

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 зарядного пристрою Li-Ion акумуляторів

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

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

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

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Гоц Олександр Андрійович

(прізвище та ініціали)

Керівник Іващук А.Д.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Паляниця Ю.Б.

(прізвище та ініціали)

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

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

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

_____ **Гоц Олександр Андрійович** _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи _____ **Розробка конструкції зарядного пристрою Li-Ion акумуляторів** _____
керівник кваліфікаційної роботи _____ **Івашук Андрій Дмитрович** _____,
(прізвище, ім'я, по батькові)

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

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 16.06.2026 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:

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

Анотація

Вступ. Призначення і область застосування радіопристрою

Розділ 1 Загальна частина

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Розділ 2 Спеціальна частина

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покрить

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.

- 2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази
- 2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів
- 2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу
- 2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності)
- 2.1.7 Розрахунок надійності проектного виробу
- 2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.
- 2.2 Технологічна частина
 - 2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології
 - 2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки
 - 2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів
 - 2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла
 - 2.2.5 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу
- Розділ 3 Економічна частина
 - 3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень.
 - 3.2 Визначення собівартості спроектованого виробу.
 - 3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.
- Розділ 4 Охорона праці
 - 4.1 Функції служби охорони праці підприємства
 - 4.2 Чинники, що впливають на тяжкість ураження людини електричним струмом (електричного характеру)
- Висновки
- Перелік посилань
- Додатки

Додаткові вказівки:

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

без виготовлення макета

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

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Отримання і аналіз технічного завдання	20.04	20.04
2	Збір і узагальнення інформації по проекту	13.05	13.05
3	Написання першого розділу	25.05	25.05
4	Розробка технічного та робочого проекту	29.05	29.05
5	Написання спеціального розділу	29.05	29.05
6	Розрахунок економічної частини	25.05	25.05
7	Написання розділу охорони праці	26.05	26.05
8	Виконання графічної частини	19.05	19.05
9	Оформлення проекту	08.06	08.06
10	Погодження нормоконтролю	12.06	12.06
11	Попередній захист проекту	16.06	16.06
12	Захист проекту		24.06

7. Дата видачі завдання 20 квітня 2026 р.

Студент

(підпис)

Гоц О.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Іващук А.Д.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....

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

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

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

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....

2.1 Розрахунково-конструкторська частина.....

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

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

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою.....

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

2.2 Технологічна частина.....

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

2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції.

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Гоц			Розробка конструкції зарядного пристрою Li-Ion акумуляторів Пояснювальна записка	Лім.	Арк.
Перевір.		Іващук					
Рецензент						ВСП ТФК ТНТУ ТР-402 м. Тернопіль	
Н. Контр.		Задорожний					
Затверд.							

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

2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла.....

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

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....

3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

3.2 Розрахунок собівартості продукції.....

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

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....

4.1 Функції служби охорони праці підприємства.....

4.2 Чинники, що впливають на тяжкість ураження людини електричним струмом (електричного характеру).....

ВИСНОВКИ.....

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....

ДОДАТКИ.....

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Гоц А.О. Розробка конструкції зарядного пристрою Li-Ion акумуляторів: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційний рівень молодший спеціаліст, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026.

Корпус складається з двох кришок, коритоподібної форми. Габаритні розміри корпусу приладу 143мм*198мм*52мм. Між двома кришками кріпиться роз'єм живлення XS1. На верхній кришці кріпляться накладки під кнопки та скло під індикатор, також контакти для батареї та батарея.

Друкована плата має просту прямокутну форму без складних конструктивних елементів, що сприяє спрощенню процесу виготовлення та зменшенню витрат матеріалів. Її габарити становлять 150×110 мм і визначені з урахуванням технологічних вимог та економічної доцільності. Співвідношення сторін і товщина плати відповідають стандартам, що забезпечує уніфікацію та сумісність із типовими виробничими процесами.

Розміщення елементів виконано з урахуванням їх функціонального призначення та зручності користування. Основна частина компонентів розташована на одній стороні плати, тоді як індикатор HG1, кнопки SB1–SB4 на іншій. Індикатор розміщено в центральній частині для забезпечення зручного візуального контролю, кнопки — у нижній зоні для зручності керування.

Ключові слова: мікроконтроллер, зарядний пристрій, напруга, акумулятори.

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Gots A.O. Development of the design of a charger for Li-Ion batteries: qualification work for obtaining the educational and qualification level of a junior specialist, in the specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026.

The housing consists of two covers, trough-shaped. The overall dimensions of the device housing are 143mm*198mm*52mm. An XS1 power connector is attached between the two covers. The upper cover is attached to the buttons and glass for the indicator, as well as contacts for the battery and the battery.

The printed circuit board has a simple rectangular shape without complex structural elements, which helps to simplify the manufacturing process and reduce material consumption. Its dimensions are 150×110 mm and are determined taking into account technological requirements and economic feasibility. The aspect ratio and thickness of the board comply with standards, which ensures unification and compatibility with typical production processes.

The placement of the elements is made taking into account their functional purpose and ease of use. The main part of the components is located on one side of the board, while the HG1 indicator, SB1–SB4 buttons are on the other. The indicator is located in the central part for convenient visual control, the buttons are in the lower area for ease of control.

Keywords: microcontroller, charger, voltage, batteries.

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Проектований зарядний пристрій призначений для заряджання та контрольованого розряджання літій-іонних (Li-Ion) акумуляторів із можливістю вимірювання їх основних електричних параметрів. Пристрій забезпечує визначення ємності акумулятора в одиницях мА·год та Вт·год, що дозволяє оцінювати технічний стан та ефективність роботи акумуляторних елементів.

У процесі роботи здійснюється безперервний контроль напруги, струму та температури акумулятора, а також реалізовано можливість встановлення граничних значень напруги заряджання і розряджання. Це підвищує безпеку експлуатації акумуляторів і запобігає їх пошкодженню внаслідок перезаряду, глибокого розряду або перегріву. Додатково пристрій оснащений звуковою індикацією для оперативного інформування користувача про стан роботи та аварійні режими.

Завдяки можливості налаштування струму заряджання та розряджання, а також встановлення ємності акумулятора, пристрій може бути адаптований до різних типів Li-Ion елементів та режимів їх експлуатації.

Область застосування даного виробу є досить широкою. Він може використовуватись у побутових умовах для обслуговування акумуляторів портативної електроніки (ліхтарі, електроінструменти, павербанки), у майстернях з ремонту електронної техніки, а також у лабораторних умовах для проведення вимірювань і досліджень характеристик акумуляторів. Крім того, пристрій може застосовуватись радіоаматорами та інженерами під час розробки, тестування і налагодження електронних пристроїв, що використовують Li-Ion джерела живлення.

Таким чином, проектований зарядний пристрій поєднує в собі функції зарядного, розрядного та вимірювального приладу, що робить його універсальним засобом для роботи з літій-іонними акумуляторами [1].

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні дані проєктованого пристрою:

1. Напруга живлення приладу.....+12В;
2. Споживаний струм до 300...800 мА;
3. Температура роботи.....-10.....+35°C;
4. Відносна вологість85%;
5. Відображення параметрівна LCD-дисплеї;
6. Звукова індикаціязумер SMA-13LC-P10;
7. Діапазон вимірювання ємності акумулятора:100–5000 мА·год;
8. Дискретність встановлення ємності:100 мА·год;
9. Режим вимірювання ємності:заряд/розряд (мА·год та Вт·год);
10. Діапазон встановлення струму заряджання:0,1С–1С з кроком 0,1С;
11. Діапазон встановлення напруги заряджання/розряджання: ..0,0–9,99 В.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

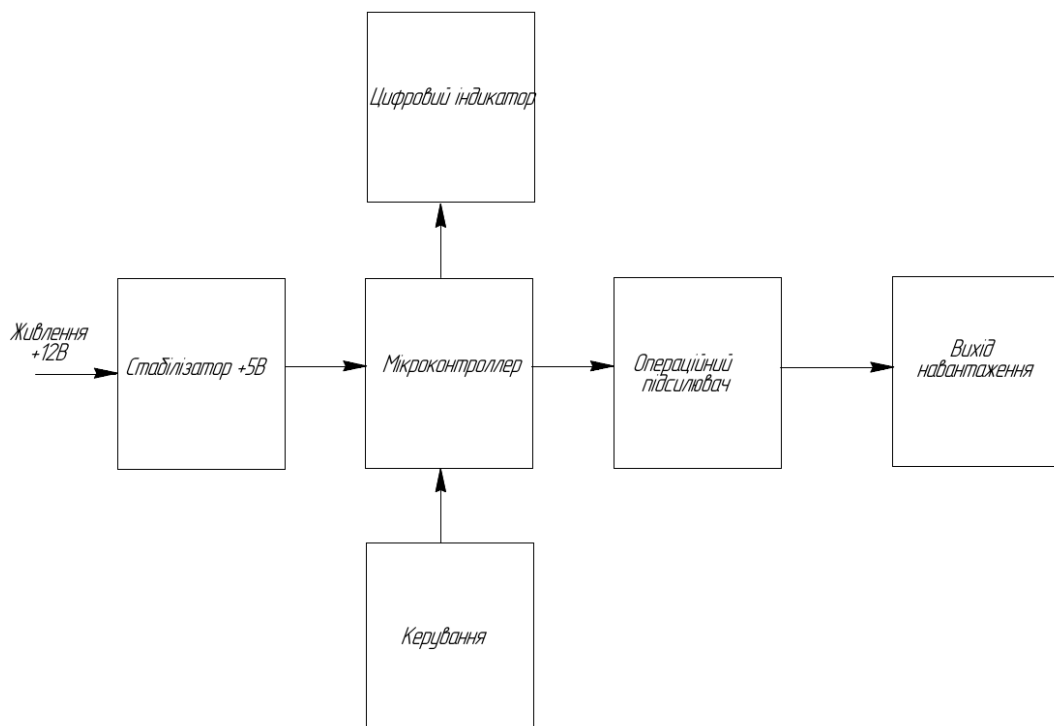


Рисунок 1.1- Схема електрична структурна

Основні вузли схеми:

- Джерело живлення +12 В – вхідна напруга, яка може надходити від мережевого адаптера або автомобільної системи.
- Стабілізатор +5 В – понижує та стабілізує напругу для живлення цифрових вузлів та мікроконтролера.
- Мікроконтролер – виконує алгоритм заряджання Li-Ion акумулятора (CC/CV – постійний струм/постійна напруга), контролює температуру, напругу та струм.
- Операційний підсилювач – використовується для вимірювання струму заряджання через шунт та формування сигналів зворотного зв'язку.
- Цифровий індикатор – відображає рівень заряду, напругу та стан процесу.
- Вихід навантаження – підключення Li-Ion акумулятора, де реалізується контрольований процес заряджання.
- Керування-кнопки для управління приладом.

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Пристрій забезпечує можливість як заряджання, так і розряджання акумуляторної батареї. Передбачено вимірювання ємності акумулятора в одиницях мА·год та Вт·год у процесі як заряду, так і розряду. Реалізовано контроль температури акумулятора з можливістю встановлення граничного значення напруги.

Максимальний струм заряджання становить 5 А, а струм розряджання — до 2 А. Користувач може задавати максимальну напругу заряджання та мінімальну напругу розряджання. У головному меню доступне налаштування ємності акумулятора, а також струму заряджання або розряджання.

Пристрій оснащений звуковою індикацією. Напруга живлення становить 9–12 В, при цьому споживаний струм залежить від встановленого струму

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заряджання. У режимі розряджання допускається використання блока живлення зі струмом на виході близько 0,5 А. Увімкнення пристрою супроводжується звуковим сигналом і відображенням вітального екрану.

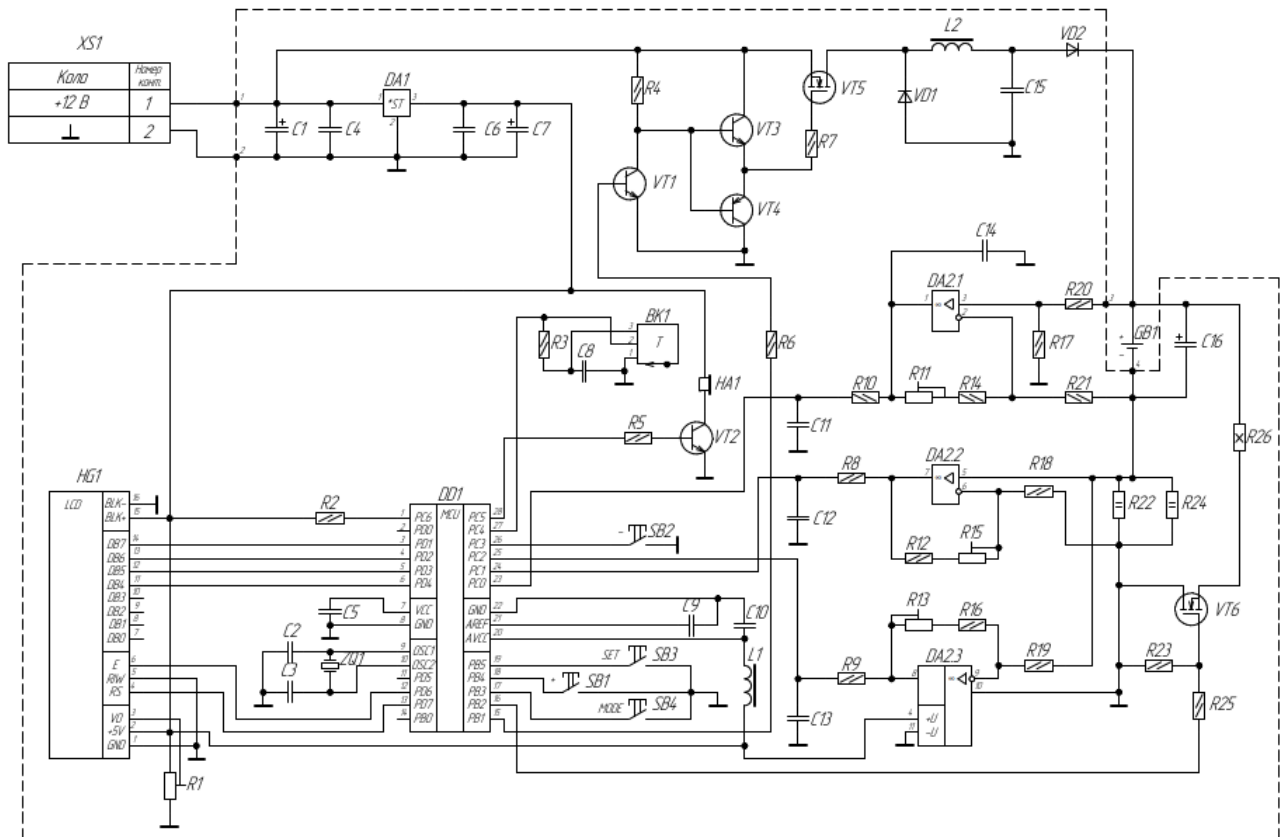


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

На дисплеї відображається така інформація:

- у верхньому рядку зліва — напруга акумулятора;
- у верхньому рядку справа — температура акумулятора;
- у правому верхньому куті — індикатор стану батареї;
- у нижньому рядку зліва — значення ємності акумулятора «С», яке можна встановлювати в діапазоні 100–5000 мА·год з кроком 100 мА·год;
- у нижньому рядку справа — значення основного струму заряджання в межах 0,1С–1С з кроком 0,1С.

Керування пристроєм здійснюється за допомогою кнопок PLUS, MINUS, SET та MODE:

– кнопка PLUS використовується для збільшення параметрів у режимі налаштування, а також для відображення додаткової інформації (час, струм, передана ємність та енергія);

– кнопка MINUS призначена для зменшення значень параметрів;

– кнопка SET забезпечує перехід між вікнами налаштувань;

– кнопка MODE дозволяє перемикатися між параметрами у вибраному меню, а тривале натискання в основному режимі запускає або зупиняє процес заряджання чи розряджання.

У разі перевищення встановленого температурного порогу пристрій подає короткий звуковий сигнал з періодичністю один раз на секунду.

Налаштування здійснюється поетапно:

Після натискання кнопки SET у головному меню можна встановити ємність акумулятора та струм заряджання.

Повторне натискання SET відкриває меню вибору режиму (заряд або розряд), де також задається максимальна допустима температура.

У наступному меню встановлюються мінімальна та максимальна напруга в діапазоні 0,0–9,99 В. Пристрій автоматично контролює коректність введених значень.

Через 10 секунд після завершення налаштувань або під час запуску процесу всі параметри зберігаються в енергонезалежній пам'яті.

Алгоритм розряджання передбачає виконання процесу зі струмом, встановленим для заряджання, до досягнення мінімально допустимої напруги. Завершення розряду супроводжується коротким звуковим сигналом [1].

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

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

Компонування проектного виробу виконано з урахуванням функціонального призначення кожного вузла, вимог ергономіки, зручності складання та подальшого технічного обслуговування. Основною метою компонування є забезпечення компактного розміщення всіх електронних та механічних елементів у межах заданих габаритів корпусу, а також створення умов для стабільної та надійної роботи пристрою.

Внутрішній простір корпусу поділено на функціональні зони. У центральній частині розташована друкована плата, яка є основним функціональним вузлом виробу. Таке розміщення дозволяє рівномірно розподілити навантаження та забезпечити зручне підключення всіх зовнішніх і внутрішніх елементів.

Органи керування (кнопки SB1–SB4) винесені у зону, найбільш зручну для користувача, що забезпечує інтуїтивне керування пристроєм. Індикатор HG1 розташований у полі прямої видимості, що дозволяє швидко отримувати інформацію про стан пристрою без додаткових дій.

Елементи живлення та батарейний відсік розміщені таким чином, щоб забезпечити швидкий доступ для заміни батареї без необхідності повного розбирання корпусу. Це значно підвищує зручність експлуатації та зменшує час обслуговування виробу.

Роз'єм живлення XS1 встановлено в місці, яке забезпечує мінімальне механічне навантаження на з'єднання та зручність підключення зовнішнього джерела живлення. Загальне компонування спрямоване на оптимізацію внутрішнього простору, зменшення довжини з'єднувальних провідників і підвищення надійності електричних з'єднань.

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, компонування виробу забезпечує баланс між компактністю, функціональністю та технологічністю складання.

Вибір конструкційних матеріалів для корпусу та друкованої плати здійснено з урахуванням механічних, електричних, теплових та технологічних вимог, а також економічної доцільності виробництва.

Для виготовлення корпусу доцільно застосовувати ударостійкі полімерні матеріали, такі як ABS-пластик або полікарбонат. Ці матеріали характеризуються достатньою механічною міцністю, стійкістю до ударних навантажень та вібрацій, а також малою масою. Крім того, вони добре піддаються литтю під тиском, що забезпечує високу точність виготовлення деталей і зниження собівартості серійного виробництва.

ABS-пластик має добрі діелектричні властивості, що є важливим для електронних пристроїв, оскільки зменшує ризик коротких замикань. Полікарбонат, у свою чергу, може використовуватися у зонах, де необхідна підвищена прозорість або ударостійкість, наприклад для захисного скла індикатора.

Для кнопок керування та накладок також застосовуються полімерні матеріали з підвищеною зносостійкістю, що забезпечує довговічність при багаторазовому механічному впливі.

Друкована плата виготовляється на основі склотекстоліту типу FR-4, який є стандартним матеріалом у виробництві електроніки. Він має високу механічну міцність, термостійкість та стабільні електроізоляційні властивості, що дозволяє забезпечити надійну роботу виробу в різних умовах експлуатації.

Для провідникових доріжок використовується мідне покриття, яке забезпечує низький електричний опір і високу провідність. Для захисту мідних провідників від окислення та підвищення надійності пайки застосовується захисне покриття типу HASL або ENIG. Такі покриття підвищують корозійну стійкість, покращують якість паяння та збільшують термін служби виробу.

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатково можуть застосовуватися лакофарбові або захисні діелектричні покриття, які захищають плату від вологи, пилу та інших зовнішніх факторів.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Корпус складається з двох кришок, коритоподібної форми. Габаритні розміри корпусу приладу 143мм*198мм*52мм. Між двома кришками кріпиться роз'єм живлення XS1. На верхній кришці кріпляться накладки під кнопки та скло під індикатор, також контакти для батареї та батарея.

Друкована плата має просту прямокутну форму без складних конструктивних елементів, що сприяє спрощенню процесу виготовлення та зменшенню витрат матеріалів. Її габарити становлять 150×110 мм і визначені з урахуванням технологічних вимог та економічної доцільності. Співвідношення сторін і товщина плати відповідають стандартам, що забезпечує уніфікацію та сумісність із типовими виробничими процесами.

Розміщення елементів виконано з урахуванням їх функціонального призначення та зручності користування. Основна частина компонентів розташована на одній стороні плати, тоді як індикатор HG1, кнопки SB1–SB4 на іншій. Індикатор розміщено в центральній частині для забезпечення зручного візуального контролю, кнопки — у нижній зоні для зручності керування.

Виготовлення друкованої плати передбачено з використанням фольгованого склотекстоліту марки СФ2–35–1,5ІКП відповідно до вимог ГОСТ 10316-78. Для її виробництва обрано комбінований позитивний метод, який широко застосовується при виготовленні двосторонніх плат і є технічно доцільним.

Незважаючи на більш складний технологічний процес, зокрема необхідність металізації отворів, що збільшує вартість, цей метод забезпечує можливість реалізації складних електричних схем із високою щільністю монтажу та компактними розмірами виробу.

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У процесі проектування друкованого вузла дотримано основних принципів компонування. Забезпечено раціональну щільність розташування елементів, що дозволило досягти компактності конструкції.

Водночас зменшено паразитні електричні зв'язки між компонентами, що позитивно впливає на стабільність роботи та технічні характеристики пристрою. Розміщення елементів також враховує зручність складання, налагодження та подальшого обслуговування.

Монтаж електрорадіоелементів виконано із застосуванням компонентів зі штировими виводами. Вони встановлюються у наскрізні отвори плати з подальшим загинанням, обрізанням виводів у межах контактних площадок і паянням методом хвилі припою. Такий підхід забезпечує високу надійність електричних з'єднань, достатню механічну міцність та ефективне використання площі плати.

Під час компонування враховано вимоги теплового режиму та електромагнітної сумісності. Забезпечено умови для природного охолодження за рахунок конвекції повітря.

Напівпровідникові прилади та інтегральні мікросхеми розташовані на достатній відстані від джерел тепла та можливих джерел електромагнітних завад. Також передбачено зручний доступ до елементів, які потребують регулювання або обслуговування.

Крок встановлення інтегральних мікросхем обрано з урахуванням щільності компонування, температурних режимів роботи та особливостей електричної схеми.

Дотримано необхідні міжелементні зазори, що забезпечує надійність функціонування пристрою та зменшує взаємний вплив компонентів. Мікросхеми розміщено з одного боку плати відповідно до технології наскрізного монтажу, що гарантує їх надійне механічне кріплення [32].

