випромінювань. Для цього всі металеві частини мають

надійний електричний контакт між собою, а сам корпус може бути підключений до заземлення.

Конструктивно корпус виготовляється шляхом гнуття листового металу (зазвичай сталі або алюмінію), що забезпечує високу жорсткість і міцність. Бокові стінки можуть формуватися згинанням або виконуватися як окремі елементи, які з'єднуються з основою [18].

Для підвищення стійкості до корозії та покращення зовнішнього вигляду поверхню корпусу обробляють захисними покриттями, такими як порошкове фарбування, анодування (для алюмінію) або гальванічне покриття. Також у конструкції можуть бути передбачені вентиляційні отвори або перфорація для забезпечення природного чи примусового охолодження внутрішніх компонентів.

Отже, металевий корпус забезпечує високу міцність, надійний захист від зовнішніх впливів, електромагнітну сумісність, а також зручність монтажу та експлуатації, що є важливою умовою стабільної та довговічної роботи радіоелектронного пристрою [21].

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1 - Конденсатор типу ECAP [2]

Позиційне позначення	C1,C4
Назва компонента	Конденсатор ECAP
Виробник	"Jamicon"
Критерії вибору	Ємність, струм, габарити
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга	10 В
Номінальна ємність	10.....470 мкФ
Допуск ємності	± 20%
Розмір	13 x 13 x 20 мм
Робоча температура	-55 ... 105 ° C
Тангенс кута втрат	0,14%

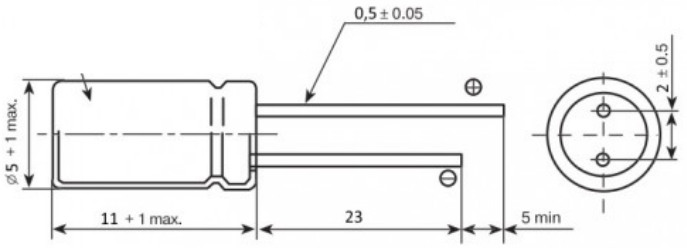


Рисунок 2.1- Габаритні розміри конденсатора типу ECAP

Таблиця 2.2 - Резисторів MFP [3]

Позиційне позначення	R1, R3,R4,R8-R12
Назва компонента	резисторів MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність, напруга, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,25 Вт
діапазон номінальних опорів	$1...10 \cdot 10^6$ Ом
допустиме відхилення опору	±10%
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	-60.....+70°С

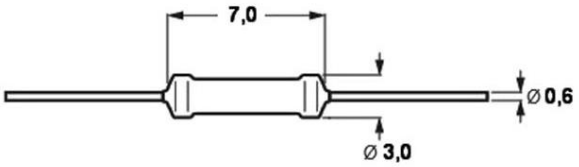


Рисунок 2.2- Габаритні розміри резисторів MFP "Yageo"

Таблиця 2.3 - Конденсатор NPO [4]

Позиційне позначення	C2-C3, C5
Назва компонента	Конденсатор NPO
Виробник	"Murata"
Критерії вибору	Напгруга, струм, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50В
відхилення ємності від номінального значення	±10%;
інтервал робочих температур	-40ºС…+100ºС
відносна вологість	до 98%
група ТКЄ	Н20
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ
діапазон тиску	6,6-2942гПа

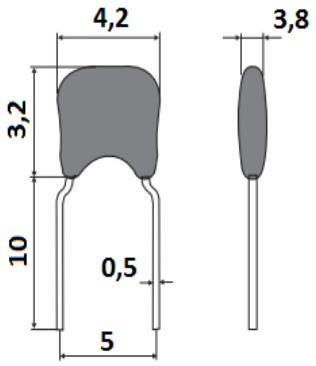


Рисунок 2.3 - Габаритні розміри конденсатора NPO

Таблиця 2.4 - Діод 1N4007 "Diotec" [5]

Позиційне позначення	VD1
Назва компонента	діод 1N4007
Виробник	"Diotec"
Критерії вибору	Струм, напруга, розміри, матеріал
Параметри та характеристики	
корпус	do201ad
максимальна постійна зворотна напруга	40В
максимальна імпульсна зворотна напруга	40В
максимальний прямий струм	3А
максимально допустимий прямий імпульсний струм	0,45А
Максимальний зворотний струм, мкА 25гр	2000
Загальна ємність Сд, пФ	250
Робоча температура, С	-65 ... 125
Спосіб монтажу	в отв

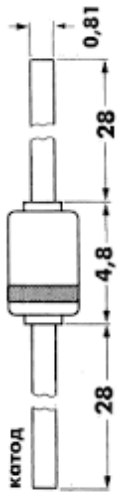


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри діода 1N4007

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

Позиційне позначення	R2, R5…R7
Назва компонента	Резистор 3329H-1 "Bourns"
Виробник	"Bourns"
Критерії вибору	Лінійність, опір, розміри
Параметри конструкції	Див.рис.2.5
Параметри та характеристики	
номінальний опір	330 кОм, 1,5кОм
номінальне відхилення,%	10
максимальне постійна напруга	500
температурний коефіцієнт +/-	250
гранична вібрація	10 ... 500Гц, 0.75мм, 6г
інтервал робочих температур	-55 ... + 125
ударостойкість	390m / s2, 4000 циклів

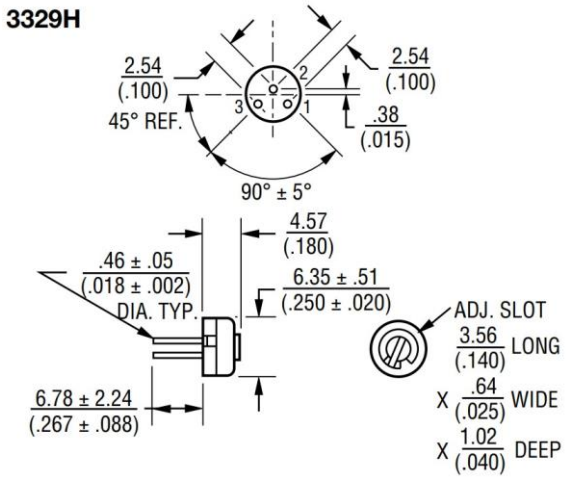


Рисунок 2.5 –Габаритні розміри резистора підстроювального 3329H-1

Таблиця 2.6 – Перемикач A14B1K11 "EMAS" [7]

Позиційне позначення	SA1
Назва компонента	Перемикач A14B1K11 "EMAS"
Виробник	"Jietong Switch"
Критерії вибору	Напруга вхідна, струм, розмір
Параметри та характеристики	
Номінальність	6A, 250В/10A, 125В
Контактний опір	≤50мОм
Опір ізоляції	≥100мОм
Діелектрична інтенсивність	≥1500В/1мін
Діелектрична міцність	1500 В AC
емпература роботи	від -25 °C до +85 °C

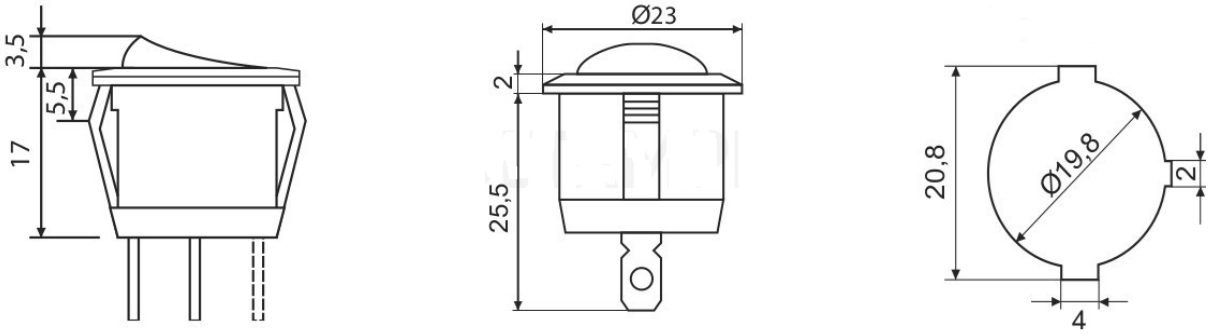


Рисунок 2.6 - Габаритні розміри перемикача A14B1K11 "EMAS"

Таблиця 2.7- Транзистор BC547C "Diotec" [8]

Позиційне позначення	VT1
Назва компонента	Транзистор BC547C
Виробник	"Diodes"
Критерії вибору	Параметри, потужність, коефіцієнт підсилення
Параметри та характеристики	
Полярність	N
Максимальна потужність, що розсіюється (Pd)	0.7 W
Гранично допустима напруга стік-витік (Uds):	200 V
Гранично допустима напруга затвор-витік (Ugs):	20 V
Гранична напруга включення Ugs (th)	3 V
Максимально допустимий постійний струм стоку (Id)	0.18 A
Максимальна температура каналу (Tj)	150 ° C
Вихідна ємність (Cd)	85 pf
Опір стік-витік відкритого транзистора (Rds)	10 Ohm

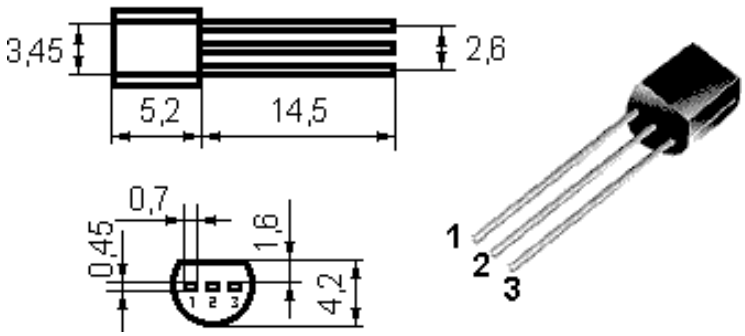


Рисунок 2.7 – Габаритні розміри транзистора BC547C

Таблиця 2.8 - Мікросхема CD4030BE [9]

Позиційне позначення	DD1
Назва компонента	Мікросхема CD4030BE
Виробник	"ST Microelectronics"
Критерії виробу	Струм та вхідна напруга, параметри, вихідна напруга
Параметри та характеристики	
Напруга живлення	3 ... 18 V
Вхідна напруга	2.5 ... 18.5 V
Постійна розсіювальна корпусом потужність	700 mW
Робоча температура	-40 ... 85 ° C

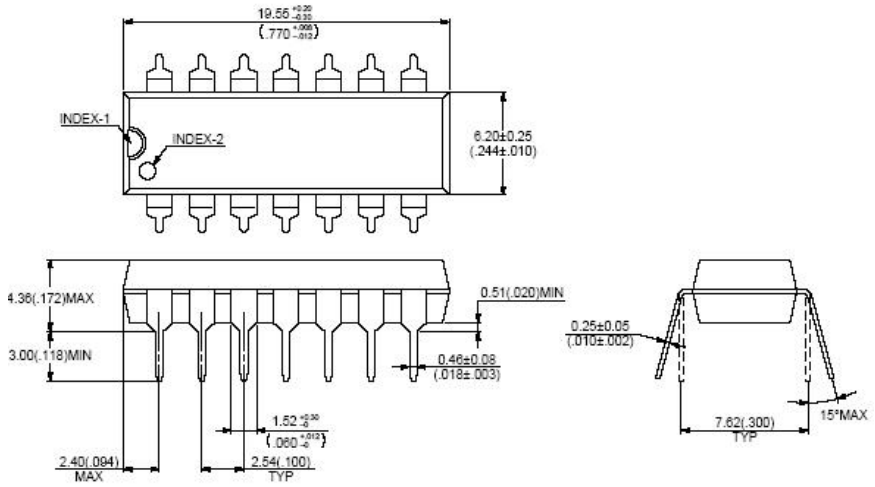


Рисунок 2.8 - Габаритні розміри мікросхеми CD4030BE

Таблиця 2.9 - Мікросхема 78L09ABZ "ST Microelectronics" [10]

Позиційне позначення	DA1
Назва компонента	Мікросхема 78L09ABZ
Виробник	"ST Microelectronics"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, корпус
Параметри та характеристики	
Корпус	TO92
Номінальний вихідний струм, А	0.1
Максимальна вхідна напруга, В	40
Вихідна напруга, В	9
Вихідний струм: А	0,1
Падіння напруги: В	1,7
Точність	5%
Корпус:	TO-92
Робоча температура:	–40…+125 °C

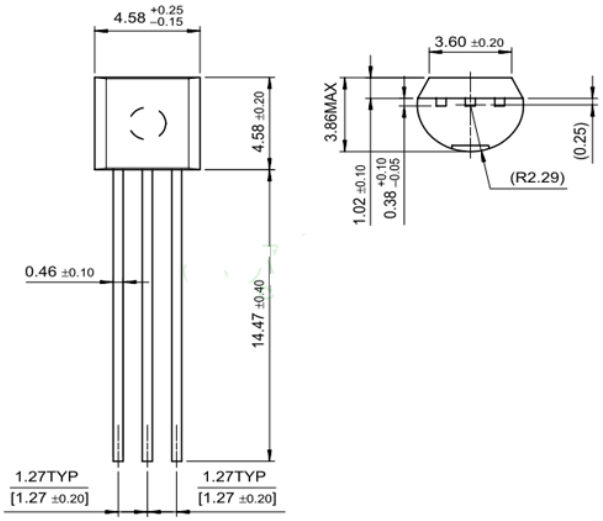


Рисунок 2.9 – Габаритні розміри стабілізатора 78L09ABZ

Таблиця 2.10 - Трансформатор B78386-P1116-A [11]

Позиційне позначення	TV1
Назва компонента	Трансформатор B78386-P1116-A
Виробник	Epcos
Критерії вибору	Вихідна напруга, вихідний струм, габаритні розміри
Параметри конструкції	див. рисунок 1.9
Параметри та характеристики	
вихідна напруга	40В
вихідний струм	2А
електрична міцність первинної-вторинної ізоляції	4000В
електрична міцність вторинної-вторинної ізоляції	600В
напруга живлення	220В
допустимі відхилення вторинних напруг	±5%

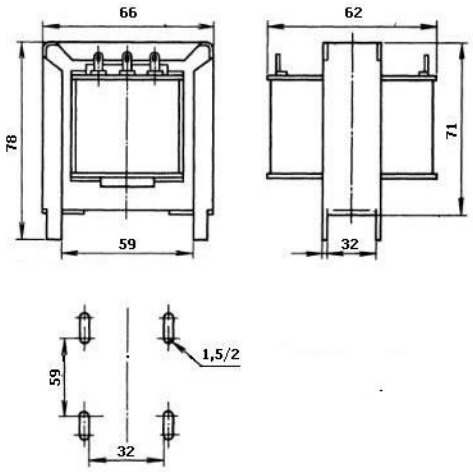


Рисунок 2.10– Габаритні розміри трансформатора B78386-P1116-A

Таблиця 2.11- Запобіжник RB300-30-0,25A-250B "ECE" [12]

Позиційне позначення	FU1
Назва компонента	Запобіжник RB300-30-3A-250B
Виробник	"ECE"
Критерії вибору	Розміри, напруга, струм, спрацювання
Параметри конструкції	див.рис.2.11
Параметри та характеристики	
Матеріал	кераміка
Номінальна напруга, В	240
Номінальний робочий струм, А	3
Контакти	циліндричні
Довжина корпусу, мм	30
Діаметр корпусу, мм	6.35
Робоча температура, С	-60 ... 100

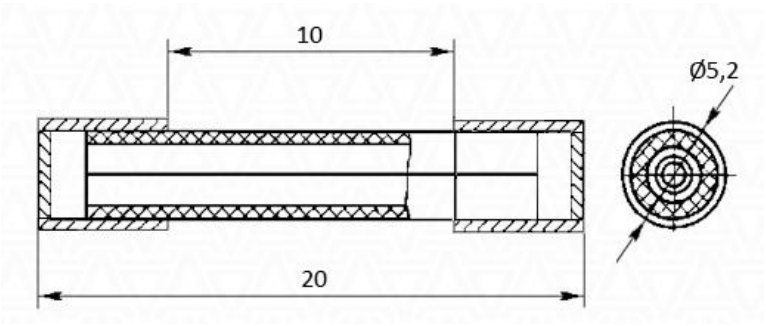


Рисунок 2.11 - Габаритні розміри запобіжника RB300-30-3A-250B

Таблиця 2.12- Реле G5LE1412DC "Omron" [13]

Позиційне позначення	K1,K2
Назва компонента	Реле G5LE1412DC
Виробник	"Omron"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга котушки	12 В
Опір котушки	близько 400 Ом
Потужність котушки	~360 мВт
Механічний ресурс	10 000 000 циклів.
Розміри	19.0 × 15.5 × 15.8 мм.
Максимальний струм комутації	12 А при 125 В змінного струму (AC). 10 А при 250 В змінного струму (AC) або 28 В постійного струму (DC).).