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1 - Конденсатор типу ЕСАР [2]

Позиційне позначення	C1, C7, C16
Назва компонента	Конденсатор ЕСАР
Виробник	"Jamicon"
Критерії вибору	Ємність, струм, габарити
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга	16 В
Номінальна ємність	330 мкФ, 220мкФ, 2200мкФ
Допуск ємності	$\pm 20\%$
Розмір	13 x 13 x 20 мм
Робоча температура	-55 ... 105 ° C
Тангенс кута втрат	0,14%

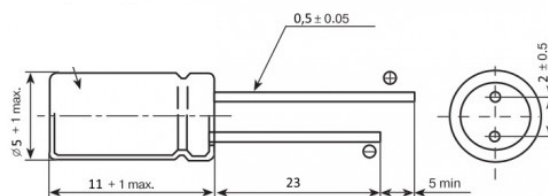


Рисунок 12.1- Габаритні розміри конденсатора типу ЕСАР

Таблиця 2.2 - Резисторів MFP [3]

Позиційне позначення	R2-R10, R12, R14-R26
Назва компонента	резисторів MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність, напруга, відповідність схеми
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,125 Вт
діапазон номінальних опорів	1...10·10 ⁶ Ом
допустиме відхилення опору	$\pm 10\%$
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	-60.....+70°C

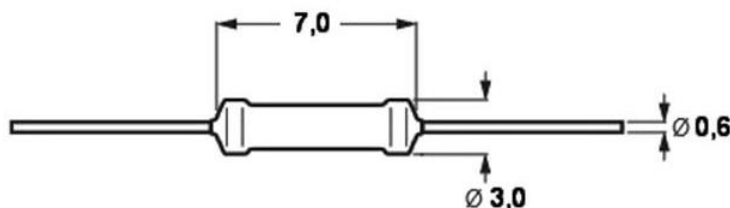


Рисунок 2.2- Габаритні розміри резисторів MFP "Yageo"

Таблиця 2.3 - Конденсатор NPO [4]

Позиційне позначення	C2-C6,C8....C15
Назва компонента	Конденсатор NPO
Виробник	"Murata"
Критерії вибору	Напруга, струм, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50В
відхилення ємності від номінального значення	±10%;
інтервал робочих температур	-40°C...+100°C
відносна вологість	до 98%
група ТКЄ	H20
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ
діапазон тиску	6,6-2942гПа

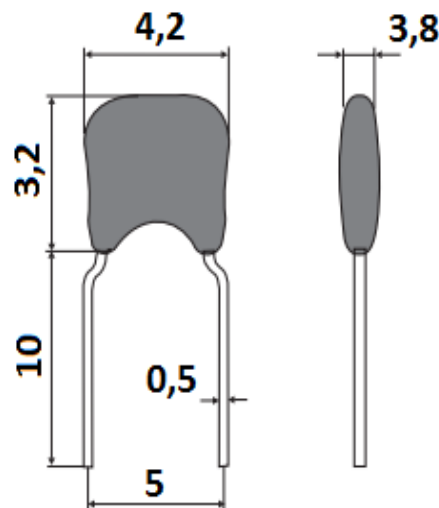


Рисунок 2.3- Габаритні розміри конденсатора NPO

Таблиця 2.4 - Мікросхема L7805ABV "ST Microelectronics" [5]

Позиційне позначення	DA1
Назва компонента	Мікросхема L7805ABV
Виробник	"Hottech"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, корпус
Параметри та характеристики	
Корпус	TO220
Максимальний вихідний струм	до 1.5 А
Максимальна вхідна напруга, В	40
Діапазон вхідної напруги	від 7 В до 35 В.
Точність вихідної напруги	±2%
Робоча температура	від -40°C до +125°C
Струм власного споживання	близько 4.3 мА

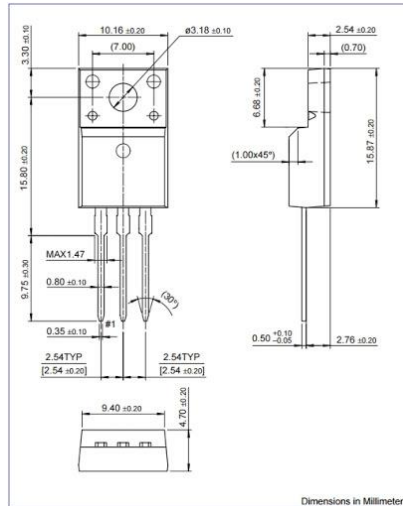


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри стабілізатора 78L05 ABV

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

Позиційне позначення	R1, R11, R15
Назва компонента	Резистор 3329H-1 "Bourns"
Виробник	"Bourns"
Критерії вибору	Лінійність, опір, розміри
Параметри конструкції	Див.рис.2.5
Параметри та характеристики	
номінальний опір	1 кОм, 5кОм
номінальне відхилення, %	10
максимальне постійна напруга	500
температурний коефіцієнт +/-	250
гранична вібрація	10 ... 500Гц, 0.75мм, 6г
інтервал робочих температур	-55 ... + 125

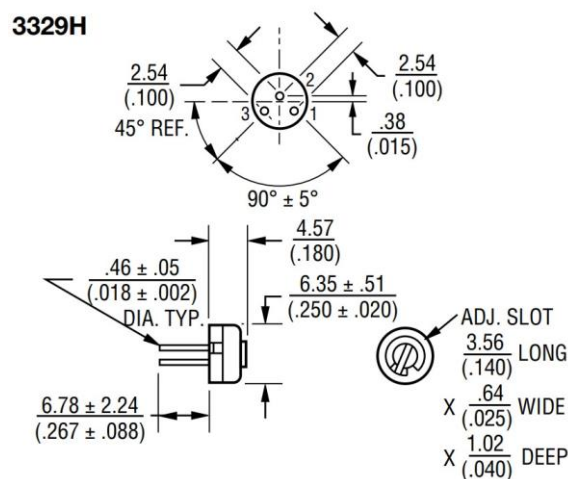


Рисунок 2.5 – Габаритні розміри резистора підстроювального 3329H-1

Таблиця 2.6 - Резистор 3329Н-1 "Bourns" [7]

Позиційне позначення	SB1-SB4
Назва компонента	Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180
Виробник	"KLS"
Критерії вибору	Розмір, принцип роботи, струм, напруга
Параметри та характеристики	
Робоча напруга, В	12
Робочий струм, А	0.05
Розмір, мм	6x6
Висота / довжина кнопки з штовхачем (до контактів), мм	9.5
Висота / довжина штовхальника, мм	6

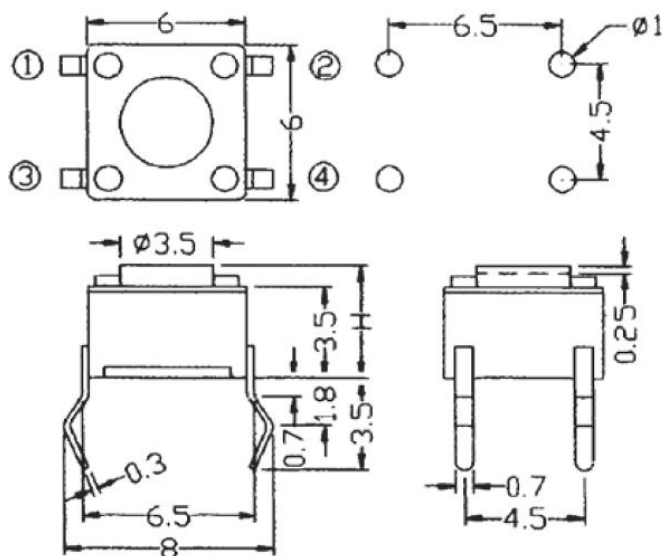


Рисунок 2.6 – Габаритні розміри кнопки тактова KLS7-TS6601-13.0-180

Таблиця 2.7 - Мікросхема ATmega8-16PU [8]

Позиційне позначення	DD1
Назва компонента	Мікросхема ATmega8-16PU
Виробник	"Microchip"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, принцип роботи
Параметри та характеристики	
Корпус	DIP-28
Ядро	8-бітне AVR RISC.
Flash (прошивка)	8 КБ
SRAM	1 КБ
Тактова частота	від 0 до 16 МГц
Робоча напруга	від 4.5 В до 5.5 В

[illegible]

Таблица 2.8 - Кварцевый резонатор КХ-ЗНТ-8м Гц "Geyer" [9]

Позиційне позначення	ZQ1
Назва компонента	Кварцевий резонатор КХ-ЗНТ-
Виробник	"Geyer"
Критерії вибору	Частота, розміри, напруга вхідна
Параметри та характеристики	
Номінальна частота	8мГц
Точність частоти	±20 ppm або ±30 ppm
Еквівалентний послідовний опір (ESR)	до 40–60 Ом
Температурна стабільність	±30 ppm або ±50 ppm
Робоча температура	від -20°C до +70°C
Тип зрізу кристала	АТ-cut
Робочий температурний діапазон	–40...+85 °С

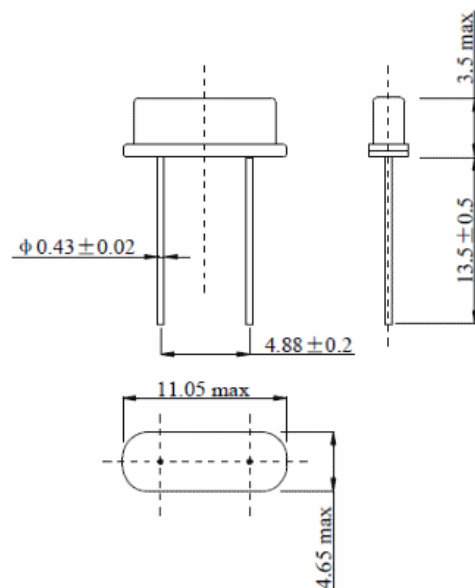


Рисунок 2.8 – Габаритні розміри кварцевий резонатор КХ-ЗНТ

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.9- Діод SF56 "LGE" [10]

Позиційне позначення	VD1, VD2
Назва компонента	Діод SF56
Виробник	"LGE"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
матеріал	кремній
корпус	DO-35
максимальна постійна зворотна напруга	75В
максимальна імпульсна зворотна напруга	120В
максимальний час зворотного відновлення	0,004мкс
діапазон робочих температур	-65...+150°C
максимально допустимий прямий імпульсний струм	0,45А
максимальний зворотній струм	5 мкА

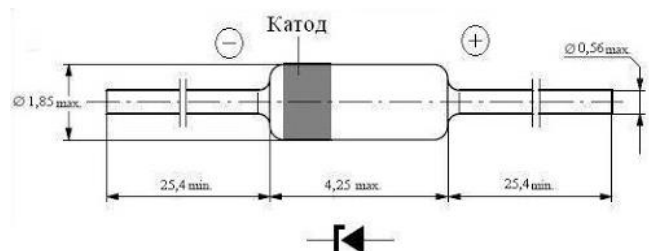


Рисунок 2.9– Габаритні розміри діода SF56 "LGE"

Таблиця 2.10- Транзистор BC550A [11]

Позиційне позначення	VT2
Назва компонента	Транзистор BC550A
Виробник	"ON Semiconductor"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,
Параметри та характеристики	
Тип провідності	NPN
Максимальна напруга колектор-емітер (V_{ce0})	30 В
Розсіювана потужність (P_c)	500 мВт
Температурний діапазон переходу (T_j)	-55...+150 °C
Коефіцієнт підсилення струму (h_{FE})	110–220
Максимальний струм колектора (I_c)	100 мА
Корпус	TO-92
Гранична частота (f_t)	~150 МГц

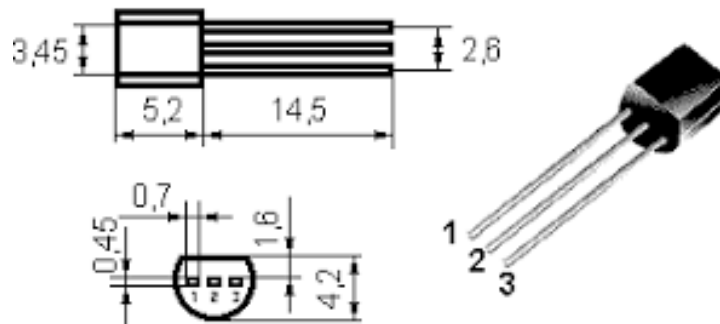


Рисунок 2.10 – Габаритні розміри транзистора BC550A

Таблиця 2.11– Дросель EC24-100K "Bourns" [12]

Позиційне позначення	L1, L2
Назва компонента	Дросель EC24-100K
Виробник	"Bourns"
Критерії вибору	Номинал індуктивності, робоча напруга, струм
Параметри та характеристики	
Індуктивність	100мГн, 68мГн
Допуск	±10 %
Максимальний струм	≈ 0.95 А
Опір обмотки (RDC)	до 1.2 Ω
Частота вимірювання	1 кГц
Тип сердечника	феритовий
Тип монтажу	ТНТ (вивідний, через отвори

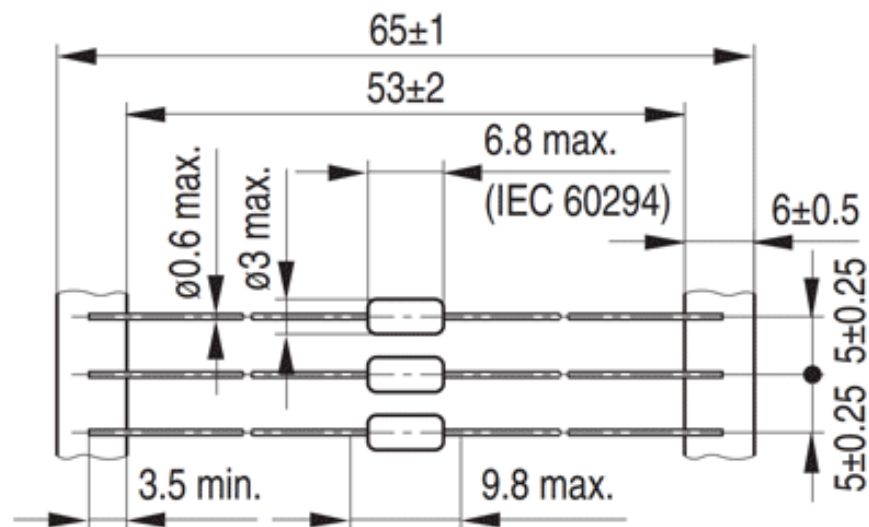


Рисунок 2.11 – Габаритні розміри дросель EC24-100K

Таблиця 2.12 – Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron" [13]

Позиційне позначення	HA1
Назва компонента	Зумер SMA-13LC-P10
Виробник	"Sonitron"
Критерії вибору	Номінальна напруга, робоча напруга, максимальний струм
Параметри конструкції	див.рис.2.13
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга	VDC 12
Робоча напруга, VDC	1.5-16
Максимальний струм, мА	8
Мінімальний рівень звукового тиску	85дБ/10см
Резонансна частота, кГц	4.0 ± 0.5
Тип сигналу	безперервний
Робоча температура, °C	-20 ... +70
Вага, г	2

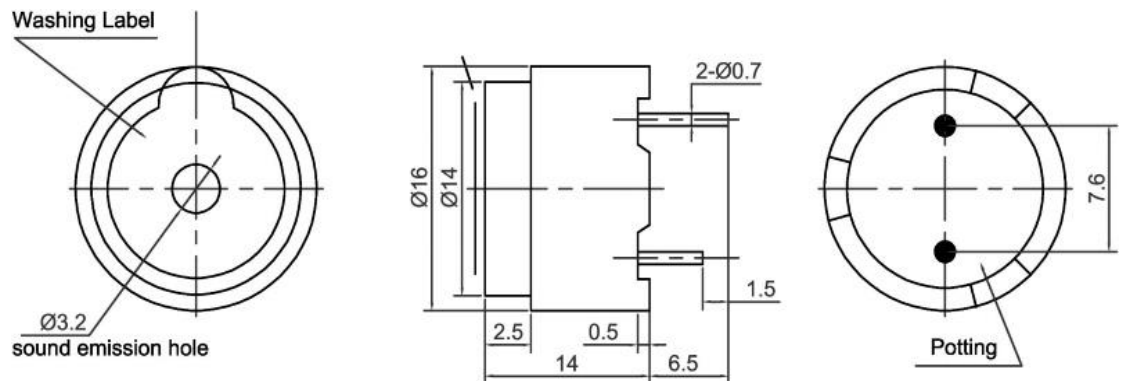


Рисунок 2.12 – Габаритні розміри зумера SMA-13LC-P10 "Sonitron"

Таблиця 2.13 - Датчик температури DS18B20 "Smartmodule" [14]

Позиційне позначення	BK1
Назва компонента	Датчик температури DS18B20
Виробник	"Smartmodule"
Критерії вибору	Вхідна напруга, струм, вимірювальна температура
Параметри та характеристики	
Діапазон вимірювання	від -55°C до +125°C.
Точність	±0.5°C (у діапазоні від -10°C до +85°C).
Час перетворення	макс. 750 мс
Напруга живлення	від 3.0 В до 5.5 В
Корпус	TO-92
Інтерфейс	1-Wire
Роздільна здатність	налаштовувана від 9 до 12 біт

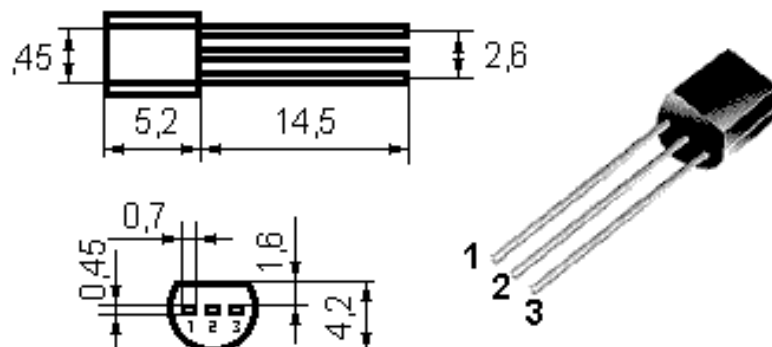


Рисунок 2.13 – Габаритні розміри датчика температури DS18B20

Таблиця 2.14 – Мікросхема LM324AN "Texas Instruments" [15]

Позиційне позначення	DA2
Назва компонента	Мікросхема LM324AN
Виробник	"Texas Instruments "
Критерії виробу	Струм та вхідна напруга, параметри, вихідна напруга
Параметри та характеристики	
Напруга живлення (single supply)	3...30 В DC
ДС коефіцієнт підсилення	~100 дБ
Робоча температура	-40...+85 °C
Корпус	DIP-14
Вхідний зсув напруги	~2 мВ
Вхідний струм зміщення	~20 нА

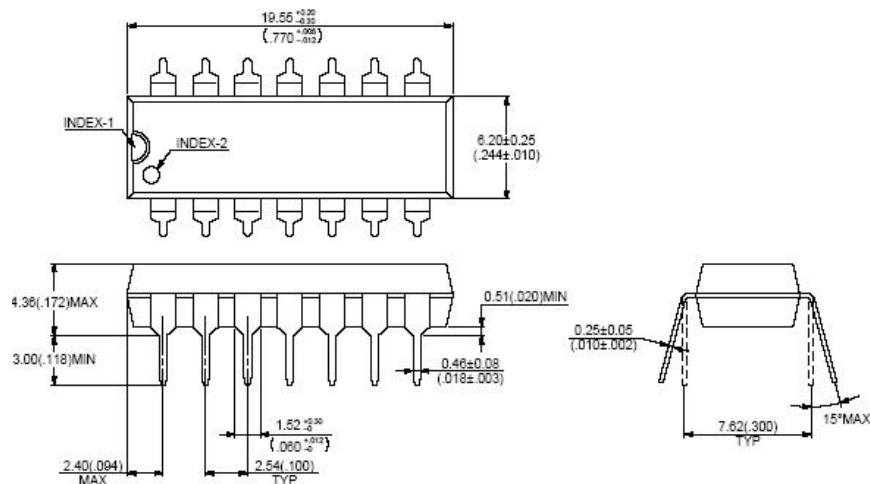


Рисунок 2.14 - Габаритні розміри мікросхеми LM324AN "Texas Instruments"

Таблиця 2.15 - Роз'єм DS-025B "Dragon City" [16]

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



Рисунок 2.15 - Зовнішній вигляд роз'єму DS-025B

Таблиця 2.16– Цифровий індикатор BC56-12EWA "Kingbright" [17]

Позиційне позначення	HG1
Назва компонента	Індикатор BC56-12EWA "Kingbright"
Виробник	Kingbright
Критерії вибору	Розмір, функції, параметри
Параметри та характеристики	
Додатковий символ	точка
Колір світіння	червоний
Довжина хвилі, нм	640
Мінімальна сила світла Іv хв., Мкд	8
Максимальна сила світла Іv макс., Мкд	24
Кількість сегментів	7
Кількість розрядів	3
Робоча температура, С	-40 ... 85
Вага, г	6.19.
Висота знака, мм	14.22

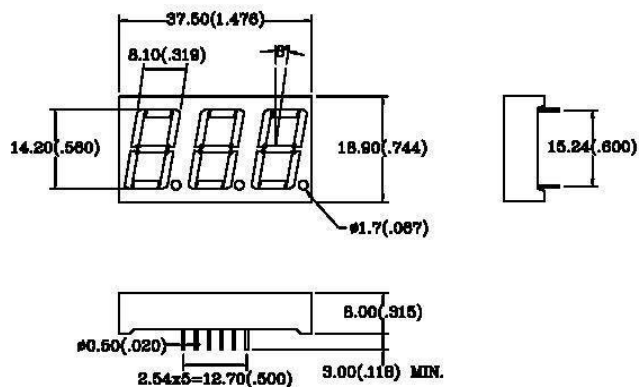


Рисунок 2.16- Габаритні розміри індикатора BC56-12EWA "Kingbright"

Таблиця 2.17 – Транзистор IRF4905 "UMW" [18]

Позиційне позначення	VT5
Назва компонента	Транзистор IRF4905
Виробник	"UMW"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм вихідний
Параметри та характеристики	
Тип	Р-канальний MOSFET
Максимальна напруга стік-витік	-55 В
Максимальна потужність розсіювання	200 Вт
Порогова напруга затвору	-2...-4 В
Корпус	TO-220AB
Робоча температура	-55...+175 °С

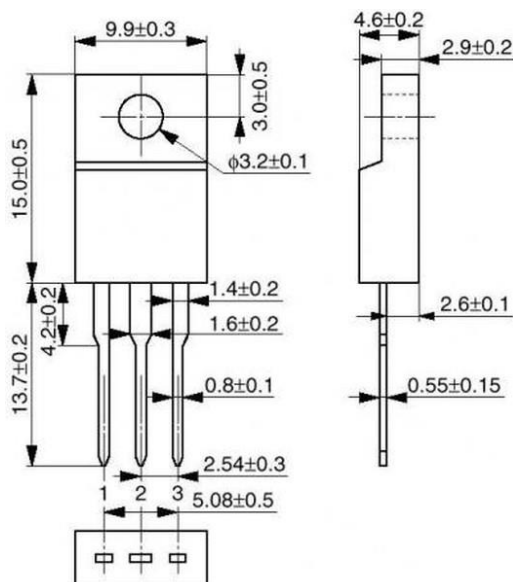


Рисунок 2.17 – Габаритні розміри транзистора IRF4905 "UMW"

Таблиця 2.18 – Транзистор IRFZ44N [19]

Позиційне позначення	VT6
Назва компонента	Транзистор IRFZ44N
Виробник	"UMW"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм вихідний
Параметри та характеристики	
Тип	N-канальний MOSFET
Максимальна напруга стік–витік	55 В
Максимальна потужність розсіювання	~94 Вт
Корпус	TO-220
Робоча температура	–55...+175 °С
Максимальна напруга затвор–витік	±20 В

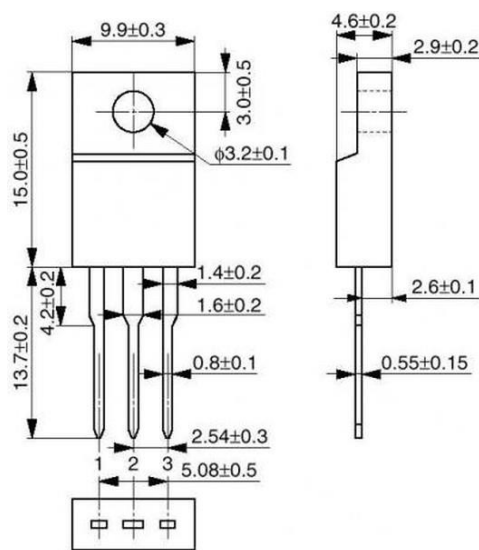


Рисунок 2.18 – Габаритні розміри транзистора IRFZ44N

Таблиця 2.19 – Транзистор C945-GR "LGE" [20]

Позиційне позначення	VT1, VT3
Назва компонента	Транзистор C945-GR
Виробник	"LGE"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм вихідний
Параметри та характеристики	
Тип	NPN біполярний
Максимальна напруга колектор–емітер	50 В
Максимальна напруга емітер–база	5 В
Розсіювана потужність (Pc)	~400 мВт
Коефіцієнт підсилення струму (hFE)	200...400
Гранична частота (fT)	~150 МГц
Корпус	TO-92
Робоча температура	–55...+150 °С

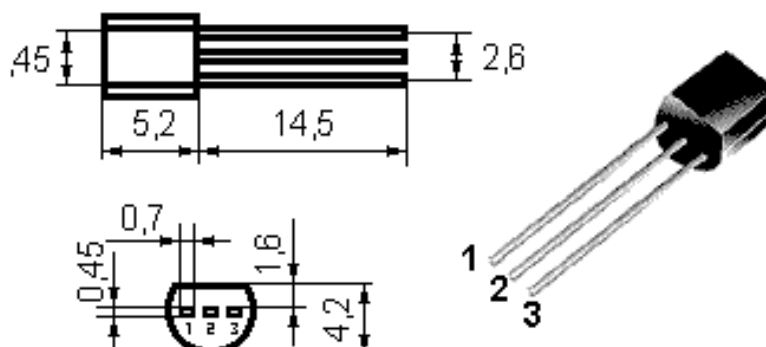


Рисунок 2.19 – Габаритні розміри транзистора C945-GR "LGE"

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

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

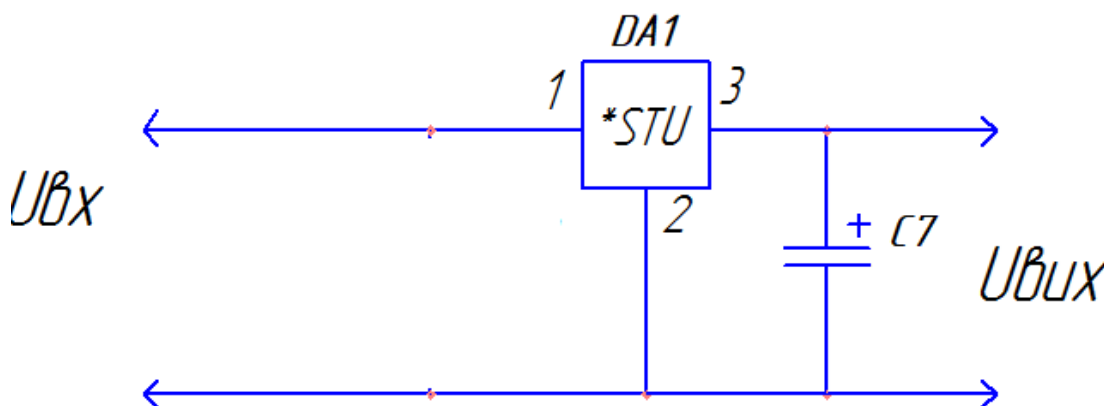


Рисунок 2.20 – Схема стабілізатора і конденсатора

Вибір ІМС виконується за заданими $U_{\text{ст вих}}$, $I_{\text{ст вих max}}$, $K_{\text{стU}}$, γ ,

$R_{CT\ BIX}$ із таблиці 2.20. Бажано віддавати перевагу тим ІМС, які працюють з меншою кількістю зовнішніх елементів. При цьому повинні виконуватися наступні умови

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

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

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

Таблиця 2.20 - Параметри стабілізаторів

Тип ІМС	$U_{CT\ BIX}$, В (min... max)	$U_{CT\ BIX}$, В (min... max)	$K_{нстU}$, % $\frac{B}{A}$ не більше за	$K_{нстU}$, % $\frac{B}{A}$ не більше за	$K_{CT\ CT}$, дБ на 1кГц не більше за	α_U , % °C не більше за	$I_{CT\ BIX}$, А (max)	$P_{CT\ роз}$, Вт без радіатора/ з радіатором	$I_{CT\ СП}$, мА	$U_{CT\ ВД}$, В не більше за
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K142EHNA	9...20	3...12	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1B	9...20	3...12	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1B	9...20	3...12	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1Г	9...20	3...12	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2A	20...40	12...30	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2B	20...40	12...30	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2B	20...40	12...30	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2Г	20...40	12...30	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
KT42EH3	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	3
K142EH4	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	4
K142EH5A	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5B	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5B	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
K142EH5Г	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH5A	7,5...15	4,9...5,1	0,05	2	60	0,03	-	1,2/10	10	2,5
KP142EH5B	8,5...15	5,88...6,12	0,05	2	60	0,03	3	1,2/10	10	2,5
KP142EH5B	7,5...15	4,82...5,18	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH5Г	8,5...15	5,8...6,2	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH6A	-...40	14,7...15,3	0,0015	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
KP142EH6B	-...40	14,7...15,3	0,005	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142EH6B	-...40	14,7...15,3	0,0025	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142EH6Г	-...40	14,7...15,3	0,0075	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
142EH8A	11,5...35	8,73...9,27	0,05	0,67	40	0,02	1,5	-/9	10	2,5
142EH8B	11,5...35	11,64...12,36	-	-	-	-	-	-	-	-

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 KP 172.402.012.000.000 ПЗ

Арк.

Було обрано стабілізатор 7805 "Hottech", який має параметри такі як в КР142ЕН5А.

Незалежно від типу обраної ІМС визначаємо наступні параметри

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

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

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

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

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

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

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

Можливі граничні значення ККД

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

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

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

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

Передбачається, що струм споживаний стабілізатором є малим

$$I_{CT BIX} \equiv I_{CT BX} \cdot$$

Визначення ємності конденсатора за формулою:

$$C_0 = \frac{H}{rK_{I0}} \quad (2.6)$$

де C_0 – ємність, мкФ;

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

r – опір, Ом.

$$C_0 = \frac{65}{10 \cdot 0,03} = 216,66 (\text{мкФ})$$

Розраховуємо робочу напругу:

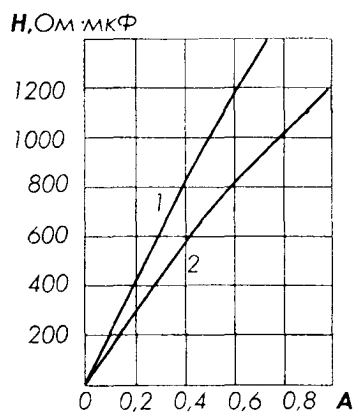


Рисунок 2.21 – Графік для визначення коефіцієнта Н:

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

$$U_{роб} = 1,4 \cdot 11 = 15,4 (В)$$

Вибираємо тип конденсатора з довідника за параметрами $C_{0 \text{ ном}}$ і $U_{роб}$.

Вибираємо електролітичний конденсатор типу ЕСАР-16 В-220 мкФ $\pm 20\%$ "Jamicon" номінальною ємністю 220 мкФ та на робочу напругу 16 В.

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Виходячи з технологічних можливостей виробництва вибрано комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85 [23].

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

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{доп}} * t} = \frac{1A}{48 \frac{A}{\text{мм}^2} * 0,035\text{м}} = 0,6\text{мм} \quad (2.8)$$

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

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

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

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

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

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_{\text{д}} * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом.мм}^2}{\text{м}} * 1A * 0,5\text{м}}{0,9B * 0,035\text{м}} = 0,5\text{мм} \quad (2.9)$$

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

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

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

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

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

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

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

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

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

$d_{E2}=1,0$ – для транзистора VT6, VT5, мікросхеми DA1, резисторів R13, R11, R15, R1, зумера HA1.

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

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

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

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

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

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

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

δd і δp - допуски на розташування отворів і контактних площадок;

$$\delta d = 0,25 \text{ мм, } \delta p = 0,4 \text{ мм.}$$

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

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

де: Δd - допуск на отвір.

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

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

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

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

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

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

Максимальний діаметр контактної площадки:

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

$$D_{\max 1} = 2,82 + 0,02 = 2,82 \text{ мм}$$

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

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

$$b_{\min} = b_{1\min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.15)$$

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

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

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

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

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

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

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

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Оцінка теплових режимів роботи проектного виробу виконується з метою визначення умов нормального функціонування електронних компонентів, забезпечення їхньої надійності та запобігання перегріву в процесі

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

експлуатації. Тепловий режим є одним із ключових факторів, що впливає на довговічність та стабільність роботи пристрою.

У процесі роботи виробу основними джерелами тепловиділення є активні електронні компоненти, зокрема мікроконтролер (якщо використовується), стабілізатори напруги, елементи індикації та інші вузли, що споживають електричну потужність. Виділена ними теплова енергія передається на друковану плату та частково розсіюється в навколишнє середовище через корпус пристрою.

Корпус виробу виготовлений із полімерного матеріалу, який має відносно низьку теплопровідність. Це означає, що відведення тепла здійснюється переважно шляхом природної конвекції через вентиляційні зазори та поверхню корпусу. З урахуванням невеликої потужності електронної схеми, така система охолодження є достатньою для забезпечення нормального теплового режиму без використання додаткових активних охолоджуючих елементів (вентиляторів або радіаторів значного розміру).

Друкована плата виготовлена з матеріалу FR-4, який має помірну теплопровідність і здатний рівномірно розподіляти локальні теплові навантаження. Для зменшення перегріву найбільш тепловиділяючі компоненти розміщуються з урахуванням відстаней між ними, що дозволяє уникнути локальних зон перегріву та забезпечує рівномірне теплове поле на платі.

Особливу увагу приділено розміщенню елементів у корпусі: компоненти, які виділяють більше тепла, розташовуються у верхній або центральній частині виробу, де забезпечується краща циркуляція повітря. Це сприяє ефективнішому відведенню тепла та зниженню температури всередині корпусу.

Оцінка теплового режиму показує, що при нормальних умовах експлуатації температура елементів не перевищує допустимих значень, встановлених технічними характеристиками компонентів. Запас по температурі забезпечує стабільну роботу виробу навіть при підвищенні температури навколишнього середовища або тривалій безперервній роботі.

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою

Надійність характеризується рядом розрахункових показників, найбільш важливими з яких є інтенсивність відмов, середнє напрацювання до відмови, імовірність безвідмовної роботи.

Надійність – це властивість виробу виконувати задані функції в певних умовах експлуатації при збереженні значень основних параметрів в заданих межах.

Імовірність безвідмовної роботи вказує на те, яка частина виробів із заданої їх кількості буде працювати безвідмовно протягом заданого часу. Інтенсивністю відмов називають кількість відмов за одиницю часу, що приходить на один виріб, який продовжує працювати в даний момент часу.

Середнє напрацювання до відмови знаходять при перевірці великої кількості виробів. Чим більше значення ТСР, тим краща надійність виробу. Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [22]:

Таблиця 2.21 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	К _{нопр}	I _{відм} *1e-06	К-сть*К _{нав} від*1e-06
1	Мікросхеми	3	1	0,03	0,09
2	Діоди	2	0,35	0,7	0,49
3	Конденсатори електролітичні	3	0,4	2,4	2,88
4	Конденсатори керамічні	13	0,1	1,4	1,82
5	Резистори постійні	22	0,42	0,8	7,392
6	Резистори підстроювальний	4	0,42	5	8,4
7	Дросель	2	0,1	1	0,2
8	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
9	Пайки	194	1	0,02	3,88
10	Батареї	1	1	30	30
11	Індикатор	1	1	40	40
12	Роз'єм	1	1	0,05	0,05
13	Транзистори	6	0,35	4	8,4
14	Резонатор кварцевий	1	1	0,2	0,2
15	Зумер	1	1	0,79	0,79
16	Кнопки	4	1	2,2	8,8

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 9.3492×10^{-5} 1/год

Середня наробка до відмови: 10696.1 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999066$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.990694$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.910745$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.392617$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.000087$

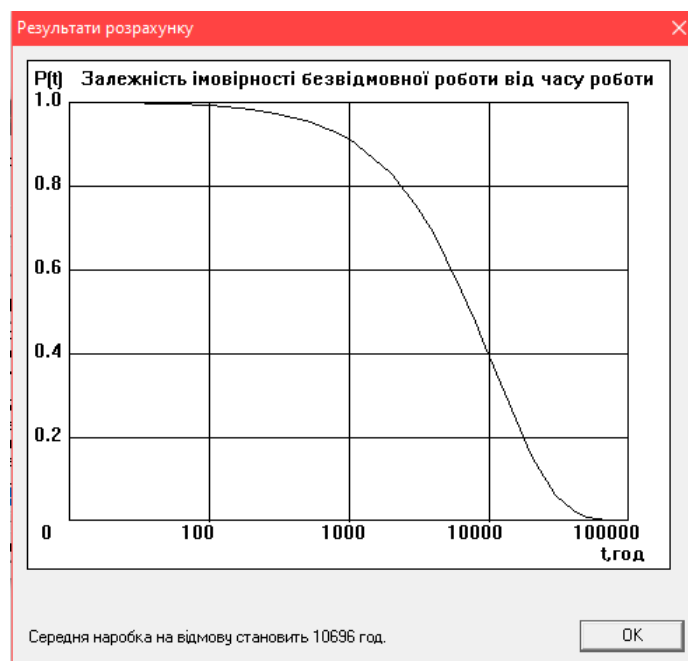


Рисунок 2.22 - Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 10696 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Техніко-економічний аналіз конструкції проектного виробу виконується з метою оцінки доцільності прийнятих конструктивних рішень, рівня витрат на виготовлення, а також співвідношення між функціональними можливостями пристрою та його собівартістю. Основним завданням є підтвердження того, що конструкція є технологічною, економічно обґрунтованою та придатною для серійного виробництва.

З технічної точки зору конструкція виробу характеризується простотою та уніфікованістю. Корпус складається з двох основних деталей, що спрощує процес складання та зменшує кількість операцій під час виробництва. Відсутність складних механічних вузлів і надлишкових конструктивних елементів позитивно впливає на надійність виробу та знижує ймовірність відмов.

Друкована плата має прямокутну форму без складних вирізів і нестандартних контурів, що значно спрощує її виготовлення. Таке рішення дозволяє використовувати стандартні технологічні процеси виробництва друкованих плат, включаючи автоматизоване різання, свердління та пайку компонентів. Це зменшує витрати часу та підвищує стабільність якості продукції.

Розміщення елементів на платі виконано з урахуванням мінімізації довжини з'єднувальних доріжок та раціонального використання площі, що дозволяє зменшити витрати на матеріали та покращити електричні характеристики виробу. Використання стандартних радіоелементів також позитивно впливає на економічну ефективність, оскільки такі компоненти є доступними та недорогими.

З економічної точки зору важливим фактором є зниження собівартості виготовлення корпусу та друкованої плати. Застосування полімерних матеріалів (наприклад, ABS-пластику) дозволяє використовувати технологію

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

лиття під тиском, яка є економічно вигідною при серійному виробництві. Це забезпечує низьку вартість виготовлення однієї деталі при великих обсягах випуску.

Додатковим фактором економічної ефективності є мінімізація ручних операцій при складанні виробу. Завдяки продуманому компонованню всі елементи легко монтуються, що скорочує час складання та зменшує витрати на оплату праці.

Також слід враховувати витрати на експлуатацію та обслуговування виробу. Простота конструкції забезпечує легкий доступ до основних вузлів, що знижує витрати на ремонт та заміну елементів у процесі використання.

Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить 12В, а струм споживання 1А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=12*1= 12 \text{ (Вт)} \quad (2.19)$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу

Конструкція корпусу проектного виробу виконана у вигляді двох складових частин — верхньої та нижньої кришок коритоподібної форми. Така конструкція забезпечує зручність складання, доступ до внутрішніх елементів під час монтажу та подальшого обслуговування. Загальні габаритні розміри корпусу становлять 143×198×52 мм, що дозволяє компактно розмістити всі функціональні вузли виробу при збереженні достатнього внутрішнього простору.

З'єднання двох кришок корпусу здійснюється таким чином, щоб забезпечити надійну фіксацію внутрішніх елементів та виключити їх зміщення під час експлуатації. Між верхньою і нижньою частинами корпусу встановлюється роз'єм живлення XS1, який виконує функцію підключення

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зовнішнього джерела живлення та забезпечує стабільність електричного контакту. Розташування роз'єму вибрано з урахуванням зручності підключення та мінімізації механічних навантажень на з'єднання.

На верхній кришці корпусу передбачено розміщення декоративно-функціональних елементів, зокрема накладок під кнопки керування, захисного скла індикатора, а також елементів живлення. Батарейний відсік із контактною групою розташований таким чином, щоб забезпечити просту заміну елементів живлення без необхідності повного розбирання пристрою. Це підвищує зручність експлуатації та обслуговування виробу.

Друкована плата пристрою виконана у вигляді прямокутної конструкції без складних вирізів, отворів чи додаткових конструктивних ускладнень. Такий підхід значно спрощує технологію виготовлення, підвищує надійність виробу та зменшує витрати на виробничий процес. Габаритні розміри плати становлять 150×110 мм і визначені на основі конструктивних, технологічних та економічних вимог. Вибрані параметри забезпечують оптимальне розміщення всіх елементів схеми та можливість їх зручного монтажу.

Співвідношення сторін друкованої плати, а також її товщина відповідають діючим стандартам виробництва електронних пристроїв. Це забезпечує уніфікацію виробу, сумісність із типовими технологічними процесами пайки та складання, а також підвищує загальну механічну міцність конструкції.

Розміщення електронних компонентів на друкованій платі виконано відповідно до функціонального призначення кожного елемента та вимог ергономіки. Основна частина радіоелементів розташована на одній стороні плати, що спрощує процес автоматизованого або ручного монтажу та подальшого контролю якості. На протилежній стороні встановлено індикатор HG1 та кнопки керування SB1–SB4.

Індикатор HG1 розміщений у центральній частині плати для забезпечення максимально зручного візуального сприйняття інформації

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

користувачем. Таке розташування дозволяє швидко зчитувати показники без додаткового зміщення пристрою. Кнопки керування SB1–SB4 розташовані в нижній зоні, що забезпечує зручний доступ до них під час експлуатації та інтуїтивне керування пристроєм.

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

Технологічність конструкції проектного виробу визначається як сукупність властивостей, що забезпечують простоту виготовлення, складання, контролю та ремонту виробу при мінімальних витратах часу, праці та матеріалів. У даному випадку конструкція виробу є технологічно доцільною та відповідає вимогам серійного виробництва.

Корпус виробу виконаний із двох основних деталей простої геометричної форми, що значно спрощує процес їх виготовлення методом лиття під тиском. Відсутність складних поверхонь, підрізів та нестандартних елементів забезпечує легке виймання деталей із прес-форм та знижує вартість інструментального оснащення.

Друкована плата має прямокутну форму без вирізів і складних контурів, що позитивно впливає на технологічність її виготовлення. Така форма дозволяє використовувати стандартні технологічні процеси — фотолітографію, травлення, свердління та автоматизовану пайку компонентів.

Розміщення елементів є раціональним і забезпечує доступність для монтажу та контролю. Використання переважно стандартних радіоелементів підвищує технологічність, оскільки вони не потребують індивідуальної підгонки або спеціальних умов монтажу.

Загалом конструкція виробу характеризується високим рівнем уніфікації, мінімальною кількістю складних операцій та можливістю застосування автоматизованих методів складання, що є ознакою високої технологічності.

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для виготовлення та складання виробу застосовується стандартний набір інструментів і технологічного оснащення, що забезпечує ефективність і точність виконання операцій.

При виготовленні друкованої плати використовуються:

- фотошаблони для перенесення рисунка провідників;
- установки для фотолітографії;
- обладнання для травлення мідного шару;
- свердлильні верстати з високою точністю;
- автоматизовані або напівавтоматизовані лінії для нанесення паяльної

маски та покриття контактних площадок.

Під час монтажу електронних компонентів застосовуються:

- паяльні станції з регулюванням температури;
- термофени для монтажу SMD-компонентів (за наявності);
- пінцети та монтажні інструменти для точного встановлення дрібних

елементів;

- лупи або мікроскопи для контролю якості пайки;
- антистатичні засоби захисту (ESD-браслети, килимки).

Для складання корпусу використовуються:

- викрутки стандартних типорозмірів;
- ручний інструмент для фіксації елементів (пасатижі, кусачки);
- пристрої для запресовування або фіксації елементів корпусу (залежно

від конструкції);

- шаблони або кондуктори для точної установки друкованої плати

всередині корпусу.

Для контролю якості готового виробу застосовуються:

- мультиметри для перевірки електричних параметрів;
- тестові стенди для функціонального контролю;
- візуальний контроль із використанням збільшувальних приладів.

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Виготовлення друкованої плати для розроблюваного виробу здійснюється із застосуванням двостороннього комбінованого технологічного процесу, який охоплює як механічні, так і хіміко-технологічні операції обробки мідного покриття. Такий метод дозволяє досягти високої точності відтворення провідникового рисунка, забезпечити стабільні електричні параметри з'єднань і створити умови для щільного розміщення радіоелементів на обмеженій площі.