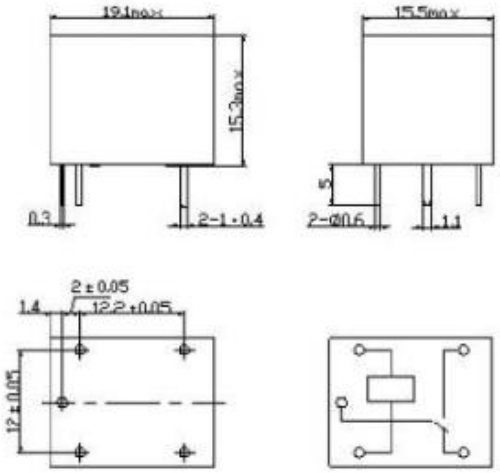


Рисунок 2.12 – Габаритні розміри реле G5LE1412DC

Таблиця 2.13- Цифровий вольтметр V27T-DL "Murata" [14]

Позиційне позначення	PA1
Назва компонента	Цифровий вольтметр V27T-DL
Виробник	"Murata"
Критерії вибору	Розміри, вхідна напруга, вхідний струм
Параметри та характеристики	
Діапазон вимірювання напруги:	~2,4…30 В DC
Точність вимірювання:	приблизно ±3 %
Ціна поділу:	0,1 В
Робоча температура:	приблизно −10 °C … +65 °C
Споживання струм:	не більше ~30 мА
Частота оновлення показань:	~5 разів/с (~0,2 с)
Габарити корпуса:	~48 × 29 × 22 мм

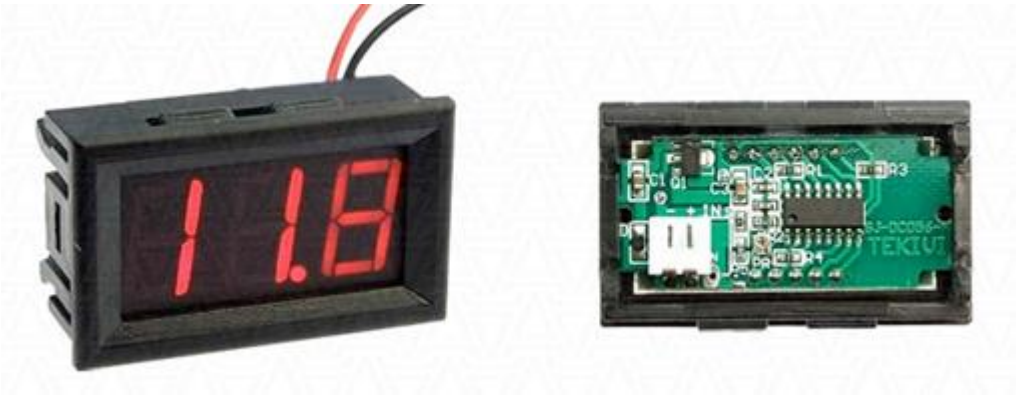


Рисунок 2.13 – Зовнішній вигляд цифрового вольтметра V27T-DL "Murata"

Таблиця 2.14- Перетворювач напруги IHLK-PM12 "HI-LINK" [15]

Позиційне позначення	A1
Назва компонента	Перетворювач напруги IHLK-PM12
Виробник	"HI-LINK"
Критерії вибору	Розміри, вхідна напруга, вхідний струм, вихідна напруга
Параметри та характеристики	
Вхідна напруга:	100…240 В AC
Частота:	50…60 Гц
Максимальний вхідний струм:	≤ 0,2 А
Вихідна напруга:	12 В DC ± 0,1…0,2 В
Максимальний вихідний струм:	≥ 250 мА
Потужність на виході:	≈ 3 Вт
Регулювання напруги:	± 0,2 %
MTBF (надійність):	≥ 100 000 год
ККД:	≥ 69…70 %
Робоча температура:	~ −20 … +60 °C

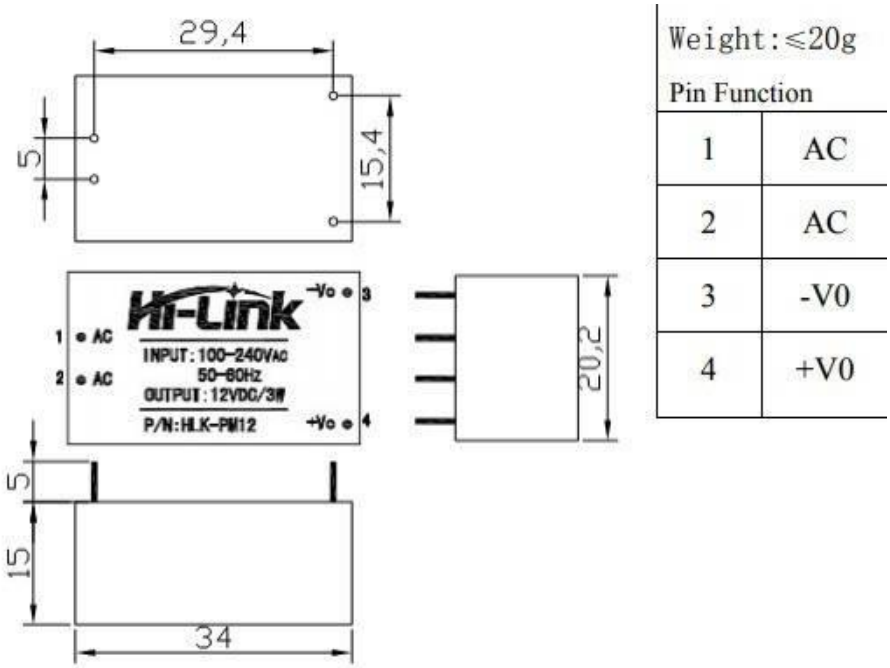


Рисунок 2.14 – Габаритні розміри перетворювача напруги IHLK-PM12 "HI-LINK"

Таблиця 2.15 - Мікросхема LM324N "Texas Instuaments" [16]

Позиційне позначення	DA2
Назва компонента	Мікросхема LM324N
Виробник	"Texas Instuaments"
Критерії виробу	Струм та вхідна напруга, параметри, вихідна напруга
Параметри та характеристики	
Корпус: DIP-14	
Напруга живлення	Однополярне живлення: 3…32 В Двополярне живлення: ±1,5…±16 В
Струм споживання	типово ~1 мА
Вихідний струм	до 20 мА
Вхідний опір	: ~2 MΩ
Робоча температура:	0…70 °С
Ширина смуги пропускання (GBW):	1 МГц
Коефіцієнт підсилення за напругою	~100 дБ

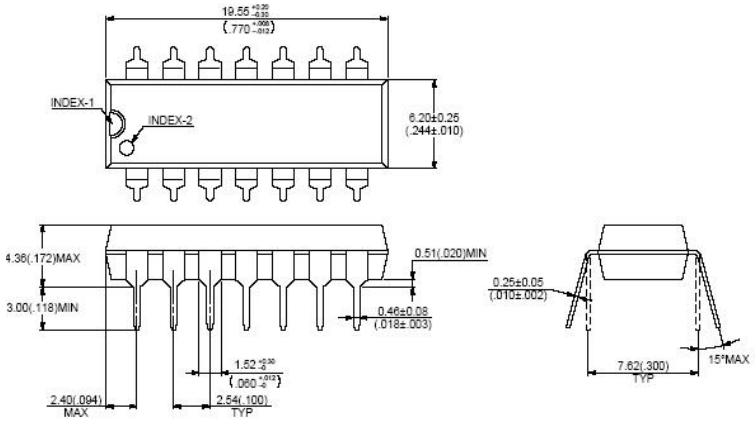


Рисунок 2.15 - Габаритні розміри мікросхеми LM324N

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Для розрахунку стабілізаторів напруги на ІМС, як правило, необхідні наступні початкові дані: номінальне значення вихідної напруги $U_{ст\ вих\ ном}$; граничні значення вихідної напруги $U_{ст\ вих\ min}$, $U_{ст\ вих\ max}$; мінімальний і максимальний струми навантаження $I_{н\ min}$, $I_{н\ max}$; температурна нестабільність напруги вхідної α_U; нестабільність вихідної напруги $K_{нстU}$ або коефіцієнт пульсацій вихідної напруги $K_п$; коефіцієнт стабілізації

напруги K_{CTU} ; внутрішній опір стабілізатора $R_{ст\ вих}$; температурний коефіцієнт γ .

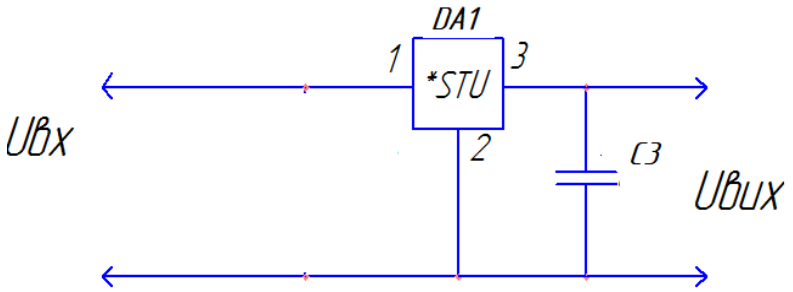


Рисунок 2.16–Схема стабілізатора і конденсатора

Вибір ІМС виконується за заданими $U_{ст\ вих}$, $I_{ст\ вих\ max}$, K_{CTU} , γ , $R_{ст\ вих}$ і з таблиці 2.16. Бажано віддавати перевагу тим ІМС, які працюють з меншою кількістю зовнішніх елементів. При цьому повинні виконуватися наступні умови

$$U_{ІМС\ ВИХ} \geq U_{СТ\ ВИХ}$$

$$I_{ІМС\ ВИХ\ \max} \geq I_{Н\ \max}$$

$$K_{ІМС\ CTU} \geq K_{CTU}$$

Таблиця 2.16 - Параметри стабілізаторів

Тип ІМС	$U_{ст\ вх}$, В (min... max)	$U_{ст\ вих}$, В (min... max)	$K_{нстu}$, $\frac{\%}{В}$ не більше за	$K_{нстu}$, $\frac{\%}{А}$ не більше за	$K_{ст\ сг}$, дБ на 1кГц не більше за	α_U, $\frac{\%}{^\circ C}$ не більше за	$I_{ст\ вих}$, А (max)	$P_{ст\ роз}$, Вт без радіатора/ з радіатором	$I_{стсп}$, мА	$U_{ст\ пд}$, В не більше за
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
К142ЕН4А	9...20	3...12	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
К142ЕН1Б	9...20	3...12	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
К142ЕН1В	9...20	3...12	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
К142ЕН1Г	9...20	3...12	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
К142ЕН2А	20..40	12...30	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
К142ЕН2Б	20... 40	12...30	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
К142ЕН2В	20...40	12...30	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
К142ЕН2Г	20...40	12...30	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
КТ42ЕН3	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	3
К142ЕН4	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	4
К142ЕН5А	7,5... 15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
К142ЕН5Б	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
К142ЕН5В	7,5... 15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
К142ЕН5Г	8,5... 15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
КР142ЕН5А	7,5... 15	4,9...5,1	0,05	2	60	0,03	-	1,2/10	10	2,5
КР142ЕН5Б	8,5...15	5,88...6,12	0,05	2	60	0,03	3	1,2/10	10	2,5
КР142ЕН5В	7,5... 15	4,82... 5,18	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
КР142ЕН5Г	8,5... 15	5,8...6,2	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
КР142ЕН6А	-...40	14,7...15,3	0,0015	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
КР142ЕН6Б	-...40	14,7...15,3	0,005	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
К142ЕН6В	-...40	14,7...15,3	0,0025	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
К142ЕН6Г	-...40	14,7...15,3	0,0075	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
142ЕН8А	11,5...35	8,73...9,27	0,05	0,67	40	0,02	1,5	-/9	10	2,5
142ЕН8Б	11,5...35	11,64...12,36	-	-	-	-	-	-	-	-

Було обрано стабілізатор 78L09ABZ "ST Microelectronics", який має параметри такі як в КР142ЕН1Г.

Незалежно від типу обраної ІМС визначаємо наступні параметри

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

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

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

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

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

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

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

Можливі граничні значення ККД

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

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

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

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

Передбачається, що струм споживаний стабілізатором є малим $I_{CT\ ВИХ} \equiv I_{CT\ BX}$.

Визначення ємності конденсатора за формулою:

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

де C_0 – ємність, мкФ;

Коефіцієнт пульсацій $К_{п0}$=0,03 %;

r – опір, Ом.

$$C_0 = \frac{70}{10 \cdot 0{,}03} = 219{,}6(мкФ)$$

Розраховуємо робочу напругу:

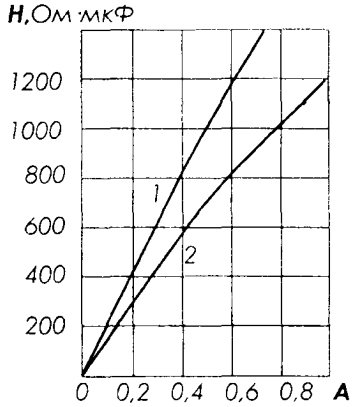


Рисунок 2.17 – Графік для визначення коефіцієнта H:

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

$$U_{роб} = 1{,}4 \cdot 35 = 39(В)$$

Вибираємо тип конденсатора з довідника за параметрами $C_{0\ ном}$ і $U_{роб}$. Вибираємо електролітичний конденсатор типу NPO-0,1 мкФ ±5% "Murata" номінальною ємністю 0,1 мкФ та на робочу напругу 50 В.

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Вибрано комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85 [24].

Визначаємо мінімальну ширину друкованого провідника, мм., по постійному струму для кіл живлення і заземлення [13]:

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

де Imax- допустима густина струму, який протікає в провідниках.

Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{мах}$=2А;

Ідоп – допустима густина струму, вибирається в залежності від методу виготовлення плати з табл.1, $j_{доп}$ = *48А/мм²*, t – товщина провідника, 35мкм=0,035м

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

$$b_{min2}=\frac{\rho * I_{max} * l}{U_д * t}=\frac{0,0175\frac{Ом.мм^2}{м}*2A*0,4м}{0,5B*0,035м}=0,6мм \quad (2.9)$$

де: *р = 0,0175 Ом*мм²/м* – питомий об'ємний опір,

L = 0,5м – довжина провідника,

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

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d:

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

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…0,4мм. Розрахункові значення d зводяться до нормалізованого ряду отворів: 1,1; 1,3; 1,5 мм.

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

d_{E2} =1,0- для петворювача А1, реле К1-К2, резисторів R7, R5, R2, R6.

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

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

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

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

де: *hф* – товщина фольги; D_{1min} – мінімальний ефективний діаметр площадки;

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

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

$b_м = 0{,}06$ мм.

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

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

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

$$d_{max}=d+\Delta d+(0{,}1\ldots0{,}15) \quad (2.13)$$

де: Δd - допуск на отвір.

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

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

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

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

$$D_{min1}=2{,}92+1{,}5\cdot0{,}035+0{,}03=2{,}8\ мм$$

$$D_{min2}=2{,}92+1{,}5\cdot0{,}035+0{,}03=3\ мм$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{max}=D_{min}+(0{,}02\ldots0{,}06) \quad (2.14)$$

$$D_{max1}=2{,}82+0{,}02=2{,}82мм$$

$$D_{max2}=3+0{,}02=3{,}02мм$$

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

$$b\min = b1\min + 1.5h\phi + 0{,}03 \quad (2.15)$$

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

$$b\min = 0{,}15 + 1.5 * 0{,}035 + 0{,}03 = 0{,}23 мм$$

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

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

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

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

де: L_o – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

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

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

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

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

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

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

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Під час аналізу теплових режимів роботи виробу враховуються потужності елементів, що розсіюють тепло, умови розташування компонентів у корпусі та забезпечення нормального тепловідведення.

У складі пристрою відсутні елементи, які виділяють значну кількість тепла (силові напівпровідники великої потужності або потужні стабілізатори), тому загальний тепловий режим є сприятливим. Основним джерелом незначного нагрівання є трансформатор, який працює в номінальному режимі та розрахований на тривалу експлуатацію без перевищення допустимих температур.

Друкована плата розміщена в корпусі таким чином, щоб забезпечити достатній повітряний зазор між елементами та стінками корпусу. Це сприяє природній конвекції повітря та рівномірному розподілу температури всередині виробу.

Металевий корпус додатково виконує функцію пасивного тепловідведення, сприяючи відводу надлишкового тепла від внутрішніх елементів у навколишнє середовище. Завдяки цьому температурний режим стабілізується без необхідності використання активних систем охолодження (вентиляторів або радіаторів).

Розрахунково та конструктивно підтверджено, що при нормальних умовах експлуатації температура основних елементів не перевищує допустимих значень, встановлених технічною документацією. Це забезпечує надійну та довготривалу роботу виробу без ризику перегріву та деградації компонентів.

2.1.7 Розрахунок надійності проектованого 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 приходиться на один виріб, який продовжує працювати в даний момент часу. Середнє напрацювання до відмови знаходять при перевірці великої кількості виробів. Чим більше значення ТСР, тим краща надійність виробу.

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

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

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

Розрахунок надійності проектованого виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [19]:

Таблиця 2.16 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$К_{нопр}$	$І_{відм}$*1e-06	К-сть*$К_{нав}$ від*1e-06
1	Мікросхеми	3	1	0,03	0,09
2	Діоди	1	0,35	0,7	0,245
3	Трансформатор	1	0,1	2,1	0,21
4	Конденсатори електролітичні	2	0,4	2,4	1,92
5	Конденсатори керамічні	3	0,1	1,4	0,42
6	Резистори постійні	10	0,42	0,8	3,36
7	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
8	Пайки	102	1	0,02	2,04
9	Запобіжник	1	1	0,5	0,5
10	Вольтметр	1	1	7,3	7,3
11	Гнізда	2	1	0,05	0,1
12	Транзистори	2	0,35	4	2,8
13	Реле	2	1	2,2	4,4
14	Резистор підстроювальний	2	0,42	0,8	3.36
15	Перетворювач напруги	1	1	7,3	7,3

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцінт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 3.4985e-005 1/год

Середня наробка до відмови: 28583.7 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи P(t):

t = 10 год. P(t) = 0.999650

t = 100 год. P(t) = 0.996508

t = 1000 год. P(t) = 0.965620

t = 10000 год. P(t) = 0.704794

t = 100000 год. P(t) = 0.030243

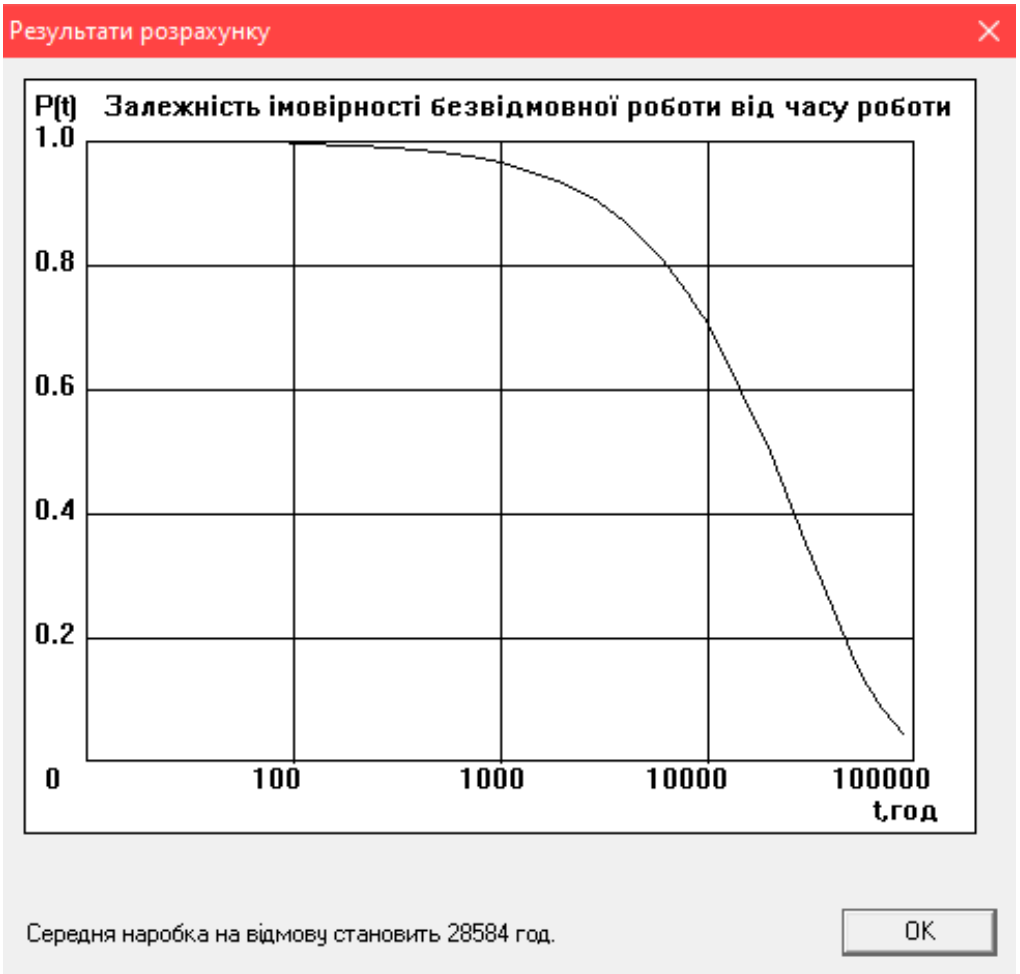


Рисунок 2.18 - Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 28584 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.

Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить 220В, а струм споживання 2А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=2*220=440 \text{ (Вт)} \quad (2.19)$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу

Елементи на друкованій платі розташовані компактно, що дозволило мінімізувати її габарити до 110×55 мм. Усі основні радіоелементи змонтовані з одного боку плати, що спрощує процес складання та підвищує технологічність виробу. Оскільки в пристрої відсутні елементи, які виділяють значну кількість тепла, додаткові радіатори не передбачаються.

Корпус пристрою виконаний з металу, що забезпечує достатню міцність, надійний захист внутрішніх елементів та естетичний зовнішній вигляд. Габаритні розміри корпусу становлять 190×100×75 мм. Конструктивно він складається з верхньої та нижньої П-подібних кришок, які з’єднуються між собою за допомогою самонарізних гвинтів.

На верхній кришці встановлюються елементи керування та підключення, зокрема роз’єм, який фіксується гайками і шайбами, а також перемикач живлення. До нижньої кришки кріпиться трансформатор за допомогою чотирьох гвинтів із шайбами, що забезпечує надійну фіксацію під час експлуатації пристрою. Також у корпусі передбачено встановлення запобіжника, який закріплюється гайками та шайбами, а також мережевого шнура для підключення до електромережі.

Друкована плата встановлюється на шасі за допомогою різьбових стійок або ізолюючих втулок, що забезпечує необхідну електричну ізоляцію та достатній повітряний зазор між платою та корпусом. Для монтажу масивних елементів, таких як трансформатор, передбачені додаткові кронштейни, що підвищує механічну надійність конструкції.

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

Розроблена конструкція виробу є технологічною, оскільки забезпечує простоту виготовлення, складання та подальшого обслуговування без використання складного спеціалізованого обладнання. Конструктивне виконання виробу передбачає застосування типових електронних компонентів, стандартної друкованої плати та уніфікованих механічних елементів кріплення.

Друкована плата має компактні розміри та одностороннє розміщення елементів, що спрощує процес монтажу, пайки та візуального контролю якості. Відсутність дрібновиводних або надскладних для монтажу компонентів підвищує технологічність складання та зменшує ймовірність помилок під час виробництва.

Конструкція корпусу є простою, складається з плоских деталей П-подібної форми, що дозволяє застосовувати стандартні операції обробки металу: різання, згинання, свердління та фарбування. Використання типових кріпильних елементів забезпечує швидке складання та розбирання виробу без застосування спеціальних методів з’єднання.

Під час виготовлення та складання виробу використовуються наступні інструменти:

- для монтажу електронних компонентів: паяльник з регулюванням температури, припій, флюс, пінцети, кусачки та бокорізи;

- для механічного складання: викрутки (хрестові та плоскі), набір гайкових ключів або головок;

- для виготовлення та обробки корпусних елементів: ножиці по металу або гільйотина, свердлильний верстат, напилки, інструмент для згинання металу;

- для контролю якості: мультиметр для перевірки електричних параметрів, а також візуальний контроль монтажу.

Як пристосування та оснастка можуть застосовуватись монтажні кондуктори для фіксації друкованої плати під час складання, а також стандартні струбцини або лещата для механічної обробки деталей корпусу.

Таким чином, конструкція виробу є технологічно доцільною, не потребує складного виробничого обладнання та може бути виготовлена в умовах дрібносерійного або індивідуального виробництва з використанням стандартного інструменту та оснастки.

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

Виріб містить двосторонню друковану плату, виготовлену комбінованим методом, який поєднує фотолітографічну технологію формування провідного рисунка та металізацію отворів для забезпечення електричних з’єднань між шарами.

Виготовлення друкованої плати починається з підготовки заготовки з фольгованого склотекстоліту, який очищається та знежирюється для забезпечення якісної адгезії фоточутливого шару. Далі на поверхню наноситься фоторезист або використовується готовий матеріал із фоточутливим покриттям, після чого виконується експонування ультрафіолетовим випромінюванням через фотошаблон, у результаті чого формується прихований рисунок провідників.

Наступним етапом є проявлення, під час якого видаляються незасвічені або засвічені ділянки залежно від типу фоторезисту, що дозволяє сформувати захисний малюнок провідників. Після цього виконується хімічне травлення

міді, в результаті якого видаляється зайвий метал і утворюється провідний рисунок плати.

Потім свердляться монтажні та перехідні отвори, необхідні для встановлення елементів та забезпечення міжшарових з'єднань. Далі здійснюється металізація отворів, що є ключовою особливістю комбінованого методу, оскільки забезпечує електричний зв'язок між верхнім і нижнім шарами плати.

Після цього наноситься захисне покриття у вигляді паяльної маски або виконується лудіння контактних майданчиків для захисту від окиснення та покращення якості пайки. Завершальним етапом є фінальна обробка та контроль якості, під час якого перевіряється цілісність провідників, відсутність коротких замикань і відповідність кресленню.

Основним матеріалом для виготовлення друкованої плати є двосторонній фольгований склотекстоліт типу FR-4 або аналог, який характеризується високою механічною міцністю, термостійкістю, стабільними діелектричними властивостями та низьким водопоглинанням, що робить його придатним для металізації отворів і тривалої експлуатації.

Провідниковий шар виконується з електролітичної міді, яка має низький питомий опір, високу електропровідність та добру адгезію до основи. До допоміжних матеріалів належать фоторезист для формування рисунка провідників, розчини для травлення міді, такі як хлорне залізо або персульфати, знежирювачі та розчинники для підготовки поверхні, паяльна маска для захисту провідників, хімічні розчини для проявлення фоторезисту, електроліти та активатори для металізації отворів, а також припій для подальшого монтажу елементів.

Таким чином, використання комбінованого методу виготовлення забезпечує високу точність друкованої плати, надійність міжшарових з'єднань та технологічність виробництва.

2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

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

Коефіцієнт використання мікросхеми Квик.імс визначається за формулою:

$$\text{Квик.імс} = \frac{H_{ІМС}}{H_{ІМС} + H_{ЕРЕ}} = \frac{3}{3+26} = 0{,}1 \qquad (2{,}20)$$

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

$$K_{A.M} = \frac{H_{A.M}}{H_M} = \frac{102}{102} = 1 \qquad (2.21)$$

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

$Н_М$ – загальна кількість монтажних з'єднань.

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

$$K_{M.П.ЕРЕ} = \frac{H_{M.П.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = \frac{26}{26} = 1 \qquad (2.22)$$

де $Н_{М.П.ЕРЕ}$ 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 $К_{ПОВТ.ЕРЕ}$ визначається за формулою:

$$K_{ПОВТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{26}{26} = 0 \quad (2.23)$$

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

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

$$K_{ЗАСТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ОР.ЕРЕ}}{H_{Т.ЕРЕ}} = 1 - \frac{26}{26} = 0 \quad (2.24)$$

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

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

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

$$K_{ВСТ.Р} = 1 - \frac{H_{ВСТ.Р}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{7}{26} = 0,73 \quad (2.25)$$

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

Коефіцієнт прогресивності Формоутворення $К_Ф$ деталей визначається за формулою:

$$K_{ф} = \frac{Д_{пр}}{Д} = \frac{1}{1} = 1 \quad (2.26)$$

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

Комплексний показник технологічності К визначається за формулою

$$K = \frac{K1\phi1 + K2\phi2 + ... + Ki\phi i}{\phi1 + \phi2 + ...\phi i} = \frac{0,1*1 + 1*1 + 1*0,75 + 0*0,5 + 0*0,310 + 0,73*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,54 \quad (2.27)$$

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

Відношення $К/К_н$ повинно задовольняти умову:

$$\frac{K}{Kн} \geq 1 \quad (2.28)$$

Перевіряємо умову: $\frac{0,54}{0,5} = 1,1 \geq 1$.

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 корпуса;
- кріплення друкованого вузла до нижньої частини корпуса за допомогою чотирьох гвинтів;
- установка трансформатора у нижню частину корпуса;
- кріплення трансформатора до нижньої частини корпуса за допомогою чотирьох гвинтів;
- кріплення роз'єму до нижньої частини корпуса за допомогою двох гвинтів;
- кріплення перемикача та вольтметра на верхню кришку;
- кріплення шнура мережевого;
- фіксація кришок за допомогою саморізів.

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].

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/м^2 за місяць). При цьому вартість передавальних пристроїв включається в орендну плату будівель.

Вартість будівель розраховується за формулою:

$$В_{буд} = Ц_{буд} \times S_{буд}\ , \qquad (3.1)$$

$$В_{буд} = 1200 \times 125 = 150000\ (грн.)$$

де $В_{буд}$ - вартість будівлі, грн.;

$Ц_{буд}$ – орендна плата за 1м^2 будівлі, грн./м^2;

$S_{буд}$ – площа будівлі, м^2 (приймається 125м^2) .

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

$$В_{буд\sum} = В_{буд} + В_{обл}\ , \qquad (3.2)$$

$$В_{буд\sum} = 150000 + 75000 = 225000\ \ (грн.)$$

де $В_{буд\sum}$ - вартість оренди будівель включно з вартістю обладнання;

$В_{обл}$ – вартість обладнання.

При цьому вартість обладнання складає:

$$В_{обл} = В_{буд} \cdot К_о\ , \qquad (3.3)$$

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

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

2) Вартість інструментів та приладів ($В_{інстр}$)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:

$$В_{інстр}=В_{обл}\times0,02\times1,1\ , \qquad (3.4)$$

$$В_{інстр}=75000\times0,02\times1,1=1650\ (грн.)$$

3) Вартість виробничого та господарського інвентарю ($В_{інв}$) 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:

$$В_{інв}= В_{обл}\times0,03\times1,1\ , \qquad (3.5)$$

$$В_{інв}= 75000\times0,03\times1,1=2475\ (грн.)$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

$$ПІ=В_{буд\sum}+В_{інстр}+В_{інв} \qquad (3.6)$$

$$ПІ=225000+1650+2475=229125\ (грн.)$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

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

де $S_{бал}$ - 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

Таблиця 3.1 - Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

№з/п	Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, тис. грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, тис. грн.
	Інструменти та прилади	1650	412,5
	Виробничий та господарський інвентар	2475	618,75
	Всього:	3300	1031,25

3.2 Розрахунок собівартості продукції

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

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

Виробнича собівартість

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

Повна собівартість

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

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

$$В_м = \sum_{i=1}^{m}(Н_{мі} \times Ц_{мі}) \times К_{тр} \quad (3.8)$$

$$В_м = 723 \times 1{,}04 = 785{,}24 \text{ (грн.)}$$

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

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

$Ц_{мі}$— ціна придбання і-го виду матеріалу (покупних виробів), грн. од.;

$К_{тр}$- коефіцієнт, що враховує транспортні витрати на доставку матеріалів до підприємства (для розрахунку приймається в розмірі 4 % від вартості матеріалів: $К_{тр}$=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	2	75	75
2	Кришка нижня	1	80	80
3	Кришка верхня	1	80	80
4	Мікросхема	3	30	90
5	Конденсатори електролітичні	2	10	20
6	Конденсатори постійні	3	1	3
7	Резистори постійні	10	0,5	5
8	Перетворювач напруги	1	150	150
9	Резистор змінний	2	10	20
10	Перемикач	1	15	15
11	Роз’єм	2	10	20
12	Діод	1	5	5
13	Транзистор	2	5	10
14	Реле	2	25	50
15	Вольтметр	1	100	100
				723

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 ($В_{о.з.пл.}$): для розрахунку заробітної плати працівників визначають відрядну розцінку за кожну операцію (одиницю роботи чи продукції), виконану працівником, за формулою:

$$P_{від} = \frac{\sum_{i=1}^{m} Тшш_i}{60} \times C_г, \quad (3.9)$$

$$P_{від} = \frac{32}{60} \times 220 \ = 117,33(грн)$$

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

$С_г$ – 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	$Т_{шт}$, хв.	Розряд	Годинна тарифна ставка, (Сг),грн/год
1	Пайка	14	V	220
2	Регулювання	10	V	220
3	Складання	8	V	220
	Всього	32		

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

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

$$В_{дод.з.пл.} = 117,33 \times 0,11 = 12,91 \text{ (грн)}$$

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

$$С_{в.с.з.} = \frac{\alpha}{100} \times (Р_{від} + В_{дод.з.пл.}) \quad (3.11)$$

$$C_{в.с.з.} = \frac{22}{100} \times (117{,}33 + 12{,}91) = 28{,}65 \text{ (грн)}$$

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

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

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

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

$$B_{уео} = \frac{50}{100} \times (117{,}33 + 12{,}91) = 65{,}12 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

$$B_{зв} = \frac{145}{100} \times (117{,}33 + 12{,}91) = 188{,}85 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

$$S_{вир} = 785{,}24 + (117{,}33 + 12{,}91 + 28{,}65) + 65{,}12 + 188{,}85 = 1198{,}1 \text{(грн.)}$$

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	785,24
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	117,33
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	12,91
4	Відрахування на соціальні заходи	28,65
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	65,12
6	Загальновиробничі витрати	188,85
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1198,1
7	-змінні (сума 1-4) $В_{зм.од}$	944,13
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $В_{уп.од}$	253,97

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

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

$$Цод_{пр}=1198,1\times\frac{100+32}{100} = 1581,49 \text{ (грн.)}$$

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

3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

$$П_р = (Цод_{пр.}-S_{пов.})\times N_р, \quad (3.16)$$

$$П_р = (1581,49-1198,1)\times 1320 = 506074,8 \text{ (грн)},$$

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

$Цод_{пр}$- ціна одиниці продукції, грн.;

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

$N_р$ - річна виробнича програма (план виробництва), од.

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

$$ЧП = П_р - П_р \times \frac{П_п}{100}, \quad (3.17)$$

$$ЧП = 506074{,}8 - 506074{,}8 \times \frac{18}{100} = 414981{,}34 \text{ (грн.)}$$

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

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

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

$$S_{повq}=1198{,}1\times 1320 = 1581492 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$Р_п = \frac{414981{,}34}{1581492} \times 100\% = 26{,}24\ \%$$

де Рп- 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:

$$ГП = ЧП_t + A_t, \quad (3.20)$$

$$ГП = 414981{,}34 + 1031{,}25 = 416012{,}59 \text{ (грн.)},$$

де $ГП_t$ - сума чистих грошових надходжень у t-му році, грн.;

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

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

за формулою:

$$ЧТВ = ТВ - ПІ \quad (3.21)$$

$$ЧТВ = 378193,26 – 229125=149068,26 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$ТВ = \frac{416012,59}{(1+0,1)^1} = 378193,26 \text{ (грн.)}$$

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:

$$ІП = \frac{ТВ}{ПІ} \quad (3.23)$$

$$ІП = \frac{378193,26}{229125} = 1,65$$

де ІП- індекс прибутковості інвестицій.

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

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

$$Ток_{диск}=\frac{ПІ}{ГП_{диск}} \quad (3.24)$$

$$Ток_{диск.} = \frac{229125}{378193,26} = 0,61р$$

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

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

$$ГП_{диск} = \frac{378193,26}{1} = 378193,26 \quad (грн.)$$

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.	1320
2	Собівартість виробу	грн./од.	1198,1
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1581,49
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	229125
5	Чистий прибуток	грн.	414981,34
6	Рентабельність виробу	%	26,24
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	149068,26
9	Індекс прибутковості	-	1,65
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,61

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.

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

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

Законодавствомнапрацівникатакожпокладаютьсязобов'язання з охорони праці. Він зобов'язаний знати і виконувати нормативноправові 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. Порушення 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.

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

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.

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 Електробезпека. Види ураження людини електричним струмом.

Електротравми умовно поділяють на місцеві та загальні. Місцеві електротравми викликають місцеве ушкодження організму – електричний опік, металізацію шкіри, механічні пошкодження, викликані мимовільними скороченнями м'язів під дією струму і електроофтальмія (запалення зовнішніх оболонок очей під дією електричної дуги).

Загальні електротравми, які частіше називають електричними ударами, викликають порушення звичайної діяльності життєво важливих органів або призводять до ураження всього організму.

Людині, що потрапив під напругу, треба негайно, до прибуття лікаря, надати першу допомогу, попередньо звільнивши його від дії електричного струму. Порятунок потерпілого при ураженні електричним струмом в основному залежить від швидкості звільнення його від дії струму і надання першої допомоги. Дорога кожна секунда! Звільнення потерпілого від електричного струму і надання йому першої допомоги до прибуття лікаря може безпечно і швидко зробити тільки людина, що знає відповідні правила. Перш за все необхідно швидко звільнити потерпілого від дії електричного струму, тобто відключити ланцюг струму за допомогою найближчого

штепсельні рознімання, вимикача (рубильника) або шляхом викручування пробок на щитку.

У разі віддаленості вимикача від місця події можна перерізати дроти або перерубати їх (кожен дріт окремо) сокирою або іншим ріжучим інструментом з сухою ручкою з ізолюючого матеріалу. При неможливості швидкого розриву кола необхідно відтягнути потерпілого від провідника або ж відкинути сухою палицею обірвався кінець дроту від потерпілого.

Необхідно пам'ятати, що потерпілий сам є провідником електричного струму. Тому при звільненні потерпілого від струму який надає допомогу необхідно вжити заходів обережності, щоб самому не виявитися під напругою: надіти калоші, гумові рукавички або обернути свої руки сухою тканиною, підкласти собі під ноги ізолюючий предмет-суху дошку, гумовий килимок або, в крайньому випадку, згорнуту сухий одяг.

Відтягувати потерпілого від провідника слід за кінці його одягу, до відкритих частин тіла торкатися не можна. Якщо людина потрапила під напругу вище 1000 В, такі запобіжні заходи недостатні. Необхідно звернутися до фахівців, які негайно знімуть напругу. Коли звільнення від зіткнення з ланцюгом електричного струму пов'язано з небезпекою падіння з висоти, необхідно вжити заходів для запобігання постраждалого від удару при падінні. При відділенні потерпілого від струмоведучих частин рекомендується діяти однією рукою Заходи першої допомоги залежать від стану потерпілого після звільнення від струму.