На першому етапі технологічного циклу готується основа з фольгованого діелектричного матеріалу. Далі мідна поверхня проходить очищення та підготовку до формування захисного шару відповідно до заданої топології друкованої плати. Створення провідникової структури виконується за допомогою фотолітографічного методу або шляхом нанесення трафаретного захисного шару з подальшим хімічним видаленням незахищених ділянок міді методом травлення.

Після завершення операції травлення виконується свердління отворів, призначених для монтажу компонентів і формування міжшарових з'єднань. Для забезпечення електричної взаємодії між шарами застосовуються металізовані отвори, що підвищує надійність плати та дозволяє реалізувати більш складні електричні схеми в компактному виконанні.

На завершальному етапі друкована плата очищується від технологічних залишків і забруднень, після чого на провідникові доріжки наноситься захисне покриття. Воно запобігає окисненню міді, підвищує корозійну стійкість і сприяє збільшенню терміну експлуатації виробу.

В основі конструкції плати використовується склотекстоліт FR-4, який характеризується високою механічною міцністю, термостійкістю та стабільними електроізоляційними властивостями. Мідне покриття забезпечує низький опір провідників і надійність електричних з'єднань.

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У ході виробництва застосовується ряд допоміжних матеріалів і технологічних речовин, зокрема:

- фоточутливі фоторезисти або спеціальні плівкові покриття для формування захисного рисунка;
- хімічні розчини для травлення міді (наприклад, хлорне залізо або персульфат натрію);
- флюсові матеріали та припої, що використовуються під час подальшого монтажу компонентів;
- очищувальні склади, зокрема ізопропіловий спирт, для видалення забруднень;
- захисні лаки та ізоляційні покриття для додаткового захисту провідникових доріжок.

Застосування двостороннього комбінованого технологічного процесу забезпечує отримання компактної та технологічної друкованої плати з високою щільністю монтажу, підвищеною надійністю та стабільністю роботи, що повністю відповідає вимогам до конструкції розроблюваного пристрою.

2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

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

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

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{епе}}} = \frac{3}{3 + 61} = 0,05 \quad (2.20)$$

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

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{A.M} = \frac{H_{A.M}}{H_M} = \frac{170}{194} = 0,88 \quad (2.21)$$

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

H_M – загальна кількість монтажних з'єднань.

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

$$K_{M.П.ERE} = \frac{H_{M.П.ERE}}{H_{ERE}} = \frac{56}{61} = 0,92 \quad (2.22)$$

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

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

$$K_{ПОВТ.ERE} = 1 - \frac{H_{T.ERE}}{H_{ERE}} = 1 - \frac{43}{61} = 0,3 \quad (2.23)$$

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

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

$$K_{ЗАСТ.ERE} = 1 - \frac{H_{T.OP.ERE}}{H_{T.ERE}} = 1 - \frac{61}{61} = 0 \quad (2.24)$$

де $H_{T.OP.ERE}$ кількість типорозмірів оригінальних ЕРЕ у виробів

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

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

$$K_{ВСТ.P} = 1 - \frac{H_{ВСТ.P}}{H_{ERE}} = 1 - \frac{10}{61} = 0,84 \quad (2.25)$$

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $N_{\text{вст.р}}$ кількість видів встановлених розмірів РЕ у виробі

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

$$K_{\phi} = \frac{D_{\text{пр}}}{D} = \frac{1}{1} = 1 \quad (2.26)$$

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

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0,05*1 + 0,88*1 + 0,92*0,75 + 0,3*0,5 + 0*0,310 + 0,84*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,53 \quad (2.27)$$

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

Відношення K/K_n повинно задовольняти умову:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad (2.28)$$

Перевіряємо умову: $\frac{0,53}{0,5} = 1,06 \geq 1$.

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 верхню частину корпусу;

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- кріплення друкованого вузла до верхньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів;
- кріплення скла під індикатор та накладки під кнопку;
- кріплення контакту А та контакту Б на верхню кришку;
- фіксація кришок за допомогою гвинтів та кріплення ніжок [32].

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

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

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

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

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

Вартість будівель розраховується за формулою:

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

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

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

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

$S_{\text{буд}}$ – площа будівлі, м² (приймається 100м²).

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

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

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

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

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

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

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

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

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

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

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

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

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

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 - Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

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

3.2 Розрахунок собівартості продукції

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

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

Виробнича собівартість

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

Повна собівартість

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$B_M = 969 \times 1,04 = 1007,76 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

Таблиця 3.2- Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	75	75
2	Кришка нижня	1	75	75
3	Кришка верхня	1	75	75
4	Мікросхема	3	70	210
5	Конденсатори електролітичні	3	10	30
6	Конденсатори постійні	13	1	13
7	Резистори постійні	22	0,5	11
8	Індикатор	1	50	50
9	Трансформатор	1	100	100
10	Кнопка	4	20	80
11	Роз'єм	1	40	40
12	Кварц	1	30	30
13	Діоди	2	10	20
14	Транзистори	6	10	60
15	Батарея	1	100	100
				969

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

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

Таблиця 3.3- Розрахунок основної заробітної плати

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

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

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

$$B_{дод.з.пл.} = 110 \times 0,11 = 12,1 (грн)$$

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

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

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{70}{100} \times (110 + 12,1) = 85,47 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 70%);

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

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

$$V_{\text{зв}} = \frac{214}{100} \times (110 + 12,1) = 261,29 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 214%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 1007,76 + (110 + 12,1 + 25,86) + 85,47 + 261,29 = 1502,48 \text{ (грн.)}$$

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На підставі розрахованих вище даних складають калькуляцію собівартості одиниці продукції (однієї деталі) та запланованого випуску. Калькуляція собівартості представлена в табл. 3.4

Таблиця 3.4- Калькуляція собівартості

№ з/п	Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.
1	2	3
1	Витрати матеріалів	1007,76
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	110,00
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	12,1
4	Відрахування на соціальні заходи	25,86
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	85,47
6	Загальновиробничі витрати	261,29
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1502,48
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	1155,72
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	346,76

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

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

$$Ц_{одпр} = 1502,48 \times \frac{100 + 28}{100} = 1923,17 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 28%);

1

3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\Pi_p = (1923,17 - 1502,48) \times 2000 = 841380 \text{ (грн),}$$

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\text{ЧП} = 841380 - 841380 \times \frac{18}{100} = 689931,6 \text{ (грн.)}$$

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

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

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

$$S_{повq} = 1502,48 \times 2000 = 3004960 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$R_{п} = \frac{689931,6}{3004960} \times 100\% = 22,96 \%$$

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

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

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

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

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

$$\Gamma\Pi = 689931,6 + 1031,25 = 690962,85 \text{ (грн.)},$$

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

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

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

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за формулою:

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

$$\text{ЧТВ} = 628148,05 - 229125 = 399023,05 \text{ (грн.)}$$

де ЧТВ - чиста теперішня вартість проекту, грн.;

ТВ - теперішня вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту, грн.

Теперішню вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту обчислюють за формулою:

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

$$\text{ТВ} = \frac{690962,85}{(1 + 0,1)^1} = 628148,05 \text{ (грн.)}$$

де ГП_t- грошовий потік, який очікується у t-му році від реалізації проекту, грн.;

$\frac{1}{(1+r)^t}$ - коефіцієнт коригування майбутніх сум грошових потоків (дисконтний множник);

r - норматив приведення різночасових витрат (ставка дисконту) у вигляді десяткового дробу (r = 0,1-0,2);

n - кількість років інвестування, t = 1,2, ... ,n (приймається з розрахунку виконання умови ТВ>ПІ).

Якщо чиста теперішня вартість перевищує нуль, проект має бути схвалений як прибутковий, якщо ж вона має від'ємну величину або дорівнює нулю, то проект слід відхилити, оскільки його реалізація призведе до збитків або не принесе підприємству додаткового доходу на вкладений капітал.

Іншою характеристикою інвестиційного проекту є індекс прибутковості інвестицій, який порівнює теперішню вартість майбутніх грошових потоків з початковими інвестиціями:

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

$$\text{ІП} = \frac{628148,05}{229125} = 2,74$$

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ІІ- індекс прибутковості інвестицій.

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

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

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

$$T_{ок_{диск}} = \frac{229125}{628148,05} = 0,36р$$

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

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

$$GP_{диск} = \frac{628148,05}{1} = 628148,05 \text{ (грн.)}$$

де t - кількість років інвестування.

Підсумки вищенаведених розрахунків доцільно звести в табл. 3.5

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

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний обсяг виробництва виробу:	од.	2000
2	Собівартість виробу	грн./од.	1502,48
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1923,17
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	229125
5	Чистий прибуток	грн.	689931,6
6	Рентабельність виробу	%	22,96
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	399023,05
9	Індекс прибутковості	-	2,74
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,36

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Функції служби охорони праці підприємства.

Згідно з Законом України „Про охорону праці” (ст. 23) служба охорони праці створюється власником або уповноваженим ним органом на підприємствах, в установах, організаціях незалежно від форм власності та видів їх діяльності для організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасних випадків, професійних захворювань і аварій в процесі праці.

Власник з урахуванням специфіки виробництва опрацьовує та затверджує Положення про службу охорони праці підприємства (установи, організації) керуючись Типовим положенням, розробленим та затвердженим Держнаглядом охорони праці. Відповідно до Типового положення служба охорони праці створюється на підприємствах, у виробничих і науково-виробничих об'єднаннях, корпоративних, колективних та інших організаціях виробничої сфери з числом працюючих 50 і більше чоловік. В інших випадках функції цієї служби можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які пройшли перевірку знань з охорони праці. В установах, організаціях невиробничої сфери та в навчальних закладах власниками також створюються служби охорони праці.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо керівникові підприємства. За своїм посадовим становищем та умовами оплати праці керівник служби охорони праці прирівнюється до керівників основних виробничо-технічних служб підприємства. Служба охорони праці в залежності від чисельності працюючих може функціонувати як самостійний структурний підрозділ або у вигляді групи спеціалістів чи одного спеціаліста, у тому числі за сумісництвом. Служба охорони праці формується із спеціалістів, які мають вищу освіту та стаж роботи за профілем виробництва не менше 3 років.

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Спеціалісти з середньою спеціальною освітою приймаються в службу охорони праці у виняткових випадках.

Працівники служби охорони праці мають право видавати керівникам установ, підприємств, організацій та їх структурних підрозділів обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків. Припис спеціаліста з охорони праці, у тому числі про зупинення робіт, може скасувати в письмовій формі лише посадова особа, якій підпорядкована служба охорони праці. Ліквідація служби охорони праці допускається тільки в разі ліквідації підприємства.

Служба охорони праці вирішує завдання:

- забезпечення безпеки виробничих процесів, устаткування, будівель і споруд;
- забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту; професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці, пропаганди безпечних методів праці;
- вибору оптимальних режимів праці і відпочинку працівників;
- професійного добору виконавців для визначених видів робіт.

Служба охорони праці виконує такі основні функції.

- опрацьовує ефективну цілісну систему управління охороною праці, сприяє удосконаленню діяльності у цьому напрямку кожного структурного підрозділу і кожної посадової особи;
- проводить оперативно-методичне керівництво роботою з охорони праці;
- складає разом зі структурними підрозділами підприємства комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці та виробничого середовища (підвищення існуючого рівня охорони праці, якщо встановлені норми досягнуті), а також розділ "Охорона праці" у колективному договорі;

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

— проводить для працівників вступний інструктаж з питань охорони праці;

— організовує: забезпечення працюючих правилами, стандартами, нормами, положеннями, інструкціями та іншими нормативними актами з охорони праці; паспортизацію цехів, діляниць, робочих місць щодо відповідності їх вимогам охорони праці; облік, аналіз нещасних випадків, професійних захворювань і аварій, а також шкоди від цих подій; підготовку статистичних звітів підприємства з питань охорони праці; розробку перспективних та поточних планів роботи підприємства щодо створення безпечних та нешкідливих умов праці; роботу методичного кабінету охорони праці, пропаганду безпечних та нешкідливих умов праці шляхом проведення консультацій, оглядів, конкурсів, бесід, лекцій, розповсюдження засобів наочної агітації, оформлення інформаційних стендів; допомогу комісії з питань охорони праці підприємства в опрацюванні необхідних матеріалів та реалізації її рекомендацій; підвищення кваліфікації і перевірку знань посадових осіб з питань охорони праці;

— бере участь у: розслідуванні нещасних випадків та аварій; формуванні фонду охорони праці підприємства і розподілі його коштів; роботі комісії з питань охорони праці підприємства; роботі комісії по введенню в дію закінчених будівництвом, реконструкцією або технічним переозброєнням об'єктів виробничого та соціального призначення, Бідремонтованого або модернізованого устаткування; розробці положень, інструкцій, інших нормативних актів про охорону праці, що діють в межах підприємства; роботі постійно діючої комісії з питань атестації робочих місць за умовами праці;

— сприяє впровадженню у виробництво досягнень науки і техніки, у тому числі ергономіки і прогресивних технологій, сучасних засобів колективного та індивідуального захисту працюючих, захисту населення і навколишнього середовища;

— розглядає листи, заяви та скарги працюючих з питань охорони праці;

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

— надає методичну допомогу керівникам структурних підрозділів підприємства у розробці заходів з питань охорони праці;

— готує проекти наказів та розпоряджень з питань охорони праці, загальних для всього підприємства;

— розглядає факти наявності виробничих ситуацій, небезпечних для життя чи здоров'я працівників або людей, які їх оточують, і навколишнього природного середовища, у випадку відмови з цих причин працівників від виконання дорученої їм роботи;

— контролює: дотримання чинного законодавства, міжгалузевих, галузевих та інших нормативних актів, виконання працівниками посадових інструкцій з питань охорони праці; виконання приписів органів державного нагляду, пропозицій та подань уповноважених трудових колективів і профспілок з питань охорони праці, використання за призначенням коштів фонду охорони праці; відповідність нормативним актам про охорону праці машин, механізмів, устаткування, транспортних засобів, технологічних процесів, засобів протипожежного, колективного та індивідуального захисту працюючих; наявність технологічної документації на робочих місцях; своєчасне проведення навчання та інструктажів працюючих, атестації та переатестації з питань безпеки праці посадових осіб та осіб, які виконують роботи підвищеної небезпеки, а також дотримання вимог безпеки при виконанні цих робіт; забезпечення працюючих засобами індивідуального захисту, лікувально-профілактичним харчуванням, молоком або рівноцінними харчовими продуктами, миючими засобами, санітарно-побутовими приміщеннями; організацію питного режиму, надання працівникам передбачених законодавством пільг і компенсацій, пов'язаних з важкими та шкідливими умовами праці; використання праці неповнолітніх, жінок та інвалідів згідно з діючим законодавством; проходження попереднього (при прийнятті на роботу) і періодичних (протягом трудової діяльності) медичних оглядів працівників, зайнятих на важких роботах та роботах із шкідливими чи

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

небезпечними умовами праці або таких, де є необхідність у професійному доборі; проходження щорічних обов'язкових медичних оглядів осіб віком до 21 року; виконання заходів, наказів, розпоряджень з питань охорони праці, а також заходів щодо усунення причин нещасних випадків і аварій, які визначені у актах розслідування;

— здійснює зв'язок з медичними закладами, з науковими та іншими організаціями з питань охорони праці, організовує впровадження їх рекомендацій.

Спеціалісти служби охорони праці мають право:

— представляти підприємство в державних та громадських установах при розгляді питань охорони праці;

— безперешкодно в будь-який час відвідувати виробничі об'єкти, структурні підрозділи підприємства, зупиняти роботу виробництв, дільниць, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва у разі порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих;

— одержувати від посадових осіб необхідні відомості, документи і пояснення (письмово чи усно) з питань охорони праці;

— перевіряти стан безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на об'єктах підприємства, видавати керівникам перевіреного об'єкту, цеху, виробництва обов'язковий для виконання припис;

— вимагати від посадових осіб відсторонення від роботи працівників, які не пройшли медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань з охорони праці, не мають допуску до відповідних робіт або порушують нормативні акти про охорону праці;

— надсилати керівникові підприємства подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги щодо охорони праці;

— порушувати клопотання про заохочення працівників, котрі беруть активну участь у підвищенні безпеки та покращенні умов праці.

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Чинники, що впливають на тяжкість ураження людини електричним струмом (електричного характеру).

Основні чинники електричного характеру – це величина струму, що проходить крізь людину, напруга, під яку вона потрапляє, та опір її тіла, рід і частота струму.

Величина струму, що проходить через людину, безпосередньо і найбільше впливає на тяжкість ураження електричним струмом. За характером дії на організм виділяють:

- відчутний струм – викликає при проходженні через організм відчутні подразнення;
- невідпускаючий струм – викликає при проходженні через організм непереборні судомні скорочення м'язів руки, в якій затиснуто провідник;
- фібриляційний струм – викликає при проходженні через організм фібриляцію серця.

Відповідно до приведеного вище:

- пороговий відчутний струм (найменше значення відчутного струму) для змінного струму частотою 50 Гц коливається в межах 0,6-1,5 мА і 5-7 мА – для постійного струму;
- пороговий невідпускаючий струм (найменше значення невідпускаючого струму) коливається в межах 10-15 мА для змінно-го струму і 50-80 мА – для постійного;
- пороговий фібриляційний струм (найменше значення фібриляційного струму) знаходиться в межах 100 мА для змінного струму і 300 мА для постійного.

Величина напруги, під яку потрапляє людина, впливає на тяжкість ураження електричним струмом тому, що зі збільшенням прикладеної до тіла напруги зменшується опір тіла людини. Останнє призводить до збільшення струму в мережі замикання через тіло людини і, як наслідок, до збільшення тяжкості ураження.

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Електричний опір тіла людини. Тіло людини являє собою складний комплекс тканин. Це шкіра, кістки, жирова тканина, сухожилля, хрящі, м'язова тканина, кров, лімфа, спинний і головний мозок та ін. Електричний опір цих тканин суттєво відрізняється. Опір тіла людини залежить від її статі і віку: у жінок він менший, ніж у чоловіків, у дітей менший, ніж у дорослих, у молодих людей менший, ніж у літніх. Спричиняється така залежність товщиною і ступенем огрублення верхнього шару шкіри.

Частота і рід струму. Через наявність в опорі людини ємкісної складової, збільшення частоти прикладеної напруги супроводжується зменшенням повного опору тіла людини і, як наслідок, збільшенням струму через людину. Останнє дає підставу вважати, що тяжкість ураження електричним струмом має зростати зі збільшенням частоти. Але така закономірність спостерігається тільки в межах частот 0...50 Гц. Подальше збільшення частоти, незважаючи на зростання струму, що проходить через людину, не супроводжується зростанням небезпеки ураження.

Основними чинниками неелектричного характеру є шлях струму через людину, індивідуальні особливості і стан організму людини, час, раптовість і непередбачуваність дії струму.

Шлях струму через тіло людини суттєво впливає на тяжкість ураження. Особливо небезпечно, коли струм проходить через життєво важливі органи і безпосередньо на них впливає.

Якщо струм не проходить через життєво важливі органи, то він може впливати на них тільки рефлекторно – через центральну нервову систему, а вірогідність ураження цих органів менша.

Індивідуальні особливості і стан організму. До індивідуальних особливостей організму, які впливають на тяжкість ураження електричним струмом при інших рівних чинниках, належать: чутливість організму до дії струму, психічні особливості та риси характеру людини (холерики, сангвініки, меланхоліки). Аналіз електротравматизму свідчить, що більш чутливі до дії

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електричного струму холерики і меланхоліки. Вони більше потерпають від дії струму.

Крім індивідуальних особливостей організму, тяжкість ураження електричним струмом значною мірою залежить від стану організму. До більш тяжких уражень електричним струмом призводять: стан збурення нервової системи; депресії; захворювання шкіри, серцево-судинної системи, органів внутрішньої секреції, легенів; різного характеру запалення, що супроводжуються підвищенням температури тіла; пітливість тощо.

Час дії струму. Зі збільшенням часу дії струму зменшується опір тіла людини за рахунок зволоження шкіри від поту та електролітичних процесів у тканинах, поширюється пробій шкіри, послаблюються захисні сили організму, підвищується вірогідність збігу максимального імпульсу струму через серце з фазою розслаблення серцевих м'язів, що, в цілому, призводить до більш тяжких уражень.

Чинник раптовості дії струму. Вплив цього чинника на тяжкість ураження обумовлюється тим, що при несподіваному потраплянні людини під напругу захисні функції організму не налаштовані на небезпеку. Експериментальне встановлено, що якщо людина чітко усвідомлює загрозу можливості потрапити під напругу, то при реалізації цієї загрози значення порогових струмів на 30-50% вищі. І, навпаки, якщо така загроза не усвідомлюється і дія струму проявляється несподівано, то значення порогових струмів будуть меншими.

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Зарядний пристрій Li-Ion акумуляторів». Проведено вибір елементної бази на основі сучасних і поширених радіоелементів.

При проектуванні друкованого вузла була використана система автоматичного проектування Altium Designer, за допомогою якої було здійснено встановлення елементів і трасування друкованих провідників на друкованій платі приладу. В результаті отримано двосторонню друковану плату мінімальних розмірів 150×110мм 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. Корпус має такі розміри 198x143x52, що дає змогу легко розмістити його в будь-якому зручному місці.

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

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

Було виготовлено п'ять креслень для розробки пристрою: електрична структурна, електрична принципова схема, друкована плата, друкований вузол, складальне креслення виробу. Для оформлення креслень була використана програма графічного моделювання КОМПАС-3D.

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Зарядний пристрій Li-Ion акумуляторів [електронний ресурс] – Режим доступу <https://radiolub./page/zhurnal-radio-2005-8> (дата звернення 4.02.2026).
2. Конденсатор ЕСАР [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.radiolibrary./reference/transformers-tn/tn20.html>(дата звернення 1.02.2026).
3. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <https://www.chipdip./product/elc10d101e> www.cityradio.narod. (дата звернення 3.02.2026).
4. Конденсатор NPO [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ippart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal..www.vprl.. (дата звернення 1.02.2026).
5. Мікросхема L7805ABV "ST Microelectronics" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).
6. Резистор 3329H-1 "Bourns" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).
7. Резистор 3329H-1 "Bourns" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organizacyn-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html>(дата звернення 4.02.2026).
8. Мікросхема ATmega8-16PU [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2026).
9. Кварцевий резонатор КХ-ЗНТ-8м Гц "Geyer" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.02.2026).
10. Діод SF56 "LGE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.02.2026).

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Транзистор BC550A [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ipart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf>
www.radio-portal..www.vprl.. (дата звернення 1.02.2026).

12. Дросель EC24-100K "Bourns" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).

13. Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026). Мікросхема ATmega8-16PU [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2026).