Для визначення цього стану необхідно: - Негайно укласти потерпілого на спину; - Розстебнути стискує подих одяг; - Перевірити з підйому грудної клітини, дихає він; - Перевірити наявність пульсу (на променевій артерії у зап'ястя або на сонній артерії на шиї); - Перевірити стан зіниці (вузький або широкий). Широкий нерухомий зіницю вказує на відсутність кровообігу мозку.

Визначення стану потерпілого повинно бути проведено швидко, протягом 15-20 секунд. 1. Якщо потерпілий у свідомості, але до того був у непритомності або тривалий час перебував під електричним шоком, то йому необхідно забезпечити повний спокій до прибуття лікаря і подальше спостереження протягом 2-3 годин. 2. У разі неможливості швидко викликати лікаря необхідно терміново доставити потерпілого в лікувальну установу. 3. При важкому стані або відсутності свідомості потрібно викликати лікаря (Швидку допомогу) на місце події. 4. Ні в якому разі не можна дозволяти потерпілому рухатися: відсутність важких симптомів після поразки не виключає можливості подальшого погіршення його стану. 5. При відсутності свідомості, але зберігся диханні, потерпілого треба зручно укласти, створити приплив свіжого повітря, давати нюхати нашатирний спирт, кропити водою, розтирати і зігрівати тіло. Якщо потерпілий погано дихає, дуже рідко, поверхнево або, навпаки, судорожно, як вмираючий, треба робити штучне дихання. 6. При відсутності ознак життя (дихання, серцебиття, пульсу) не можна вважати постраждалого мертвим. Смерть у перші хвилини після поразки - позірна і оборотна при наданні допомоги. Ураженому загрожує наступ незворотною смерті в тому випадку, якщо йому негайно не буде надана допомога у вигляді штучного дихання з одночасним масажем серця. Цей захід необхідно проводити безперервно на місці пригоди до прибуття лікаря. 7. Переносити потерпілого слід тільки в тих випадках, коли небезпека продовжує загрожувати потерпілому або надавати допомогу.

До недавнього часу штучне дихання проводилося ручними методами (за Шефер або за Сильвестру). Проте ці методи не забезпечують надходження достатньої кількості повітря в легені потерпілого. Тому останнім часом стали застосовувати більш ефективний метод штучного дихання: вдування повітря з легень (з рота) надає допомогу в рот чи ніс пожвавлюється - "з рота в рот" ("з рота в ніс"), при цьому можна забезпечити надходження в легені постраждалого значно більшої кількості повітря (приблизно в 4 рази).

Техніка вдування повітря в рот або в ніс полягає в наступному. Потерпілий лежить на спині. Надає допомогу до початку штучного дихання повинен забезпечити вільне проходження повітря в легені через дихальні шляхи. Голову потерпілого треба закинуті назад, для чого підкладають одну руку під шию, а другою рукою натискають на лоб. Цим забезпечується відходження кореня язика від задньої стінки гортані та відновлення прохідності дихальних шляхів.

При зазначеному положенні голови зазвичай рот розкривається. Якщо в роті є слиз, її витирають хусткою чи краєм сорочки, натягнутим на вказівний палець, ще раз перевіряють, чи немає в роті сторонніх предметів, які повинні бути вилучені, після чого приступають до вдування повітря в рот або ніс.

При вдуванні повітря в рот надає допомогу щільно (можна через марлю або хустку) притискає свій рот до рота постраждалого, а своїм обличчям (щокою) або пальцями руки, що знаходиться на лобі, затискає йому ніс, щоб забезпечити надходження всього вдувається повітря в його легені.

При неможливості повного охоплення рота постраждалого варто вдувають повітря в ніс, щільно закривши при цьому рот потерпілого. Маленьким дітям вдувається повітря одночасно в рот і в ніс, охоплюючи своїм ротом рот і ніс пожвавлюється. Вдування повітря проводять кожні 5-6 сек, що відповідає частоті дихання 10-12 разів на хвилину. Після кожного вдування ("вдиху") звільняють рот і ніс потерпілого для вільного виходу повітря з його легень. Зовнішній (непрямий) масаж серця підтримує кровообіг як при зупиненому серці, так і при порушеному ритмі його скорочень.

Для проведення непрямого масажу серця потерпілого слід укласти на спину на жорстку поверхню (лаву або стать). Оголити у нього грудну клітку: вся утруднюючий одяг, пояс розстібаються або знімаються. Надає допомогу стає збоку від потерпілого так, щоб мати можливість нахилитися над ним (якщо потерпілий лежить на підлозі - стає поруч на коліна).

Визначивши місце розташування нижньої третини грудини, накладають на неї підставу долоні (подушечку) розігнути кисті. Пальма іншої руки накладають поверх першої і починають ритмічно натискати на нижній край грудини. Натискати на грудину треба різкими поштовхами, при цьому грудина зміщується вниз (до спини) у бік хребта на 3-5 см.

Серце стискається, і з його порожнини вичавлюється кров у кровоносні судини. Натискання необхідно повторювати приблизно 1 раз на секунду. Слід остерігатися натискання на закінчення ребер, так як це може привести до їх перелому. Не можна натискати нижче за край грудини на м'які тканини: цим можна пошкодити розташовані в черевній порожнині органи і в першу чергу печінку.

Обов'язковою умовою забезпечення організму киснем за відсутності роботи серця є одночасне з масажем серця проведення штучного дихання. Оскільки натискання на грудну клітку ускладнює її розширення при вдиху, вдування повітря проводиться під час паузи, яка спеціально дотримується через кожні чотири-шість натисненні на грудину.

Як правило, проводити пожвавлення повинні два спеціально навчених людей, кожен з яких може по черзі проводити штучне дихання і масаж серця, змінюючи один одного через кожні 5-10 хв. Це менш утомливо, ніж безперервне проведення однієї і тієї ж процедури (особливо масажу серця). У крайньому випадку допомога може бути надана і однією людиною, який чергує штучне дихання і масаж серця в наступному порядку: після двох-трьох глибоких вдування повітря в рот (або в ніс) потерпілого, він проводить 15 натисненні на грудину (масаж серця), після чого знову виробляє два-три глибоких вдування повітря і приступає до масажу серця і т. д.

При правильному проведенні штучного дихання кожне вдування викликає розширення грудної клітки, припинення вдування викликає опадання, що супроводжується характерним шумом при виході повітря з легенів потерпілого через рот і ніс. При утрудненні вдування треба

перевірити, чи вільні дихальні шляхи у постраждалого. Ефект зовнішнього масажу серця виявляється в першу чергу в тому, що кожне натискання на грудину викликає поява пульсу - на променевій артерії у зап'ястя або на сонній артерії на шиї.

При правильному проведенні штучного дихання і масажу серця у потерпілого з'являються ознаки пожвавлення: - Поліпшується колір обличчя - воно набуває рожевий відтінок замість сіро-землистого кольору з синюватим відтінком, який був до надання допомоги; - З'являються самостійні дихальні рухи, які стають все більш і більш рівномірними у міру продовження заходів з пожвавлення; - Звужуються зіниці.

Ступінь звуження зіниць може служити найбільш суворим показником ефективності допомоги, що надається. Вузькі зіниці вказують на достатню постачання мозку киснем. Навпаки, що починається розширення зіниць вказує на погіршення кровообігу мозку та необхідність покращення якості заходів з пожвавлення організму.

Штучне дихання та зовнішній масаж серця слід проводити до появи самостійного дихання і відновлення роботи серця у потерпілого. Заходи з пожвавлення потерпілого необхідно проводити безперервно, поки не будуть досягнуті позитивні результати або не прибуде лікар.

Слід пам'ятати, що навіть короткочасне (протягом кількох секунд) припинення оживляючим заходів може призвести до непоправних наслідків. При ураженні електричним струмом в жодному разі не можна заривати потерпілого в землю, так як це принесе йому тільки шкоду.

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Релейно-трансформаторний стабілізатор зміної напруги». 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 110×55мм з координатною сіткою 2,5мм. Також отримана плата має мінімальні паразитні зв'язки.

Найкращим методом для виготовлення друкованої плати виявився комбінований метод. Елементи розміщені на друкованому вузлі досить компактно. Конструкція друкованого вузла є досить не складна, конструкція корпуса виробу є також не складною.

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

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

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Релейно-трансформаторний стабілізатор зміної напруги [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.joyta./4334-avtomaticheskij-poliv-rastenij-v-teplice-i-sadovom-uchastke-svoimi-uakami/ (дата звернення 10.02.2026).
2. Конденсатор типу ECAP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.chipdip./product/b41828a6225m007(дата звернення 15.02.2026).
3. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:https://www.tme.eu//details/b37979-g5102/kondensatory-keramicheskie-tht-50v/(дата звернення 15.02.2026).
4. Конденсатор NPO [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/(дата звернення 15.02.2026).
5. Діод 1N4007 "Diotec" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/kx-26-32-768-khz-kvarczevyj-rezonator_2404.html(дата звернення 15.02.2026).
6. Резистор 3329H-1 "Bourns" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:https://car-led.org/ua/p31490203-chervonij-semisegmentnij-led.html(дата звернення 15.02.2026).
7. Перемикач A14B1K11 "EMAS" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:https://www.chipdip./product/kls7-ts6601-13.0-180(дата звернення 15.02.2026).
8. Транзистор BC547C "Diotec" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:http://hardelectronics./diod-1n4148.html(дата звернення 15.02.2026).
9. Мікросхема CD4030BE [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:https://electronoff.ua/good/tranzistor-bc556b-pnp-65v-0-1a-korpus-to-92.php(дата звернення 15.02.2026).

10. Мікросхема 78L09ABZ "ST Microelectronics" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.chipdip./product/b41828a6225m007(дата звернення 15.02.2026).

11. Трансформатор B78386-P1116-A [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:https://www.tme.eu//details/b37979-g5102/kondensatory-keramicheskie-tht-50v/(дата звернення 15.02.2026).

12. Запобіжник RB300-30-0,25A-250B "ECE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/(дата звернення 15.02.2026).

13. Реле G5LE1412DC "Omron" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/kx-26-32-768-khz-kvarczevyj-rezonator_2404.html(дата звернення 15.02.2026).

14. Цифровий вольтметр V27T-DL "Murata"[електронний ресурс] – Режим доступу: URL:https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/(дата звернення 15.02.2026).

15. Перетворювач напруги IHLK-PM12 "HI-LINK"[електронний ресурс] – Режим доступу: URL:https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/kx-26-32-768-khz-kvarczevyj-rezonator_2404.html

16. Мікросхема LM324N "Texas Instuaments"[електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.chipdip./product/b41828a6225m007(дата звернення 15.02.2026).

17. Василишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2016

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

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

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

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

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

23. Василишин О.З. Методичні вказівки для розробки маршрутно-операційної технології складання та монтажу вузлів РЕА для спеціальності 5.05090101 "Конструювання, виробництво та технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021

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

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

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

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

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

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

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

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

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

33. 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.

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

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

36. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzkzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ4OS4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ..*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRIb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNlWHAzWWxZWlJTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0Z1M3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2024).