14. Датчик температури DS18B20 "Smartmodule [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12-62137.html>(дата звернення 1.02.2026).

15. Мікросхема LM324AN "Texas Instruments" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.02.2026).

16. Роз'єм DS-025B "Dragon City" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ipart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf>
www.radio-portal..www.vprl.. (дата звернення 1.02.2026).

17. Цифровий індикатор BC56-12EWA "Kingbright" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).

18. Транзистор IRF4905 "UMW" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).

19. Транзистор IRFZ44N[електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).

20. Транзистор C945-GR "LGE"[електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.02.2026). Мікросхема ATmega8-16PU [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2026).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

33. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Технологія виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

34. 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.

35. 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.

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

37. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzgzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ0S4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ.*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRIb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNlWHAzWWxZWlJTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0Z1M3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2024).

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

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А Друкована плата

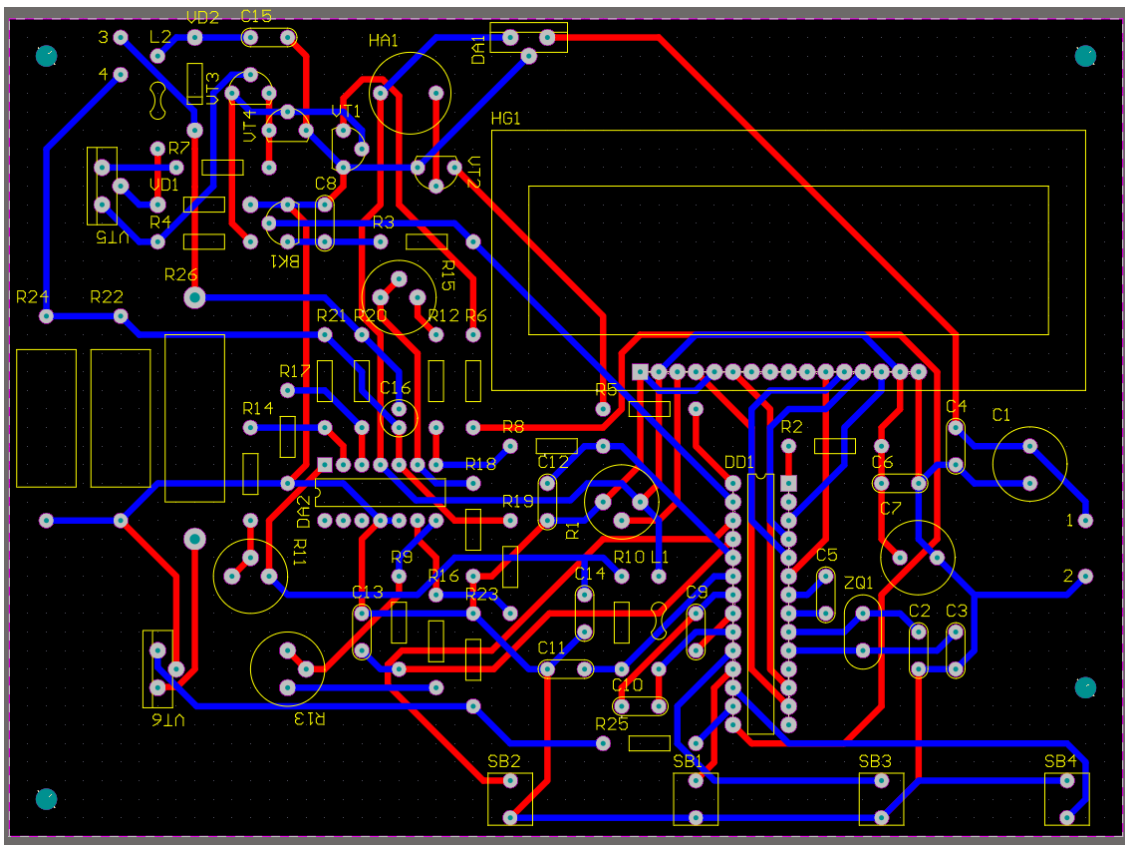


Рисунок А.1 – Друкована плата

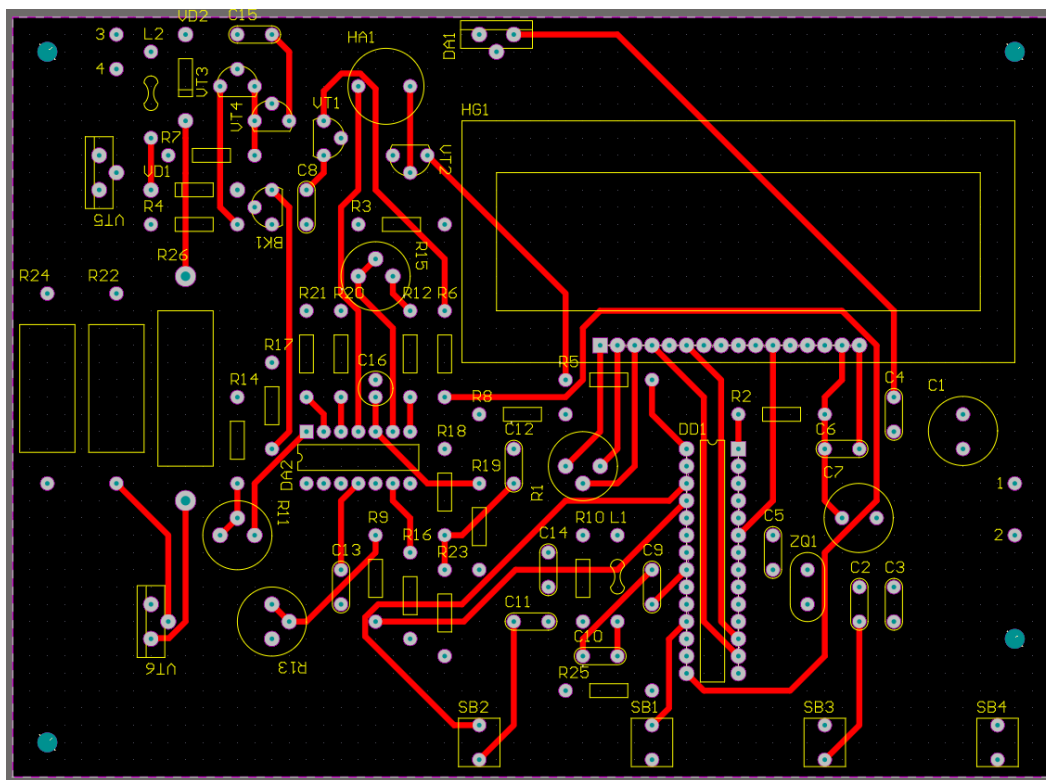


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Тор

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ

Арк.

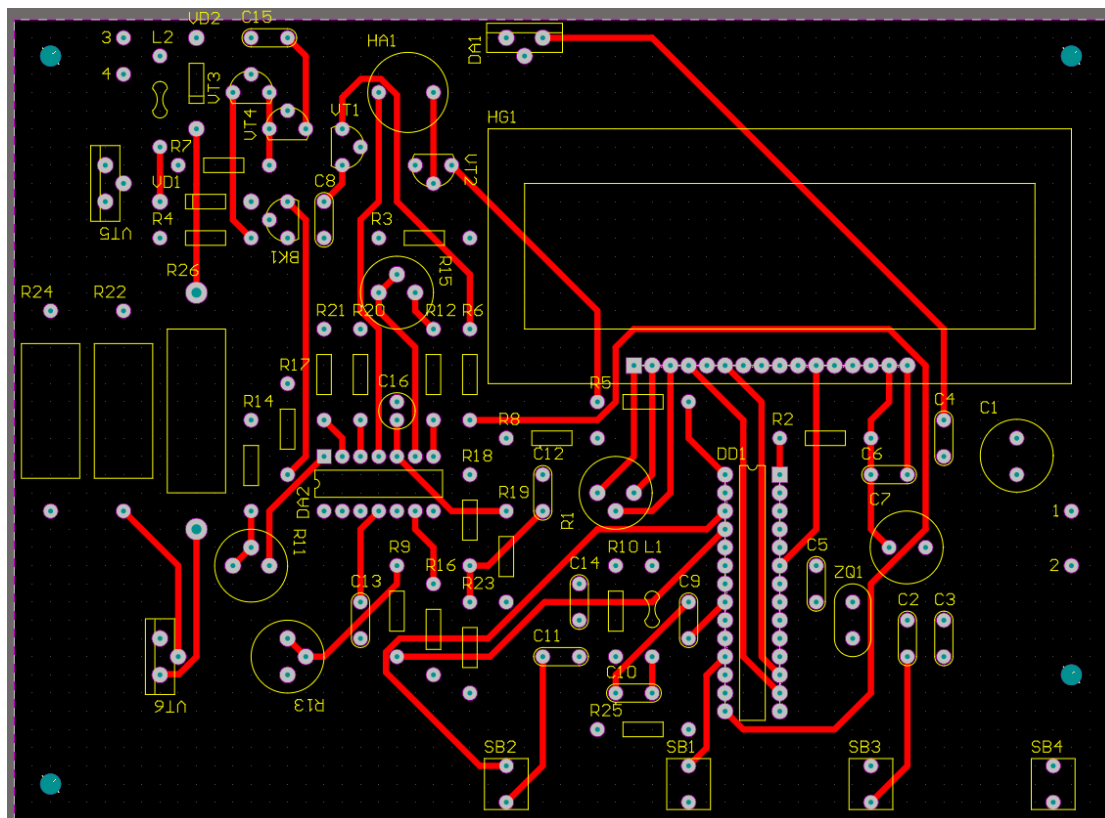


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Botton

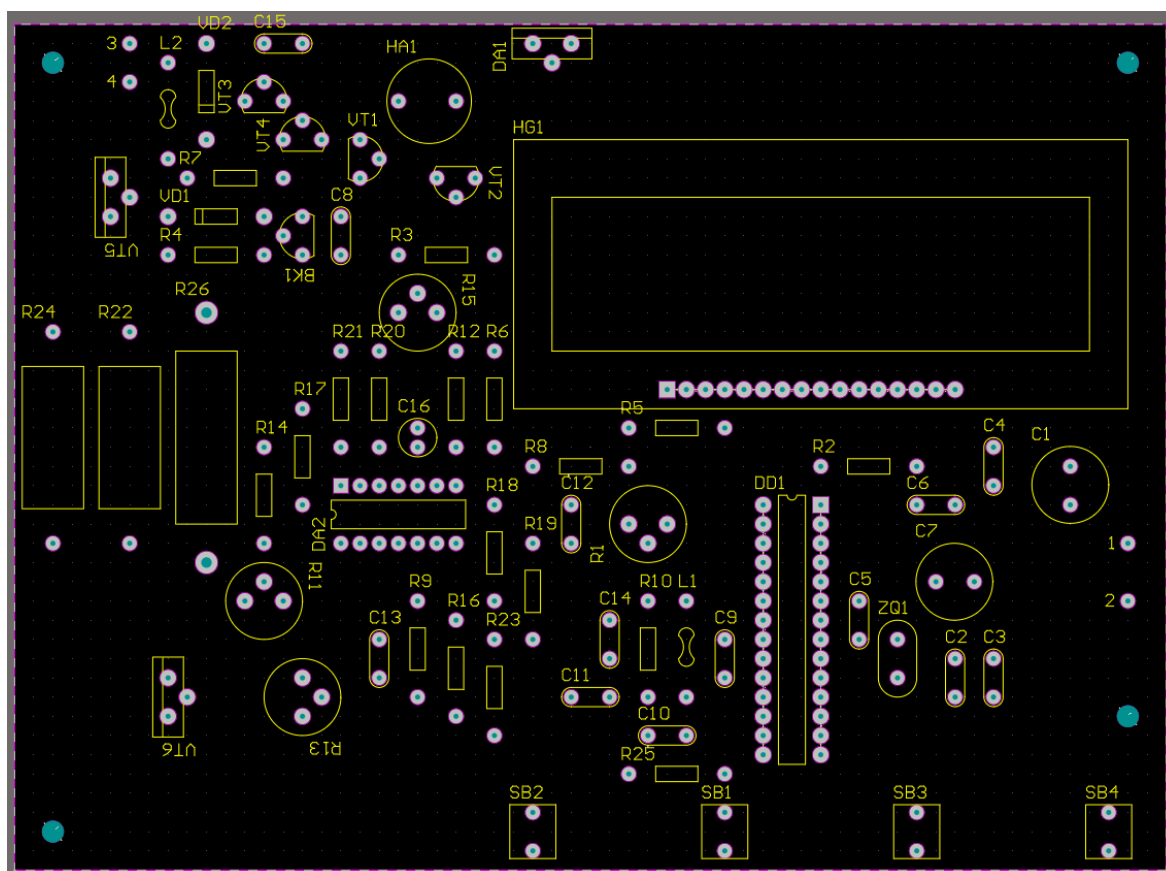


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Б 3D модель пристрою

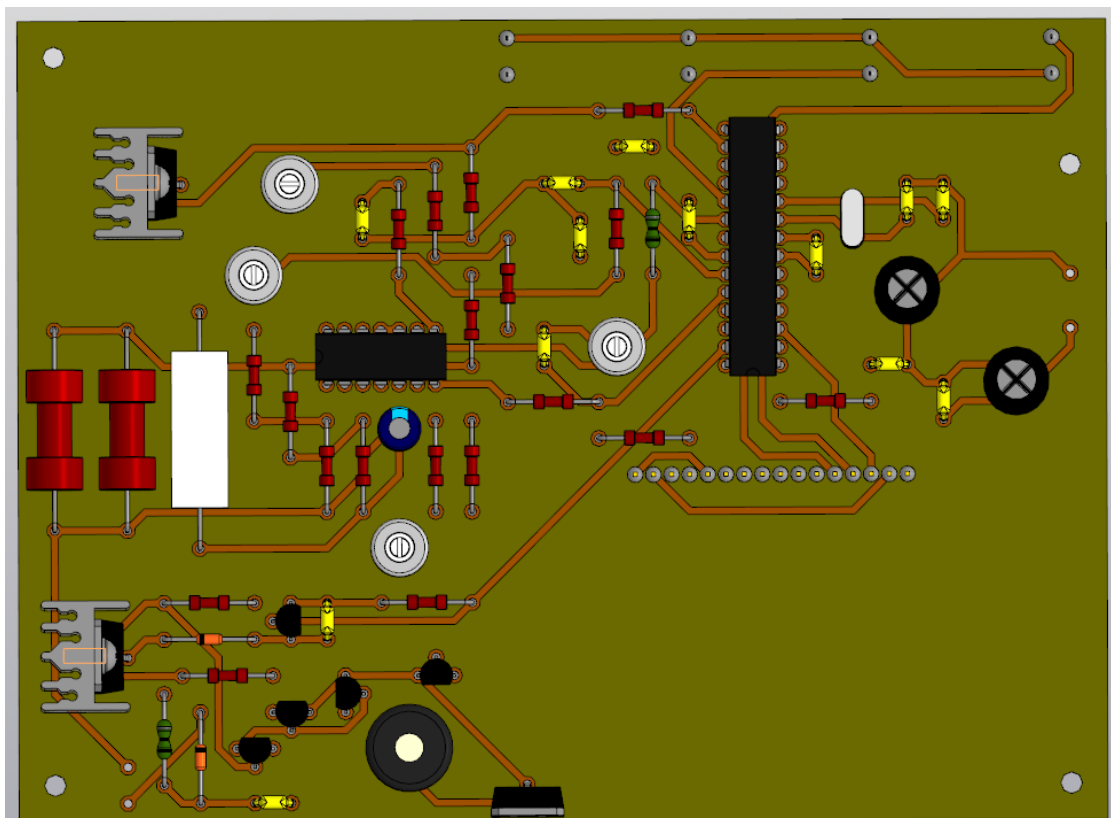


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний

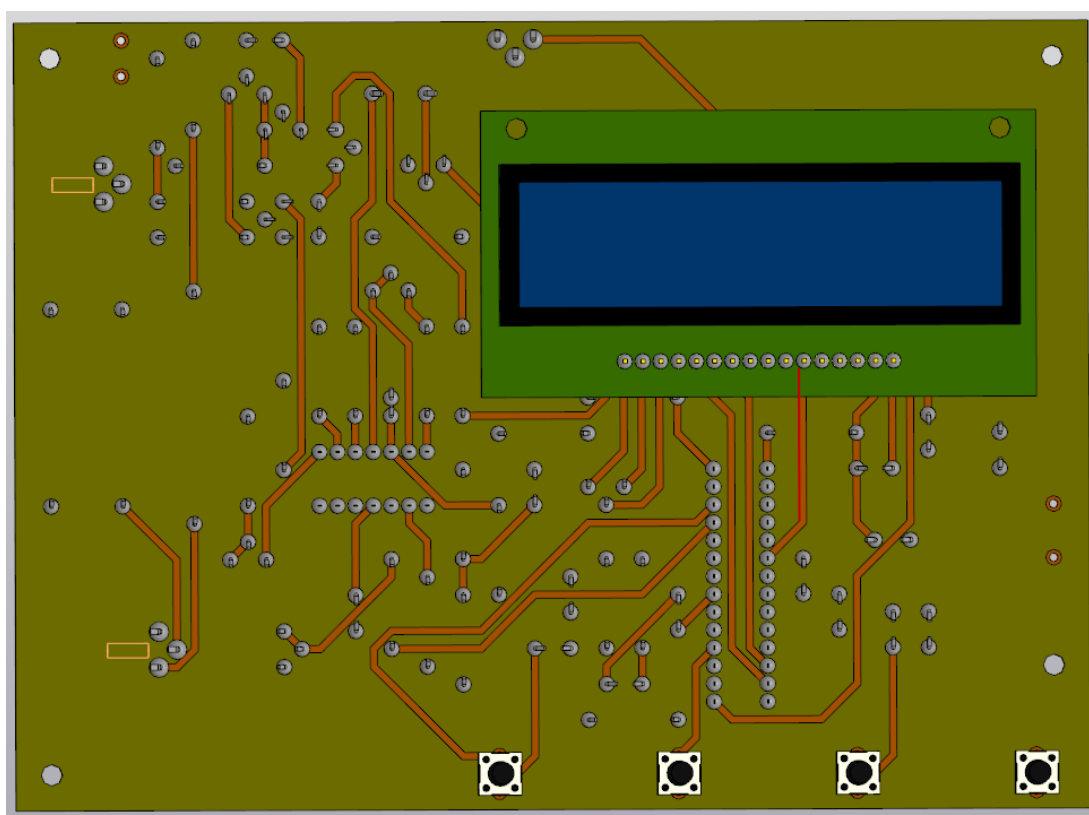


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний знизу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ

Арк.

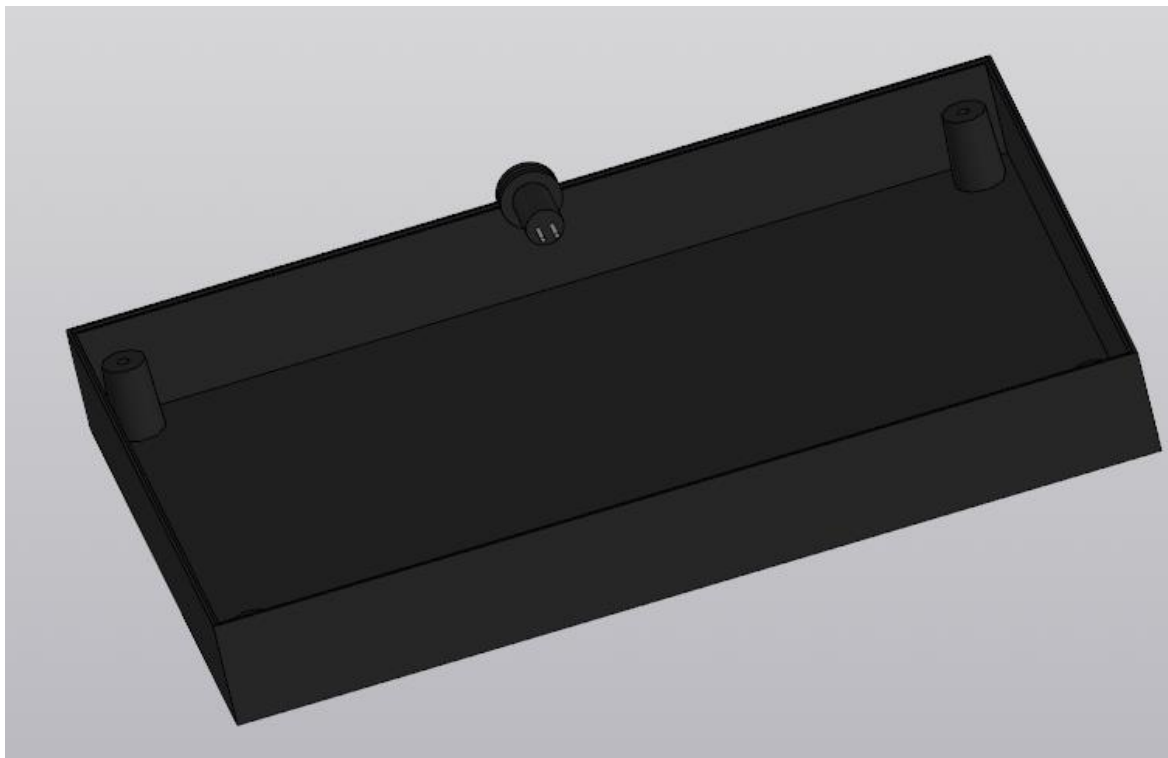


Рисунок Б.3– 3D модель пристрою, нижня кришка



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

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

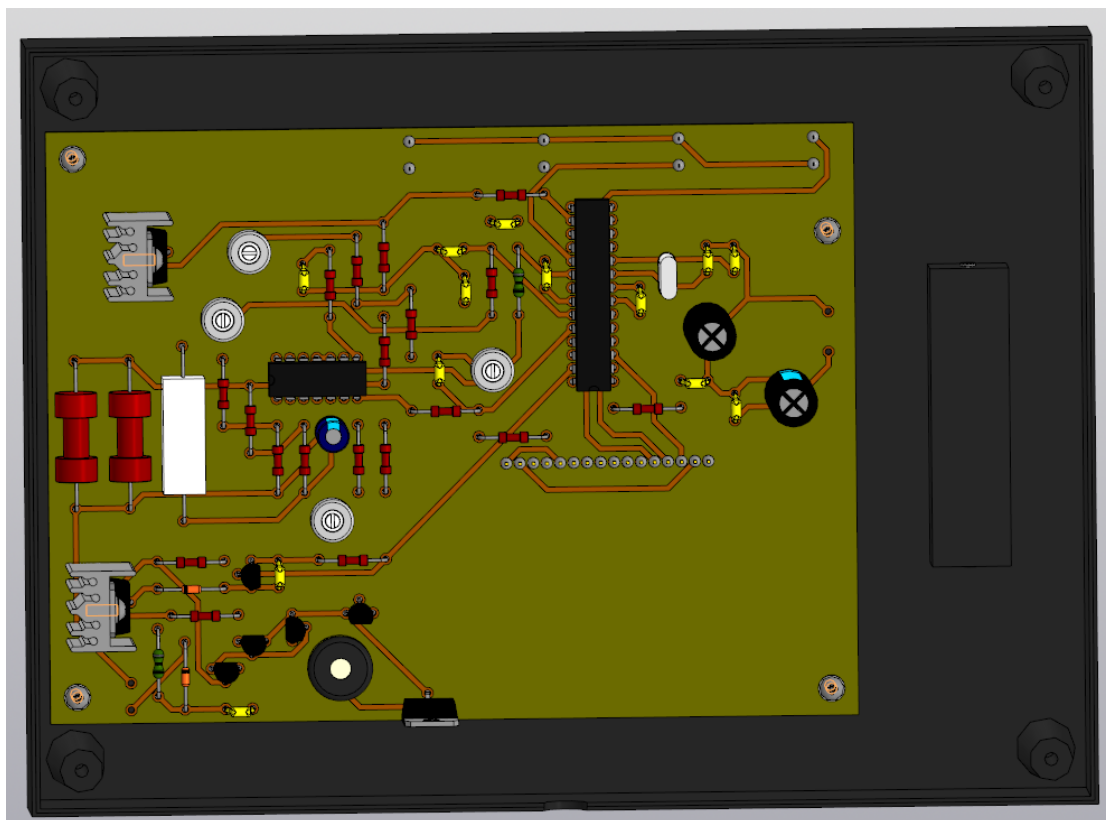


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, верхня кришка знизу

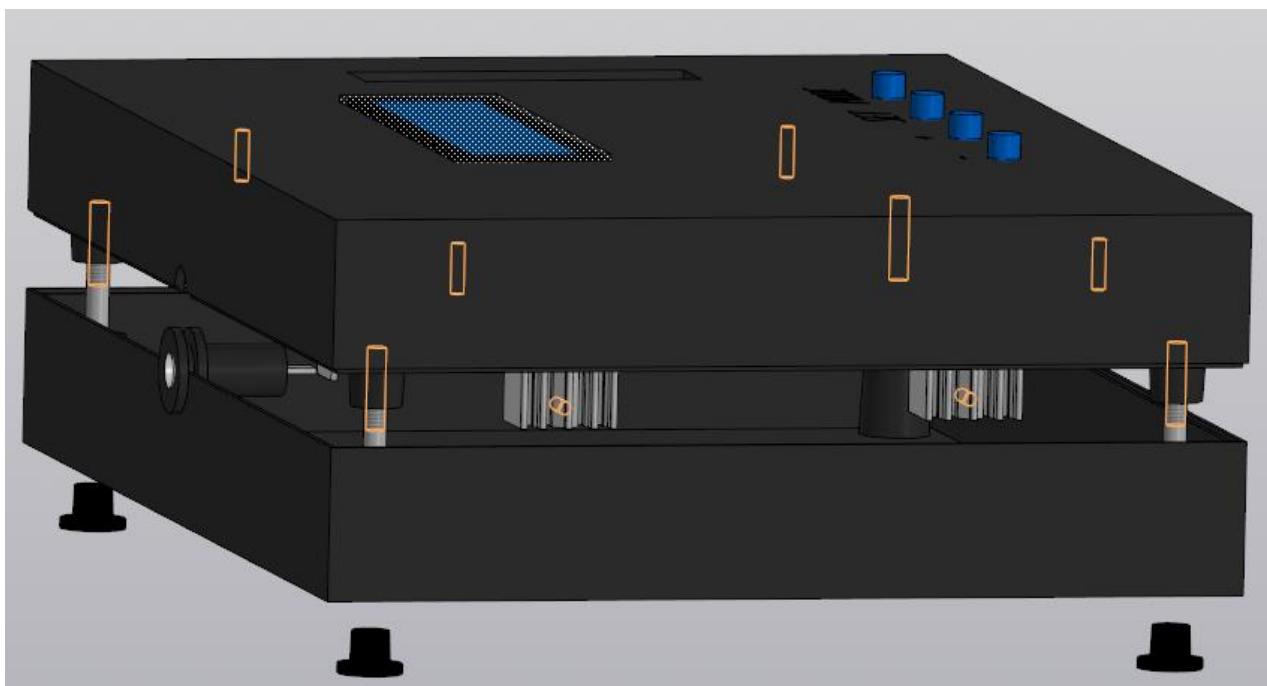


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

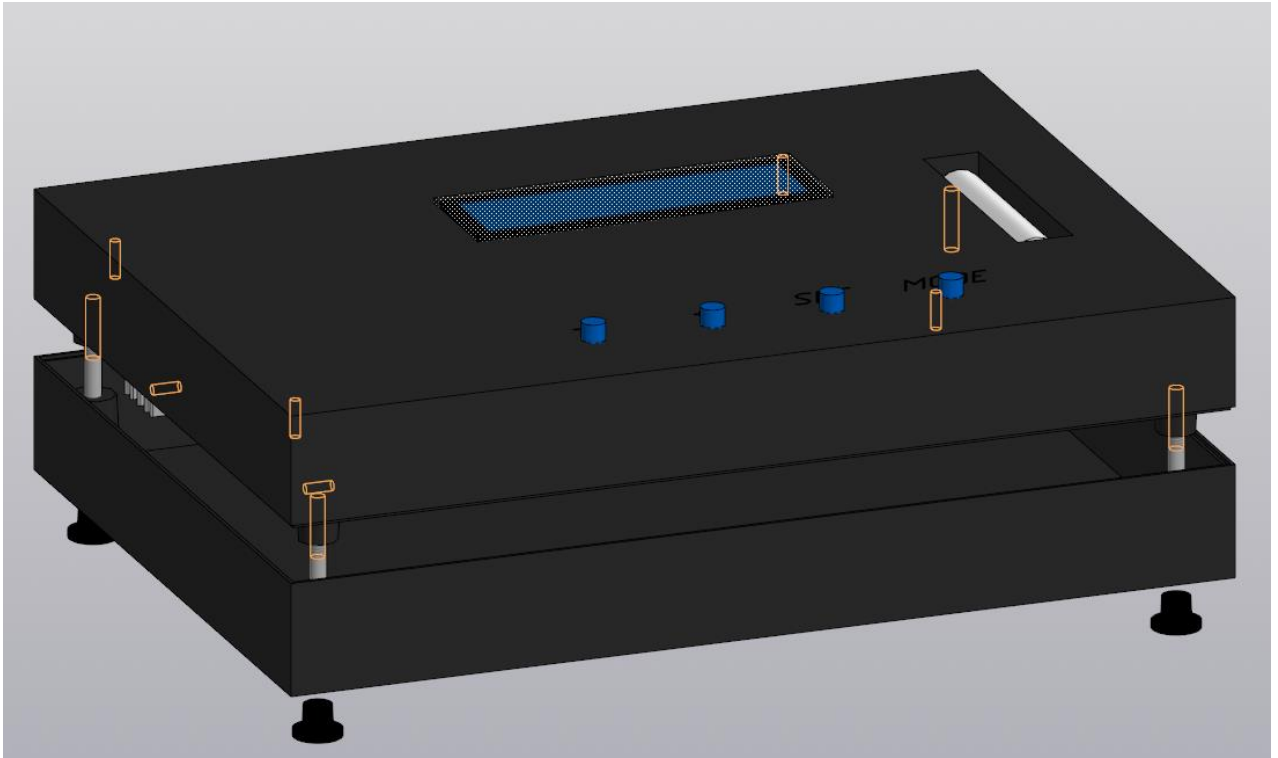


Рисунок Б.7 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

					26 КР 172.402.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
																Аркуш 4			
												26 КР 172.402.003.03.000				26 КР 172.402.003.03.118			
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				
701		Кусачки	РТ 145532																
02		Гінцет	РТ 265641																
К 03	1	Плата друкована					26 КР 172.402.003.001.001					796	100	100					
04	4	Конденсатори	NPO-22 нФ ±5%				"Murata"					796	100	200					
05	5	Конденсатори	NPO-100 нФ ±5%				"Murata"					796	100	1100					
06	6	Конденсатори	ECAP-16 В-220 мкФ ±20%				"Jamicon"					796	100	100					
07	7	Конденсатори	ECAP-25 В-330 мкФ ±20%				"Jamicon"					796	100	100					
08	8	Конденсатори	ECAP-16 В-2200 мкФ ±20%				"Jamicon"					796	100	100					
09	10	Мікросхема	7805				"Hottech"					796	100	100					
10	11	Мікросхема	ATmega8-16PU				"Microchip"					796	100	100					
11	12	Мікросхема	LM324AN				"Texas Instruments"					796	100	100					
12	14	Зумер	SMA-13LC-P10				"Sonitron"					796	100	100					
13	18	Індуктивність	EC24-100K-68 мкГн 10%				"SCE"					796	100	100					
14	19	Індуктивність	EC24-100K-100 мкГн 10%				"SCE"					796	100	100					
15	21	Резистори	MFP-2-0,220м ± 10%				"Yageo"					796	100	200					
16	22	Резистори	MFP-10-20м ± 10%				"Yageo"					796	100	100					
17	23	Резистори	MFP-0,125-100м ± 10%				"Yageo"					796	100	200					
18	24	Резистори	3329H-1-1 кОм				"Bourns"					796	100	100					

[illegible]

Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
																Аркуш 6			
												26 КР 172.402.003.03.000				26 КР 172.402.003.03.118			
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				
A 01	402		003	045	402003045 Автоматизована пайка										0,005				
B 02		Установка пайки хвилею АРП М6.890.001																	
0 03		Пайку проводити згідно ТТП 316530 (166шт)																	
M04		Припой ПОС-61				ГОСТ 21931-76						180	100	0,5					
05		Флюс АТІ-120				ГОСТ 32142-82						120	100	0,83					
06		Спиртобензинова суміш				ГОСТ 443-76						120	100	0,83					
07																			
A08	402		003	050	4020030050 Електромонтаж										0,004				
0 09		1. Рихтувати елементи згідно ТТП 315826 (28шт)																	
10		2. Установити перемички поз.2(4шт) згідно карти ескізів по ТТП254681																	
11		3. Установити індикатор поз.16(HG1) згідно рис. 12 кнопки поз.33(SB1-SB4) згідно рис.11 згідно карти ескізів по ТТП254681																	
K 12		Пайку проводити згідно ТТП 316530																	
13	2	Перемичка				26 КР 172.402.003.001002						796	100	400					
14	16	Цифровий індикатор BC56-12EWA				"Kingbright"						796	100	100					
15	33	Кнопки KLS7-TS6601				"KLS"						796	100	100					
16		Електропаяльник РТ 105278																	
17		Пінцет РТ 235641																	
M18		Припой ПОС-61				ГОСТ 2131-76						180	100	0,08					

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл.																																	
Замість																																	
Підпис																																	
														Аркушів 4			Аркуш 1																
Розробив		Гоц							ВСП ТФК ТНТУ			26 КР 172.402.012.001 СК						26 КР 172.402.012.001															
Перевірів		Іващук																															
Нормував																																	
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																																	
03		402				012		005		402.012.01 Комплектування																						0,005	
04		Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (28шт)																															
05																																	
06		402				012		010		402.007.02 Слюсарно-складальна																						0,005	
07		Пневмоверт РД 532964																															
08		Складання проводити по ТТП 231587(14шт)																															
09		1. Кріпити друкований вузол поз.1 до верхньої кришки поз. 2 гвинтами поз.12 (4шт) через шайбу поз.14(4шт)згідно карти ескізів по ТТП																															
10		2. Кріпити скло під індикатор поз.4(1шт) накладку під кнопки поз.7(1шт) на верхню кришку поз. 2 згідно карти ескізів по ТТП 12838374																															
11		3. Кріпити роз'єми поз.8(XS1) між кришкою верхньою поз.2 та кришкою нижньою поз.3 згідно карти ескізів по ТТП 12838374																															
12		4. Кріпити контакт А поз.5(1шт) поз.6(1шт) та батерею поз.9(GB1) на кришку верхню поз.2 згідно карти ескізів по ТТП 12838374																															
К 13		1		Вузол друкований						26 КР 172.402.0012.001.000 СК									796		100		100										
14		2		Кришка верхня						26 КР 172.402.012.004.001									796		100		100										

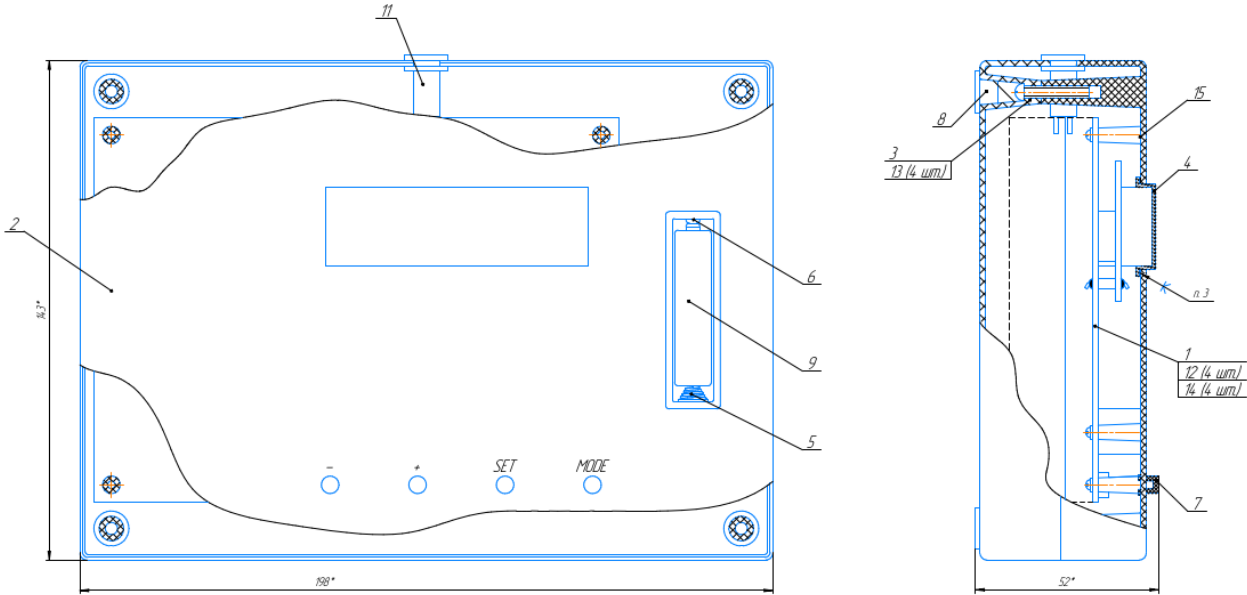
[illegible]

Дубл																							
Замість																							
Підпис																							
																Аркуш 3							
																26 КР 172.402.012.001 СК				26 КР 172.402.012.001			

Дубл.								
Замість								
Підпис								

							Аркушів 4	Аркуш 4
Розробив	Гоц			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.402.012.001 СК			
Перевірів	Іващук							26 КР 172.402.012.001
Нормував				Зарядний пристрій Li-Ion акумуляторів				
Затвердив								
Н. контр.	Задорожний							

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



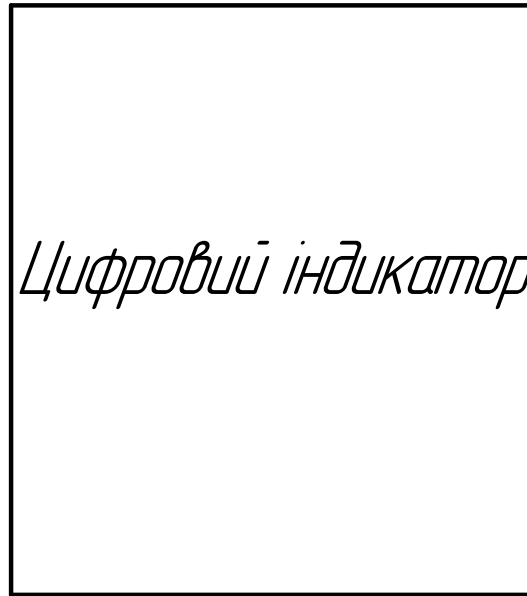
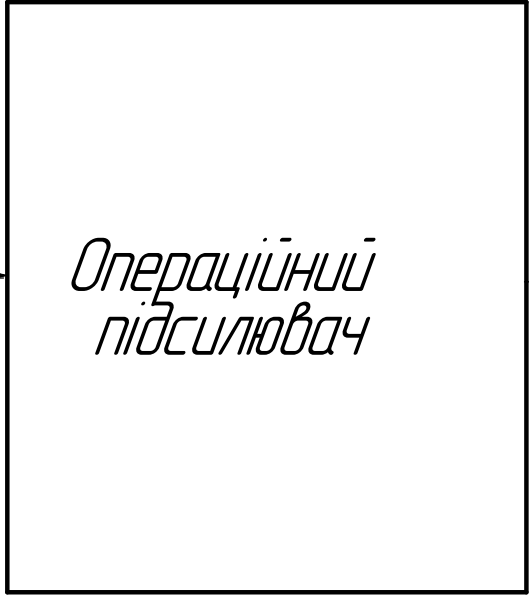
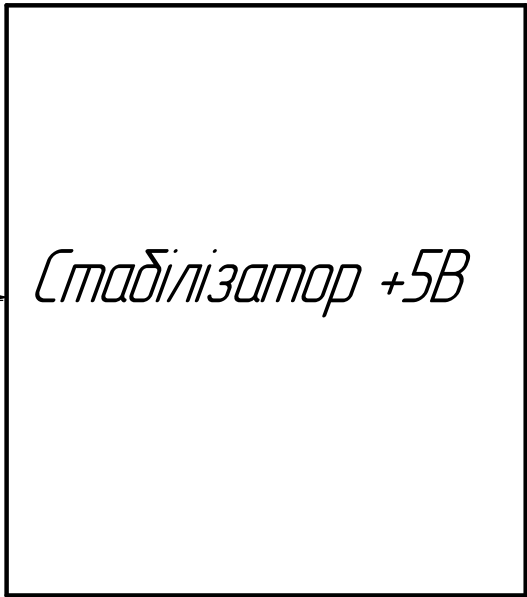
1. * Розміри для відбиток.
2. Електроприміщення здійснюється згідно з 2026/001/172.402.012.001/000
ЕЗ приміщення приміщення 1/18-40 /001/ 21931-76
3. Інші технічні вимоги по 08.74.02.012.001/000

Перш. викорис.	
Додат. №	

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

26 КР 172.402.012.001.000 Е1

Живлення
+12В



					26 КР 172.402.012.001.000 Е1					
					Зарядний пристрій Li-Ion акумуляторів Схема електрична структурна	Лист	Маса	Масштаб		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		-	Н	-	-	-
Розроб.	Гоц									
Перевір.	Іващук									
Т.контр.										
Рецензент										
Н.контр.	Задорожний					Аркциш	Аркциш	1		
Затверд.						ВСП ТФК ТНТУ ТР-402 м. Тернопіль				

Формат		Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.	
Перш. використ.								
					Документація			
	A4			26 КР 172.402.012.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів			
	A2			26 КР 172.402.012.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1		
	A1			26 КР 172.402.012.001.000 СК	Вузол друкований	1		
Додат. №								
					Деталі			
	A1	1		26 КР 172.402.012.001.001	Плата друкована	1		
	БК	2		26 КР 172.402.012.001.002	Радіатор	2		
	БК	3		26 КР 172.402.012.001.003	Перемичка	4		
					Інші вироби			
					Конденсатори			
			4		NPO-22 нФ ±5% "Murata"	2	С2, С3	
Підпис і дата			5		NPO-100 нФ ±5% "Murata"	11	С4...С6,С8...С15	
			6		ЕСАР-16 В-220 мкФ ±20% "Jamicon"	1	С7	
			7		ЕСАР-25 В-330 мкФ ±20% "Jamicon"	1	С1	
			8		ЕСАР-16 В-2200 мкФ ±20% "Jamicon"	1	С16	
Інв. № детал.					Мікросхеми			
			10		7805 "Hottech"	1	DA1	
	Зам. інв. №		11		АТmega8-16PU "Microchip"	1	DD1	
			12		LM324AN "Texas Instruments"	1	DA2	
	Підпис і дата			14		Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron"	1	HA1
Інв. № орг.					26 КР 172.402.012.001.000			
	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
	Розроб.	Гоц				Літ.	Аркцш	Аркцшів
	Перевір.	Івашук				н	1	2
	Н.контр.	Задорожний				ВСП ТФК ТР-402		
	Затверд.				м. Тернопіль			

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.			
		16		Цифровий індикатор BC56-12EWA "Kingbright"	1	HG1			
				Індуктивність					
		18		EC24-100K-68 мкГн 10% "SCE"	1	L2			
		19		EC24-100K-100 мкГн 10% "SCE"	1	L1			
				Резистори					
		21		MFP-2-0,22 Ом ±10% "Yageo"	2	R22, R24			
		22		MFP-10-2 Ом ±10% "Yageo"	1	R26			
		23		MFP-0,125-100 Ом ±10% "Yageo"	2	R7, R25			
		24		3329H-1-1 кОм "Bourns"	1	R15			
		25		MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"	2	R6, R18, R19			
		26		MFP-0,125-3,3 кОм ±10% "Yageo"	1	R12			
		27		MFP-0,125-4,7 кОм ±10% "Yageo"	2	R3, R4			
		28		3329H-1-5 кОм "Bourns"	3	R1, R11, R13			
		29		MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"	6	R2,R8...R10,R16,R23			
		30		MFP-0,125-12 кОм ±10% "Yageo"	2	R14, R17			
		31		MFP-0,125-47 кОм ±10% "Yageo"	3	R5,R20,R21			
		33		Кнопки KLS7-TS6601 "KLS"	4	SB1...SB4			
		35		Діод SF56 "LGE"	2	VD1, VD2			
				Транзистори					
		37		A733-TA "JCET"	1	VT4			
		38		BC550CTA "ON Semiconductor"	1	VT2			
		39		C945-GR "LGE"	2	VT1,VT3			
		40		IRF4905 "UMW"	1	VT5			
		41		IRFZ44N "UMW"	1	VT6			
		43		Кварцевий резонатор КХ-ЗНТ-8 МГц "Geyer"	1	ZQ1			
Інв. № ориг.	Підпис і дата		Зам. інв. №		Інв. № дубл.		Підпис і дата		
			Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26 КР 172.402.012.001.000	Арк. 2

Перш. викорис.	Додат. №	Поз. познач.	Найменування			Кіл.	Примітка		
		БК1	Датчик температури DS18B20 "Maxim"			1			
			Конденсатори						
		С1	ECAP-25 В-330 мкФ ±20% "Jamicon"			1			
		С2, С3	NPO-22 пФ ±5% "Murata"			2			
		С4...С6	NPO-100 нФ ±5% "Murata"			3			
		С7	ECAP-16 В-220 мкФ ±20% "Jamicon"			1			
		С8...С15	NPO-100 нФ ±5% "Murata"			8			
		С16	ECAP-16 В-2200 мкФ ±20% "Jamicon"			1			
			Мікросхеми						
Підпис і дата	Інв. № дубл.	DA1	7805 "Hottech"			1			
		DA2	LM324AN "Texas Instruments"			1			
		DD1	ATmega8-16PU "Microchip"			1			
		GB1	Батерея INDUSTRIAL ICR14500 "QBAT"			1			
		HA1	Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron"			1			
		HG1	Цифровий індикатор BC56-12EWA "Kingbright"			1			
			Індуктивність						
		L1	EC24-100K-100 мкГн 10% "SCE"			1			
		L2	EC24-100K-68 мкГн 10% "SCE"			1			
		Інв. № ориг.	Зам. інв. №	26 КР 172.402.012.001.000 ПЕЗ					
Зм. Арк.	№ докум.			Підпис	Дата				
Розрод.	Гач								
Перевір.	Іващук								
Н.контр.	Задорожний								
Затверд.									
Зарядний пристрій Li-Ion акумуляторів Перелік елементів					Літ.	Аркуш	Аркушів		
					Н	1	3		
					ВСП ТФК ТР-402 м. Тернопіль				

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
	Резистори		
R1	3329H-1-5 кОм "Bourns"	1	
R2	MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"	1	
R3	MFP-0,125-4,7 кОм ±10% "Yageo"	1	
R4	MFP-0,125-4,7 кОм ±10% "Yageo"	1	
R5	MFP-0,125-4,7 кОм ±10% "Yageo"	1	
R6	MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"	1	
R7	MFP-0,125-100 Ом ±10% "Yageo"	1	
R8...R10	MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"	3	
R11	3329H-1-5 кОм "Bourns"	1	
R12	MFP-0,125-3,3 кОм ±10% "Yageo"	1	
R13	3329H-1-5 кОм "Bourns"	1	
R14	MFP-0,125-12 кОм ±10% "Yageo"	1	
R15	3329H-1-1 кОм "Bourns"	1	
R16	MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"	1	
R17	MFP-0,125-12 кОм ±10% "Yageo"	1	
R18, R19	MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"	2	
R20, R21	MFP-0,125-4,7 кОм ±10% "Yageo"	2	
R22	MFP-2-0,22 Ом ±10% "Yageo"	1	
R23	MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"	1	
R24	MFP-2-0,22 Ом ±10% "Yageo"	1	
R25	MFP-0,125-100 Ом ±10% "Yageo"	1	
R26	MFP-10-2 Ом ±10% "Yageo"	1	
SB1...SB4	Кнопки KLS7-TS6601 "KLS"	4	
VD1, VD2	Діод SF56 "LGE"	2	
	Транзистори		
VT1	C945-GR "LGE"	1	

Інв. № орг.