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

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

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

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

ДОДАТКИ

Додаток А Друкована плата

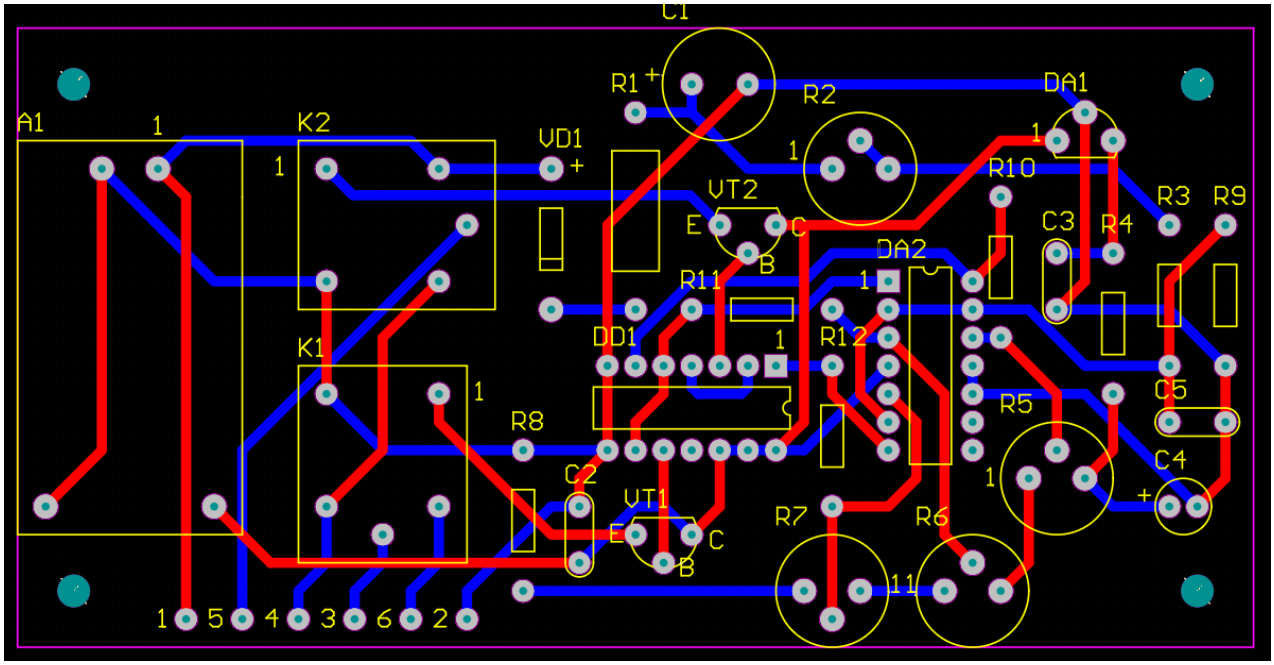


Рисунок А.1 – Друкована плата

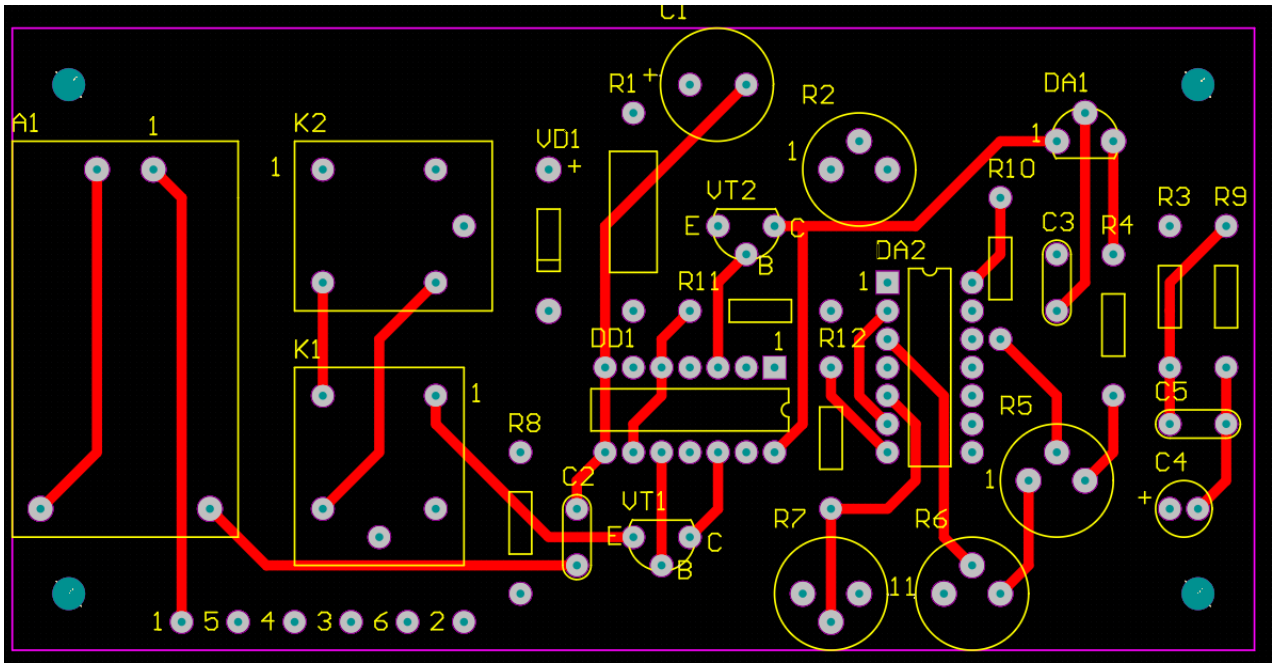


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Top

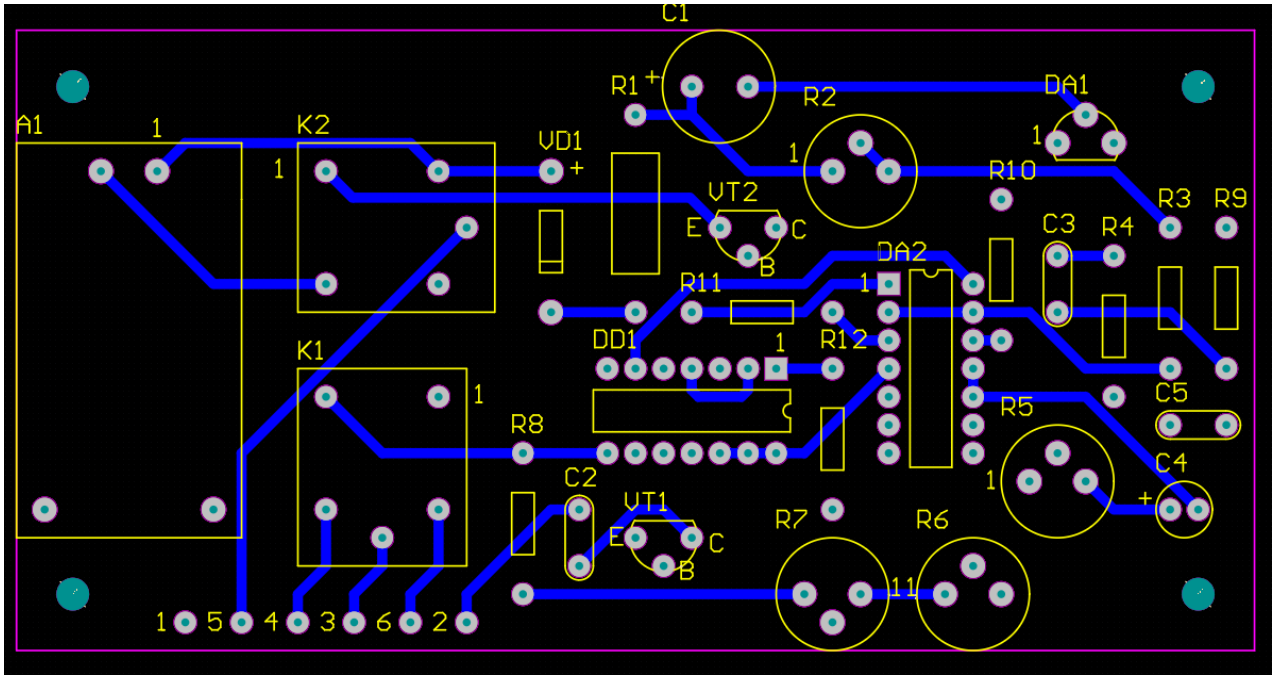


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Botton

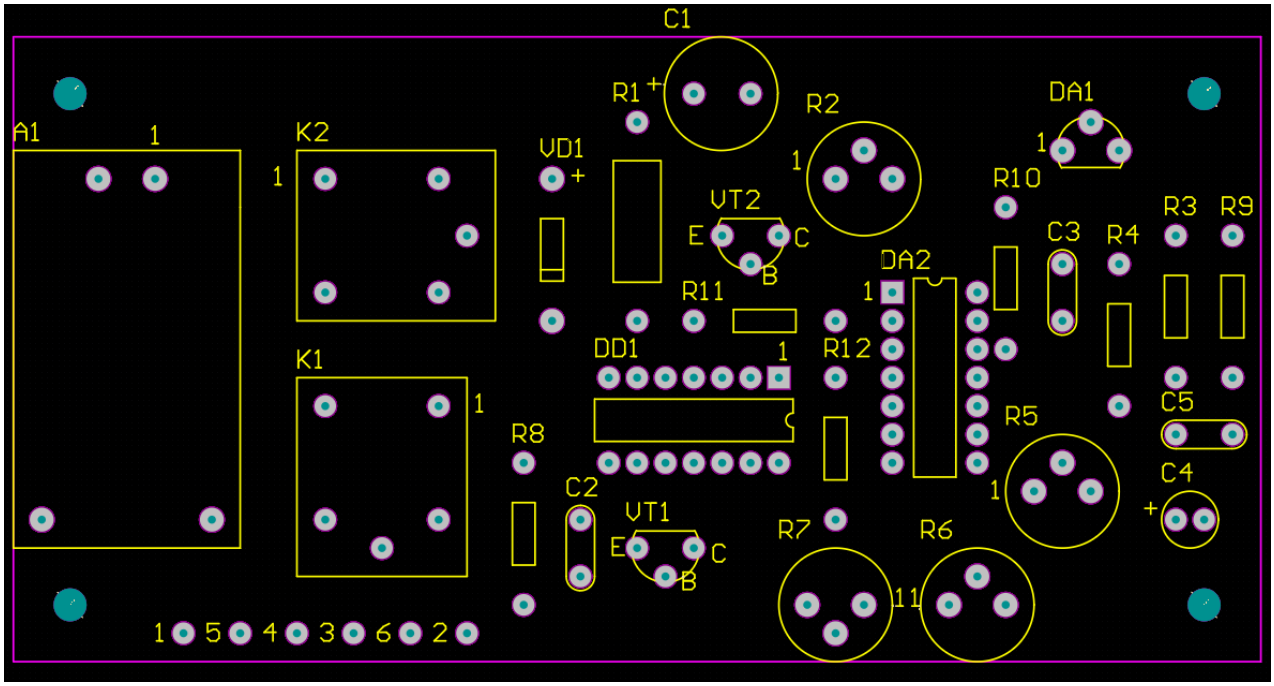


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26 КР 172.403.007.000.000 ПЗ	Арк.