Підпис і дата

Зам. інв. №

Інв. № докл.

Підпис і дата

26 КР 172.402.012.001.000 ПЕЗ

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк. 2

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

Арк.
3

26 КР 172.402.012.001.000 ЕЗ

Перш використ.

Додат. №

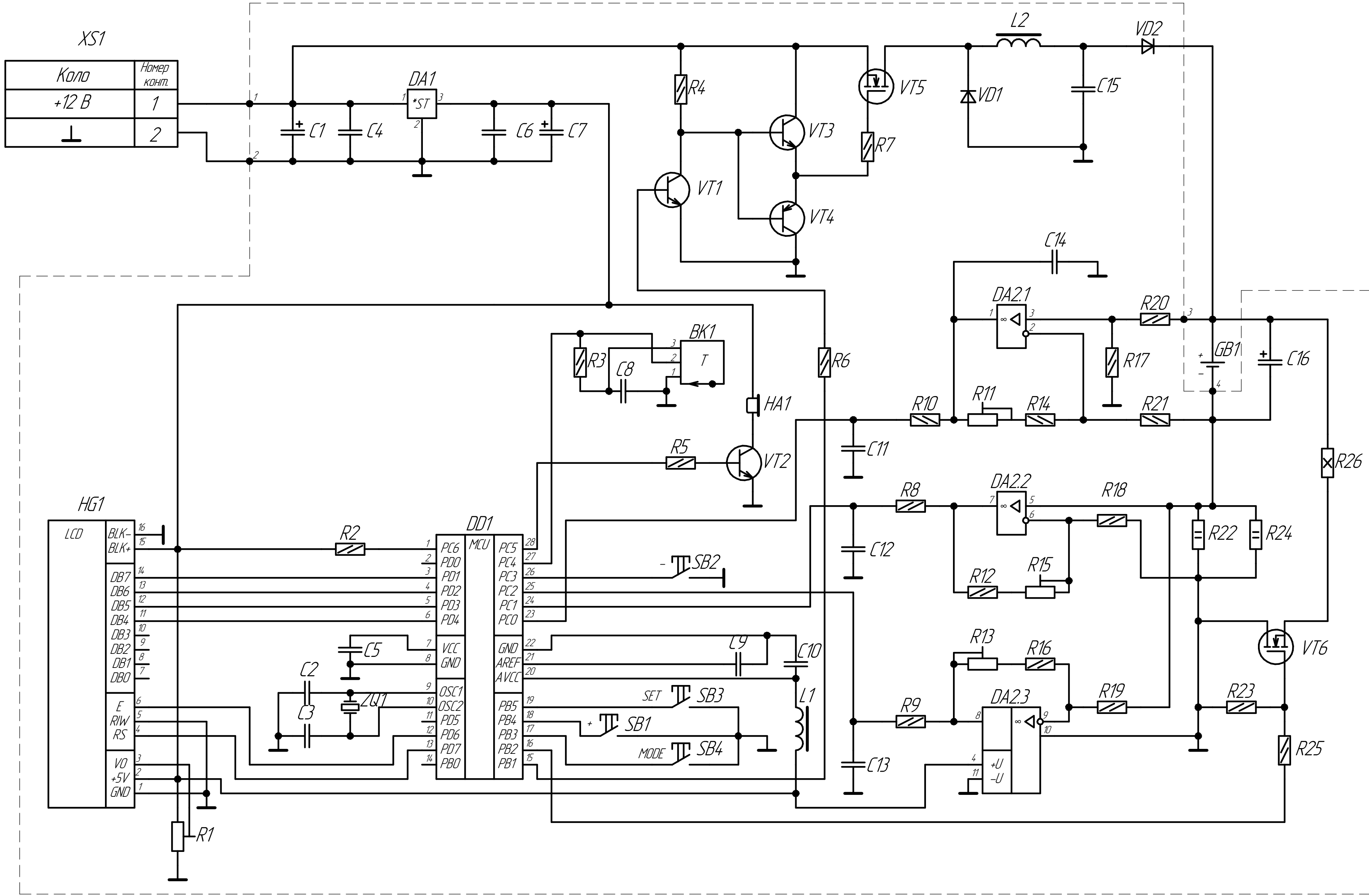
Підпис і дата

Інв. № змін.

Зам. інв. №

Підпис і дата

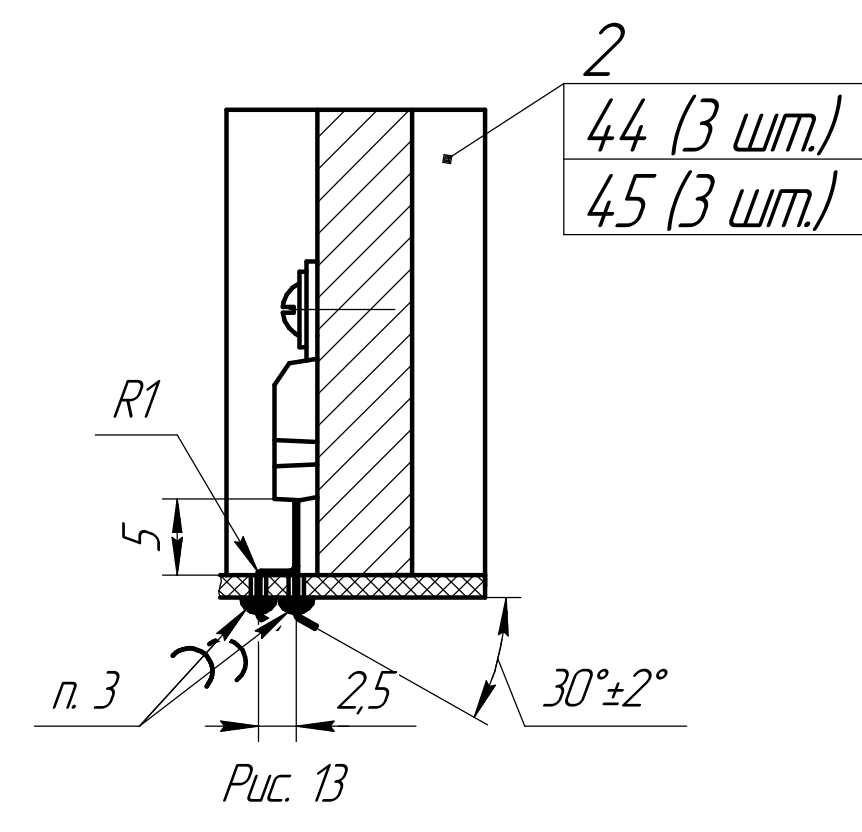
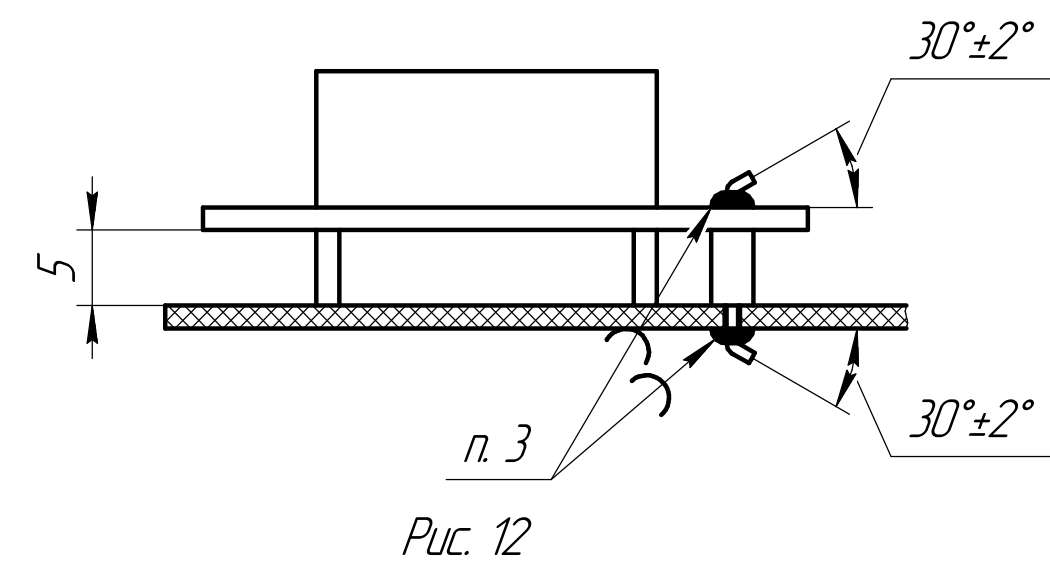
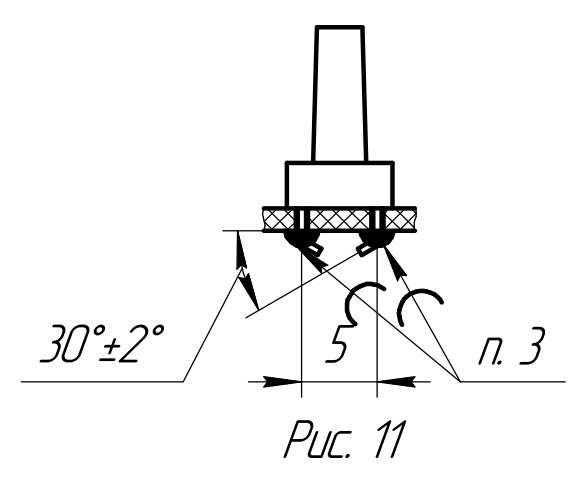
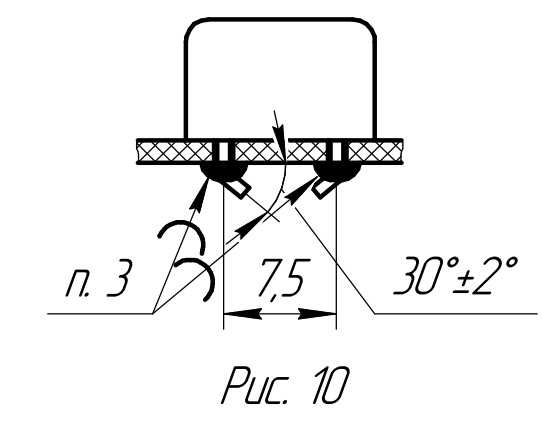
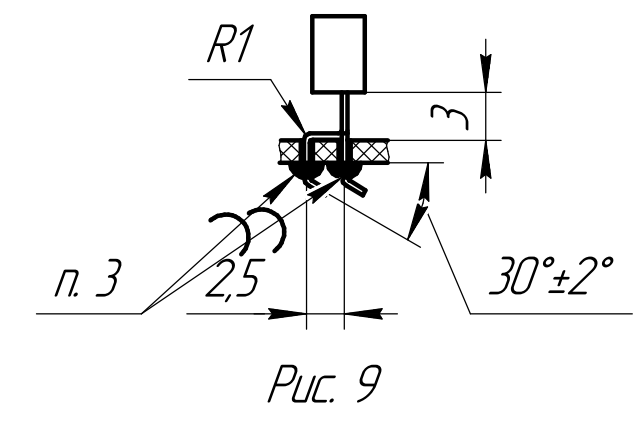
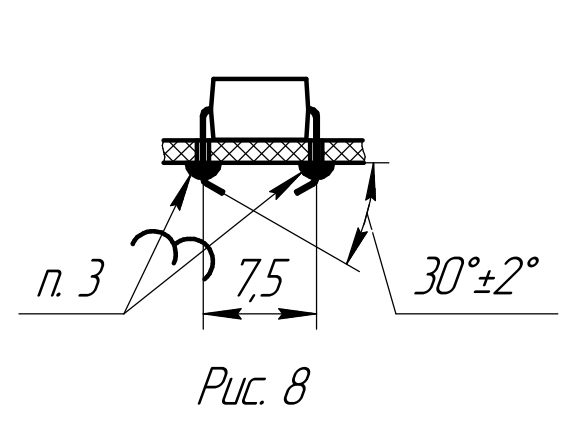
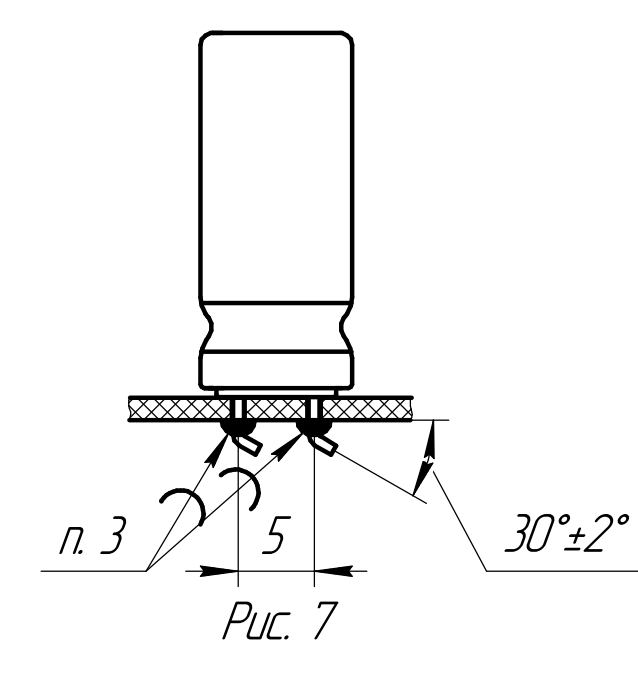
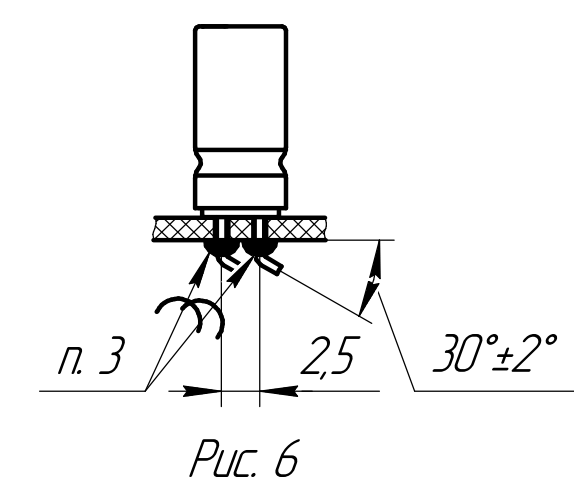
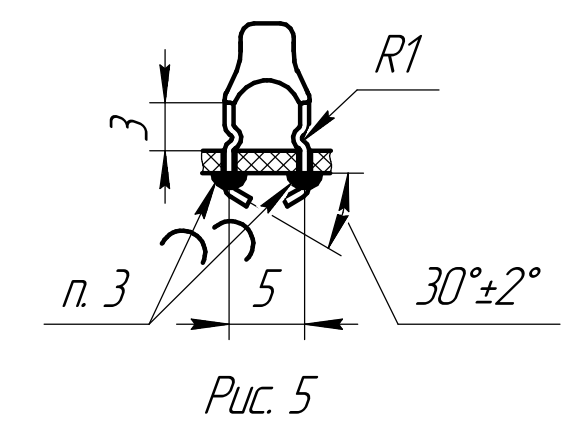
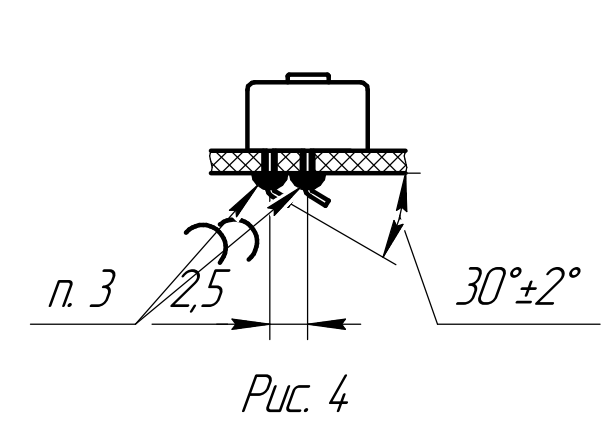
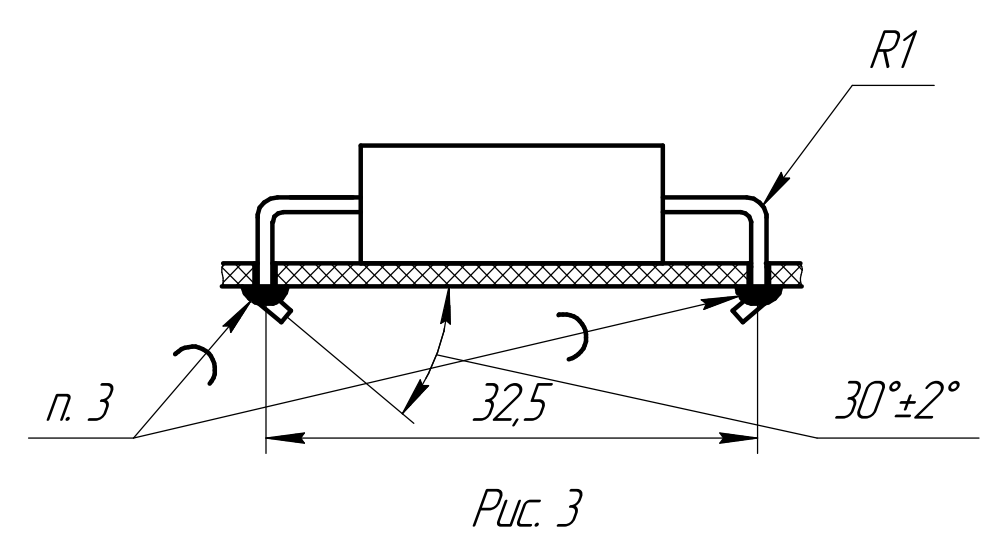
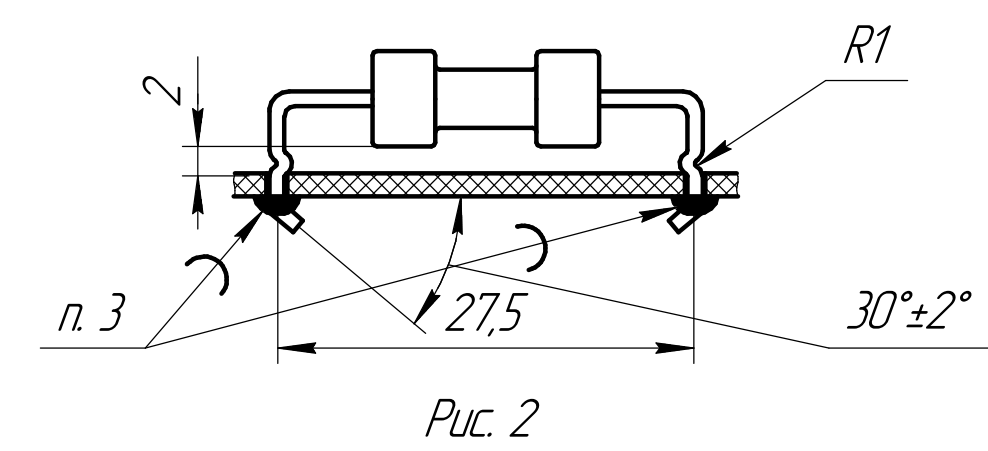
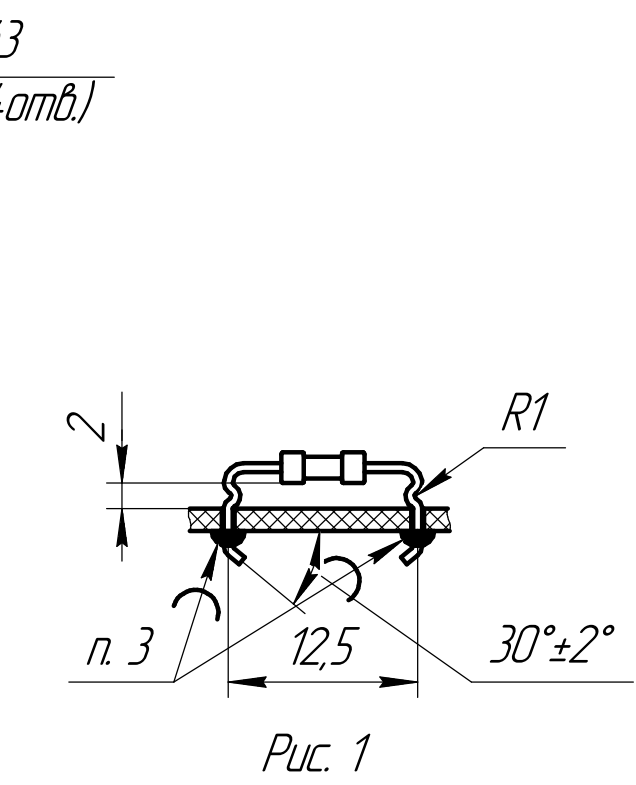
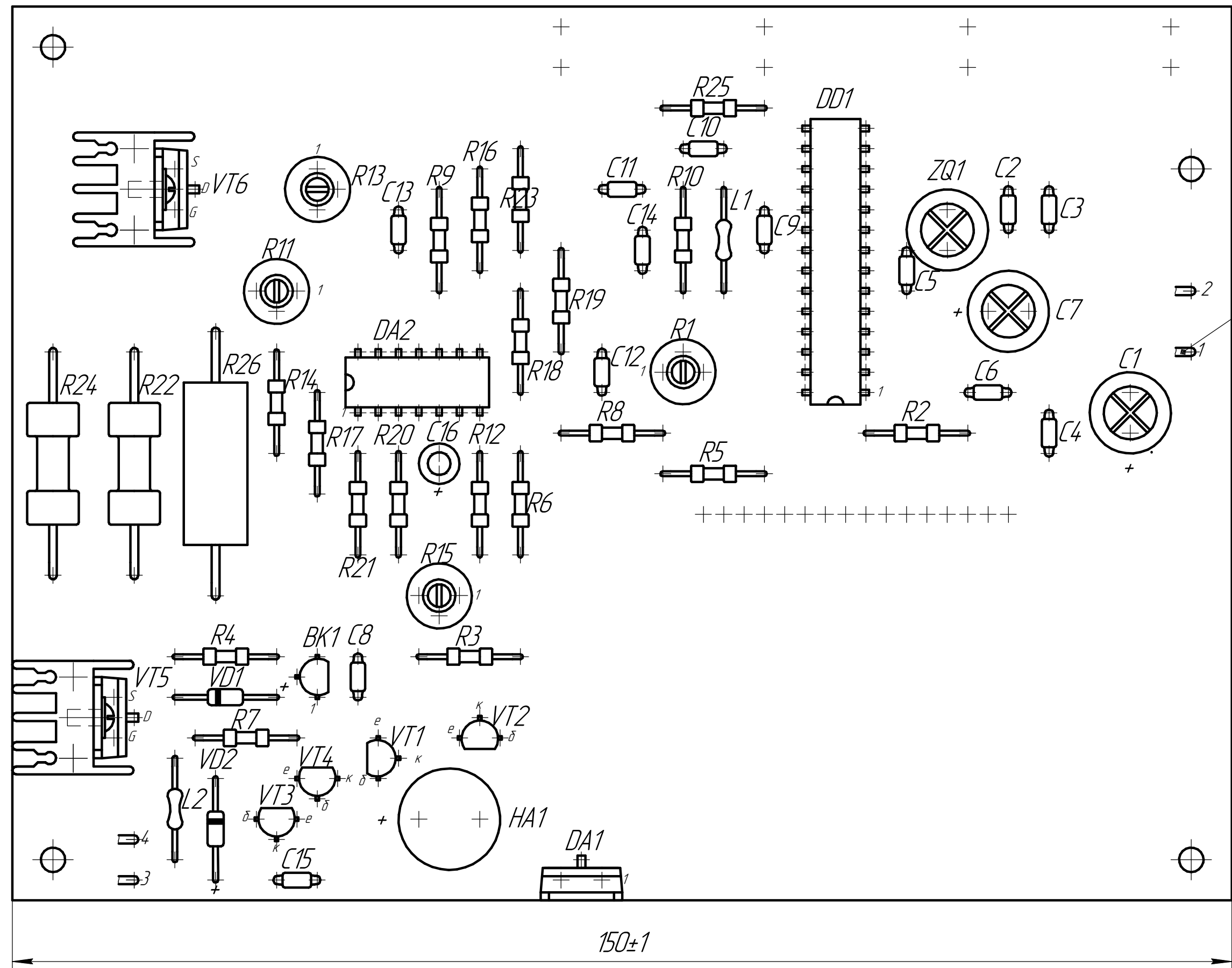
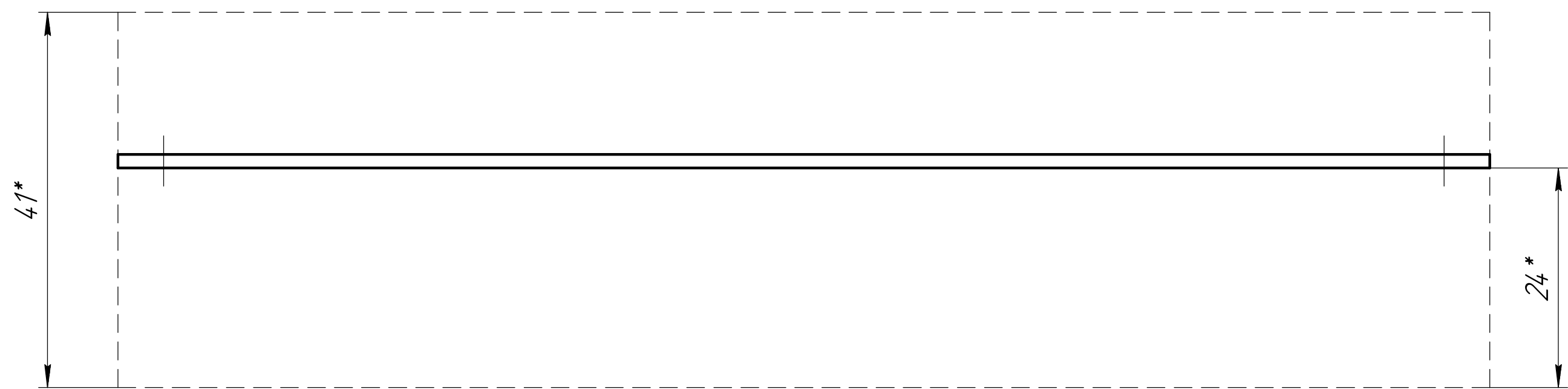
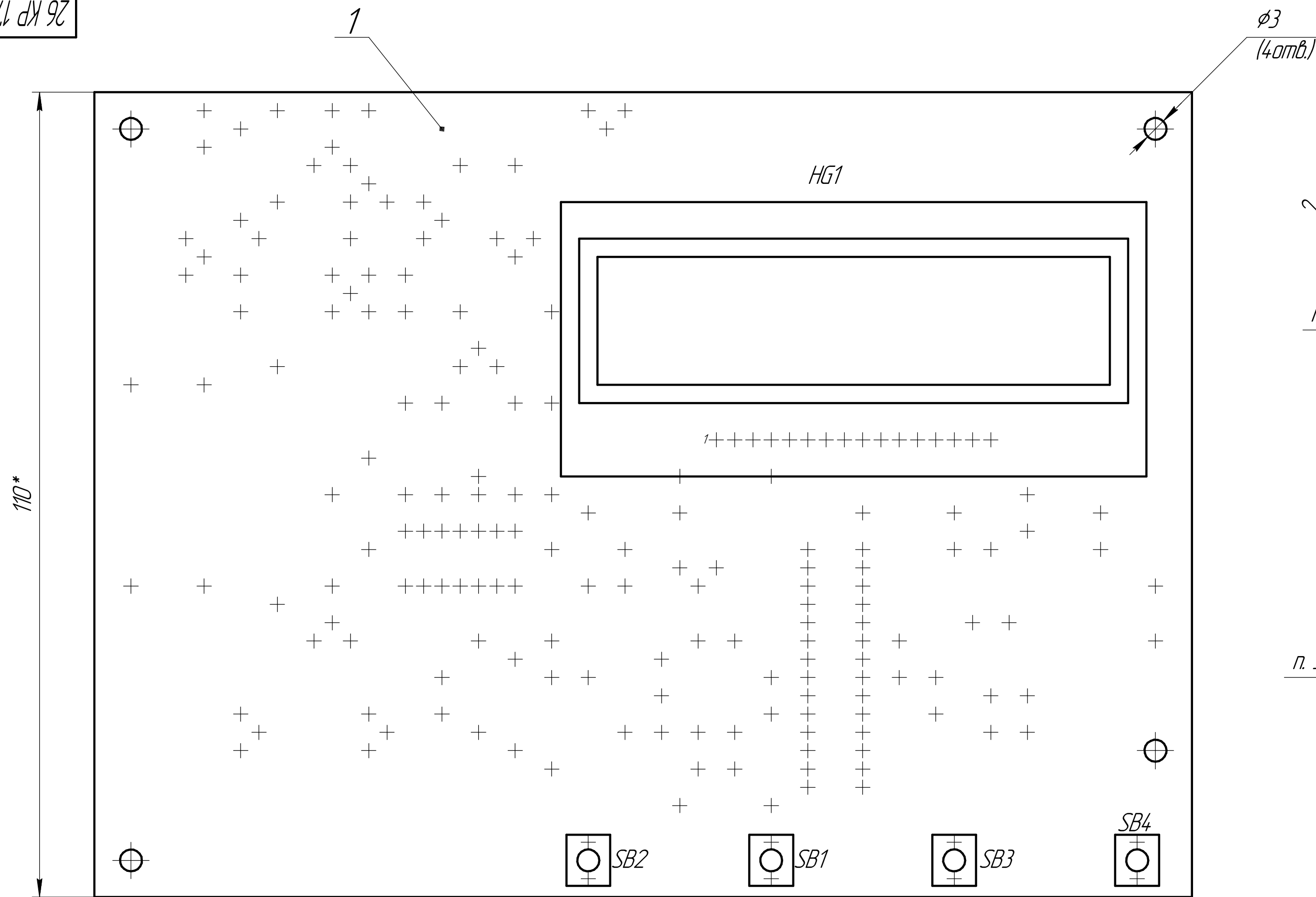
Інв. № змін.