Додаток Б 3D модель пристрою

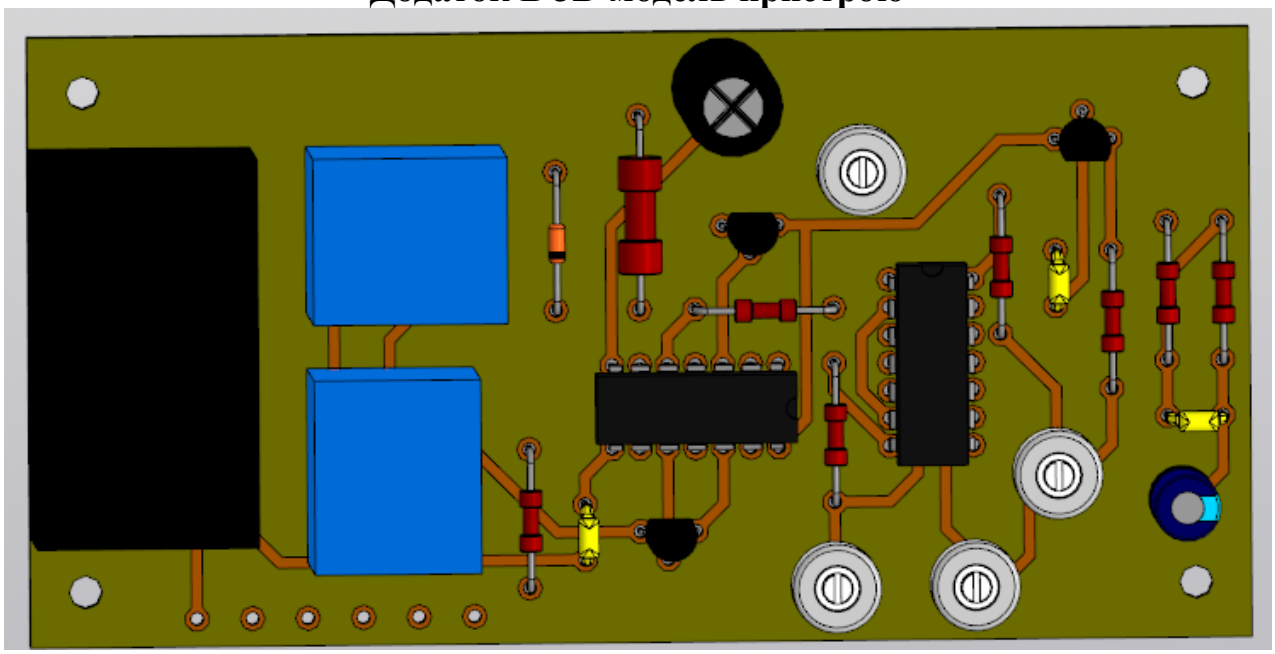


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкований

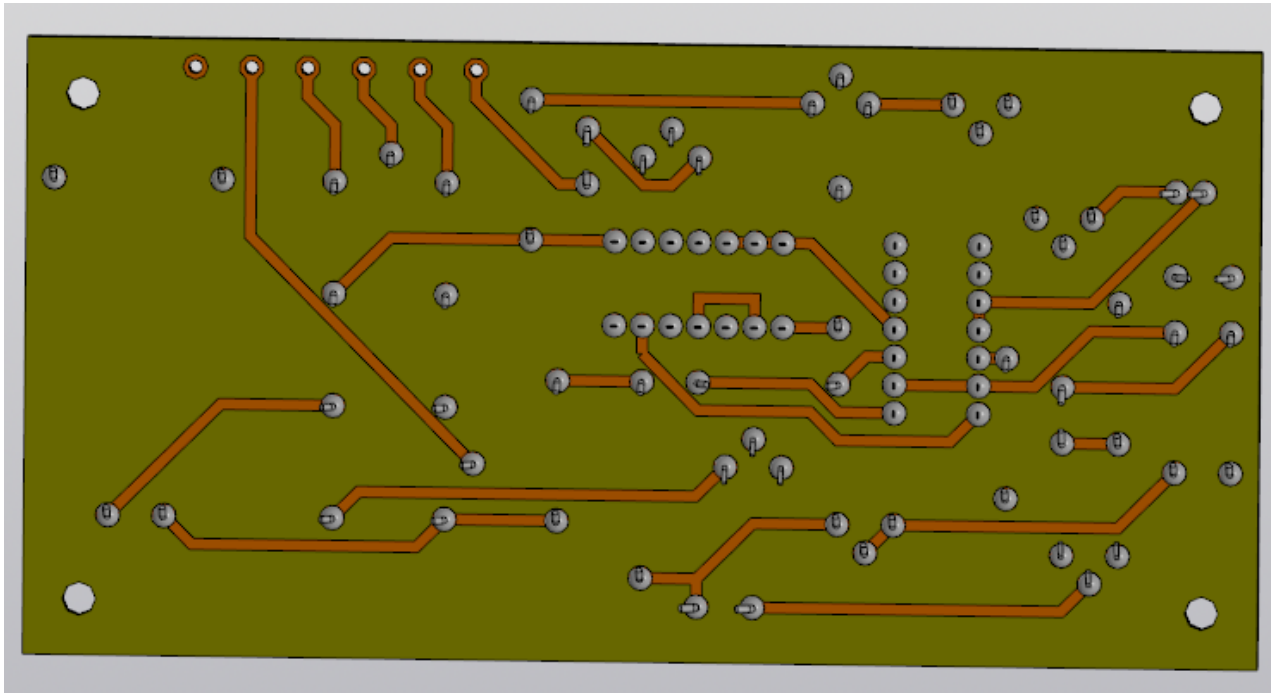


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкований знизу

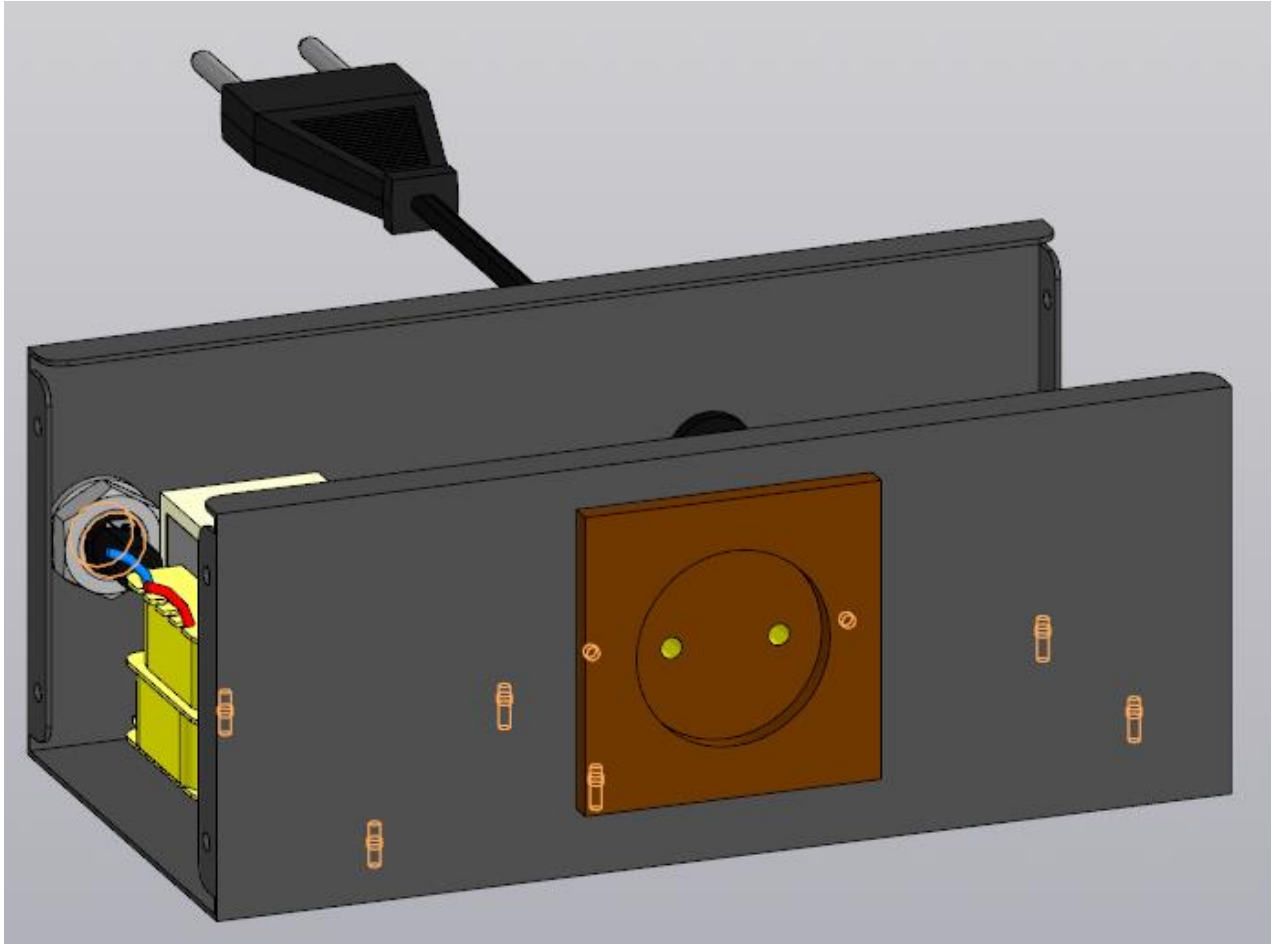


Рисунок Б.3– 3D модель пристрою, нижня кришка

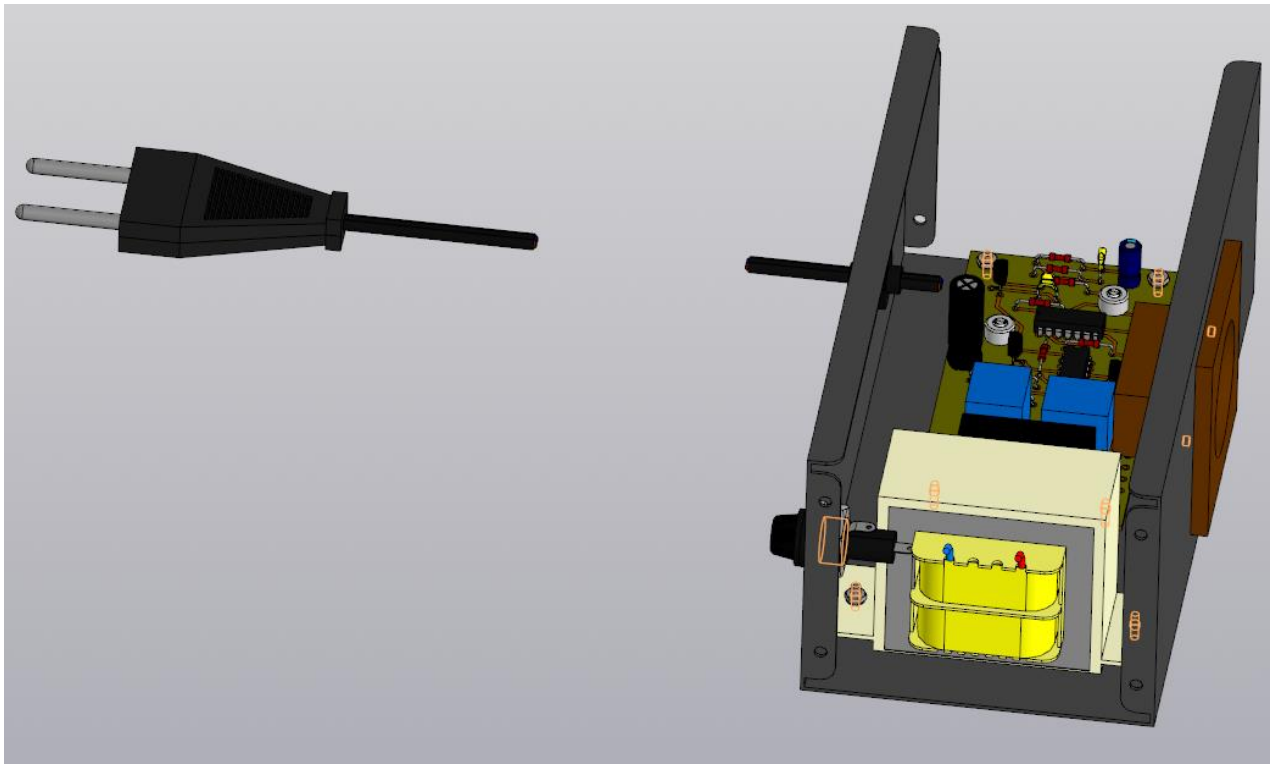


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, нижня кришка збоку

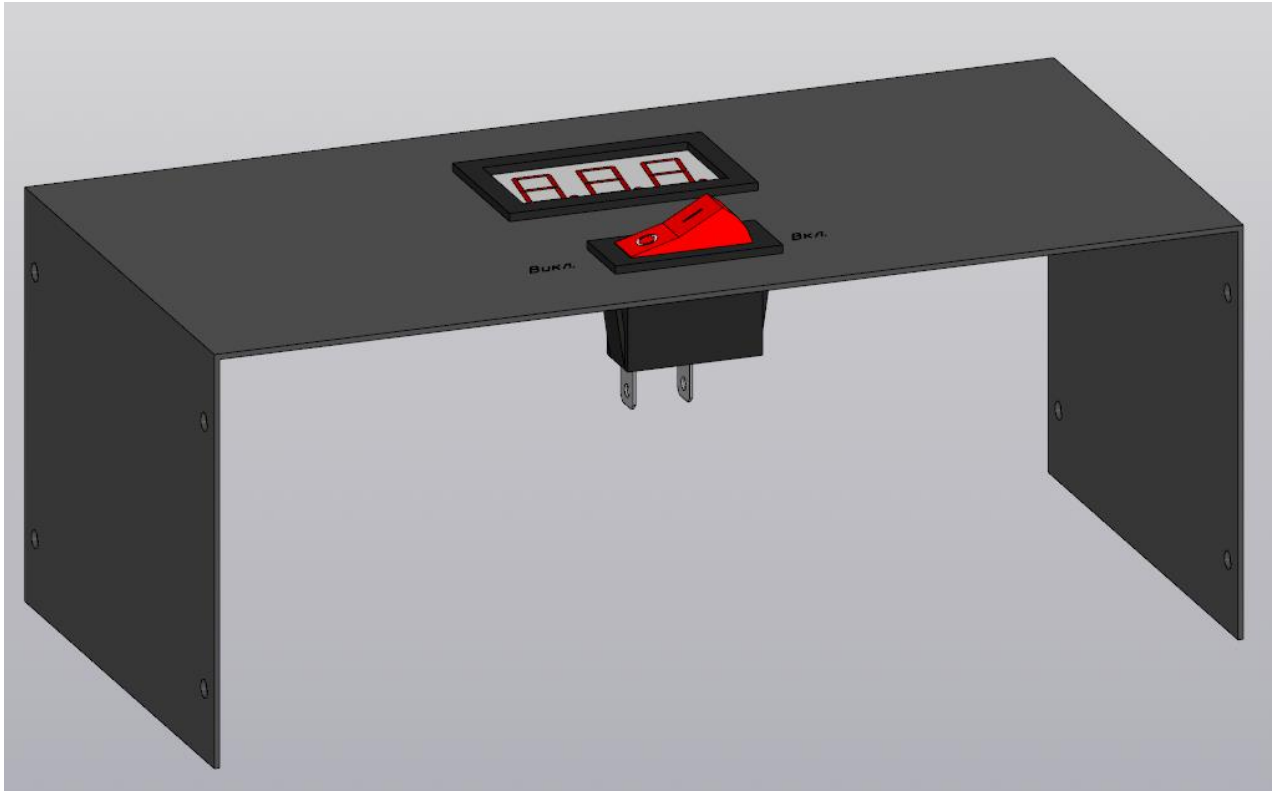


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, верхня кришка

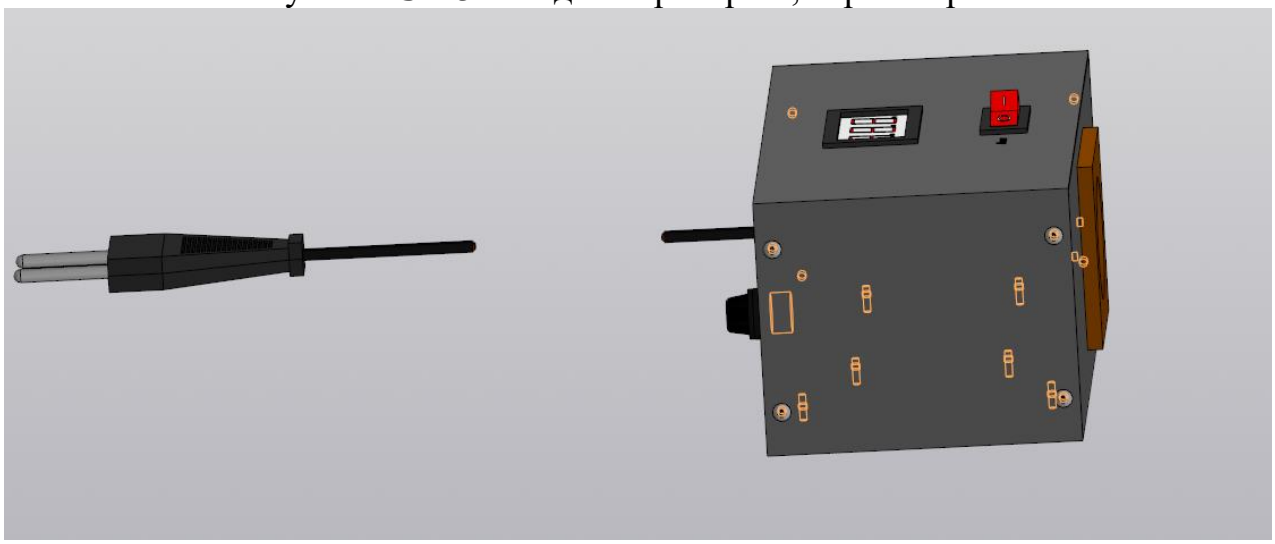


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

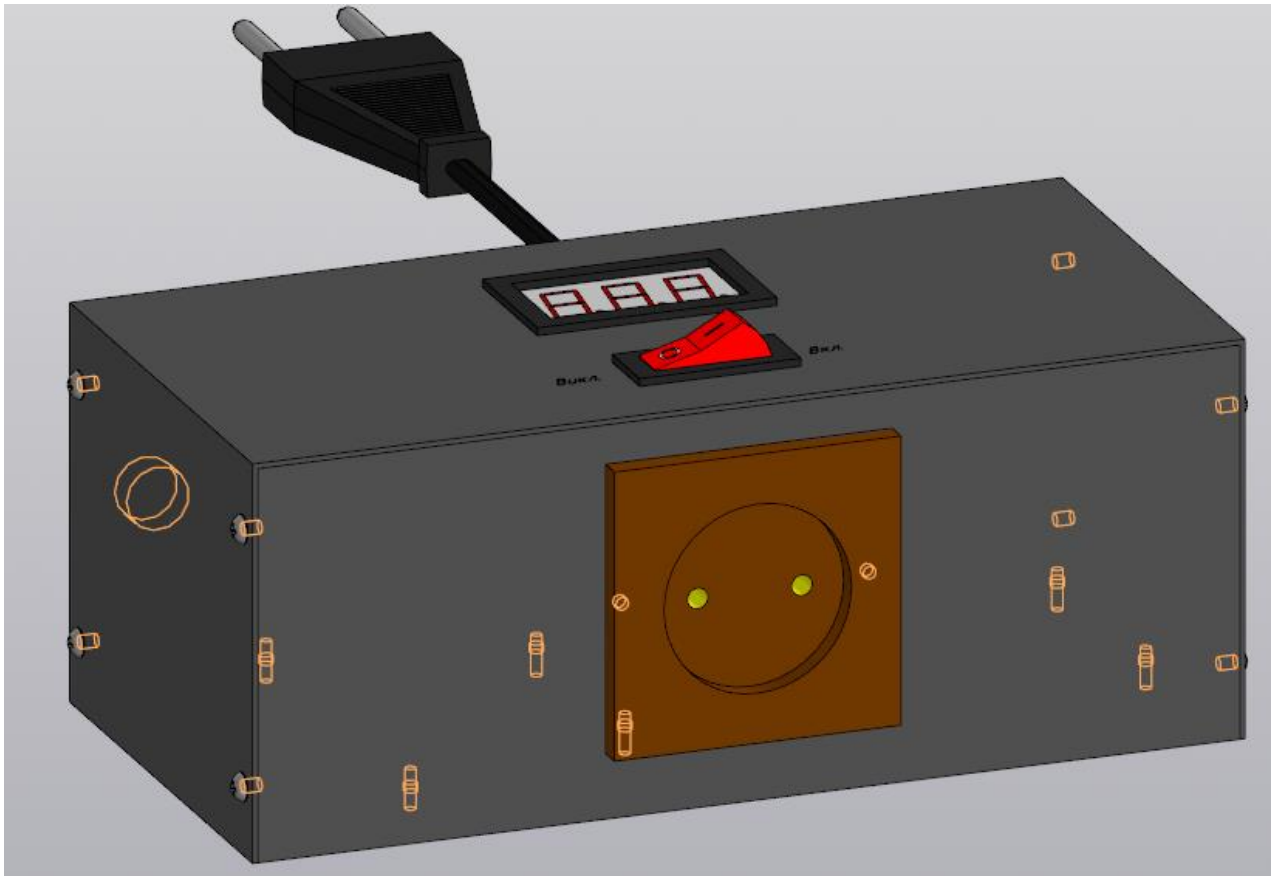
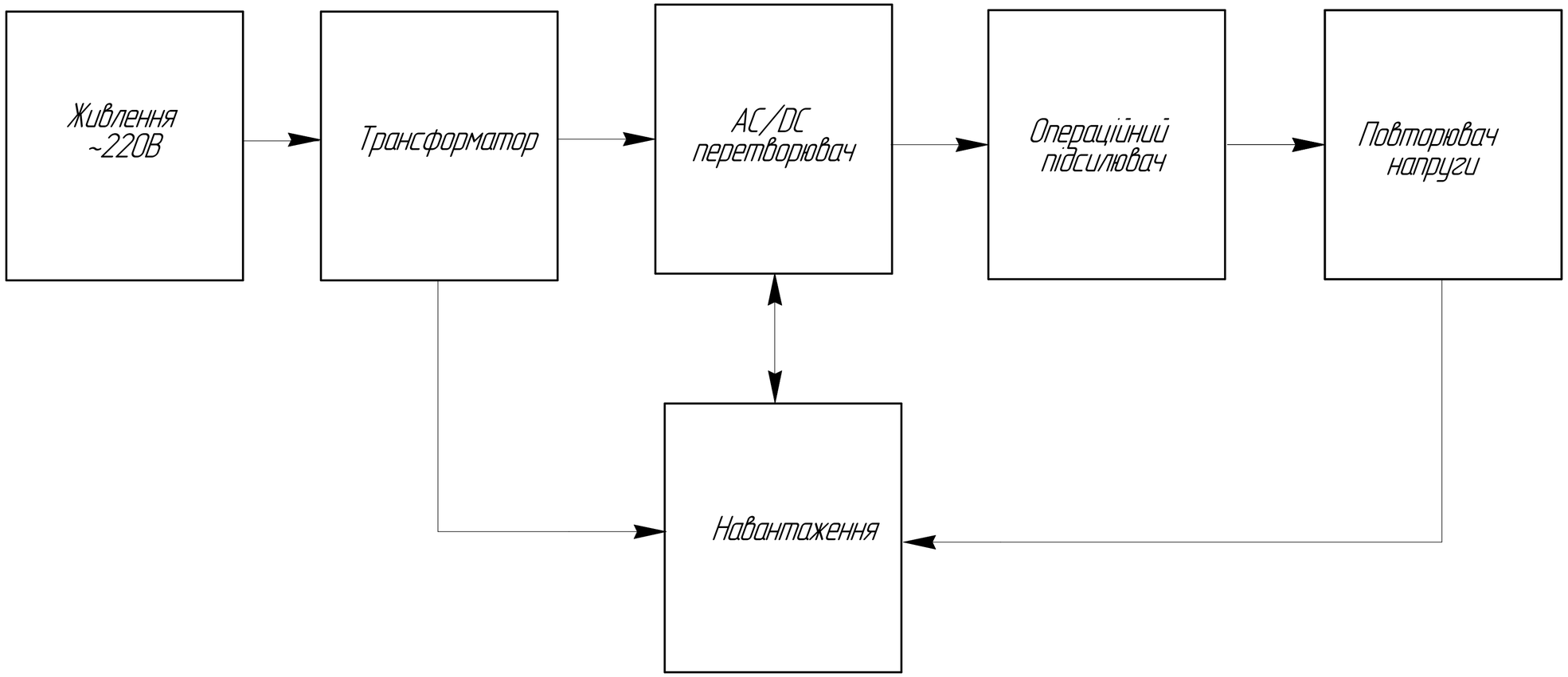


Рисунок Б.7 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

26 КР 172.403.007.001.000 Е1



					26 КР 172.403.007.001.000 Е1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Релейно-трансформаторний стабілізатор змінної напруги Електрична структурна схема	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.		Гоцко				– Н –	–	–
Перевір.		Савчук				Аркуш	Аркушів 1	
Т.контр.						ВСП ТФК ТР-403 м. Тернопіль		
Рецензент								
Н.контр.		Задорожний						
Затверд.								

Копіював

Формат А2

Перш. викорис.

Довід. №

Підпис і дата

Інв. № дубл.

Взам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
A1	Перетворювач напруги IHLK-PM12 "HI-LINK"	1	
	Конденсатори		
C1	ECAP-400 В-2,2 мкФ ±20% "Jamicon"	1	
C2	NPO-2,2 мкФ ±5% "Murata"	1	
C3	NPO-0,1 мкФ ±5% "Murata"	1	
C4	ECAP-10 В-100 мкФ ±20% "Jamicon"	1	
C5	NPO-2,2 мкФ ±5% "Murata"	1	
	Мікросхеми		
DA1	78L09ABZ "ST Microelectronics"	1	
DA2	LM324N "Texas Instruments"	1	
DD1	CD4030BE "ST Microelectronics"	1	
FU1	Запобіжник RB300-30-3A-250B "ECE"	1	
K1, K2	Реле G5LE1412DC "Omron"	2	
PA1	Цифровий вольтметр V27T-DL "Murata"	1	
	Резистори		
R1	MFP-0,5-510 Ом ±10% "Yageo"	1	
R2	3329H-1-330 кОм "Bourns"	1	
R3	MFP-0,25-1 мОм ±10% "Yageo"	1	
R4	MFP-0,25-2,2 кОм ±10% "Yageo"	1	

Перш. викорис.

Довід. №

Підпис і дата

Інв. № дубл.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Гоцко		
Перевір.		Савчук		
Н.контр.		Задорожний		
Затверд.				

26 КР 172.403.007.001.000ПЕЗ

Релейно-трансформаторний стабілізатор зміної напруги

Перелік елементів

Літ.	Аркуш	Аркушів
Н	1	2

ВСП ТФК ТР-403

м. Тернопіль

Копіював

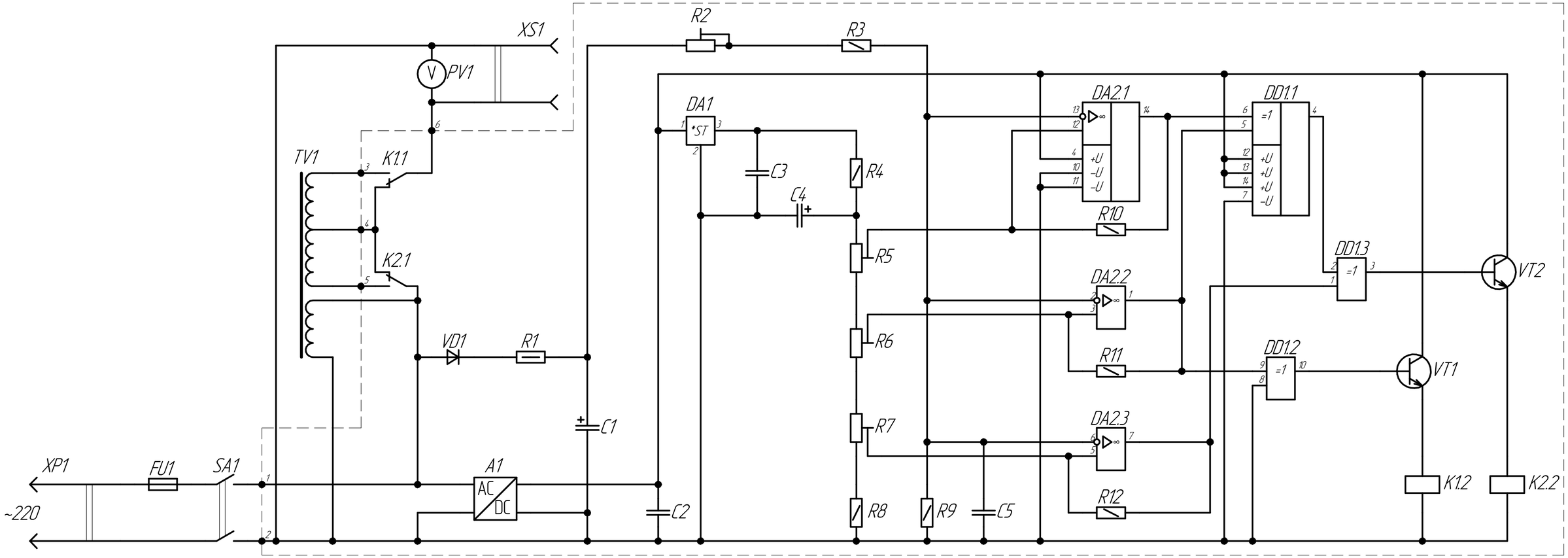
Формат А4

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
R5...R7	3329H-1-1,5 кОм "Bourns"	3	
R8	MFP-0,25-16 кОм ±10% "Yageo"	1	
R9	MFP-0,25-2,2 кОм ±10% "Yageo"	1	
R10	MFP-0,25-120 кОм ±10% "Yageo"	1	
R11	MFP-0,25-180 кОм ±10% "Yageo"	1	
R12	MFP-0,25-220 кОм ±10% "Yageo"	1	
SA1	Перемикач A14B1K11 "EMAS"	1	
TV1	Трансформатор B78386-P1116-A "Epcos"	1	
VD1	Діоди 1N4007 "Diotec"	1	
VT1, VT2	Транзистор BC547C "Diotec"	2	
XP1	Шнур мережевий LT-322 H05VV-F 3*0.75 "Lian Dung"	1	
XS1	Розетка V01-11-R14-S "Volsten"	1	

Підпис і дата | Інв. № дубл. | Зам. інв. № | Підпис і дата | Інв. № ориг.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26 КР 172.403.007.001.000ПЕЗ	Арк. 2

Копіював Формат А4



					26 КР 172.403.007.001.000 ЕЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Релейно-трансформаторний стабілізатор зміної напруги	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.		Гоцко				Н	–	–
Перевір.		Савчук			Схема електрична принципова	Аркуш	Аркушів 1	
Т.контр.						ВСП ТФК ТР-403		
Н.контр.		Задорожний				м. Тернопіль		
Затверд.								

Копіював

Формат А2

Перш. викорис.

Довід. №

Підпис і дата

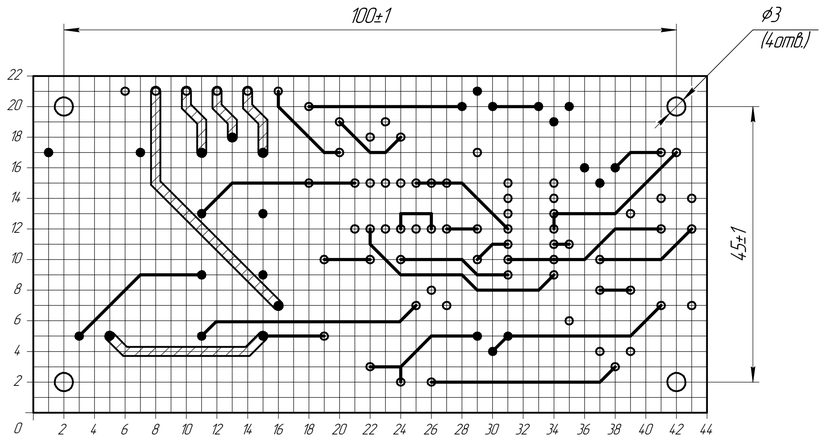
Інв. № дубл.

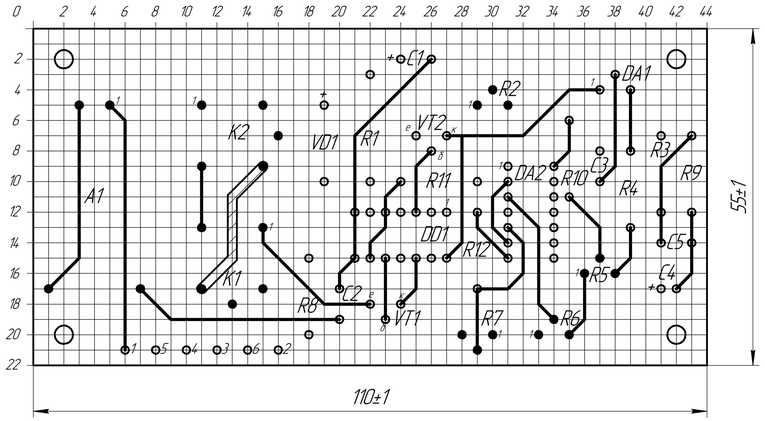
Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

26 КР 172403.007.001.001





Таблиця отворів

Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
⌖	0,8	є	2,0	76	
⌖	1,0	є	2,2	26	

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 біла ТУ 29-02-889-88 шрифтом 2,5 Пр 4.1 ГОСТ 26.020-80.
11. Інші вимоги по ОСТ 4.ГО.005.051.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26 КР 172.403.007.001.001			
Розроб.		Гоцко			Плата друкована	Літ.	Маса	Масштаб
Перевір.		Савчук				Н	0,03	2:1
Т.контр.						Аркуш	Аркушів 1	
Н.контр.		Задорожний			СФ2-35-1,5ІКП ГОСТ 10316-78	ВСП ТФК ТР-403 м. Тернопіль		
Затверд.								

Копіював Формат А2

Перш. викорис. | Довід. № | Підпис і дата | Інв. № дубл. | Взам. інв. № | Підпис і дата | Інв. № подл.

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				Документація		
А4			26 КР 172.403.007.000.000 ПЕ3	Перелік елементів		
А2			26 КР 172.403.007.000.000 Е3	Схема електрична принципова		
А2			26 КР 172.403.007.001.000 СК	Вузол друкований		
				Деталі		
А2		1	26 КР 172.403.007.001.001	Плата друкована	1	
БК		2	26 КР 172.403.007.001.002	Перемичка	6	
				Інші вироби		
		3		Перетворювач напруги IHLK-PM12 "HI-LINK"	1	А1
				Конденсатори		
		5		NPO-0,1 мкФ ±5% "Murata"	1	С3
		6		NPO-2,2 мкФ ±5% "Murata"	2	С2, С5
		7		ECAP-10 В-100 мкФ ±20% "Jamicon"	1	С4
		8		ECAP-400 В-2,2 мкФ ±20% "Jamicon"	1	С1
				Мікросхеми		
		10		78L09ABZ "ST Microelectronics"	1	DA1
		11		CD4030BE "ST Microelectronics"	1	DD1
		12		LM324N "Texas Instruments"	1	DA2
		14		Реле G5LE14 12DC "Omron"	2	К1, К2

Перш. використ.

Довід. №

Підпис і дата

Інв. № дубл.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.007.001.000

Розроб.	Гоцко	
Перевір.	Савчук	
Н.контр.	Задорожний	
Затверд.		

Вузол друкований

Літ.	Аркуш	Аркушів
Н	1	2

ВСП ТФК ТР-403

м. Тернопіль

Копіював

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				Резистори		
		16		MFP-0,5-510 Ом ±10% "Yageo"	1	R1
		17		3329H-1-1,5 кОм "Bourns"	3	R5...R7
		18		MFP-0,25-2,2 кОм ±10% "Yageo"	2	R4, R9
		19		MFP-0,25-16 кОм ±10% "Yageo"	1	R8
		20		MFP-0,25-120 кОм ±10% "Yageo"	1	R10
		21		MFP-0,25-180 кОм ±10% "Yageo"	1	R11
		22		MFP-0,25-220 кОм ±10% "Yageo"	1	R12
		23		3329H-1-330 кОм "Bourns"	1	R2
		24		MFP-0,25-1 мОм ±10% "Yageo"	1	R3
		26		Діод 1N4007 "Diotec"	1	VD1
		28		Транзистор BC547C "Diotec"	2	VT1, VT2

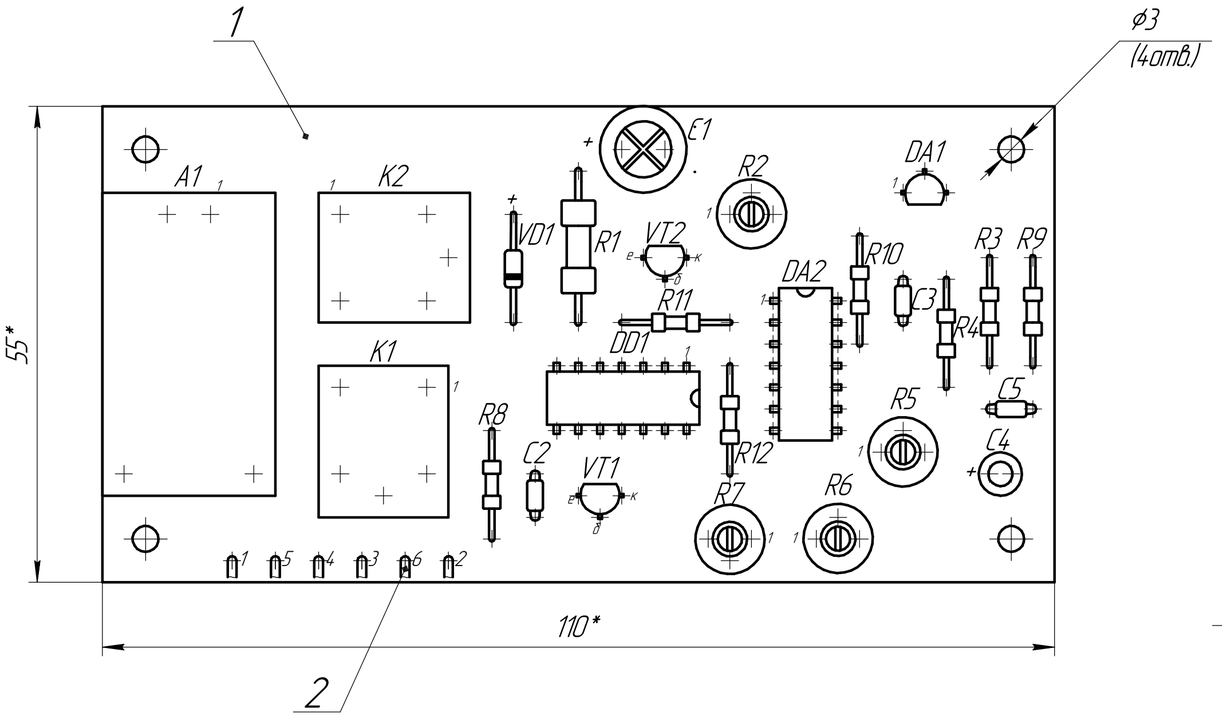
Підпис і дата

Інв. № дубл.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.



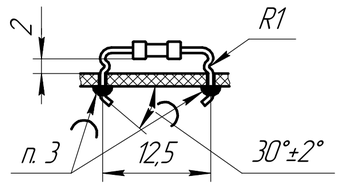


Рис. 1

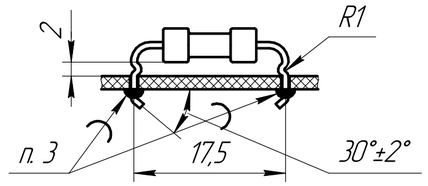


Рис. 2

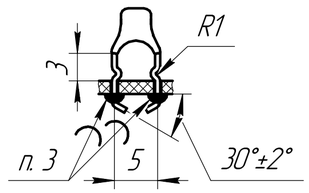


Рис. 3

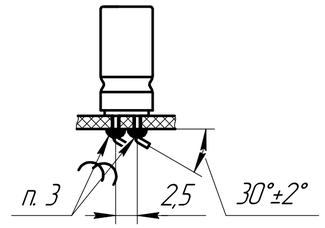


Рис. 4

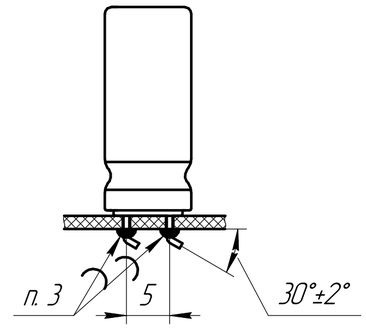
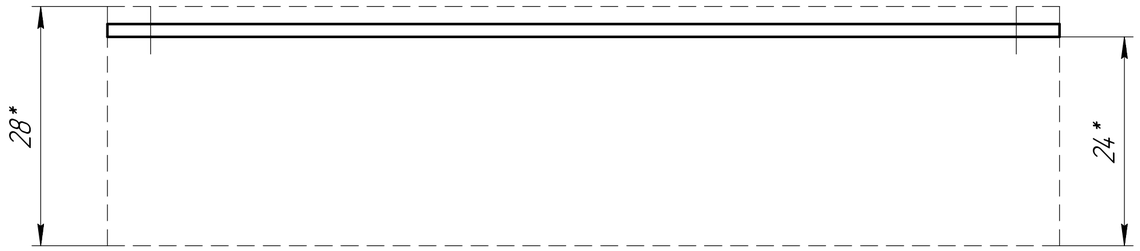


Рис. 5



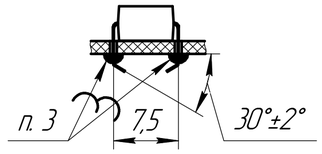


Рис. 6

1. *Розміри для довідок.
2. 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–на рис.2, R3, R4–R12, VD1 –на рис. 1; C1 – на рис. 5; C4 –на рис. 4; DD1, DA2–на рис. 6; DA1, VT1,VT2–на рис. 7; A1 –на рис. 8; K1 K2 –на рис. 9, R2, R5...R7–на рис. 10.
3. Паяти припоєм ПОС61 ГОСТ 21931–76.
4. 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.
5. Лакувати лаком АКА–113.
6. Позначення елементів показано умовно.
7. Друковані провідники умовно не показані.
8. Інші вимоги по ОСТ4ГО.070.015.

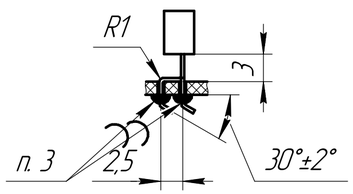


Рис. 7

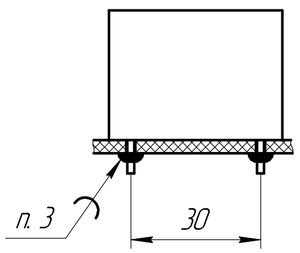


Рис. 8

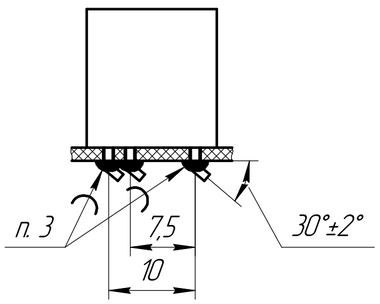


Рис. 9

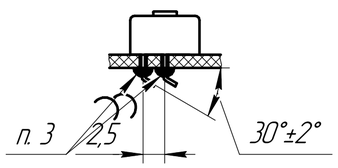


Рис. 10

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26 КР 172.403.007.001.000 СК			
Розроб.		Гоцко			Вузол друкований	Літ.	Маса	Масштаб
Перевір.		Савчук			Складальне креслення	Н	0,06	2:1
Т.контр.						Аркуш	Аркушів 1	
Нконтр.		Задорожний				ВСП ТФК ТР–403 м. Тернопіль		
Затверд.								

Копіював Формат А2

Перш. викорис.

Довід. №

Підпис і дата

Інв. № дубл.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				Документація		
A4			26 КР 172.403.007.001.000 ПЕ3	Перелік елементів		
A2			26 КР 172.403.007.001.000 Е3	Схема електрична принципова	1	
A1			26 КР 172.403.007.004.000 СК	Складальне креслення	1	
				Складальні одиниці		
A2		1	26 КР 172.403.007.001.000 СК	Вузол друкований	1	
<R		2	26 КР 172.403.007.001.001	Тримач для запобіжника		
				Деталі		
БК		3	26 КР 172.403.007.004.001	Верхня кришка	1	
БК		4	26 КР 172.403.007.004.002	Нижня кришка	1	
				Інші вироби		
		5		Запобіжник RB300-30-3A-250B "ECE"	1	FU1
		6		Цифровий вольтметр V27T-DL "Murata"	1	PA1
		7		Перемикач A14B1K11 "EMAS"	1	SA1
		8		Трансформатор B78386-P1116-A "Epcos"	1	TV1
		9		Шнур мережевий LT-322 H05VV-F 3*0.75 "Lian Dung"	1	XP1
		10		Розетка V01-11-R14-S "Volsten"	1	XS1
				Стандартні вироби		
		11		Гайка M2,5-6H ГОСТ 5916-70	8	

Перш. використ.

Довід. №

Підпис і дата

Інв. № дубл.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Гоцко		
Перевір.		Савчук		
Н.контр.		Задорожний		
Затверд.				

26 КР 172.403.007.004.000

Релейно-трансформаторний стабілізатор змінної напруги

Літ.	Аркуш	Аркушів
Н	1	2

ВСП ТФК ТР-403

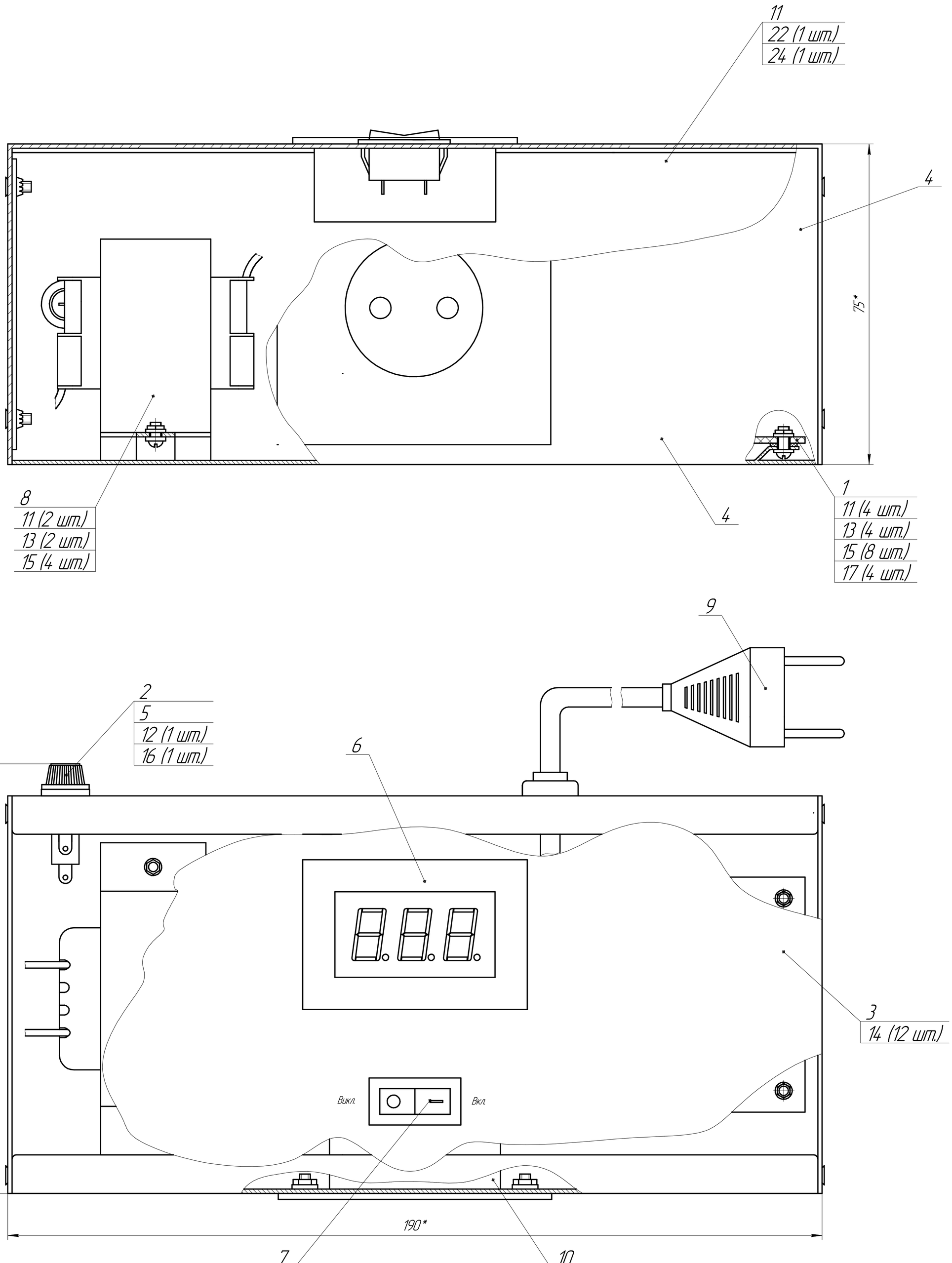
м. Тернопіль

Копіював

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
		12		Гайка М8-6Н ГОСТ 5916-70	1	
		13		Гвинт Г2,5-6дх5 ГОСТ 17473-80	8	
		14		Гвинт самонарізаючий М2,5-1-6		
				ГОСТ 10619-80	12	
		15		Шайба 2,5 ГОСТ 10450-78	16	
		16		Шайба 8 ГОСТ 10450-78	1	
		17		Шайба діелектрична 2,5	1	

Підпис і дата | Інв. № дубл. | Зам. інв. № | Підпис і дата | Інв. № ориг.



1. * Розміри для довідок.
2. Електромонтаж здійснювати згідно з 26 КР 172.403.007.001.000 ЕЗ припоєм припоєм ПОС-40 ГОСТ 21931-76.
3. Інші технічні вимоги по ОСТ.4.ГО.070.015.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26 КР 172.403.007.004.000 СК			
Розроб.		Гоцко			Релейно-трансформаторний стабілізатор зміної напруги	Літ.	Маса	Масштаб
Перевір.		Савчук				Н	0,3	2:1
Т.контр.					Складальне креслення	Аркуш	Аркушів 1	
Н.контр.		Задорожний				ВСП ТФК ТР-403 м. Тернопіль		
Затверд.								

Перш. викорис.