26 КР 172.402.012.001.000 ЕЗ					Зарядний пристрій Li-іон акумуляторів		
Схема електрична принципова					Лит.	Маса	Масштаб
Зм. Арк. № докум. Підпис Дата					Н	-	-
Разроб. Гоц					Аркциш Аркциш 1		
Перевір. Івашук					ВСП ТФК ТР-402		
І.контр. Заборонений					м. Тернопіль		
Затверд.					Формат А2		

						26 КР 172.402.012.001.001						
						Плата друкована	Лит		Маса	Масштаб		
ФМ	Арк	№ доким	Підпис	Дата	Н				0,03	21		
Голов	Гол	Голов	Голов		Арх		Арх		1			
Арх	Арх	Арх	Арх			ВСП ТФК ТР-402		м. Тернопіль				
Контр	Контр	Контр	Контр			ГОСТ 10316-78		Формат А1				

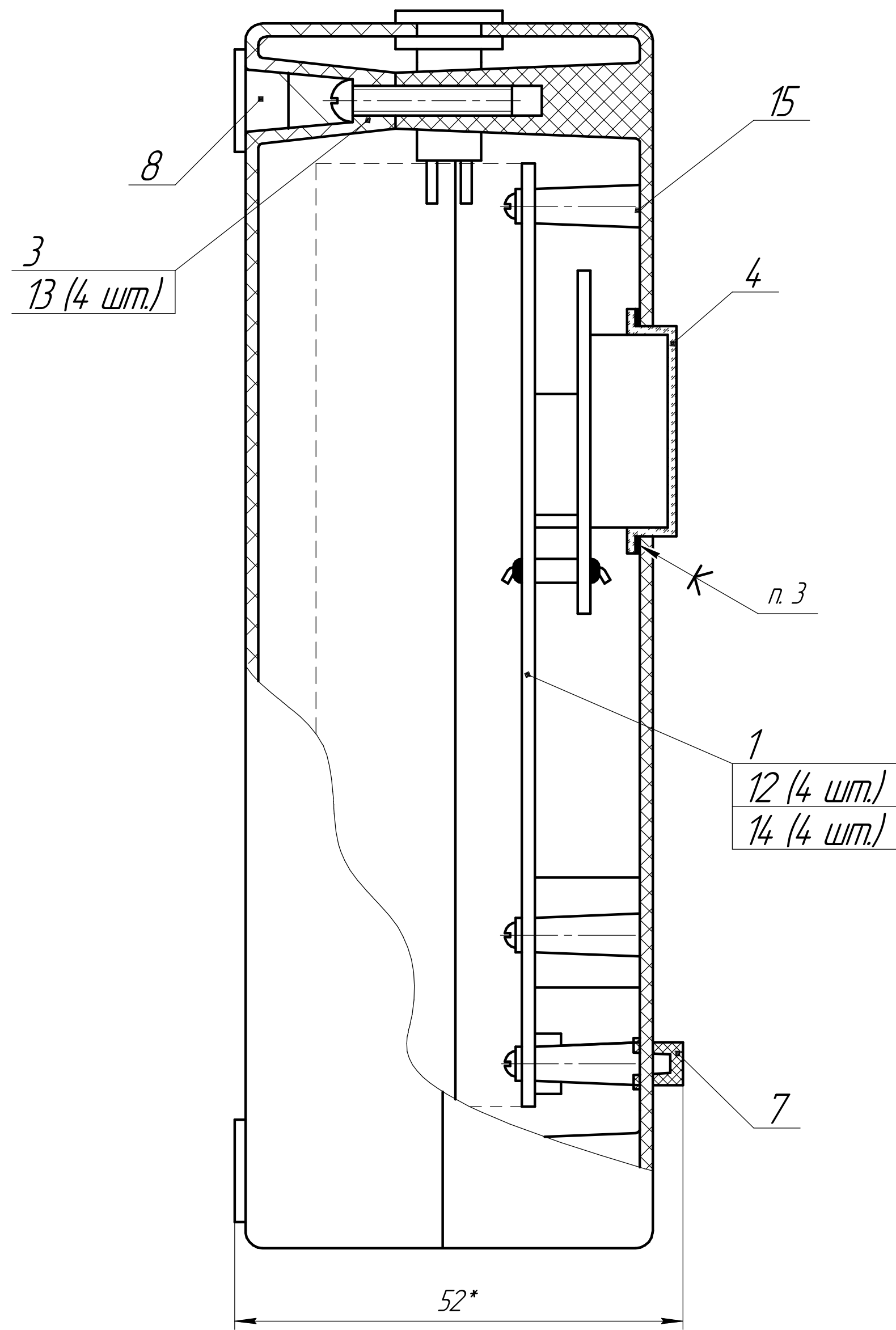
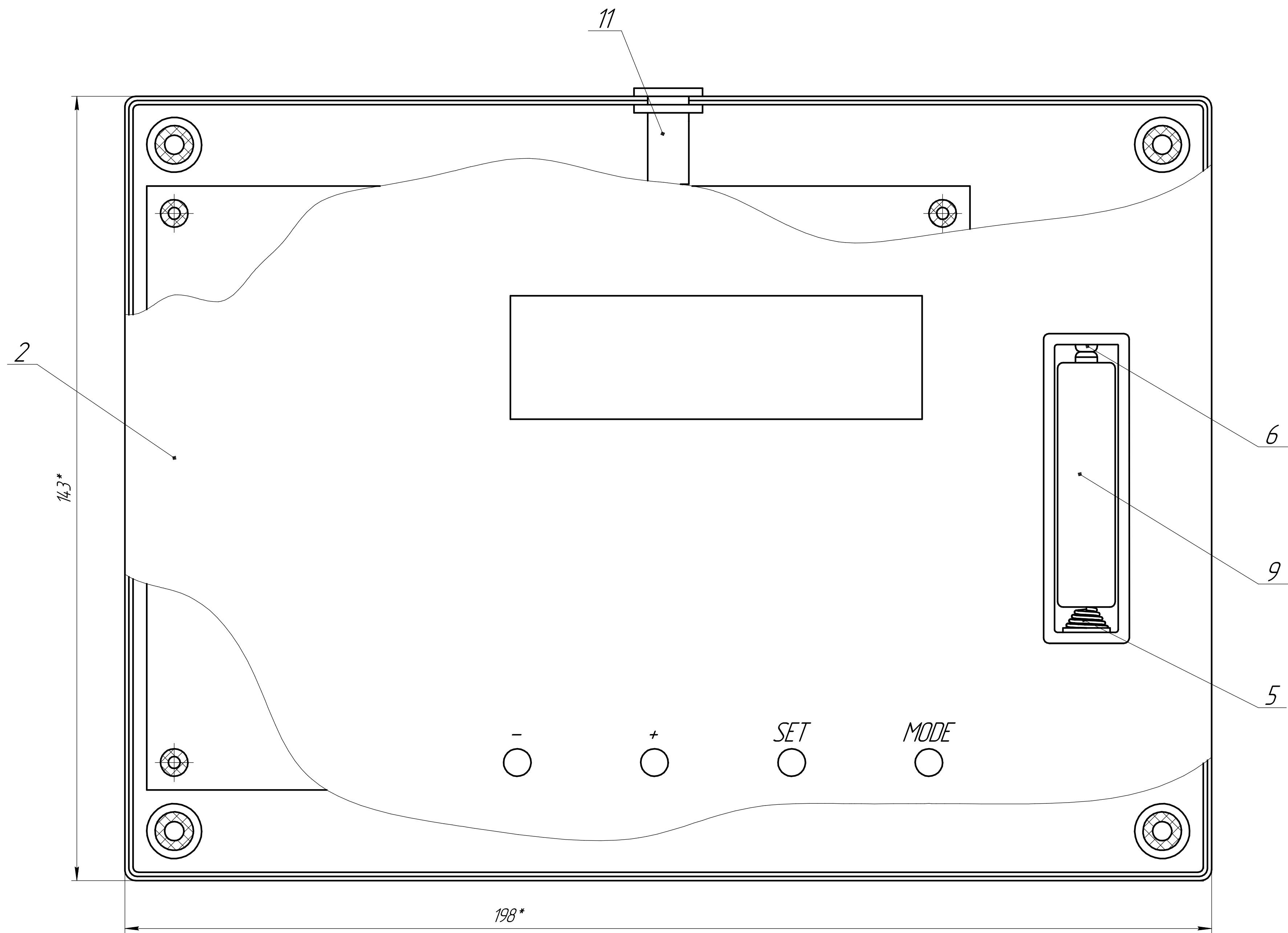
		Перш. викорис.		Додат. №		Підпис і дата		Інв. № дод.		Зам. інв. №		Підпис і дата		Інв. № ориг.	
Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.									
				Документація											
A4			26 КР 172.402.012.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів											
A2			26 КР 172.402.012.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1										
A1			26 КР 172.402.012.004.000 СК	Складальне креслення	1										
				Складальні одиниці											
A1		1	26 КР 172.402.012.001.000 СК	Вузол друкований	1										
				Деталі											
БК		2	26 КР 172.402.012.004.001	Верхня кришка	1										
БК		3	26 КР 172.402.012.004.002	Нижня кришка	1										
БК		4	26 КР 172.402.012.004.003	Скло для індикатора	1										
БК		5	26 КР 172.402.012.004.004	Контакт А	1										
БК		6	26 КР 172.402.012.004.005	Контакт Б	1										
БК		7	26 КР 172.402.012.004.006	Накладка для кнопки	4										
БК		8	26 КР 172.402.012.004.007	Ніжка	4										
				Інші вироби											
		9		Батерея INDUSTRIAL ICR14500 "QBAT"	1	GB1									
		11		Роз'єм DS-025B "Dragon City"	1	XS1									
						26 КР 172.402.012.004.000									
Зм. Арк.		№ докум.		Підпис		Дата									
Розрод.		Гоц													
Перевір.		Іващук													
Н.контр.		Задорожний													
Затверд.															
Зарядний пристрій								Літ.		Аркуш		Аркушів			
Li-Ion акумуляторів								Н		1		2			
								ВСП ТФК ТР-402							
								м. Тернопіль							



- *Разміри для довідок.
- Установку і формування елементів провадити з кроком координатної сітки 2,5 мм. Елементи формувати (установка і формування елементів на рисунках показані в масштабі 2:1): R2..R10, R12, R14, R16..R21, R23, R25, L1, L2, VD1, VD2-на рис. 1; R22, R24-на рис. 2; R26-на рис. 3; R11, R13, R15-на рис. 4; C2..C6, ZQ1-на рис. 5; C16-на рис. 6; C1, C7-на рис. 7; DD1, DA2-на рис. 8; VT1..VT4-на рис. 9; HA1-на рис. 10; SB1..SB4-на рис. 11; HG1-на рис. 12; VT5, VT6-на рис. 13. Транзистори VT5, VT6 прикріпити до радіатора гвинтом поз. 44.
- Паяти припоєм ПОС61 ГОСТ 21931-76.
- Заводський номер, позначення елементів маркувати фарбою ЧМ, чорна БМ, біла, ТУ029-02-859-78. Шрифт 2,5 по НО, О10, О07. Місця розміщення маркування показані умовно.
- Лакувати лаком АКА-113.
- Позначення елементів показано умовно.
- Друковані провідники умовно не показані.
- Інші вимоги по ГОСТ 010.015.

26 КР 172.402.012.001.000 СК					Вузел друкований		
Складальне креслення					Лист	Маса	Масштаб
					Н	0,06	2:1
					Архив	Архив	1
					ВСП ТФК ТР-402		
					м. Тернопіль		
					Формат А1		

26 КР 172.402.012.004.000 СК



1. * Розміри для довідок.
2. Електромонтаж здійснювати згідно з 26 КР 172.402.12.01000 ЕЗ припоєм припоєм ПОС-40 ГОСТ 21931-76.
3. Інші технічні вимоги по ОСТ.4.ГО.070.015.

26 КР 172.402.012.004.000 СК					Лит	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата	Н	0,3	2:1
Розроб.	Гоч.	Перевір.	Івашук		Архив	Архив	1
Т.контр.					ВСП ТФК ТР-402		
Н.контр.	Задорожний				м. Тернопіль		
Затверд.					Формат А1		

Техніко – економічні показники зарядного пристрою Li-Ion акумуляторів

	Технічні показники			Економічні показники	
1	Напруга живлення вхідна	+12В	1	Річний обсяг виробництва	2000шт.
2	Струм споживання	0,8А	2	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	229125 грн
3	Габаритні розміри	198*143 *52 мм	3	Чистий прибуток	689931,6 грн
4	Маса	0,3кг	4	Повна собівартість на виріб	1502,48 грн
5	Допустима вологість повітря	85%	5	Ціна одиниці виробу	1923,17 грн.
6	Діапазон напруги заряджання	0,0... 9,99В	6	Рентабельність виробу	22,96%
7	Діапазон вимірювання ємності	100...5000 мА год	7	Термін окупності	0,36р
8	Дискретність встановлення ємності	100 мА год	8	Індекс прибутковості	2,74