Довід. №

Підпис і дата

Інв. № дубл.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Копіював

Формат А1

Техніко – економічні показники релейно-трансформаторного стабілізатора зміної напруги

	Технічні показники			Економічні показники	
1	Напруга живлення вхідна	~220..240В	1	Річний обсяг виробництва	1320шт.
2	Точність стабілізації	±12В	2	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	229125 грн
3	Габаритні розміри	190*100 *75 мм	3	Чистий прибуток	414981,34 грн
4	Маса	0,4кг	4	Повна собівартість на вирід	1198,1 грн
5	Коефіцієнт корисної дії	не менше 90%	5	Ціна одиниці виробу	1581,34 грн.
6	Час перемикання ступенів	10....50мс	6	Рентабельність виробу	26,24 %
7	Затримка спрацювання	1-2с	7	Термін окупності	0,61р
8			8	Індекс прибудковості	1,65

Дубл.									
Замість									
Підпис									

					Аркушів 7	Аркуш 1
Розробив	Гоцко			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.403.007.03.000	26 КР 172.403.007.03.118
Перевірив	Савчук					
Нормував				Вузол друкований	н	
Затвердив						
Н. контр.	Задорожний					

А	Цех	Діл	РМ	Опер	Код, назва операції	Позначення документу										
Б	Код, назва обладнання					СМ.	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
К-М	Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу					Позначення, код						СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР
01			Охорона навколишнього середовища, згідно інструкції МВЯ790831													
02																
А 03	403		007	005	403007005 Комплектування											0,005
О 04		Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (33шт)														
05																
А 06	403		007	010	4030710 Розконсервація ДП											0,005
О 07		Розконсервація плати по ТТО 124781														
08																
А 09	403		007	015	403007015 Маркування заводського номеру											0,005
О 10		Маркувати заводський номер по ТТО 664170 (6шт)														
Т 11		Штамп РТ 125878														
М 12		Фарба ТНТФ-01				ГОСТ 12574-45							120	100	0,018	
13																
14																

Дубл																
Замість																
Підпис																

Аркуш 2

26 КР 172.403.007.03.000 | 26 КР 172.403.007.03.118

А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції	Позначення документу										
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу					Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр
А 01	403		007	020	403007020 Захист											0,003
О 02		Захист проводити згідно ТТП 245789 (6шт)														
Т 03		Дозатор латексу РТ 145792														
М 04		Латекс				ГОСТ 3242-83							180	100	0,05	
05																
А 06	403		007	025	403007025 Сушка											0,005
Б 07		Шафа сушильна РД 345218														
О 08		Сушку проводити згідно ТТ0654781														
09																
А 10	403		007	030	403007030 Формування виводів ЕРЕ											0,005
Б 11		Установка для формування виводів діодів, резисторів, конденсаторів РД012457														
12		Установка для формування виводів мікросхем, транзисторів РД010126														
О 13		Формування виводів ЕРЕ проводити згідно ТТП 124583 (103шт)														
14		1.Формувати конденсатори поз.5(С3) поз.6(С2,С5) згідно рис. 3 поз.7(С4) згідно рис.4, поз.8(С1)на рис.5 згідно карти ескізів по ТТП304325														
15		2. Формувати мікросхеми поз. 11(DD1) поз.12(DA2) згідно рис.6 .поз.10(DA1) згідно рис.7 перетворювач напруги поз.3(А1) згідно рис.8 згідно карти														
16		3. Формувати резистори поз.16(R1) поз.18(R4,,R9,) поз.19(R8) поз.20(R10) поз.21(R11)поз.22(R12, поз.24(R3) діод поз.26(VD1) згідно рис.1														
17		4. Формувати резистори поз.17(R5....R7) поз.23(R2) згідно рис.10 .згідно карти ескізів по ТТП237658														
18		5. Формувати транзистори поз. 29(VT1,VT2) згідно рис.7, реле поз.14(K1,K2) згідно рис.9 .згідно карти ескізів по ТТП237658														

Дубл															
Замість															
Підпис															

Аркуш 3

26 КР 172.403.007.03.000 | 26 КР 172.403.007.03.118

	А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції	Позначення документу										
	Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
	к-м	Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу					Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр
	01																
	02																
А	03	403		007	035	403007035 Залудження											0,21
Б	04		Тігель РТ 424231														
О	05		Лудити виводи ЕРЕ згідно ТТП532685 (96шт)														
Т	06		Пінцет РТ 235641														
М	07		Припой ПОС-61				ГОСТ 21931-76							180	100	0,29	
	08		Флюс АТІ-120				ГОСТ 32142-86							120	100	0,48	
	09		Спиртобензинова суміш				ГОСТ 443-76							120	100	0,48	
	10																
А	11	403		001	040	403001040 Установка ЕРЕ											0,02
О	12		Установку ЕРЕ проводити по ОСТ 4.010.030-81 з кроком координатної сітки 2,5мм														
	13		1.Установити конденсатори поз.5(С3) поз.6(С2,С5) згідно рис. 3 поз.7(С4) згідно рис.4, поз.8(С1)на рис.5 згідно карти ескізів по ТТП304325														
	14		2. Установити мікросхеми поз. 11(DD1) поз.12(DA2) згідно рис.6 .поз.10(DA1) згідно рис.7 перетворювач напруги поз.3(А1) згідно рис.8 згідно карти														
	15		3. Установити резистори поз.16(R1) поз.18(R4,,R9,) поз.19(R8) поз.20(R10) поз.21(R11)поз.22(R12, поз.24(R3) діод поз.26(VD1) згідно рис.1														
	16		4. Установити резистори поз.17(R5....R7) поз.23(R2) згідно рис.10 .згідно карти ескізів по ТТП237658														
	17		5. Установити транзистори поз. 29(VT1,VT2) згідно рис.7, реле поз.14(К1,К2) згідно рис.9 .згідно карти ескізів по ТТП237658														
Т	18		Кусачки РТ 145532														

Дубл															
Замість															
Підпис															

Аркуш 4

26 КР 172.403.007.03.000

26 КР 172.403.007.03.118

А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції	Позначення документу										
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу					Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр
01		Пінцет РТ 265641														
К 02	1	Плата друкована				26 КР 172.403.007.001001							796	100	100	
03	3	Перетворювач напруги			IHLK-PM12	"HI-LINK"							796	100	100	
04	3	Конденсатори			NPO-0,1мкФ ±5%	"Murata"							796	100	100	
05	5	Конденсатори			NPO-0,22мкФ ±5%	"Murata"							796	100	200	
06	6	Конденсатори			ECAP-10 В-100 мкФ ±20%	"Jamicon"							796	100	100	
07	7	Конденсатори			ECAP-400 В-2,2 мкФ ±20%	"Jamicon"							796	100	100	
08	10	Мікросхема			78L09ABZ	"ST Microelectronics"							796	100	100	
09	11	Мікросхема			CD4030BE	"ST Microelectronics"							796	100	100	
10	12	Мікросхема			LM324N	"Texas Instruments"							796	100	100	
11	14	Реле			G5LE1412DC	"Omron"							796	100	200	
12	16	Резистори			MFP-0,5-510кОм ± 10%	"Yageo"							796	100	100	
13	17	Резистори			3329H-1-1,5 кОм	"Bourns"							796	100	300	
14	18	Резистори			MFP-0,25-2,2кОм ± 10%	"Yageo"							796	100	200	
15	19	Резистори			MFP-0,25-16кОм ± 10%	"Yageo"							796	100	100	
16	20	Резистори			MFP-0,25-120кОм ± 10%	"Yageo"							796	100	100	
17	21	Резистори			MFP-0,25-180кОм ± 10%	"Yageo"							796	100	100	
18	22	Резистори			MFP-0,25-2200кОм ± 10%	"Yageo"							796	100	100	

Дубл															
Замість															
Підпис															

Аркуш 5

26 КР 172.403.007.03.000 | 26 КР 172.403.007.03.118

А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції	Позначення документу										
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу					Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр
01	23	Резистори			3329H-1-330 кОм	"Bourns"							796	100	100	
02	24	Резистори			MFP-0,25-1мОм ± 10%	"Yageo"							796	100	100	
03	26	Діод			1N4004 7	"Diotec"							796	100	100	
04	28	Транзистор			BC547C	"Diotec"							796	100	200	
05																
А 06	403		007	045	403007045 Автоматизована пайка											0,005
Б 07		Установка пайки хвилею АРП М6.890.001														
О 08		Пайку проводити згідно ТТП 316530 (96шт)														
М09		Припой ПОС-61				ГОСТ 21931-76							180	100	0,29	
10		Флюс АТ-120				ГОСТ 32142-82							120	100	0,48	
11		Спиртобензинова суміш				ГОСТ 443-76							120	100	0,48	
12																
А13	403		007	050	4030070050 Електромонтаж											0,004
О 14		1. Рихтувати елементи згідно ТТП 315826 (6шт)														
15		2. Установити перемички поз.2(6шт) згідно карти ескізів по ТТП254681														
К 16		Пайку проводити згідно ТТП 316530														
17	2	Перемичка				26 КР 172.403.007.001.002							796	100	600	
Т 18		Електропаяльник РТ 105278														

Дубл															
Замість															
Підпис															

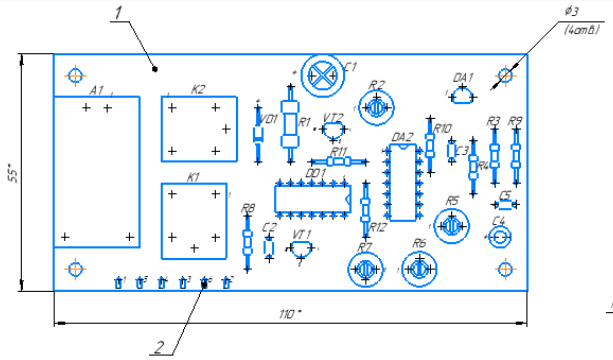
Аркуш 6

26 КР 172.403.007.03.000 | 26 КР 172.403.007.03.118

А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції	Позначення документу										
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу					Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр
01		Пінцет РТ 235641														
М02		Припой ПОС-61				ГОСТ 2131-76							180	100	0,018	
03		Флюс АТ1-120				ГОСТ 32142-82							120	100	0,03	
04		Спиртобензинова суміш				ГОСТ 443-76							120	100	0,03	
05																
06																
А 07	403		007	055	403007055 Регулювання											0,005
Б 08		Установка для регулювання РД 628413														
О09		Регулювати згідно інструкції 26 КР 172.403.007.02 і1														
10																
А 11	403		007	060	403007060 Лакування											0,005
Б 12		Установка для лакування РД 640138														
О 13		Лакувати плату по ТТП 156324														
М 14		Лак		АК-113		ГОСТ 23832-79							120	100	0,61	
15																
А 16	403		007	065	403007065 Технічний контроль											0,005
Б 17		Установка для регулювання РД 628413														
О 18		Перевірку провести по інструкції 26 КР 172.403.007.02 і2														

Дубл.									
Замість									
Підпис									
							Аркушів 7	Аркуш 7	
Розробив	Гоцко			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.403.007.03.000			26 КР 172.403.007.03.118	
Перевірив	Савчук								
Нормував				Вузол друкований					
Затвердив									
Н. контр.	Задорожний								

А	Цех	Діл	РМ	Опер	Код, назва операції	Позначення документу										
Б	Код, назва обладнання					СМ.	Прф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
К-М	Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу					Позначення, код						СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР



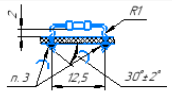


Рис. 1

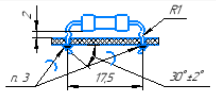


Рис. 2

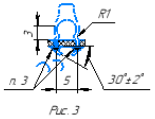


Рис. 3

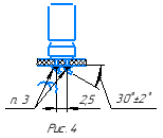


Рис. 4

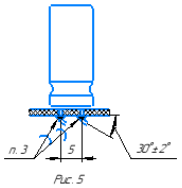


Рис. 5

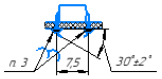


Рис 6

1. *Розміри для довідок.
2. Установку і формування елементів проводити з кроком координатної сітки 2,5 мм. Елементи формувати (установка і формування елементів на рисунках показан в масштабі 2:1): R1-на рис.2; R3, R4-R12, VD1-на рис. 1; C1 – на рис. 5; C4 -на рис. 4; DD1, DA2-на рис. 6; DA1, VT1,VT2-на рис. 7; A1-на рис. 8; K1 K2 -на рис. 9; R2, R5,R7-на рис. 10.
3. Паяти припоєм ПОС61 ГОСТ 21931-76.
4. Заводський номер, позначення елементів наносити фарбою ЧМ чорна, БМ біла, ТУ029-02-859-78.
Шрифт 2,5 по НО. 010. 007.
Місця розміщення маркування показані умовно.
5. Лакувати лаком АКА-113.
6. Позначення елементів показано умовно.
7. Друковані провідники умовно не показані.
8. Інші вимоги по ОСТ4ГО.070.015.

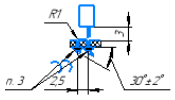


Рис 7

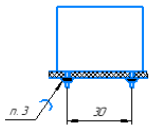


Рис 8

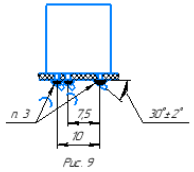


Рис 9

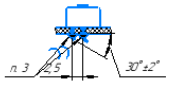


Рис 10

Дубл.									
Замість									
Підпис									
								Аркушів 5	Аркуш 1
Розробив	Гоцко			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.403.007.004.000				26 КР 172.403.007.04.00
Перевірив	Савчук								
Нормував				Релейно-трансформаторний стабілізатор змінної напруги				Н	
Затвердив									
Н. контр.	Задорожний								

А	Цех	Діл	РМ	Опер	Код, назва операції	Позначення документу										
Б	Код, назва обладнання					СМ.	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
К-М	Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу					Позначення, код						СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР
01			Охорона навколишнього середовища, згідно інструкції МВЯ790831													
А 02	403		07	005	4030701 Комплектування											0,005
О 03		Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (57шт)														
04																
А 05	403		09	010	4030902 Слюсарно-складальна											0,026
Б 06		Пневмовертп РТ 532964														
О 07		Складання проводити по ТТП 231587														
08		1. Кріпити вузол друкований поз.1 до нижньої кришки поз.4 гвинтами поз.13(4шт) через шайбу поз.15(4шт) гайкою поз.11(4шт) через шайбу поз17(4шт)згідно														
09		2. Кріпити трансформатор поз.8(TV1) до нижньої кришки поз.4 гвинтами поз.13(4шт) через шайбу поз.15(4шт) гайкою поз.11(4шт) згідно карти ескізів														
10		3. Кріпити запобіжник поз.5(FU1) в тримач під запобіжник поз.2 на верхню кришку поз.3 гайкою поз.12(1шт) через шайбу поз.16(1шт) згідно карти														
11		4. Кріпити розетку поз.10(XS11) гвинтами поз.13(2шт) через шайбу поз.15(2шт) гайкою поз.11(4шт) згідно карти ескізів														
12		5. Кріпити вольтметр поз.6(PV1) та перемикач поз.7(SA1) на верхню .кришку поз.3 шнур мережевий поз.9(XP1) згідно карти ескізів														
К 13	1	Вузол друкований				26 КР 172.403.007.001.000 СК							796	100	100	
14	2	Тримач під запобіжник				26 КР 172.403.007.001.001							796	100	100	

Дубл															
Замість															
Підпис															

Аркуш 2

26 КР 172.403.007.004.000

26 КР 172.403.007.04.00

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	3	Верхня кришка				26 КР 172.403.007.004.001							796	100	100	
02	4	Нижня кришка				26 КР 172.403.007.004.002							796	100	100	
03	5	Запобіжник			RB300-30-3 A-250B	"ECE"							796	100	100	
04	6	Цифровий вольтметр			V27T-DL	"Murata"							796	100	100	
05	7	Перемикач			A14B1K11	"EMAS"							796	100	100	
06	8	Трансформатор			B78386-P1116-A	"Epcos"							796	100	100	
07	9	Шнур мережевий			LT-322 H05VV-F 3*0.75	"Lian Dung"							796	100	100	
08	10	Розетка			V01-11-R14-S	"Volsten"							796	100	100	
09	11	Гайка			M2,5-6H	ГОСТ 5916-70							796	100	800	
10	12	Гайка			M8-6H	ГОСТ 5916-70							796	100	100	
11	13	Гвинт			Г2,5-6gx10	ГОСТ 17473-80							796	100	800	
12	15	Шайба			2,5	ГОСТ 10450-78							796	100	1600	
13	16	Шайба			8	ГОСТ 10450-78							796	100	100	
14	17	Шайба діелектрична			2,5	ГОСТ 10450-78							796	100	100	
15																
16																
17																
18																

Дубл															
Замість															
Підпис															

Аркуш 3

26 КР 172.403.007.004.000 | 26 КР 172.403.007.04.00

	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																
А	02	403		007	015	4030703 Електромонтаж											0,006
О	03		Електромонтаж здійснювати по ТТП 316530 (6шт)														
	04		1. Паяти перемички до запобіжника поз.5(FU1) до трансформатора поз.8(TV1) розетки поз.10(XS1) вольтметра поз.6(PA1) перемикача поз.7(SA1)														
Т	05		Пінцет РТ 235641														
	06		Електропаяльник РТ 105278														
М	07		Припой ПОС-61				ГОСТ 2131-76							120	100	0,018	
	08		Флюс АТ-120				ГОСТ 32142-82							180	100	0,03	
	09		Спиртобензинова суміш				ГОСТ 443-76							180	100	0,03	
	10																
А	11	403		07	020	40307004 Слюсарно-складальна											0,003
Б	12		Пневмоверт РТ 532964														
О	13		Складання проводити по ТТП 231587														
	14		1. Кріпити кришку верхню поз.3 до кришки нижньої поз.4 гвинтами самонарізаючими поз.13(12шт) згідно карти ескізів ТТП123837 4.8														
	15	13	Гвинт самонарізаючий М2,5-1-6				ГОСТ 10619-80							796	100	1200	
	16																
	17																
	18																

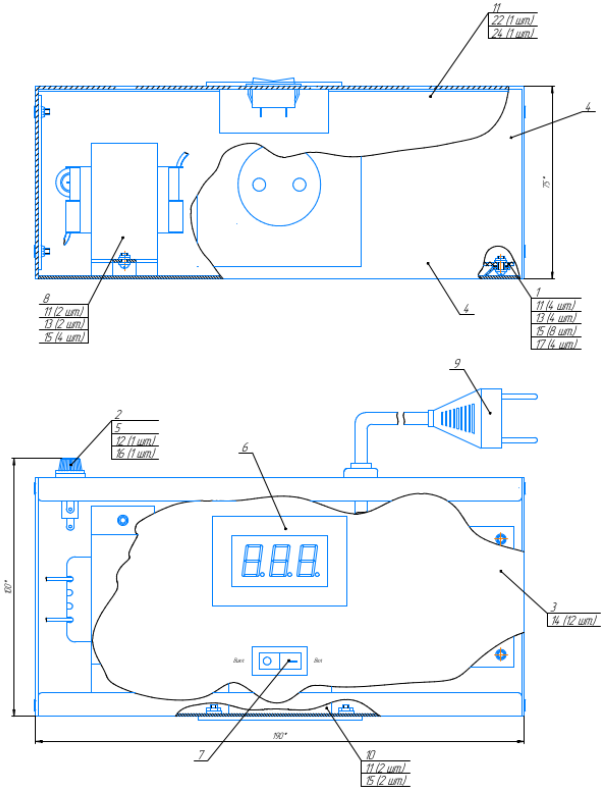
Дубл																	
Замість																	
Підпис																	

Аркуш 4

26 КР 172.403.007.004.000 | 26 КР 172.403.007.04.00

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																
А 02	403		07	025	40307005 Регулювання											0,005
Б 03		Установка для регулювання РД 628413														
О 04		Регулювати згідно інструкції 26 КР 172.403.07.002.000 і1														
05																
А 06	403		07	030	40207006 Контроль якості											0,005
Б 07		Пульт РТ 445127														
О 08		Провести візуальний контроль виробу, перевірку електричних параметрів згідно інструкції 26 КР 172.403.07.02.000 і2														
09																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																

Дубл.									
Замість									
Підпис									

						Аркушів 5	Аркуш 5
Розробив	Гоцко			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.403.007.004.000		26 КР 172.403.007.04.00
Перевірив	Савчук						
Нормував				Релейно-трансформаторний стабілізатор змінної напруги		Н	
Затвердив							
Н. контр.	Задорожний						

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 матеріал					Позначення, код						СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР