

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 індикатора радіовипромінювання

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

Спеціальність: 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»
 Освітня програма: «Конструювання, виробництво та технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв».

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

	Ланцут А.О.
	(прізвище та ініціали)
Керівник	Іващук А.Д.
	(прізвище та ініціали)
Рецензент	Дедів І.Ю.
	(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, автоматизація та електронні комунікації»
Спеціальність 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»
Спеціалізація «Конструювання, виробництво та технічне обслуговування
радіотехнічних пристроїв».**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії
телекомунікацій та радіотехніки
_____ Ольга ВАСИЛИШИН
“12” _____ травня 2025 року

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

_____ Ланцут Андрій Олександрович _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: **Розробка конструкції індикатора
радіовипромінювання** _____

керівник кваліфікаційної роботи **Іващук Андрій Дмитрович,**

ДП затверджені наказом закладу фахової передвищої освіти від 20.01.2025 року №4/9-21.

2. Строк подання студентом проекту: 16.06.2025 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: напруга живлення +6В; розмір друкованої плати 75x50 мм; габаритні розміри приладу 88x98x49 мм; маса пристрою, не більше, кг 0,3 ; діапазон робочих температур - 20...+45°C; радіус дії до 200м

4. Зміст розрахунково-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 Основні заходи щодо запобігання травматизму та професійних захворювань
 - 4.2 Вогнестійкість будівель, споруд та шляхи її підвищення.
- Висновки
- Перелік посилань
- Додатки

Додаткові вказівки:

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

без виготовлення макета

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

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Отримання і аналіз технічного завдання	05.05	
2	Збір і узагальнення інформації для кваліфікаційної роботи	13.05	
3	Написання першого розділу	25.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту	30.05	
5	Написання спеціального розділу	29.05	
6	Розрахунок економічної частини	24.05	
7	Написання розділу охорони праці	26.05	
8	Виконання графічної частини	19.05	
9	Оформлення кваліфікаційної роботи	06.06	
10	Погодження нормоконтролю	12.06	
11	Попередній захист кваліфікаційної роботи	16.06	
12	Захист кваліфікаційної роботи		

7. Дата видачі завдання 12 травня 2025р.

Студент

_____ Ланцут А.О. _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ Іващук А.Д. _____
(підпис)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....

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

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

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

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....

2.1 Розрахунково-конструкторська частина.....

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

2.1.6 Розрахунок надійності проектного пристрою.....

2.1.7 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.

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

					25KBP172.403.006.000.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка конструкції індикатора радіовипромінювання в діапазоні 27 МГц	Лім.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Ланцют						
Перевір.		Іващук						
Рецензент						ВСП ТФК ТНТУ ТР-403 м. Тернопіль		
Н. Контр.		Задорожний						
Затверд.								

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	Основні заходи щодо запобігання травматизму та професійних захворювань.....
4.2	Вогнестійкість будівель, споруд та шляхи її підвищення.....

ВИСНОВКИ.....

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....

ДОДАТКИ.....

					25KBP172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Ланцут А.О. Розробка конструкції індикатора радіовипромінювання в діапазоні 27 МГц: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2025.

Елементи на платі розташовані дуже компактно, і тому розміри плати мінімальні 50*125мм. Всі основні елементи розміщені на одній стороні плати на іншій стороні друкованої плати розміщений зумер HA1. У приладі немає елементів, котрі виділяють велику кількість тепла.

Корпус виготовлений з чорної пластмаси, яка має хороші характеристики, гарний зовнішній вигляд, та хорошу конструкцію, розміри 98×88×49 мм. Верхня та нижні кришки мають форму типу «корито». Кришки по кутах мають розміщені стійки для закріплення одна до одної за допомогою саморізів. Також верхня кришка має 4 ніжки для кріплення плати за допомогою чотирьох гвинтів та чотирьох шайб. У спеціальний паз встановлюються антена SW1 за допомогою гайки та шайби. Нижня кришка має батарейний відсік, де встановлюються контакти А та контакти В і запаюються. Тоді у батарейний відсік встановлюються батарейки та закриваються кришкою.

Підібрана елементна база дозволяє реалізувати закладені в пристрій функції, є недорогою та доступною. Запропонована маршрутно-операційна технологія складання виробу може бути використана для серійного виробництва, є уніфікованою та розробленою з врахуванням типових технологічних процесів в галузі виробництва електронних пристроїв, що забезпечує швидку окупність вкладених інвестицій.

Ключові слова: індикатор, радіовипромінювання, діапазон, вимірювання, частота.

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Lantsut A.O. Development of a design for a radio emission indicator in the 27 MHz band: qualification work for obtaining the educational and professional degree of a junior bachelor, in specialty 172 Telecommunications and radio engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2025.

The elements on the board are located very compactly, and therefore the board dimensions are minimal 50*125mm. All the main elements are located on one side of the board, on the other side of the printed circuit board there is a NA1 buzzer. The device does not have elements that emit a large amount of heat.

The case is made of black plastic, which has good characteristics, a beautiful appearance, and a good design, dimensions 98×88×49 mm. The upper and lower covers have a "trough" shape. The covers have racks placed at the corners for fastening to each other using self-tapping screws. The top cover also has 4 legs for fastening the board using four screws and four washers. The SW1 antenna is installed in a special groove using a nut and washer. The bottom cover has a battery compartment, where contacts A and contacts B are installed and soldered. Then batteries are installed in the battery compartment and closed with a cover.

The selected element base allows you to implement the functions built into the device, is inexpensive and affordable. The proposed route-operational technology for assembling the product can be used for serial production, is unified and developed taking into account typical technological processes in the field of electronic device production, which ensures a quick return on investment.

Keywords: indicator, radio radiation, range, measurement, frequency.

					<i>25KBP172.403.006.000.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Пропонований пристрій дозволяє фіксувати роботу передавача в діапазоні 27 МГц у радіусі кількох сотень метрів. Це може стати в нагоді для контролю ефіру в охоронній системі, коли радіопереговори, що виникли поблизу об'єкта, що охороняється, повинні сприйматися як сигнал тривоги.

Індикатор радіовипромінювання в діапазоні 27 МГц є приладом, призначеним для виявлення електромагнітного випромінювання в межах частот, які входять до так званого Citizens Band (CB) — громадянського діапазону радіозв'язку. Цей частотний спектр, зокрема 26,965–27,405 МГц, історично широко використовувався в СВ-раціях, транспортній комунікації, а також серед радіоаматорів. На сьогодні його застосування істотно зменшилось через перехід на сучасні цифрові та високочастотні системи зв'язку, проте діапазон 27 МГц все ще залишається в експлуатації, особливо в сільських або прикордонних районах, у військовій сфері, на підприємствах, а також серед ентузіастів. Індикатор випромінювання у цьому діапазоні дозволяє виявляти активність радіопередавачів, оцінювати рівень сигналу, визначати потенційні джерела завад або сторонніх радіозв'язків. Це може бути особливо актуальним для служб безпеки, радіомоніторингу, в навчальних закладах — для демонстрації принципів розповсюдження радіохвиль. Крім того, він є корисним інструментом для радіоаматорів, які займаються побудовою або налаштуванням передавальних антен, та для контролю електромагнітного фону у промислових умовах. Незважаючи на обмежене сучасне застосування, індикатор на 27 МГц зберігає актуальність у вузьких спеціалізованих сферах, а також у тих випадках, коли потрібен недорогий і простий засіб виявлення радіовипромінювання на низьких частотах [1].

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

Напруга живлення.....+6В;

У режимі очікування споживаний струм становить 1,1 мА, а при спрацюванні сигналізації — 3,2 мА;

Розмір друкованої плати.....75*50мм;

Функціонує в діапазоні 27 МГц зі смугою пропускання 3 МГц на рівні –3 дБ;

Габаритні розміри виробу.....88*98*49мм;

Маса пристрою, не більше, кг 0,3;

Діапазон робочих температур-20 до +45⁰С;

Радіус діїдо 200м.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

Структурна схема індикатора радіовипромінювання складається з таких основних функціональних блоків:

1. Блок живлення (+6 В). Цей блок забезпечує стабільне енергоживлення всіх вузлів пристрою. Живлення подається від зовнішнього джерела з постійною напругою +6 В. Струм споживання складає:

- 1,1 мА у режимі очікування;
- 3,2 мА при спрацюванні сигналізації.

Живлення розгалужується на інші каскади схеми, зокрема — на радіочастотний підсилювач, підсилювач постійного струму та генератор тривожного сигналу.

2. Антена. Антена слугує для прийому радіосигналів з навколишнього середовища в діапазоні 27 МГц.

До пристрою може бути підключена стандартна повнорозмірна антена через коаксіальний кабель з хвильовим опором 50 Ом, що забезпечує оптимальне узгодження.

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для максимальної ефективності рекомендується використовувати півхвильову антену. Використання укорочених антен знижує чутливість і дальність виявлення.

3. Радіочастотний підсилювач (РЧП). РЧП здійснює підсилення прийнятого антеною слабкого ВЧ-сигналу. Основу підсилювача становлять транзистори VT1 і VT2, які формують каскад посилення за напругою. Сигнал знімається з дроселя L2 і передається далі на детектор. Резонансний контур L1C2 налаштований на центральну частоту контрольованого діапазону (27 МГц), що забезпечує селективність і відсіювання сигналів з інших діапазонів.

4. Підсилювач постійного струму (ППС). Після детектування сигналу на діоді VD1, він перетворюється на сигнал постійної напруги. Цей сигнал подається на каскад ППС, реалізований на транзисторах VT3 і VT4. Його функція — підсилити амплітуду постійного сигналу до рівня, придатного для формування логічного сигналу тривоги. У режимі тиші на резисторі R10 підтримується низький рівень напруги, а у разі виявлення сигналу — формується високий рівень напруги.

5. Генератор сигналу тривоги. Цей блок реалізований на мікросхемі DD1 (наприклад, логічний елемент або мультивібратор), яка спрацьовує при надходженні логічної "1" із ППС. Після активації, DD1 формує імпульсний або постійний сигнал керування для запуску звукового оповіщення.

6. Зумер. Зумер є виконавчим пристроєм звукової сигналізації. Він активується генератором тривоги (DD1) і видає звуковий сигнал, що інформує користувача про наявність радіовипромінювання в контрольованій зоні. Може використовуватись п'єзоелектричний або електромеханічний зумер постійного струму.

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

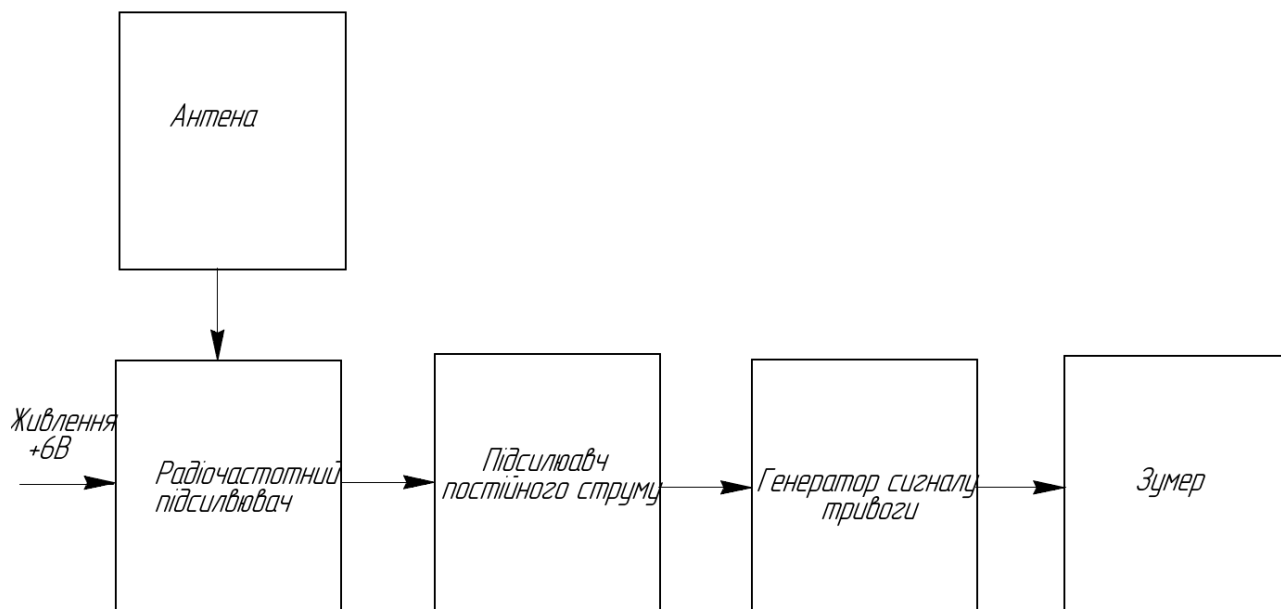


Рисунок 1.1-Схема електрична структурна

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Даний датчик являє собою широкосмуговий радіоприймач, який працює у діапазоні 27 МГц із смугою пропускання 3 МГц на рівні -3 дБ. Пристрій живиться від джерела постійної напруги 6 В. У режимі очікування споживаний струм становить 1,1 мА, а при спрацюванні сигналізації — збільшується до 3,2 мА.

Датчик підтримує підключення стандартної повнорозмірної антени за допомогою коаксіального кабелю з хвильовим опором 50 Ом. Застосування укорочених антен можливе, проте це призводить до зменшення дальності виявлення сигналу. Польові випробування показали, що при використанні повнорозмірної півхвильової антени пристрій здатен виявляти роботу портативного передавача (з чотирехвильовим узгодженням) на відстані до 200 метрів.

В основі вхідного каскаду пристрою лежить резонансний контур L1C2, налаштований на центральну частоту контрольованого діапазону. Радіочастотне підсилення сигналу здійснюється каскадом на транзисторах VT1 і VT2. Після підсилення сигнал знімається з дроселя L2 і подається на детектор, реалізований на діоді VD1.

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Детектований сигнал надходить до підсилювача постійного струму (ППС), зібраного на транзисторах VT3 і VT4. Цей підсилювач формує низький рівень напруги на резисторі R10 у разі відсутності сигналу в ефірі, і високий рівень напруги при виявленні активного передавача. На основі цього рівня сигнал тривоги генерується мікросхемою DD1.

Чутливість пристрою визначається параметрами роботи детектора і ППС, зокрема — ступенем компенсації порогових напруг відкриття діода VD1 і транзистора VT3. Необхідне зміщення на базу транзистора VT3 забезпечується резистивним дільником R5–R6, а діод VD1 працює в режимі мікро-струмів, завдяки падінню напруги на резисторі R4 [1].

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору кон- струкційних матеріалів і покриттів.

Проектування конструкції індикатора радіовипромінювання охоплює кілька ключових етапів: розміщення електронних компонентів на друкованій платі, вибір матеріалів для корпусу та конструктивних елементів, а також застосування захисних покриттів для забезпечення довготривалої, стабільної й надійної роботи пристрою в умовах практичного використання.

Компонування друкованого вузла починалося з визначення оптимального розташування ключових функціональних елементів, таких як підсилювачі, резонансний контур, детектор та мікросхема генератора сигналу тривоги [18].

Основні активні елементи (транзистори VT1–VT4, мікросхема DD1) розміщено по центру плати, що забезпечує зручне трасування сигнальних доріжок та зменшує довжину з'єднань — це знижує рівень електромагнітних завад і паразитних зв'язків.

Пасивні компоненти — резистори, конденсатори, дроселі — розміщені безпосередньо біля відповідних активних елементів, згідно з електричною схемою, що дозволяє мінімізувати паразитні індуктивності та ємності.

Блок живлення та стабілізуючі елементи винесені ближче до краю друкованої плати, що спрощує підключення зовнішнього джерела напруги (+6 В) і водночас зменшує тепловий вплив на чутливі вузли схеми.

Виводи на зумер та антену розташовані по краях плати, забезпечуючи зручний монтаж у корпусі та підключення зовнішніх елементів.

Планування плати здійснювалося в середовищі Altium Designer, що дозволило оптимізувати трасування провідників, уникнути перетинів та отримати компактне компонування на односторонній платі розміром 75×50 мм з координатною сіткою 2,5 мм.

Матеріали корпусу та конструктивних елементів.

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Корпус пристрою виготовляється з термостійкої пластмаси, яка має такі переваги [18]:

- Невелика вага, що знижує загальні габарити та зручність використання;
- Механічна міцність і стійкість до ударів, що забезпечує цілісність пристрою при експлуатації в польових умовах;
- Високі діелектричні властивості, що важливо для електробезпеки;
- Зручність у виготовленні методом лиття під тиском, що дозволяє реалізовувати складні й ергономічні геометричні форми;

Сучасний естетичний вигляд, що підвищує споживчу привабливість виробу.

При створенні конструкції враховано потребу в забезпеченні стійкості до зовнішніх впливів — механічних, вологісних, температурних, електромагнітних:

- Корпусні матеріали (пластмаси) мають високу електроізоляцію, ударостійкість та стійкість до УФ-випромінювання;
- Мідні доріжки плати та контактні площадки покриваються захисним шаром олова або нікелю для запобігання окисленню;
- Металеві контактні елементи (наприклад, роз'єми для антени або живлення) виготовляються з латуні або міді, які мають високу провідність і корозійну стійкість;
- Антикорозійний захист реалізовано через гальванічні покриття: цинкове, нікелеве або хромоване — для кріпильних та з'єднувальних деталей;
- Ізоляційне покриття плати виконується шляхом нанесення захисного лаку або епоксидної смоли, що забезпечує стійкість до вологи, пилу й механічних пошкоджень;
- Тепловідвідні матеріали (термопрокладки, пасти) використовуються під потужні транзистори або стабілізатори, забезпечуючи стабільність роботи в режимах з підвищеним тепловиділенням.

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Грамотно виконане компонування радіоелектронних компонентів, раціональний вибір матеріалів корпусу й плати, а також якісний захист електричних і механічних елементів — є важливою умовою для досягнення високої надійності, довговічності та стабільності роботи пристрою. Застосовані технічні рішення дозволяють впровадити прилад у серійне виробництво з мінімальними доробками [20].

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Друкована плата приладу виготовлена комбінованим методом із використанням двостороннього склотекстоліту СФ2-35-ІКП (відповідно до ГОСТ 10316-78) завтовшки 1,5 мм. У процесі виготовлення спочатку формується шаблон провідників, після чого незахищені ділянки фольги травляться, утворюючи топологію провідних доріжок.

Монтажні отвори ЕРЕ (електрично провідні елементи) піддаються металізації — нанесення шару провідника на внутрішні стінки, що забезпечує електричний зв'язок між шарами плати. Цей спосіб виготовлення є більш технологічно складним і затратним, ніж, наприклад, одностороння мінералізація, однак забезпечує вищу надійність та компактність плати [18].

Усі основні компоненти розміщені на одній стороні плати, що спрощує процес складання та пайки. На зворотному боці розміщено лише зумер НА1, що дозволяє ефективно використовувати простір.

Розміри плати становлять 50×125 мм, що є мінімально можливим при компактному розміщенні елементів.

У приладі відсутні елементи з високим тепловиділенням, тому немає потреби в застосуванні радіаторів або активного охолодження.

Під час компонування враховано вимоги щодо зниження впливу магнітних полів і мінімізації паразитної ємності між доріжками, що критично для роботи високочастотного вузла.

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Корпус пристрою виготовлений із чорної термостійкої пластмаси методом лиття під тиском. Обраний матеріал має низку переваг:

- Невелика маса, що зручно для портативного пристрою;
- Механічна міцність і стійкість до ударів;
- Гарні діелектричні властивості;
- Естетичний вигляд і можливість реалізації складної геометрії.

Габаритні розміри корпусу: 98×88×49 мм. Конструктивно корпус складається з верхньої та нижньої кришок типу «корито». Для їх з'єднання використовуються вбудовані стійки по кутах та саморізи, що забезпечує жорсткість конструкції. Плата кріпиться до верхньої кришки через чотири посадочні ніжки за допомогою гвинтів і шайб. Антена SW1 встановлюється в спеціальний паз і фіксується гайкою та шайбою. Нижня частина корпусу має вбудований батарейний відсік, у якому передбачені контакти типу «А» і «В». Після пайки туди встановлюються батарейки, і відсік закривається кришкою. Правильне розташування мікросхем на платі значно впливає на загальні характеристики пристрою: габарити, надійність, масу та стійкість до електромагнітних завад [18].

При компонованні дотримано рекомендованого кроку встановлення ІМС — 2,5 мм, що забезпечує баланс між щільністю розміщення й технологічністю монтажу. Враховано теплові умови, особливості корпусу мікросхем та топологічну складність схеми. Топологія плати розроблялася ручним методом, що дало змогу оптимально врахувати особливості схеми та зменшити довжину критичних трас високочастотних сигналів.

Ретельно спроектована друкована плата з двостороннім монтажем, а також компактний, ергономічний корпус забезпечують високу якість складання, надійність експлуатації та зручність використання приладу в польових умовах. Завдяки своїм малим розмірам, легкій вазі та привабливому дизайну, пристрій може ефективно застосовуватись у побутових, промислових і спеціалізованих середовищах [19].

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1- Конденсатор b41828 [2]

Позиційне позначення	C7
Назва компонента	Конденсатор b41828
Виробник	Epcos
Критерії вибору	Напруга робоча, струм, розміри, тангенс кута втрат
Параметри та характеристики	
Параметри конструкції	Див.рис.2.1
Номинальна напруга	10В
Номинальна ємність	0,1...1000 мкФ
Допуск ємності	± 20%
Робоча температура	-55 ... 105 ° С
Тангенс кута втрат,%	0,14

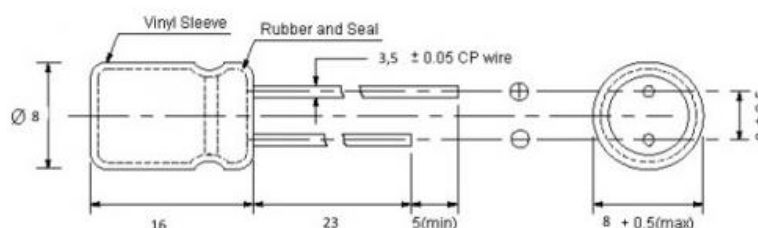


Рисунок 2.1- Габаритні розміри конденсатора типу b4182

Таблиця 1.2- Резистор MFP [3]

Позиційне позначення	R1, R3-R12
Назва компонента	MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність розсіювання, максимальна робоча напруга, діапазон опорів,
Параметри конструкції	Див.рис.2.2
Параметри та характеристики	
номинальна потужність	0,125 Вт
діапазон номінальних опорів	1...10·10 ⁶ Ом
допустиме відхилення опору	±10%
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	-60.....+70°C

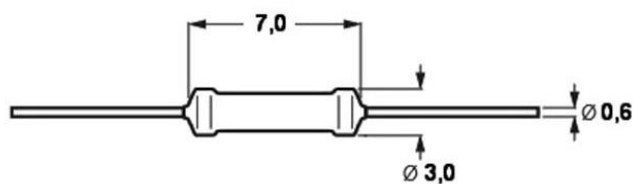


Рисунок 2.2- Габаритні розміри резисторів MFP " Yageo "

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3- Конденсатор b37979 [4]

Позиційне позначення	C1-C6, C8
Назва компонента	Конденсатор b37979
Виробник	Ерсоs
Критерії вибору	Номінал ємності, напруга пробою, робоча напруга
Параметри конструкції	Див.рис.2.3
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50В
відхилення ємності від номінального значення	$\pm 10\%$
інтервал робочих температур	$-40^{\circ}\text{C} \dots +100^{\circ}\text{C}$
температурний коефіцієнт ємності	$+3,3\%$;
відносна вологість	до 98%
діапазон тиску	6,6-2942гПа
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ
група ТКЄ	H20

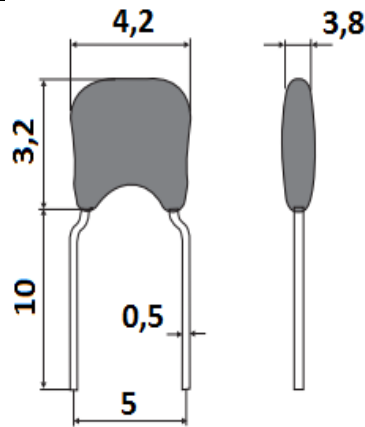


Рисунок 2.3- Габаритні розміри конденсатора b37979

Таблиця 2.4- Діод 1N4148 "Diotec" [5]

Позиційне позначення	VD2
Назва компонента	1N4448
Виробник	"Diotec"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, рочастота
Параметри конструкції	Див.рис.2.4
Параметри та характеристики	
Потужність розсіювання	1.3Вт
Номінальна напруга стабілізації	15В
Статичний опір R _{ст}	150м
Робоча температура	$-55 \dots 175^{\circ}\text{C}$
Корпус	do41
Ваг	0.4г

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

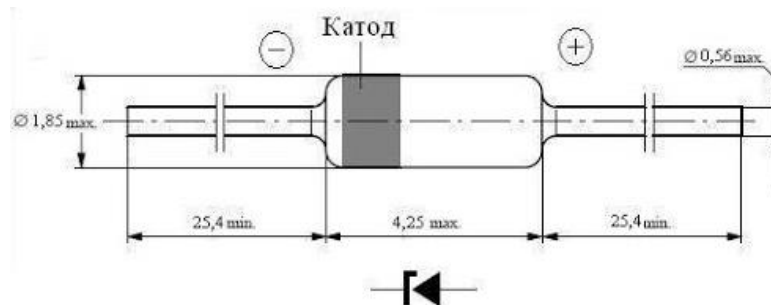
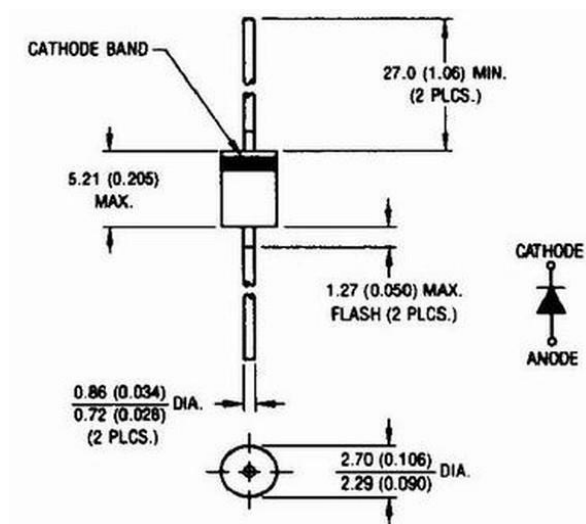


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри діода 1N4148 "Diotec"

Таблиця 2.5- Діод 1N5822 "Diodes" [6]

Позиційне позначення	VD1
Назва компонента	Діод 1N5822
Виробник	"Diodes"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри конструкції	Див.рис.2.5
Параметри та характеристики	
Тип діода	Шотткі (Schottky)
Максимальна пряма напруга	40 В
Максимальний прямий струм	3 А
Імпульсний струм (піковий)	до 80 А
Напруга прямого падіння (VF)	≈ 0,45–0,55 В при 3 А
Зворотній струм витоку (IR)	≈ 1 мА при 40 В
Температурний діапазон	–65°C до +150°C
Корпус	DO-201AD (циліндричний)



Conform to JEDEC Outline DO-204AL (DO-41)

Dimensions in millimeters and inches

Рисунок 2.5 – Габаритні розміри діода 1N5822

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.6- Дросель серії В82141А [7]

Позиційне позначення	L2
Назва компонента	Дросель В82141А
Виробник	Ерсоs
Критерії вибору	Добротність, постійни струм, індуктивність
Параметри та характеристики	
Номінальна індуктивність, мкГн	40
Допуск номінальної індуктивності,%	10
Максимальний постійний струм, мА	725
Активний опір, Ом	0.19
Добротність, Q	40
Робоча температура, С	-55 ... 125
Довжина корпусу, мм	6.8
Діаметр (ширина) корпусу, мм	3
Вага, г	0.22



Рисунок 2.6- Зовнішній вигляд дроселя В82141А

Таблиця 2.7- Підстроювальний резистор 3329Н-1 "Bourns" [8]

Позиційне позначення	R2
Назва компонента	Підстроювальний резистор 3329Н-1
Виробник	"Bourns"
Критерії виробу	Діапазон опорів, максимальний струм та напруга, підстроювальний діапазон опорів
Параметри конструкції	Див.рис.2.7
Параметри та характеристики	
Опір	2,2кОм
Допуск	±10%
Максимальна потужність	0.5 Вт (500 мВт)
Максимальна робоча напруга	250 В
Робоча температура	-55°С до +125°С
Корпус	Герметичний, квадратний, розмір 6.35×6.35 мм
Кількість оборотів	1 оборот

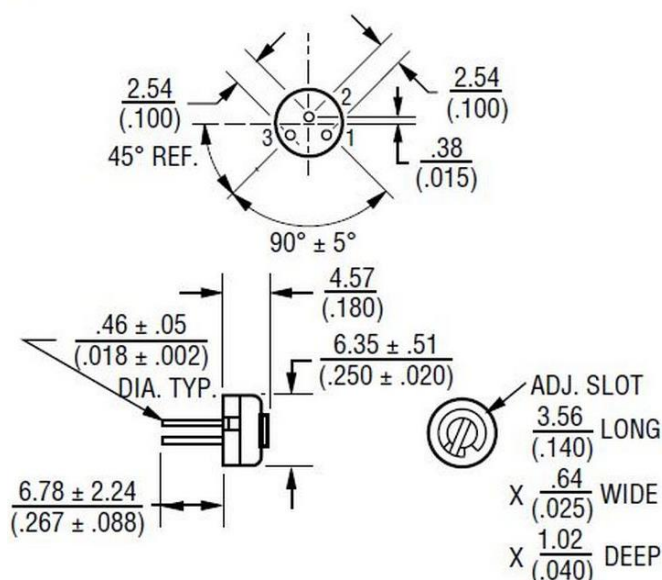


Рисунок 2.7– Габаритні розміри підстроювального резистора 3329H-1
Таблиця 2.8- Мікросхема Мікросхема CD4049UBE "HGSEMI" [9]

Позиційне позначення	DD1
Назва компонента	Мікросхема CD4049UBE "HGSEMI"
Виробник	"HGSEMI"
Критерії виробу	Вхідна напруга та струм, функціональні особливості, тип мікросхеми
Параметри конструкції	Див.рис.2.8
Параметри та характеристики	
Тип мікросхеми	Шестиканальний інвертор
Робоча напруга живлення (Vdd)	3 В – 15 В (типово 5–12 В)
Вхідний опір	Дуже високий (до 10 ¹² Ом)
Вихідна напруга	Майже до Vdd (при лог. "1")
Споживання струму	наноампери в статичі
Корпус	DIP-16 (також доступні SOP, TSSOP)
Температурний діапазон	–55°C до +125°C

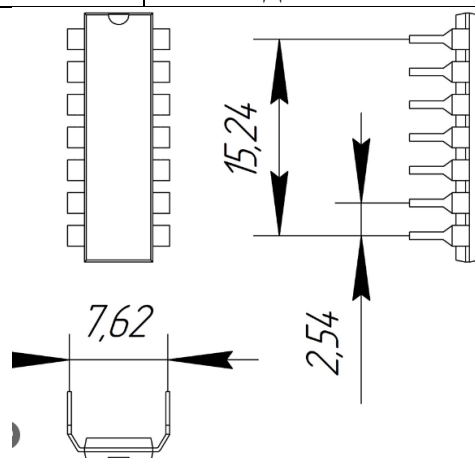


Рисунок 2.8 –Габаритні розміри мікросхеми CD4049UBE

Таблиця 2.9- Випромінювач звуку FBPB1478 "FBELE" [10]

Позиційне позначення	HA1
Назва компонента	Випромінювач звуку FBPB1478
Виробник	"FBELE"
Критерії вибору	Частота резонансу, рівень звукового тиску, тип
Параметри та характеристики	
Тип	П'єзоелектричний бузер (пасивний)
Діаметр	14 мм
Висота	~7,8 мм
Частота резонансу	~3,5 – 4,0 кГц
Робоча напруга	3 – 30 В AC/DC (залежить від драйвера)
Спосіб монтажу	Провідний (через отвори, ТНТ)
Рівень звукового тиску	~85–95 дБ на відстані 10 см



Рисунок 2.9- Зовнішній вигляд випромінювача звуку FBPB1478

Таблиця 2.10- Дросель EM11 "Bourns" [11]

Позиційне позначення	L1
Назва компонента	Дросель EM11
Виробник	"Bourns"
Критерії вибору	Робоча частота, індуктивність, регулювання
Параметри та характеристики	
Тип	Змінний (регульований) дросель
Індуктивність	~1–10 мкГн (залежно від моделі)
Робоча частота	В діапазоні 1–30 МГц (КВ, СВ)
Регулювання	Механічне — зазвичай гвинтом з феритовим сердечником
Монтаж	Вертикальний, через отвори (ТНТ)
Сердечник	Феритовий (часто з різьбленням)

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.10- Зовнішній вигляд дроселя EM11 "Bourns"

Таблиця 2.11- Транзистор BF245C "Fairchild" [12]

Позиційне позначення	VT1
Назва компонента	Транзистор BF245C "Fairchild"
Виробник	"Fairchild"
Критерії вибору	Полярність, вихідна напруга, максимальний струм навантаження, максимальна вхідна напруга
Параметри та характеристики	
Тип транзистора	JFET, n-канальний
Максимальна напруга між стоком і виток	30 В
Максимальний струм стоку	25 мА
Напруга відсічення	–0,5 В ... –8 В
Опір каналу	~100 Ом (типово)
Вхідний опір	Дуже високий (Мега-Ом і вище)
Частотний діапазон	До сотень МГц
Корпус	TO-92

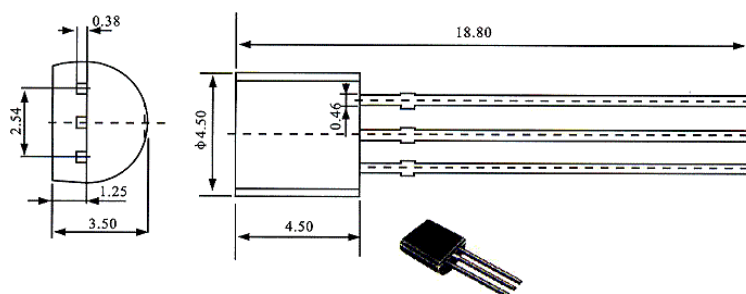


Рисунок 2.11– Габаритні розміри транзистора BF245C

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.12- Транзистор 2N7000 "JCET" [13]

Позиційне позначення	VT2
Назва компонента	Транзистор 2N7000 "JCET"
Виробник	"JCET"
Критерії вибору	Розсіювана потужність, Напруга порога відкриття, Максимальна напруга стік-витік
Параметри та характеристики	
Тип	п-канальний MOSFET
Максимальна напруга стік-витік	60 В
Максимальний струм стоку	200 мА
Напруга порога відкриття	0,8–3 В
Опір каналу при відкритті	~5 Ом при $V_{GS} = 10 \text{ В}$
Розсіювана потужність	~400 мВт
Корпус	TO-92
Температурний діапазон	–55°C до +150°C

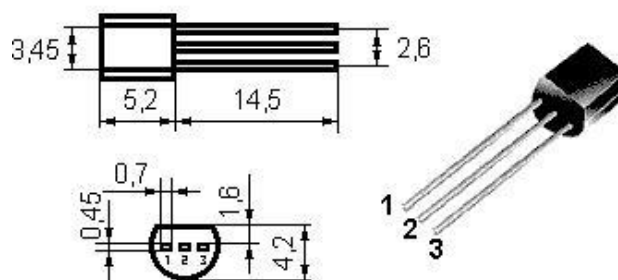


Рисунок 2.12– Габаритні розміри транзистора 2N7000 "JCET"

Таблиця 2.13- Транзистор 2N5088G [14]

Позиційне позначення	VT3
Назва компонента	Транзистор 2N5088G
Виробник	"ON Semiconductor"
Критерії вибору	Розсіювана потужність, Коефіцієнт підсилення, Максимальна напруга колектор-база
Параметри та характеристики	
Тип транзистора	NPN, біполярний
Максимальна напруга колектор-база	50 В
Максимальна напруга колектор-емітер	30 В
Максимальний струм колектора	50 мА
Коефіцієнт підсилення	300 – 900 (дуже високий)
Частота гранична	~100–250 МГц
Розсіювана потужність	до 625 мВт
Корпус	TO-92

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

25KBP172.403.006.000.000.ПЗ

Арк.

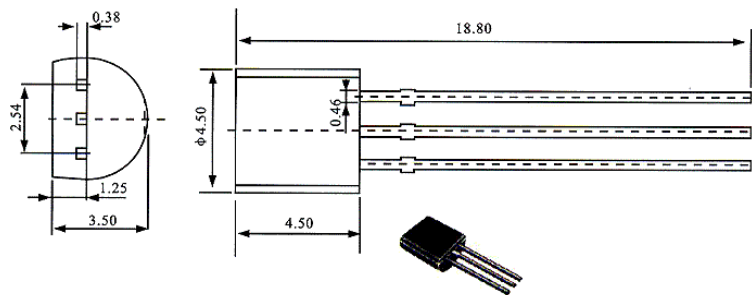


Рисунок 2.13– Габаритні розміри транзистора 2N5088G "ON Semiconductor"

Таблиця 2.14- Транзистор 2SA733 "LGE" [15]

Позиційне позначення	VT4
Назва компонента	Транзистор 2SA733
Виробник	"LGE"
Критерії вибору	Розсіювана потужність, Коефіцієнт підсилення, Максимальна напруга колектор-база
Параметри та характеристики	
Параметр	Значення
Тип транзистора	PNP, біполярний
Максимальна напруга колектор-емітер	–50 В
Максимальна напруга колектор-база	–60 В
Максимальна напруга база-емітер	–5 В
Максимальний струм колектора	–150 мА
Максимальна потужність розсіювання	400 мВт
Коефіцієнт підсилення струму	100 – 600 (залежно від серії)
Частота гранична (f_{T})	~100 МГц

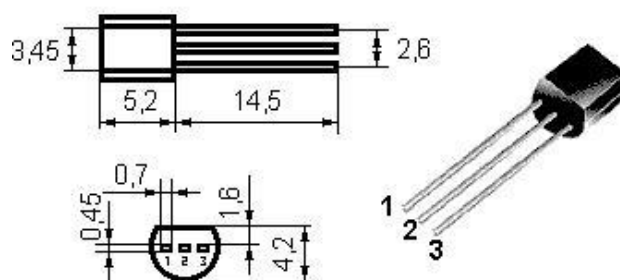


Рисунок 2.14– Габаритні розміри транзистора 2SA733 "LGE"

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Схема електрична принципова RC-фільтра зображена на рисунку 2.16. [28]

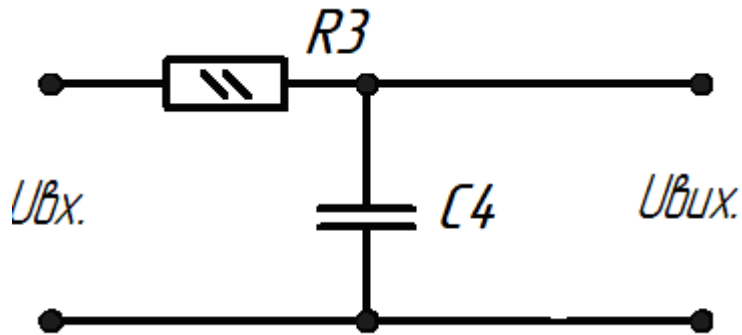


Рисунок 2.15- Схема електрична принципова RC-фільтра

1. Вихідні дані для проведення розрахунку:

$$C = 4700 \text{ пФ}$$

$$f_c = 10 \text{ кГц}$$

2. Розрахунок частоти зрізу проводиться за формулою:

$$f_c = \frac{1}{2\pi CR}, \quad (2.1)$$

де C – ємність конденсатора;

R – опір резистора;

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

3. Розрахунок опору резистора:

$$R = \frac{1}{2\pi C f_c}, \quad (2.2)$$

де f_c – частота зрізу, становить 10кГц.

$$R = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 10000 \cdot 10} = 2,1 \text{ кОм}$$

Вибираємо резистор з опором 2,2 кОм та потужністю розсіювання 0,125Вт.

$$R3 = 2,2 \text{ кОм}$$

Обрано резистор MFP-0,125-2,2 кОм $\pm 10\%$ "Yageo".

Схема електрична принципова транзисторного ключа зображена на рисунку 2.16 [34].

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

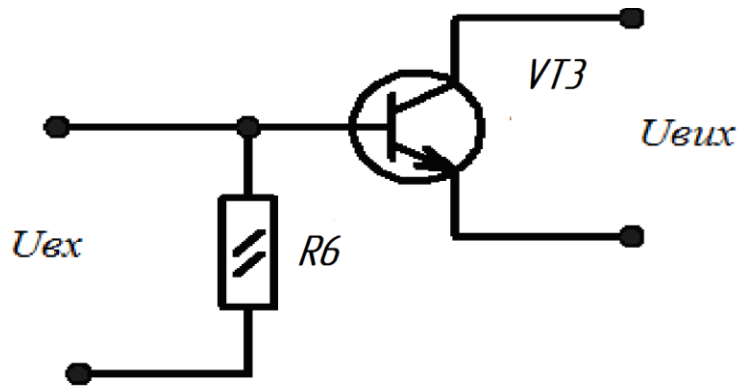


Рисунок 2.16 - Схема електрична принципова транзисторного ключа

Розрахуємо параметри транзисторного ключа при наступних умовах:

$$U_{ж}=25В;$$

$$R_H=1,5\text{ кОм};$$

$$U_y=\pm 12В;$$

Транзистор 2N5088G "ON Semiconductor".

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

$$U_{\phi 0}=0,6В;$$

$$R_{нас}=0,1\text{ Ом};$$

$$r_{\phi}=1,5\text{ кОм};$$

$$I_{к0}=0,1\text{ А};$$

$$I_{к0ЗВ}=25\text{ мА};$$

$$R_{\phi e}=10\text{ Ом}.$$

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

$$I_{к.нас.} = \frac{U_{ж}}{R_H}, \quad (2.3)$$

де: R_H – опір навантаження;

$U_{п}$ – напруга живлення;

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

Опір управляючого резистора, який забезпечує включення транзистора:

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_y = \frac{U_y - (U_{\theta 0} + 0,2 \cdot r_{\theta})}{I_{\kappa.нас.}}, \quad (2.4)$$

де: U_y – напруга управління транзистором;

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

$$R_y = \frac{12 - (0,6 + 0,2 \cdot 1,5)}{0,025A} = 43(\kappa \text{ Ом})$$

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

$$R_y = \frac{U_y}{I_{\kappa 0}} \quad (2.5)$$

$$R_y = \frac{12}{0,1 \cdot 10^{-4}} = 44(\kappa \text{ Ом})$$

Вибираємо за стандартизованим рядом E24 резистор типу MFP-0,25-47к Ом виробник фірми «Yageo» – 0,125Вт з опором 47кОм.

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Вибрано комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85 [17].

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

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

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

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

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

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

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_d * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} * 0,2 \text{А} * 0,6 \text{м}}{1 \text{В} * 0,035 \text{с}} = 0,1 \text{мм} \quad (2.7)$$

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

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

$U_{\text{дон}} = 1 \text{ В}$ – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальні значення діаметрів монтажних отворів d :

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

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

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

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

$d_{E1} = 0,7$ -для мікросхем, діодів, резисторів малої потужності, конденсаторів електролітичних та керамічних, транзисторів.

$d_{E2} = 0,9$ - для резистора підстроювального R2 та індуктивності L1.

$$d = d_{E1} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,7 + |\pm 0,1| + 0,3 = 1,1 \text{ мм}$$

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

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

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

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

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

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;

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$d_{max}=d+\Delta d+(0,1 \dots 0,15) \quad (2.10)$$

де: Δd - допуск на отвір.

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

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

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

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

$$D_{min1}=2,72+1,5\cdot 0,035+0,03=2,8 \text{ мм}$$

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

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{max}=D_{min}+(0,02 \dots 0,06) \quad (2.11)$$

$$D_{max1}=2,82+0,02=2,82\text{мм}$$

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

$$b_{min}=b_{1min}+1.5h\phi+0,03 \quad (2.12)$$

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

$$b_{min}=0,15+1.5\cdot 0,035+0,03=0,23\text{мм}$$

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{1min}=L_0-\left[\left(\frac{D_{max}}{2}+\delta p\right)+\left(\frac{d_{max}}{2}+\delta 1\right)\right] \quad (2.13)$$

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

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

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta_p) \quad (2.14)$$

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta_1) \quad (2.15)$$

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

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

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

2.1.6 Розрахунок надійності проектного пристрою

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

Таблиця 2.15 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	K _{нопр}	I _{відм} *1e-06	К-сть*K _{нав} від*1e-06
1	Мікросхеми	1	1	0,03	0,03
2	Діоди	2	0,35	0,7	0,49
3	Конденсатори електролітичні	1	0,4	2,4	0,96
4	Конденсатори керамічні	7	0,1	1,4	0,98
5	Резистори постійні	11	0,42	0,8	3,696
6	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
7	Пайки	82	1	0,02	1,64
8	Антенна	1	1	0,5	0,5
9	Зумер	1	1	2	2
10	Дроселі	2	0,1	1	0,2
11	Батареї	4	1	30	30
12	Транзистор	4	0,35	4	5,6
13	Резистор підстроювальний	1	0,1	3,2	0,32

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 0.000136516 1/год

Середня наробка до відмови: 7325.1 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.998636$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.986441$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.872392$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.255340$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.000001$

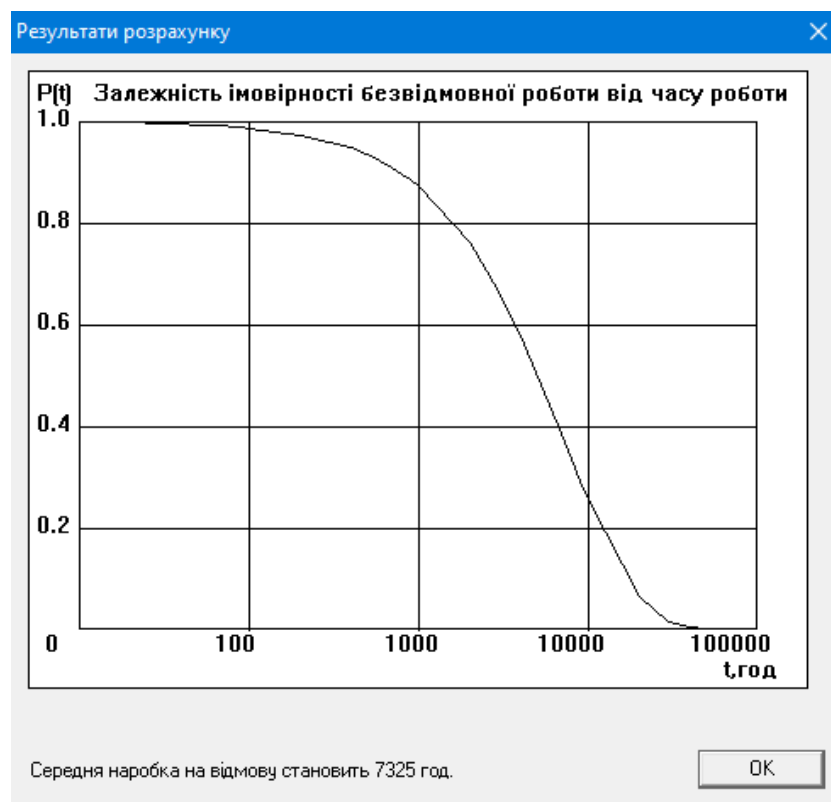


Рисунок 2.17 - Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 7325 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Розрахуємо споживану потужність пристрою [29]:

Для розрахунку споживаної потужності, яка носить активний характер використовується формула:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi, \quad (2.16)$$

де U – напруга живлення пристрою, становить +6В постійної напруги;

I – струм споживання пристрою, становить 3,2мА;

$$P = 6\text{В} \cdot 0,003\text{А} \cdot 1 = 0,02\text{Вт}$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу

З метою забезпечення високої технологічності конструкції пристрою, а також для зручності його складання у виробничих умовах і розбирання під час налагодження, доцільно виконати корпус у вигляді двох окремих частин — верхньої та нижньої кришок коритоподібної форми. Такий підхід забезпечує зручний доступ до внутрішніх компонентів, що спрощує процеси регулювання та технічного обслуговування.

Матеріалом для виготовлення корпусу слугує чорна термопластична пластмаса. Порівняно з металевими аналогами, пластикові корпуси мають низку переваг: вони простіші у виготовленні, легше обробляються, швидко збираються та мають естетичний зовнішній вигляд. Водночас пластмаса має і недолік — гігроскопічність, тобто схильність до вбирання вологи, що з часом може знижувати її захисні властивості [19].

Виготовлення корпусу — це відповідальний етап, що має враховувати не лише естетичні вимоги, а й ергономічне та функціональне розміщення внутрішніх елементів. Для цього застосовується метод лиття під тиском, який полягає у введенні розплавленої пластмаси під високим тиском у холодну прес-

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

форму. Такий процес дозволяє швидко заповнити форму, точно відтворити геометрію деталей і мінімізувати час охолодження, оскільки застигання відбувається безпосередньо у формі [20].

Виробничий процес виготовлення корпусних кришок включає кілька ключових етапів:

Виготовлення прес-форми — виконується на верстатах з числовим програмним керуванням (ЧПК) працівниками середньої кваліфікації за стандартними технологічними інструкціями.

Підбір матеріалу — здійснюється фахівцями високої кваліфікації з урахуванням вимог до механічної міцності та електроізоляційних властивостей пластмаси.

Лиття під тиском — проводиться на спеціалізованому обладнанні, де формується готовий корпус пристрою.

Охолодження — виріб залишається в прес-формі до повного затвердіння, що гарантує стабільність його геометричних параметрів.

Механічна обробка — включає видалення литників, свердління, фрезерування отворів, нарізання різьби тощо. Ці операції також виконуються на верстатах з ЧПК.

Електромонтажні роботи — на завершальному етапі виконується підпаювання провідників від елементів індикації, перемикачів та роз'ємів до друкованої плати [24].

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

Оцінка технологічності конструкції проєктованого радіопристрою полягає у системному аналізі факторів, що визначають зручність його виготовлення, ефективність експлуатації та простоту технічного обслуговування. Це важливий етап у розробці, який впливає на надійність, економічність і серійність виробу. Основними критеріями, що враховуються під час оцінювання, є [33]:

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- раціональний вибір матеріалів та компонентної бази;
- особливості конструктивного виконання та з'єднань;
- сумісність з сучасними технологічними процесами;
- ергономічність та ремонтпридатність;
- надійність під час експлуатації;
- економічна доцільність виробництва;
- можливість контролю якості та проведення випробувань.

Одним із найважливіших чинників є правильний добір матеріалів і радіо-елементів. Перевага надається доступним, надійним і стандартним (серійним) компонентам, які легко замінюються та не вимагають спеціального технологічного супроводу. Це знижує витрати на закупівлю, спрощує логістику і забезпечує високу відтворюваність у серійному виробництві.

Високий рівень технологічності забезпечується завдяки простому та логічному конструктивному виконанню. Зменшення кількості механічних з'єднань і ускладнень у розміщенні елементів позитивно впливає на швидкість і точність збирання.

Модульна архітектура пристрою дозволяє швидко замінювати окремі функціональні блоки без необхідності демонтажу всього пристрою, що підвищує ремонтпридатність та зручність обслуговування [32].

Конструкція повинна бути оптимізована для використання сучасних методів складання, зокрема технології поверхневого монтажу (SMT), яка забезпечує високу щільність компонування, швидкість встановлення та точність монтажу. Такий підхід дозволяє інтегрувати пристрій у роботизовані лінії збирання.

У проєкті радіопристрою мають бути передбачені уніфіковані технологічні операції, що не потребують спеціального устаткування чи особливих умов. Наприклад, друковані плати повинні бути адаптовані для пайки хвилею припою або інфрачервоної (рефлової) пайки, що значно знижує виробничі витрати й забезпечує стабільну якість з'єднань.

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструкція пристрою має передбачати зручний доступ до основних функціональних вузлів і елементів для діагностики, заміни чи ремонту. Розташування компонентів має бути логічним, а інтерфейси — інтуїтивно зрозумілими, що спрощує експлуатацію навіть для не підготовленого користувача.

Пристрій повинен зберігати функціональність у різноманітних умовах навколишнього середовища. Це включає стійкість до коливань температури, підвищеної вологості, механічних навантажень та електромагнітних завад. Застосування якісних матеріалів та перевірених компонентів забезпечує тривалий термін служби виробу.

Технологічна конструкція повинна бути економічно доцільною: мінімізувати витрати на матеріали, виготовлення та складання. Важливим є і те, наскільки проєкт адаптований до масштабування — можливість перевести його у серійне виробництво з мінімальними змінами.

Проєкт має враховувати можливість проведення стандартизованих процедур контролю — від перевірки окремих компонентів і вузлів до комплексного тестування готового виробу. Наявність чіткої структури контролю якості підвищує надійність готової продукції [19].

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

Комбінований метод виробництва друкованих плат (ДП) ґрунтується на інтеграції класичних технологічних підходів із сучасними інноваціями, що дає змогу виготовляти високофункціональні електронні пристрої нового покоління. Такий метод поєднує переваги традиційної технології з прогресивними процесами, зокрема: поверхневим монтажем компонентів (SMT), 3D-друком, мікроелектронікою, тонкоплівковим формуванням елементів та іншими напрямками [19].

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Етап проєктування.

Першим кроком є проєктування електричної та фізичної структури плати у середовищах автоматизованого проєктування (CAD), таких як Altium Designer, KiCad або Eagle. На цьому етапі формується топологія провідників, задаються габарити, розташування отворів, контактних площадок і посадкових місць для електронних компонентів.

2. Вибір матеріалів.

Основним матеріалом для виготовлення базової основи є склотекстоліт FR-4 — композит на основі епоксидної смоли, армованої скловолокном. Він має високі електроізоляційні властивості, стійкий до температур і механічних навантажень. Для створення провідникових шарів використовується мідна фольга, яка наноситься на поверхню FR-4 з обох боків або з одного (у разі односторонніх плат).

3. Формування провідників.

Наступний етап передбачає виготовлення рисунка провідників. Поверхню плати покривають фоторезистом, чутливим до ультрафіолетового випромінювання. Через фотошаблон здійснюється експонування (опромінення), після чого виконується проявлення — видалення неосвітлених ділянок фоторезисту. Далі проводиться травлення мідного шару в хімічному розчині (зазвичай хлорид заліза або персульфат амонію), внаслідок чого залишається тільки необхідна схема провідників.

4. Поверхневий монтаж (SMT).

На готову плату наносять паяльну пасту на контактні площадки за допомогою трафарета, після чого розміщують компоненти автоматизованими маніпуляторами. Пайка здійснюється методом оплавлення (рефлову) в термокамері або пайкою хвилею припою. Цей підхід забезпечує точне й ефективне з'єднання великої кількості елементів за короткий час. В окремих випадках SMT-компоненти доповнюються елементами наскрізного монтажу (THT).

5. Вбудовані компоненти та 3D-друк.

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для створення багатофункціональних пристроїв у конструкцію друкованої плати можуть бути інтегровані:

- мікросхеми (IC) — як у корпусах, так і у вигляді bare-die (безкорпусних кристалів);
- вбудовані компоненти — резистори, конденсатори та інші елементи, що формуються безпосередньо в шарах плати;
- елементи MEMS, антени та несучі конструкції — за допомогою 3D-друку з полімерних або композитних матеріалів.
- 3D-друк дозволяє створювати об'ємні структури прямо на платі або формувати багат шарові каркаси для інтеграції нестандартних елементів.

6. Формування пасивних і активних елементів.

Завдяки сучасним методам тонкоплівкового друку (інжекційного, трафаретного або струменевого), на поверхню плати можуть наноситися провідні доріжки, резистивні шари, діелектрики, захисні покриття. Це дозволяє створювати мініатюрні пасивні елементи (резистори, індуктивності, конденсатори) без потреби у додаткових корпусних деталях.

7. Захисні покриття.

Після монтажу усі електричні з'єднання покривають конформним (ізолюючим) лаком або силіконовим/епоксидним покриттям, що захищає плату від вологи, пилу, корозії та механічних пошкоджень.

8. Контроль якості.

- завершальний етап включає повний контроль якості виробу;
- візуальна інспекція (AOI);
- тестування електричних параметрів плати (ICT, flying probe);
- рентгенівське сканування — для перевірки якості прихованих з'єднань під мікросхемами типу BGA;
- функціональні тести, що імітують реальні умови експлуатації.

Комбінований метод виготовлення передбачає використання таких матеріалів:

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- основа — FR-4, гнучкий поліімід або композити;
- провідники — мідь;
- допоміжні засоби — фоторезисти, флюси, паяльні пасти, травильні ре-агенти;
- захисні матеріали — конформні лаки, поліуретанові чи епоксидні покриття [20].

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 [29].

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

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{1}{1 + 30} = 0,03 \quad (2.16)$$

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

$$K_{\text{А.М}} = \frac{H_{\text{А.М}}}{H_{\text{М}}} = \frac{72}{77} = 0,94 \quad (2.17)$$

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

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

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

$$K_{\text{М.П.ЕРЕ}} = \frac{H_{\text{М.П.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{29}{30} = 0,97 \quad (2.18)$$

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$K_{ПОВТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{30}{30} = 0 \quad (2.19)$$

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

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

$$K_{ЗАСТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ОР.ЕРЕ}}{H_{Т.ЕРЕ}} = 1 - \frac{1}{30} = 0,96 \quad (2.20)$$

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

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

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

$$K_{ВСТ.Р} = 1 - \frac{H_{ВСТ.Р}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{7}{30} = 0,77 \quad (2.21)$$

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

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

$$K_{\Phi} = \frac{D_{np}}{D} = \frac{1}{1} = 1 \quad (2.22)$$

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

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0,03*1 + 0,94*1 + 0,97*0,75 + 0*0,5 + 0,96*0,310 + 0,77*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,58 \quad (2.23)$$

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:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad (2.24)$$

Перевіряємо умову: $\frac{0,58}{0,5} = 1,16 \geq 1$.

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

Таблиця 2.16 -Вихідні дані для розрахунку комплексного показника технологічності

Порядковий номер в ранговій послідовності	Показники технологічності	Позначення	ϕ_i
1.	Коефіцієнт виконання мікросхеми	Квик.імс	1
2.	Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу	Ка.м.	1
3.	Коефіцієнт механізації підготовки ЕРЕ	Км.п.ере	0,750
4.	Коефіцієнт застосування ЕРЕ	Кповт.ере	0,500
5.	Коефіцієнт застосування ЕРЕ	Кзаст.ере	0,310
6.	Коефіцієнт встановочних розмірів ЕРЕ	Квст.р	0,187
7.	Коефіцієнт прогресивності формування	Кф	0,110

Оцінка рівня технологічності виробу визначається в порівнянні розрахованого комплексного показника К з комплексним нормативним показником K_n (таблиця 2.17).

Таблиця 2.17 Комплексні показники рівня технологічності виробу

Найменування класу блоків	Стадії розробки робочої документації		
	Дослідний взірець	Установочна серія	Серійне виробництво
Електроні	0,40-0,70	0,45-0,75	0,50-0,80
Радіотехнічні	0,40-0,60	0,75-0,8	0,80-0,85
Електромеханічні	0,30-0,50	0,40-0,55	0,45-0,60

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 до верхньої кришки;
- кріплення друкованого вузла до верхньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів та шайб;
- кріплення антени у спеціальний паз за допомогою гайки і шайби;
- кріплення батарейок і батарейний відсік;
- фіксація кришок за допомогою гвинтів та втулок, кріплення кришки батарейного відсіку.

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

- розконсервація друкованої плати;
- маркування заводського номера;

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 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].

					25KBP172.403.006.000.000.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 – 1000 грн/м² за місяць). При цьому вартість передавальних пристроїв включається в орендну плату будівель.

Вартість будівель розраховується за формулою:

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

$$V_{\text{буд}} = 1000 \times 90 = 90000 \text{ (грн.)}$$

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

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

$S_{\text{буд}}$ – площа будівлі, м² (приймається 90м²).

Будівлі орендуються разом із обладнанням, тому їх вартість слід збільшити на 50%, тобто :

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

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 90000 + 45000 = 135000 \text{ (грн.)}$$

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

$$V_{\text{обл}} = 90000 \cdot 0,5 = 45000 \text{ (грн.)}$$

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

					25KBP172.403.006.000.000.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:

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

$$V_{\text{інстр}} = 45000 \times 0,02 \times 1,1 = 990 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$V_{\text{інв}} = 45000 \times 0,03 \times 1,1 = 1485 \text{ (грн.)}$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

$$\text{ПІ} = 135000 + 990 + 1485 = 137475 \text{ (грн.)}$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

$$A = \frac{2475 \times 25}{100} = 618,8 \text{ (грн.)}$$

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

					25KBP172.403.006.000.000.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	990	247,5
	Виробничий та господарський інвентар	1485	371,3
	Всього:	2475	618,8

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

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

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

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

$$B_m = 408,5 \times 1,04 = 424,84 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

Таблиця 3.2- Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	55	55
2	Кришка нижня	1	50	50
3	Кришка верхня	1	50	50
4	Мікросхема	1	40	40
5	Конденсатори електролітичні	1	10	10
6	Конденсатори керамічні	7	1	7
7	Резистори постійні	11	0,5	5,5
8	Батарейка	4	15	60
9	Зумер	1	25	25
10	Діоди	2	3	6
11	Транзистори	4	10	40
12	Дроселі	2	5	10
13	Антенa	1	50	50
				408,5

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

					25KBP172.403.006.000.000.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:

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

$$P_{від} = \frac{32}{60} \times 170 = 90,7 (\text{грн})$$

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

C_r – годинна тарифна ставка відповідно до розряду виконуваних робіт.

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	11	V	170
2	Регулювання	10	V	170
3	Складання	11	V	170
	Всього	32		

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:

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

$$B_{дод.з.пл.} = 90,7 \times 0,11 = 9,98 (\text{грн})$$

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:

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

$$C_{в.с.з.} = \frac{22}{100} \times (90,7 + 9,98) = 22,15 (\text{грн})$$

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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:

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

$$V_{yeo} = \frac{85}{100} \times (90,7 + 9,98) = 85,58 \text{ (грн.)}$$

де α_{yeo} - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 85 %);

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:

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

$$V_{зв} = \frac{116}{100} \times (90,7 + 9,98) = 116,79 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{зв}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 116%).

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

$$S_{вир} = B_m + (P_{від} + B_{дод.з.пл.} + C_{в.с.з.}) + V_{yeo} + V_{зв} \quad (3.14)$$

$$S_{вир} = 424,84 + (90,7 + 9,98 + 22,15) + 85,58 + 116,79 = 750,04 \text{ (грн.)}$$

					25KBP172.403.006.000.000.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	424,84
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	90,7
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	9,98
4	Відрахування на соціальні заходи	22,15
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	85,58
6	Загальновиробничі витрати	116,79
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		750,04
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	547,67
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	202,37

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

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

$$Ц_{одпр} = 750,04 \times \frac{100 + 32}{100} = 990 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ – відсоток запланованого прибутку (рекомендовано 24%);

3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$П_r = (990 - 750,04) \times 950 = 227962 \text{ (грн.)},$$

де $П_r$ - річний прибуток від реалізації проекту, грн.;

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

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\text{ЧП} = 227962 - 227962 \times \frac{18}{100} = 186928,84 \text{ (грн.)}$$

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

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

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

$$S_{\text{повв}} = 750,04 \times 950 = 712538 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$P_{\text{п}} = \frac{186928,84}{712538} \times 100\% = 26,2\%$$

де $P_{\text{п}}$ - рентабельність продукції, %;

$S_{\text{повв}}$ - 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:

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

$$\text{ГП} = 186928,84 + 618,8 = 187547,64 \text{ (грн.)},$$

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

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

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

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

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{ЧТВ} = 170497,85 - 137475 = 33022,85 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ТВ} = \frac{187547,64}{(1 + 0,1)^1} = 170497,85 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ІП} = \frac{170497,85}{137475} = 1,24$$

де ІП- індекс прибутковості інвестицій.

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

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$T_{\text{диск}} = \frac{\text{ПІ}}{\text{ГП}_{\text{диск}}} \quad (3.24)$$

$$T_{\text{диск.}} = \frac{137475}{170497,85} = 0,79\text{р}$$

де $\text{ГП}_{\text{диск}}$ - середньорічна величина дисконтованих грошових потоків:

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

$$\text{ГП}_{\text{диск}} = \frac{170497,85}{1} = 170497,85 \text{ (грн.)}$$

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.	950
2	Собівартість виробу	грн./од.	750,04
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	990
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	134475
5	Чистий прибуток	грн.	186928,84
6	Рентабельність виробу	%	26,2
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	33022,85
9	Індекс прибутковості	-	1,24
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,79

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Основні заходи щодо запобігання травматизму та професійних захворювань

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» власник розробляє (за участю профспілок) і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, підвищення існуючого рівня охорони праці, профілактики виробничого травматизму, профзахворювань.

До комплексних заходів належать такі заходи, як організаційні, технічні, санітарно-виробничі, медико-профілактичні. Розглянемо їх докладніше.

Комплексні заходи є основою для складання розділу «Охорона праці» у колективному договорі. У колективному договорі обов'язково повинна бути передбачена сума коштів з фонду соціального страхування від нещасного випадку на підприємстві на виконання цих заходів.

Організаційні заходи:

- проведення навчання та інструктажів з охорони праці, виробничої санітарії, пожежної безпеки;
- робота щодо професійного добору;
- здійснення контролю за дотриманням працівниками вимог інструкцій з охорони праці.

Технічні заходи:

- модернізація технологічного, підйомно-транспортного обладнання, перепланування, розміщення обладнання;
- впровадження автоматичного та дистанційного керування виробничим обладнанням.

Санітарно-виробничі заходи:

					25KBP172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- придбання або виготовлення пристроїв, які захищають працівників від дії електромагнітного, радіоактивного випромінювання, пилу, газів, шуму тощо;
- улаштування нових і реконструкція діючих вентиляційних систем, систем опалення, встановлення кондиціонерів;
- реконструкція та переобладнання душових, гардеробних приміщень тощо.

Медико-профілактичні заходи:

- придбання миючих та знешкоджувальних засобів, спецодягу тощо;
- організація профілактичних медичних оглядів;
- видача молока, організація лікувально-профілактичного харчування.

Методи аналізу причин травматизму

Аналіз причин нещасних випадків на виробництві проводять з метою вироблення заходів щодо їх усунення та запобігання. Для цього використовуються монографічний, топографічний і статистичний методи.

Монографічний метод передбачає багатосторонній аналіз причин травматизму безпосередньо на робочих місцях. При цьому вивчають організацію та умови праці, стан обладнання, інвентарю, інструментів. Цей метод ефективний при статистичному аналізі стану охорони праці.

Топографічний метод аналізу дозволяє встановити місце найбільш частих випадків травматизму. Для цього на плані-схемі підприємства, де позначені робочі місця й устаткування, відзначають кількість нещасних випадків за аналізований період. Це дозволяє приділити більше уваги поліпшення умов праці на робочих місцях, де найчастіше відбуваються нещасні випадки.

Статистичний метод аналізу заснований на вивченні кількісних показників даних звітів про нещасні випадки на підприємствах і в організаціях.

На основі всебічного аналізу умов праці адміністрація та служба охорони праці підприємств проводять:

					25KBP172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- інструктаж і навчання працівників з техніки безпеки;
- оперативний контроль за справністю обладнання, забезпеченням працівників індивідуальними захисними засобами і спецзахистом;
- контроль за виконанням трудового законодавства, інструкцій і положень з техніки безпеки;
- проведення днів охорони праці та громадських оглядів з техніки безпеки на підприємствах і будовах;
- виконання угоди із профспілковою організацією з охорони праці.

До ефективних заходів попередження травматизму належать кваліфіковане проведення вступного, на робочому місці, періодичного (повторний), по-запланового та поточного інструктажів працівників з техніки безпеки.

Вступний інструктаж повинні проходити працівники, вперше надійшли на підприємство, і учні, направлені для виробничої практики. Вступний інструктаж знайомить з правилами з техніки безпеки, внутрішнього розпорядку підприємства, основними причинами нещасних випадків і порядку надання першої медичної допомоги при нещасному випадку.

Інструктаж на робочому місці (первинний) повинні пройти працівники, знову що надійшли на підприємство або переведені на інше місце роботи, і учні, які проходять виробничу практику. Цей інструктаж знайомить з правилами техніки безпеки безпосередньо на робочому місці, а також з індивідуальними захисними засобами.

Періодичний (повторний) інструктаж проводиться з метою перевірки знань і умінь працівників застосовується навички, отримані ними при початковому інструктажі на робочому місці. Незалежно від кваліфікації і від стажу роботи цей вид інструктажу повинні бути схожим працівників торгівлі та громадського харчування (не рідше одного разу на шість місяців), працівники виробничих підприємств (не рідше одного разу на три місяці).

					25KBP172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Позаплановий інструктаж проводиться на робочому місці при заміні обладнання, зміні технологічного процесу або після нещасних випадків через недостатність попереднього інструктажу.

Поточний інструктаж проводиться після виявлення порушень правил і інструкцій з техніки безпеки або при виконанні робіт по наряду-допуску.

Інструктаж на робочих місцях у виробничих підприємствах проводять майстри ділянок; на підприємствах громадського харчування в цехах - завідувачі виробництвом; в торговому залі, складських і підсобних приміщеннях - завідувачі підприємством; в магазинах - завідувачі відділом (у невеликих магазинах, де немає відділів, - завідувачі магазинами).

На кожному підприємстві повинна бути книга для запису інструктажу з техніки безпеки.

Спеціальна курсове навчання з техніки безпеки організовується для осіб, які за умовами праці піддаються підвищеній небезпеки (кочегари, машиністи, електромонтери та ін.) Курсове навчання обов'язково також і для бригадирів, які організовують виконання такелажні, монтажних, ремонтних і вантажно-розвантажувальних робіт.

Знання слухачів курсів перевіряє комісія і записує в протокол, на основі якого що витримав іспити видають посвідчення. Переатестація проводиться у встановлені для кожної спеціальності терміни.

Для попередження нещасних випадків та професійних захворювань на підприємствах обладнуються кабінети чи куточки з техніки безпеки, де розміщуються плакати, схеми, інструктивні матеріали з техніки безпеки, індивідуальні засоби захисту, прилади для вимірювання шуму, світла, вібрації і так далі. Систематичне проведення лекцій, бесід, інструктажів з використанням наочних посібників, кінофільмів і телевізійних передач, є дієвим способом пропаганди техніки безпеки на виробництві.

На основі аналізу причин нещасних випадків та захворювань на виробництві адміністрація підприємства і профспілковий комітет складають план

					25KBP172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заходів з охорони праці. Він включається в розділ "Охорона праці" колективного договору або в угоду з охорони праці, що додається до колективного договору. Після схвалення проекту колективного договору на загальних зборах працівників підприємства адміністрація укладає договір з профспілковим комітетом не пізніше лютого поточного року.

Адміністрація підприємства і профком повинні регулярно звітувати перед колективом робітників і службовців про виконання зобов'язань за колективним договором.

Фінансування заходів з охорони праці здійснюється підприємствами та організаціями за рахунок:

- витрат обігу виробництва, собівартості готової продукції або кошторису витрат, якщо ці заходи носять некапітальних характер;
- фонду фінансування капітального ремонту, якщо заходи проводяться одночасно з капітальним ремонтом основних засобів;
- фонду фінансування капітальних вкладень, включаючи фонд розвитку виробництва, якщо заходи є капітальними;
- кредиту та цільового відрахування частини прибутку.

На підприємствах проводиться атестація робочих місць. Метою цього заходу є виявлення порушення норм і відхилень від стандартів, а також визначення винуватців цих відхилень.

Результати атестації служать для того, щоб можна було покарати винуватців і, звичайно ж, щоб виправити всі відхилення.

4.2 Вогнестійкість будівель, споруд та шляхи її підвищення

Система пожежного захисту включає вогнестійкість конструкцій, їх здатність зберігати несучу й охоронну функції. Показником вогнестійкості будівельних конструкцій є межа вогнестійкості – час (у годинах, хвилинах) від початку випробування (пожежі) конструкцій до появи однієї з таких ознак:

- а) поява тріщин;

					25KBP172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

б) зростання температури на протилежній стороні конструкцій в середньому до 140 °С;

в) втрата несучої здатності.

Межа вогнестійкості будівельних конструкцій визначається дослідженням у спеціальних печах за відповідною методикою згідно з ДСТУБ В.1.1-4-98 “Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість”.

Вогнестійкість конструкцій залежить від їх товщини та фізико-хімічних властивостей матеріалів, з яких вони виготовлені. Наприклад, межа вогнестійкості стін з червоної цегли товщиною 38 см становить близько 11 годин, а з натурального каменя тієї ж товщини – 7 годин.

Підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій можна досягти:

1) обмазуванням і штукатуренням конструкцій (дерево, метал, залізобетон, пластмаса), товщина штукатурки 20 – 25 мм;

2) облицюванням конструкцій плитами і цеглою, зокрема, при облицюванні колон гіпсовими плитами товщиною 60 – 80 мм їх вогнестійкість зростає до 3,3 – 4,8 годин, а при використанні звичайної цегли товщиною 60 мм – до 2-х годин;

3) теплоізоляційним екрануванням – підвісні стелі з негорючих або важко займистих матеріалів є надійним екраном для металевих несучих конструкцій, причому, екрани можуть бути переносними і стаціонарними, а за конструктивним рішенням – тепловідвідними і поглинаючими променеву енергію;

4) охолодженням металевих конструкцій водою як ззовні, так і зі середини конструкції;

5) обробкою горючих матеріалів антипіренами, спеціальними вогнезахисними покриттями.

Оскільки будівлі і споруди – це сукупність конструкцій та елементів з різними ступенями і рівнями вогнестійкості, мінімальна межа їх вогнестійкості визначається вогнестійкістю основних будівельних конструкцій.

Усі приміщення за вогнестійкістю класифікуються за 5 ступенями.

					25KBP172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До першого ступеня вогнестійкості належать будівлі, які мають межу вогнестійкості 2,5 год і більше, до другого і третього ступенів – будівлі, що мають мінімальний час вогнестійкості 2 год. Будівлі четвертого ступеня вогнестійкості побудовані із важкогорючих матеріалів і мають мінімальний час вогнестійкості 0,5 год, а будівлі п'ятого ступеня вогнестійкості побудовані із легкогорючих матеріалів (дерево та ін.).

Для зменшення межі поширення вогню у приміщеннях при проектуванні та побудові промислових підприємств передбачається поділ будівлі протипожежними стінами, перегородками, перекриттями на відсіки, секції та влаштування протипожежних перешкод для обмеження поширення вогню по поверхнях конструкцій, розлитій рідині та інших горючих матеріалах.

Протипожежні стіни повинні опиратись на власні фундаменти, зводитись на всю висоту будівлі і розділяти будівлю по всій висоті та ширині. Як правило, вони вищі за покрівлю на 30 – 60 см, якщо елементи покриття виконані з горючих або важкогорючих матеріалів, або не підіймаються над покрівлею, якщо всі елементи покриття виконані з негорючих матеріалів.

Отвори у протипожежних стінах, перегородках повинні бути обладнані захисними пристроями (вогнестійкі двері, засуви тощо), що буде перешкодою для поширення вогню та диму.

Продукти горіння та дим при пожежі становлять велику небезпеку. Для їх видалення передбачають димові люки та шахти, які забезпечують спрямоване видалення цих речовин, не допускають задимлення суміжних приміщень і зменшують концентрацію диму в нижній зоні приміщення.

Відкриття димових люків створює більш надійні умови для евакуації людей з приміщення, яке горить, полегшує роботу пожежних підрозділів з гасіння пожежі.

					25KBP172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для видалення диму з підвального приміщення у разі пожежі норми передбачають влаштування вікон розміром $0,9 \cdot 1,2$ м на кожні 1 000 м площі підвального приміщення.

У приміщеннях, де існує ймовірність вибуху, встановлюють легкоскидні конструкції, які руйнуються при вибуху і, таким чином, зменшують тиск всередині будівлі і зберігають несучі та огорожувальні конструкції.

Легкоскидні конструкції можуть бути настінними та покрівельними. Останні використовуються лише тоді, коли у приміщенні відсутні віконні отвори або настінні панелі є дуже легкими, а їх площа – недостатньою.

Пожежна безпека ґрунтується також на дотриманні відповідної протипожежної відстані між будівлями та спорудами (протипожежні розриви). Ці відстані залежать від ступеня вогнестійкості будівель і споруд, а також від їх категорії за вибухопожежною небезпекою (СНиП II-89-80; ДНБ Б.2.4-3-95). Протипожежні відстані між будівлями і спорудами мають виключати загоряння сусідніх будівель і споруд протягом часу, який необхідний для приведення в дію засобів пожежогасіння. Ці відстані нормуються для будівель і споруд 1 – 5-го рівнів вогнестійкості, вибухонебезпечних (А, Б) та пожежонебезпечних (В) категорій виробництв і не нормуються для виробництва категорій Г і Д.

Відстань між будівлями і спорудами 1 – 2-го рівнів вогнестійкості, в яких розташоване виробництво категорій А, Б, В, становить 9 м, при наявності стаціонарних автоматичних систем пожежогасіння – 6 м; між будівлями і спорудами 3-го рівня вогнестійкості – 12 м; між будівлями і спорудами 4 – 5-го рівнів вогнестійкості – 18 м.

Залежно від ступеня вогнестійкості житлових і громадських будівель віддаль від них має становити: для складу кам'яного вугілля – 6 – 15 м; дров і лісоматеріалів – 12 – 30 м; легкозаймистих рідин – 18 – 36 м; горючих рідин – 18 – 36 м; відкритих майданчиків для зберігання сільськогосподарської техніки – 15 – 20 м.

					25KBP172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У процесі виконання даного проекту було розроблено конструкцію пристрою під назвою «Індикатор радіовипромінювання в діапазоні 27 МГц». На етапі конструкторської розробки здійснено обґрунтований вибір елементної бази, при цьому віддавалась перевага сучасним, доступним та широко вживаним радіoeлементом, що забезпечують стабільну роботу пристрою та можливість подальшого серійного виготовлення.

Під час розробки друкованого вузла виконано розрахунок друкованого монтажу, в ході якого визначено такі параметри:

- ширина друкованих провідників для забезпечення необхідного струмового навантаження;
- відстані між провідниками та між провідником і контактними площадками — для дотримання електричної ізоляції та зменшення ймовірності коротких замикань;
- діаметри монтажних отворів, відповідні габаритам встановлюваних елементів.

У технологічній частині проекту здійснено кількісну та якісну оцінку технологічності конструкції. За результатами аналізу встановлено, що пристрій має достатній рівень технологічності, що дозволяє реалізувати його у виробничих умовах з мінімальними доопрацюваннями. Окрім того, була розроблена маршрутно-операційна технологія складання як друкованого вузла, так і всього виробу в цілому.

Проектування друкованої плати здійснювалося з використанням системи автоматизованого проектування Altium Designer. За допомогою даного програмного забезпечення виконано точне розміщення електронних компонентів та трасування друкованих провідників. У результаті отримано двосторонню друковану плату компактних розмірів 75×50 мм з координатною сіткою 2,5 мм. Конструкція плати мінімізує паразитні зв'язки, що позитивно впливає на роботу пристрою.

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільш доцільним методом виготовлення друкованої плати виявився комбінований метод травлення, який забезпечує належну точність та відтворюваність при серійному виготовленні. Розміщення компонентів на платі було реалізовано з високою щільністю, що сприяє зменшенню загальних габаритів пристрою без погіршення електричних характеристик.

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Індикатор радіовипромінюванн в діапазоні 27 МГц [електронний ресурс] – Режим доступу <https://radiolub./page/zhurnal-radio-2014-7> (дата звернення 4.01.2025).
2. Конденсатор b41828 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/b41828a6225m007>(дата звернення 15.01.2025).
3. Резистор MFP-"Yageo [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.tme.eu//details/b37979-g5102/kondensatory-keramicheskie-tht-50v/>(дата звернення 15.01.2025).
4. Конденсатор b37979 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/>(дата звернення 15.01.2025).
5. Діод 1N4148 "Diodes" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/kx-26-32-768-khz-kvarczevyj-rezonator_2404.html(дата звернення 15.01.2025).
6. Діод 1N5822 "Diodes" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://car-led.org/ua/p31490203-chervonij-semisegmentnij-led.html>(дата звернення 15.01.2025).
7. Дросель серії B82141A [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.chipdip./product/cls7-ts6601-13.0-180>(дата звернення 15.01.2025).
8. Підстроювальний резистор 3329H-1 "BoURNS" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<http://hardelectronics./diod-1n4148.html>(дата звернення 15.01.2025).
9. Мікросхема Мікросхема CD4049UBE "HGSEMI" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://electronoff.ua/good/tranzistor-bc556b-pnp-65v-0-1a-korpus-to-92.php>(дата звернення 15.01.2025).

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Випромінювач звуку FBPB1478 "FBELE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.chipdip./product/irl640>(дата звернення 15.01.2025).
11. - Дросель EM11 "Bourns" [електронний ресурс]– Режим доступу:URL :https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg12_62137.html (дата звернення 1.01.2025).
12. Транзистор BF245C "Fairchild" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.01.2025)
13. Транзистор 2N7000 "JCET" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.tme.eu//details/b37979-g5102/kondensatory-keramicheskie-tht-50v/>(дата звернення 15.01.2025).
14. Транзистор 2N5088G "[[електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/>(дата звернення 15.01.2025).
15. Транзистор 2SA733 "LGE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/kx-26-32-768-khz-kvarczevyj-rezonator_2404.html(дата звернення 15.01.2025).
16. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>(дата звернення 4.02.2025).
17. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання практичної роботи "Конструктивний розрахунок друкованого монтажу" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018
18. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2016
19. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Технологія виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

24. 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

					25KBP172.403.006.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А Друкована плата

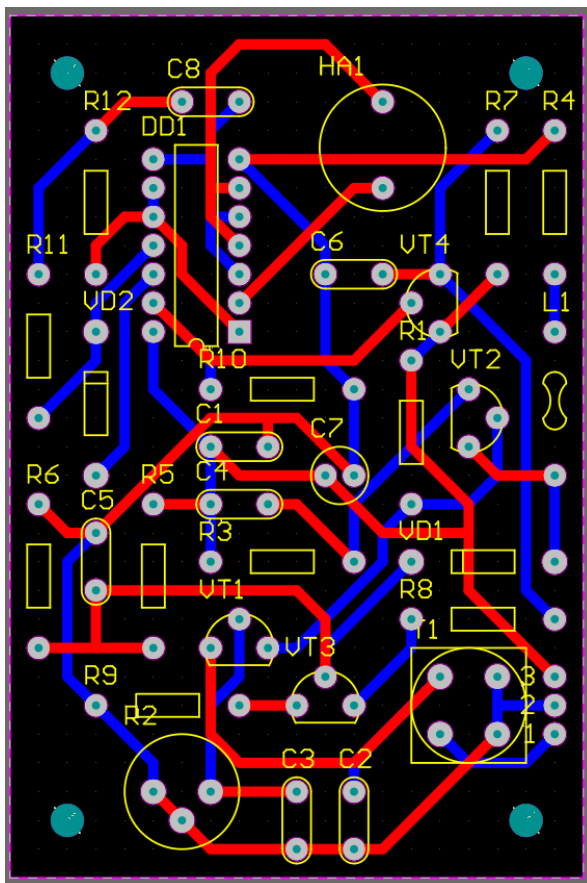


Рисунок А.1 – Друкована плата

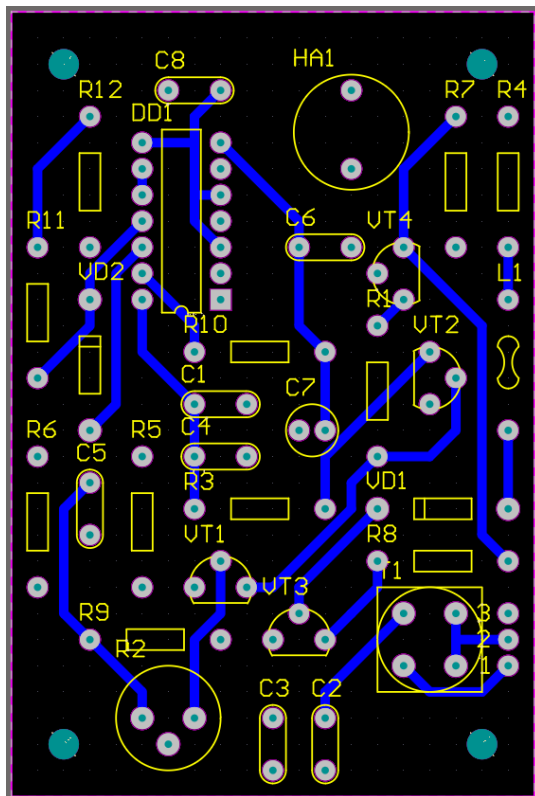


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Bottom

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

25KBP172.403.006.000.000 ПЗ

Арк.

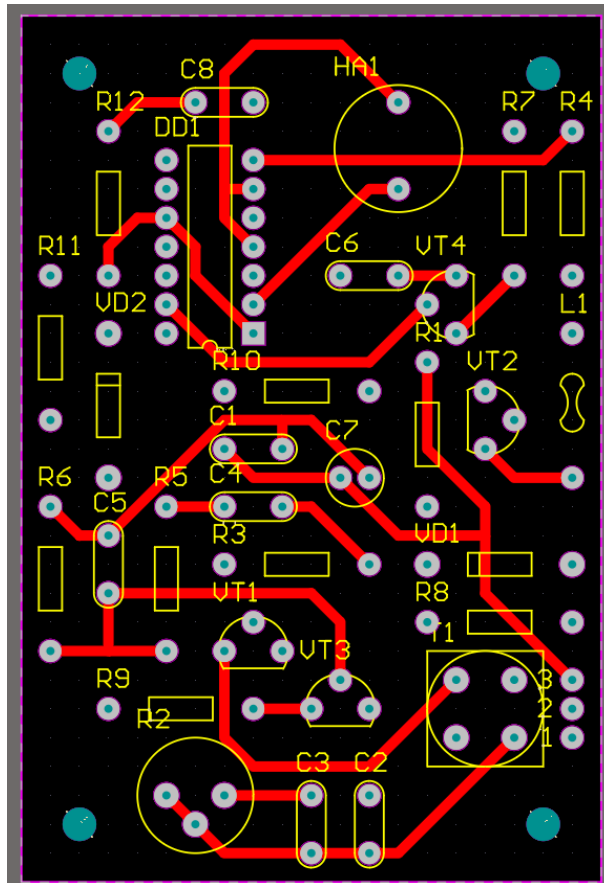


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Top

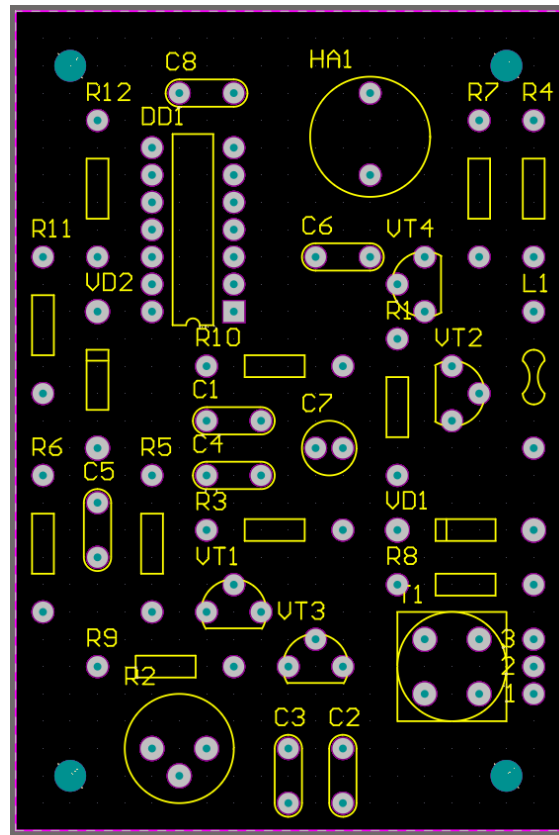
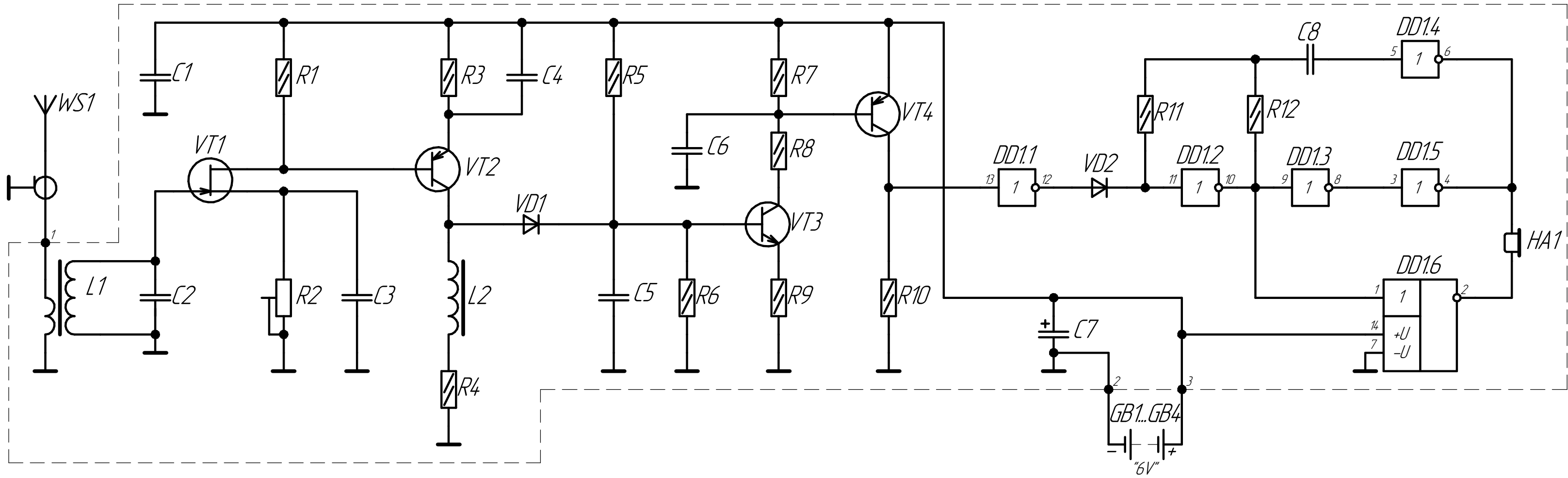


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

					25KBP172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

25KBP172.403.06.001.000 E3



					25KBP172.403.06.001.000 E3					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Індикатор радіовипромінювання в діапазоні 27 МГц Схема електрична принципова	Літ.	Маса	Масштаб		
Розроб.	Ланцвіт					Н		-	-	
Перевір.	Іващук									
Т.контр.						Аркш		Аркшів 1		
Н.контр.	Задорожний					ВСП ТФК ТР-403				
Затверд.						м. Тернопіль				

Перш. викорис.	Додат. №	Поз. познач.	Найменування			Кіл.	Примітка		
			Конденсатори						
		C1	b37979-0,22 мкФ ±5% "Epcos"			1			
		C2	b37979-43 пФ ±5% "Epcos"			1			
		C3...C5	b37979-4 700 пФ ±5% "Epcos"			3			
		C6	b37979-0,22 мкФ ±5% "Epcos"			1			
		C7	b4 1828-10 В-220 мкФ ±10% "Epcos"			1			
		C8	b37979-0,01 мкФ ±5% "Epcos"			1			
		DD1	Мікросхема CD4049UBE "HGSEMI"			1			
		GB1...GB4	Батареїка 24G(286/R03/AAA) "GP Batteries"			4			
		HA1	Випромінювач звуку FBPB14 78 "FBELE"			1			
			Дроселі						
Підпис і дата		L1	EM11 "Bourns"			1			
		L2	B8214 1A1102K000-40 мкzH ±10% "Epcos"			1			
Інв. № докл.			Резистори						
Зам. інв. №		R1	MFP-0,125-3,9 кОм ±10% "Yageo"			1			
		R2	3329H-1-2,2 кОм "Bourns"			1			
Підпис і дата		R3	MFP-0,125-2,2 кОм ±10% "Yageo"			1			
		R4	MFP-0,125-820 кОм ±10% "Yageo"			1			
		R5	MFP-0,125-560 кОм ±10% "Yageo"			1			
		R6, R7	MFP-0,125-47 кОм ±10% "Yageo"			1			
Інв. № ориг.						25KBP172.403.06.001.000 ПЕЗ			
		Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
		Розроб.	Ланцют			Індикатор радіовипромінювання в діапазоні 27 МГц	Літ.	Аркцш	Аркцшів
		Перевір.	Іващук				Н	1	2
		Н.контр.	Задорожний				ВСП ТФК ТР-403		
		Затверд.					м. Тернопіль		

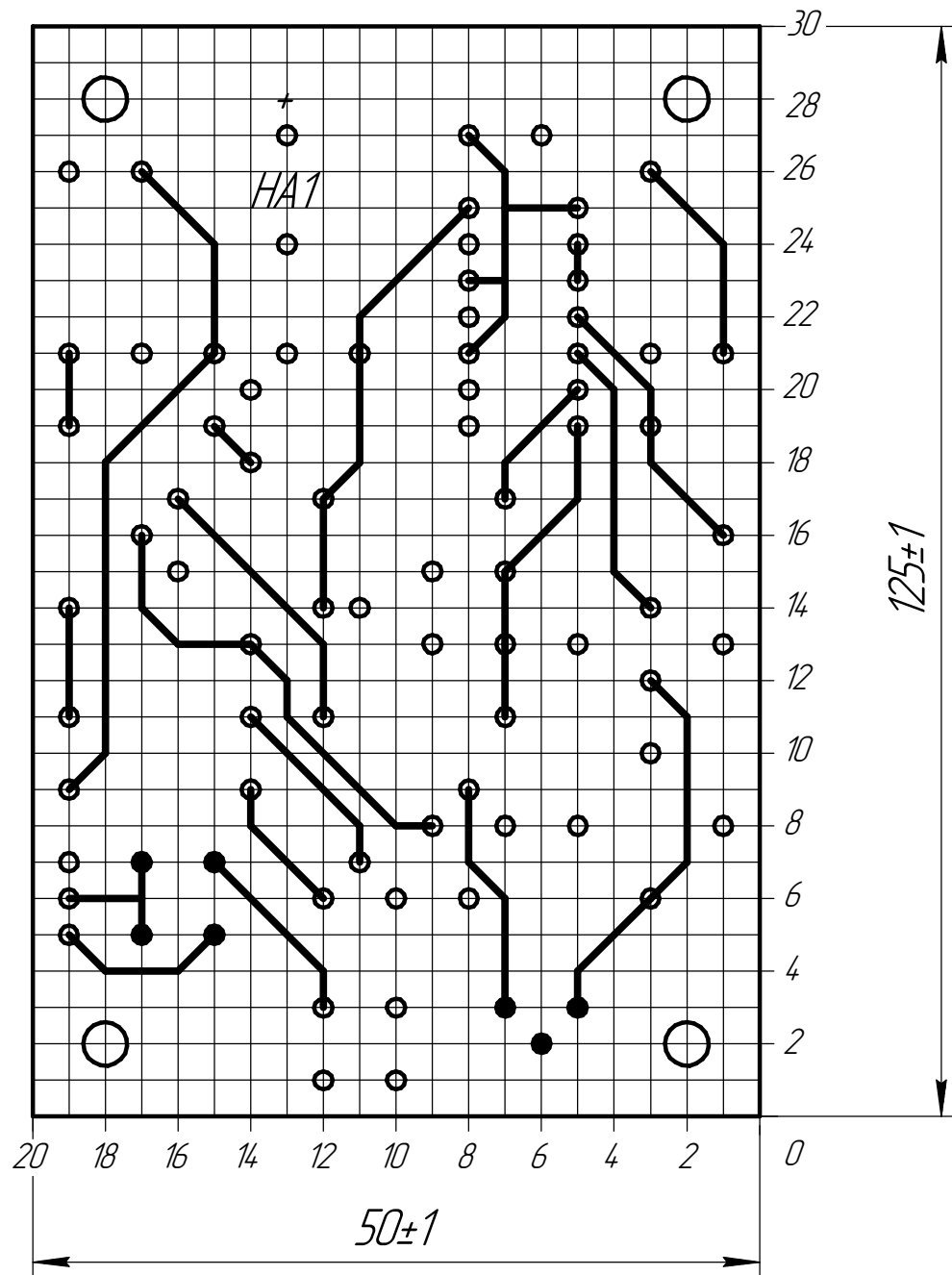
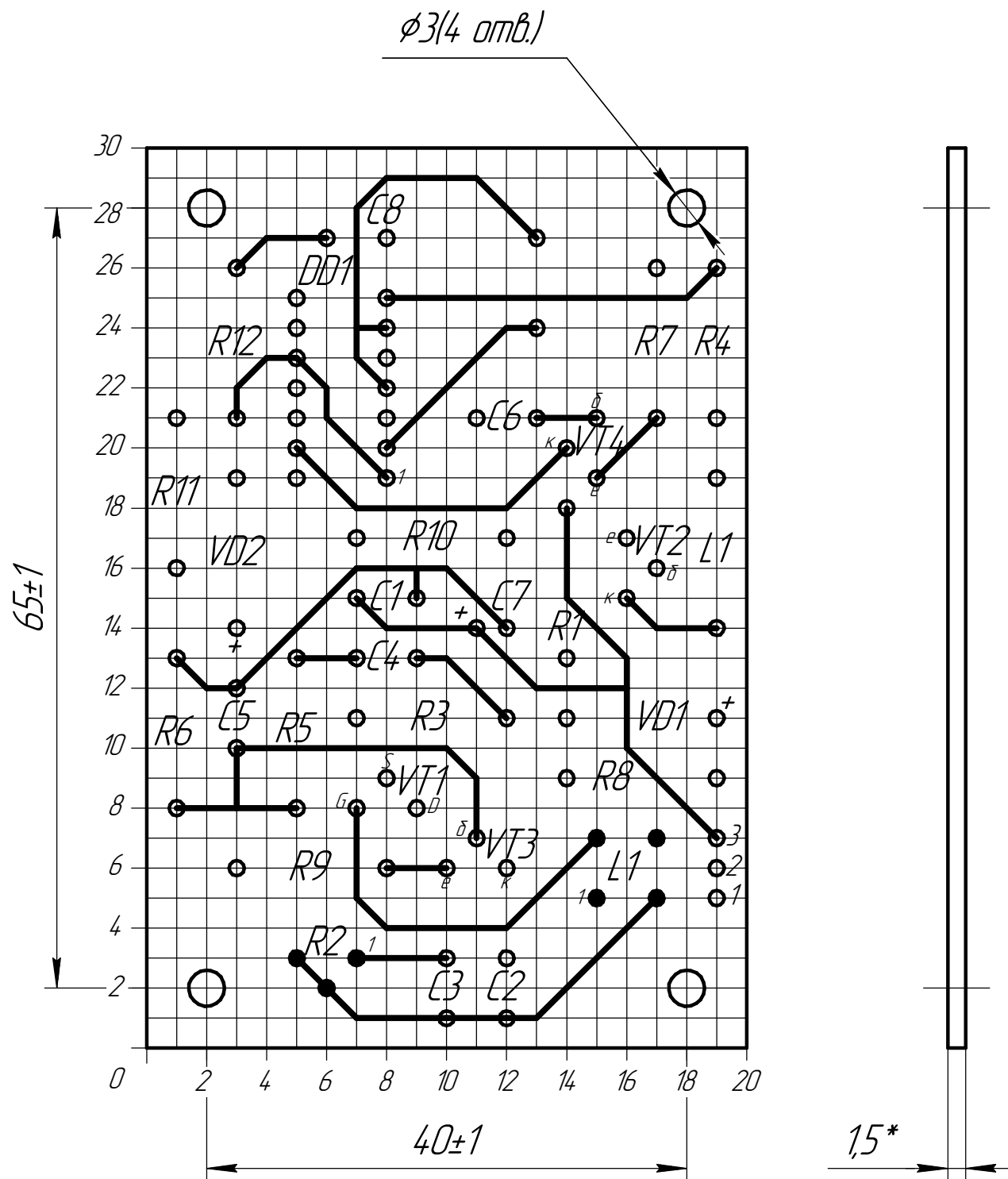
25KBP172.403.06.001.001

Таблиця отворів

Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
	0,7	Є	1,1	75	
	0,9	Є	1,3	7	

Перш. викорис.	
Додат. №	

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



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

25KBP172.403.06.001.001						Плата друкована		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Лит.	Маса	Масштаб
Разроб.	Ланцунт					Н	0,03	2:1
Перевір.	Іващук					Аркциш	Аркциш	1
І.контр.						ВСП ТФК ТР-403		
Н.контр.	Задорожний					м. Тернопіль		
Затверд.						Формат А2		

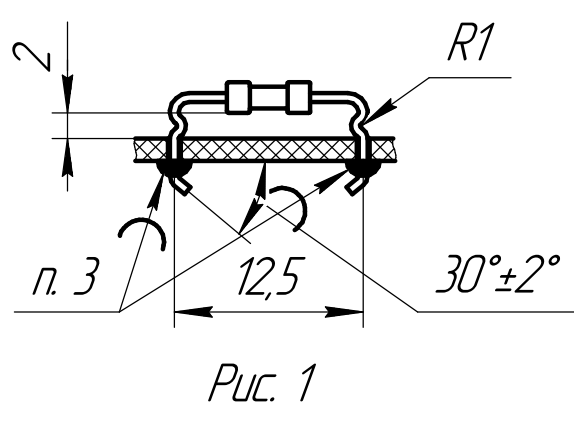
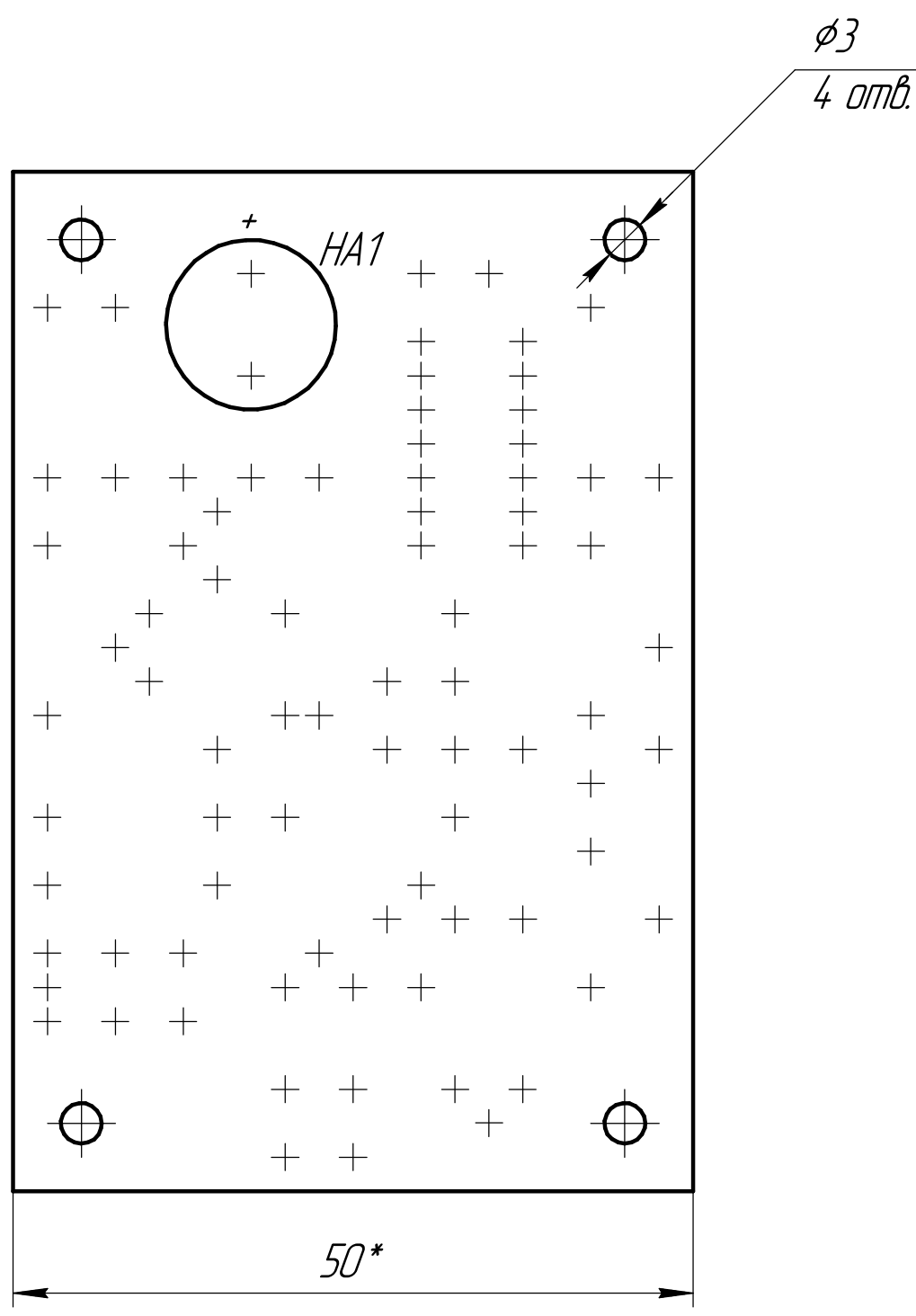
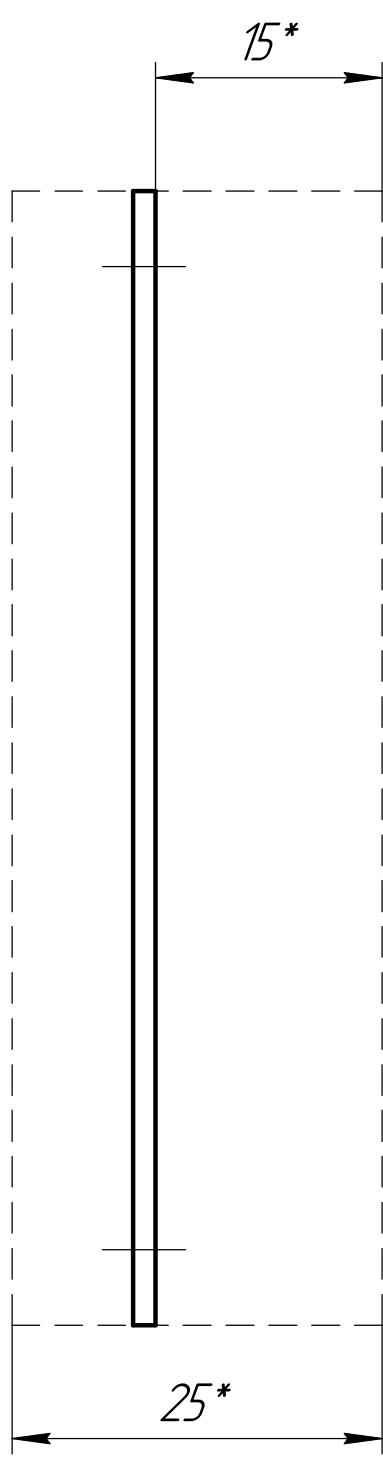
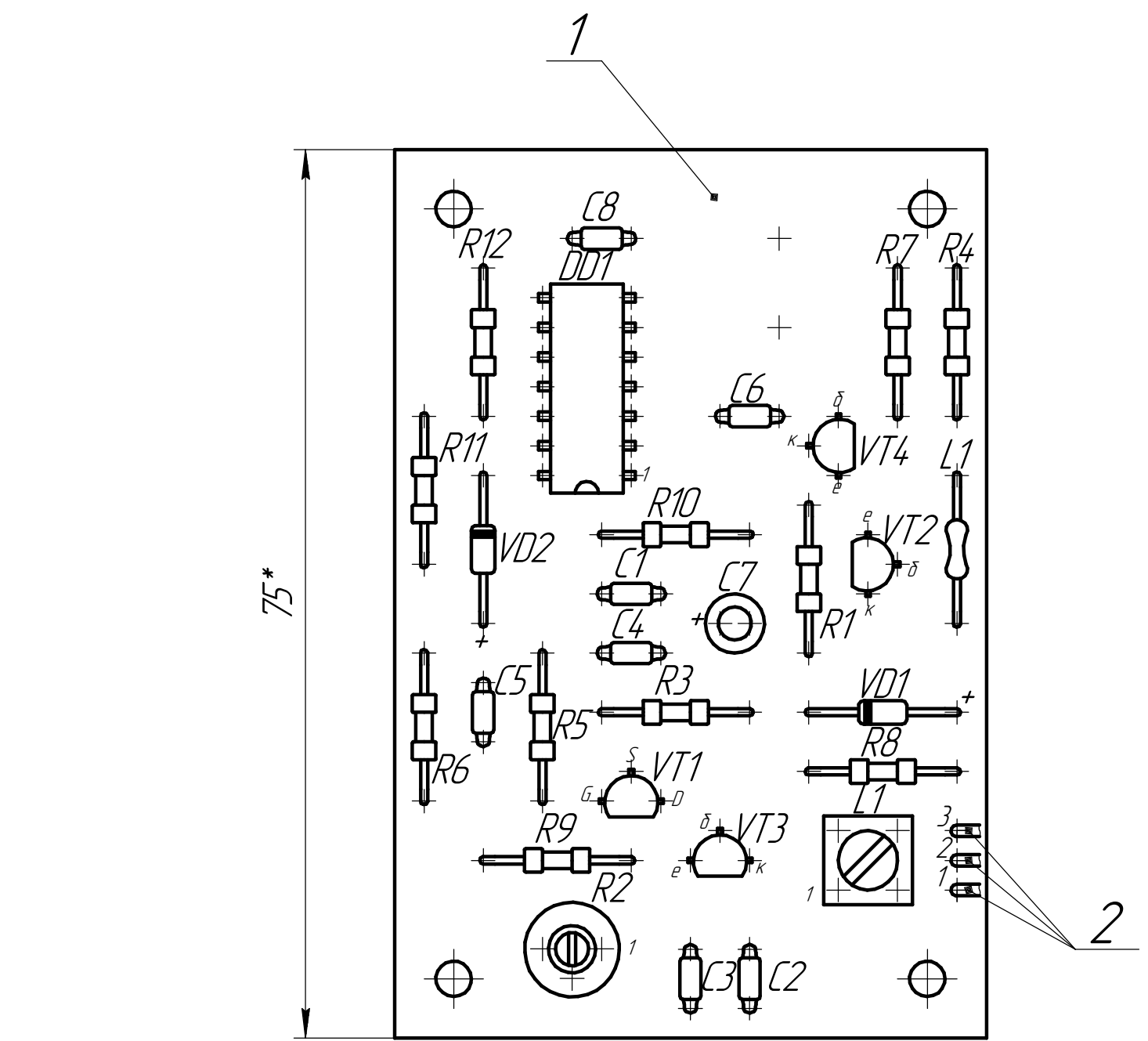


Рис. 1

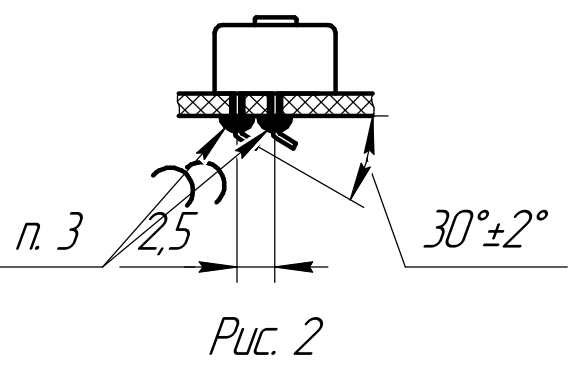


Рис. 2

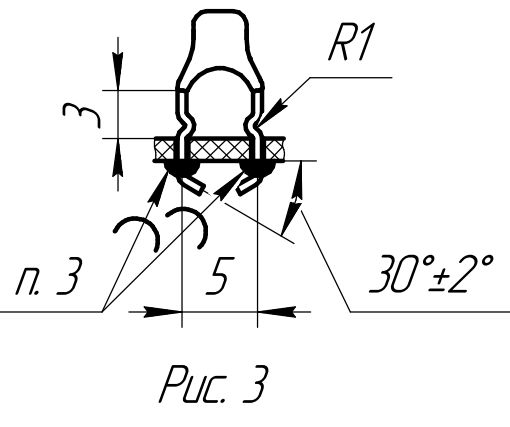


Рис. 3

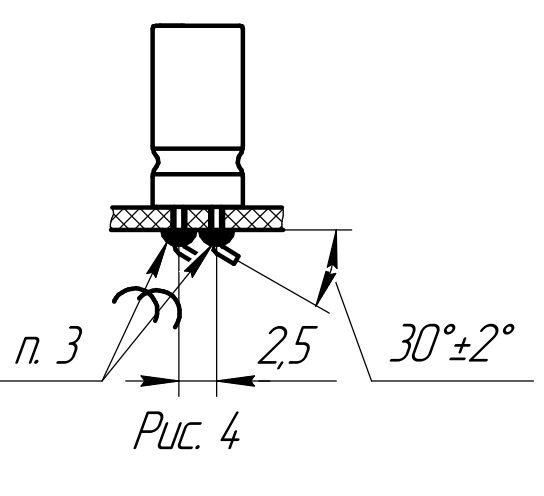


Рис. 4

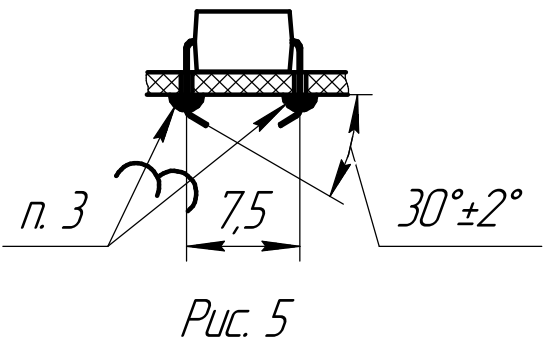


Рис. 5

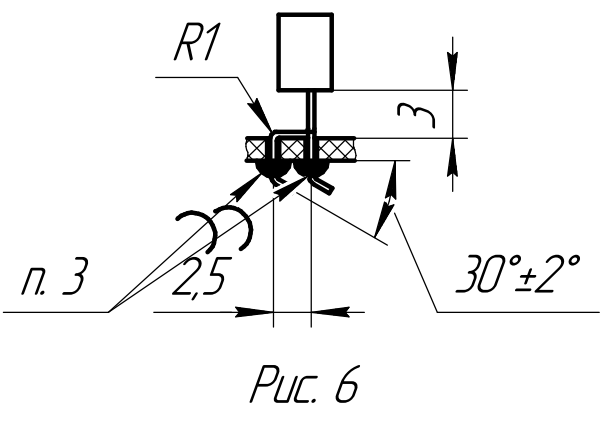


Рис. 6

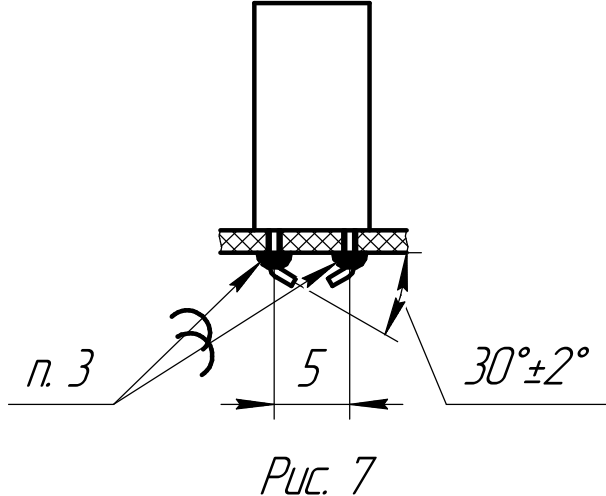


Рис. 7

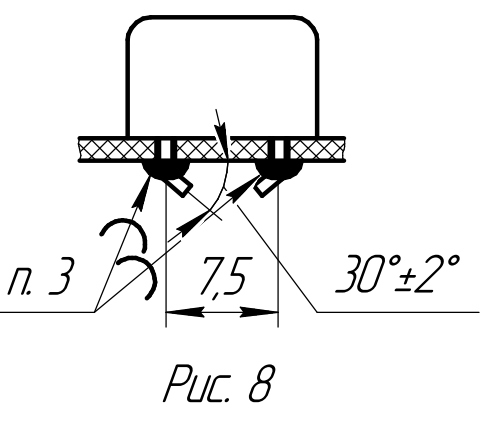


Рис. 8

- *Разміри для довідок.
- Установку і формування елементів проводити з кроком координатної сітки 2,5 мм. Елементи формувати (установка і формування елементів на рисунках показані в масштабі 2:1): R1, R3, R12, L2-на рис. 1; R2-на рис. 2; C1, C6, C8-на рис. 3; C7-на рис. 4; DD1-на рис. 5; VT1, VT4-на рис. 6; L1-на рис. 7; HA1-на рис. 8.
- Паяти припоєм ПОС61 ГОСТ 21931-76.
- Заводський номер, позначення елементів маркувати фарбою ЧМ, чорна БМ, біла, ТУ029-02-859-78. Шрифт 2,5 по НО 010, 007. Місця розміщення маркування показані умовно.
- Лакувати лаком АКА-113.
- Позначення елементів показано умовно.
- Друківні провідники умовно не показані.
- Інші вимоги по ГОСТ 470.070.075.

Перш. Високий
Листів №
Листів. Дата
№ № відп.
Зам. № №
Листів. Дата
№ № оди.

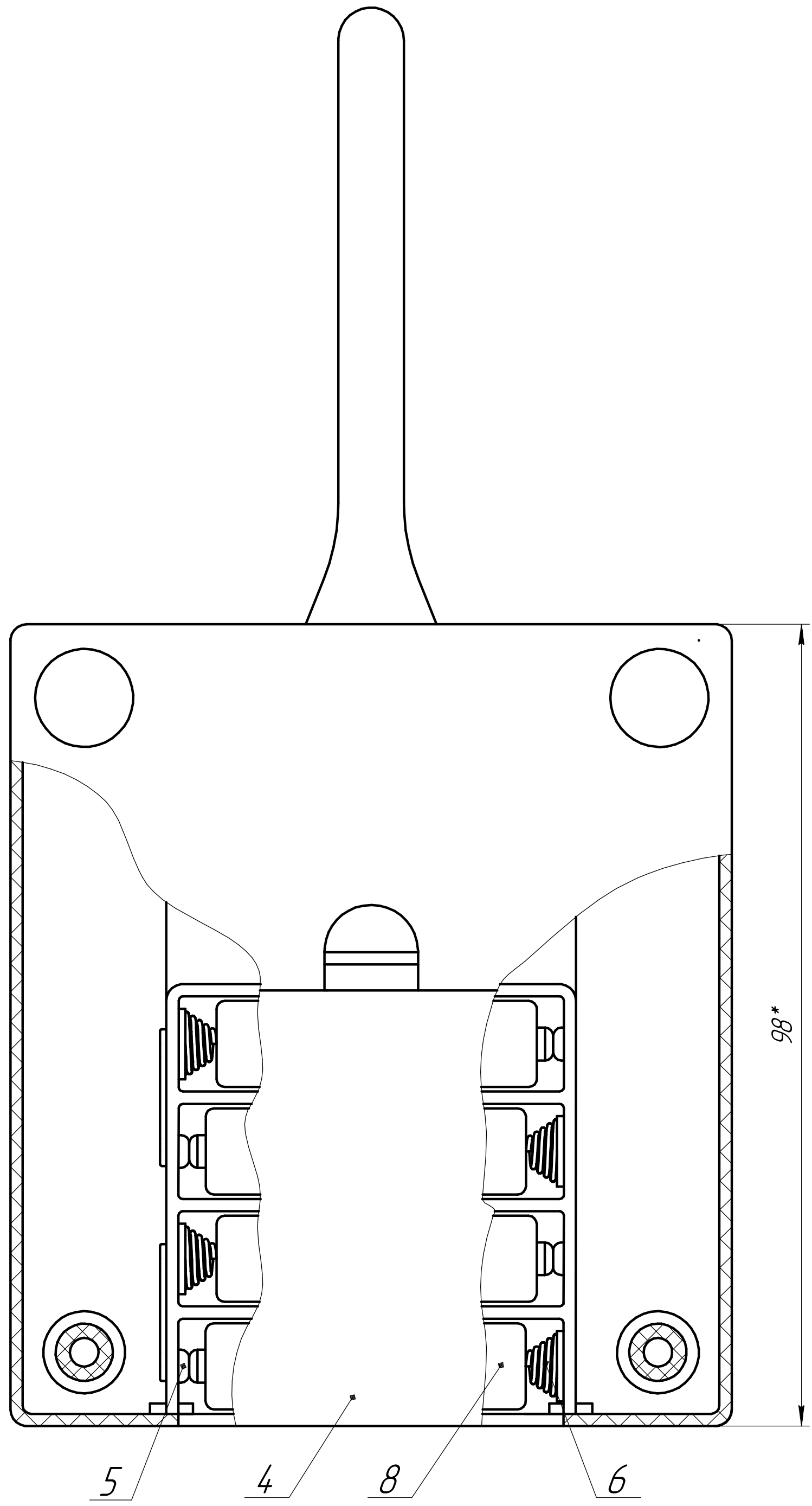
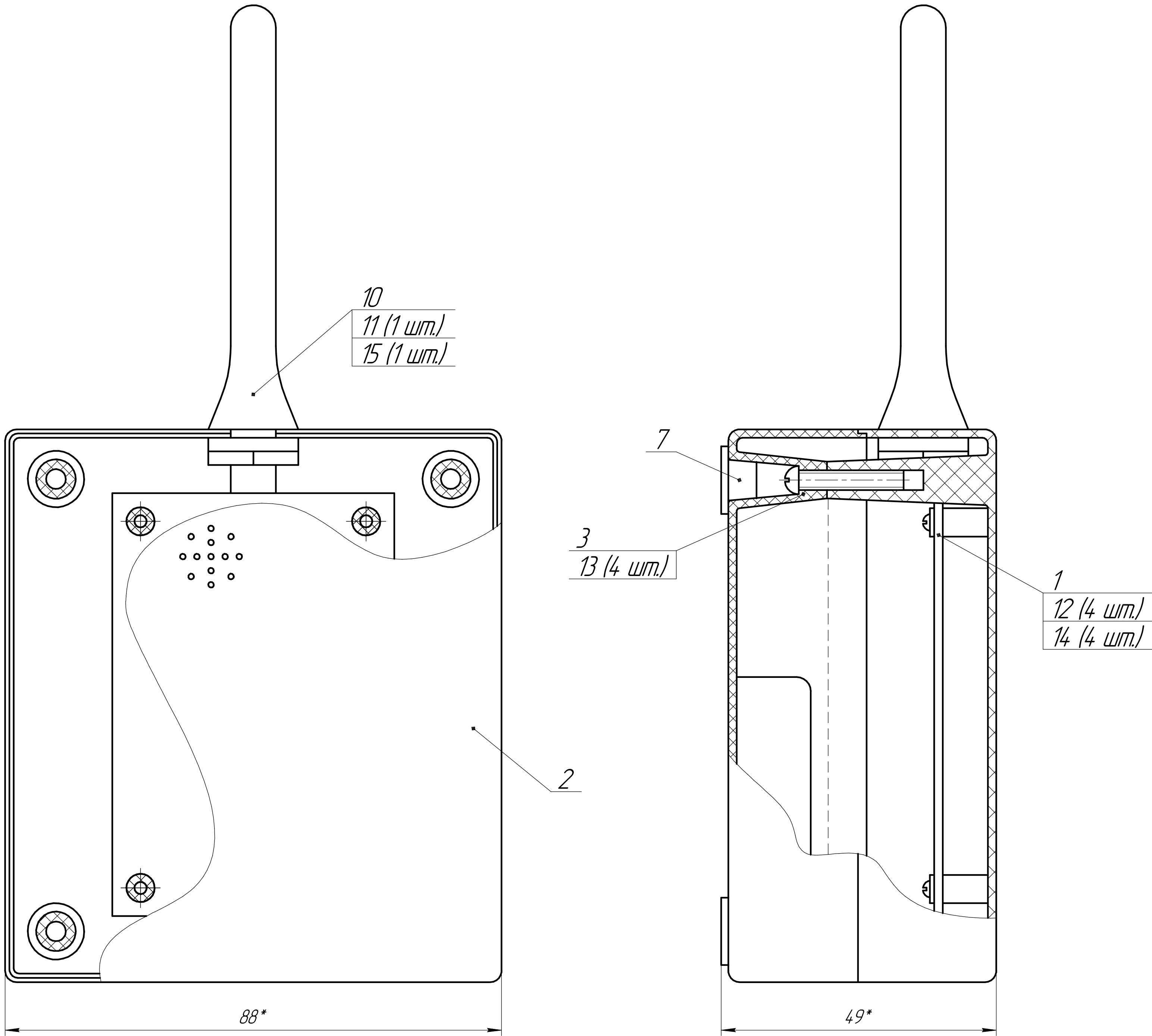
25KBP172.403.06.001.000.CK					Вузел друкований			
Зм.	Арх.	№ док.	Лінійс.	Дат.	Н	Маса	Масштаб	
Разр.	Лич.	Лич.			0,06	2:1		
Перед.	Лич.				Архив 1			
Т.контр.					ВСТ ТФК ТР-403			
Н.контр.	Задорожний				м. Тернопіль			
Затверд.					Формат А1			

Перш. викорис.		Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
Довід. №						Документація		
	A4			25KBP172.403.06.000.000 ПЕЗ	Перелік елементів.			
	A2			25KBP172.403.06.000.000 ЕЗ	Схема електрична принципова			
	A1			25KBP172.403.06.001.000 СК	Вузол друкований			
					Деталі			
	A2	1	25KBP172.403.06.001.001	Плата друкована	1			
	БК	2	25KBP172.403.06.001.002	Перемичка	3			
					Інші вироби			
					Конденсатори			
		3		b37979-43 пФ ±5% "Epcos"	1	С2		
		4		b37979-4 700 пФ ±5% "Epcos"	3	С3...С5		
		5		b37979-0,01 мкФ ±5% "Epcos"	1	С8		
		6		b37979-0,22 мкФ ±5% "Epcos"	2	С1, С6		
		7		b4 1828-10 В-220 мкФ ±10% "Epcos"	1	С7		
		9		Мікросхема CD4049UBE "HGSEMI"	1	DD1		
		11		Випромінювач звуку FBPB14.78 "FBELE"	1	HA1		
				Дроселі				
		13		B8214 1A1102K000-40 мк2Н ±10% "Epcos"	1	L2		
		14		EM11 "Bourgn"	1	L1		
						25KBP172.403.06.001.000		
	Інв. № ориг.	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
Розрод.		Ланцут				Літ.	Аркцш	Аркцшів
Перевір.		Іващук				Н	1	2
						ВСП ТФК ТР-403		
Н.контр.		Задорожний				м. Тернопіль		
Затверд.								

Копіював

Формат А4

25KBP172.403.06.004.000 CK



1. * Розміри для довідок.
2. Електромонтаж здійснювати згідно з 25KBP172.403.06.001.000 ЕЗ припоєм ПОС-40 ГОСТ 21931-76.
3. Інші технічні вимоги по ОСТ.4.ГО.070.015.

					25KBP172.403.06.004.000 СК				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Індикатор радіовипромінювання в діапазоні 27 МГц Складальне креслення	Лист	Маса	Масштаб	
Розроб.		Лист				Н	0,3	2:1	
Перевір.		Лист				Аркш			
Т.контр.						Аркш			
Н.контр.	Задорожний					ВСП ТФК ТР-403			
Затверд.					м. Тернопіль				

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
						Документація				
		A4			25KBP172.403.06.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів				
		A2			25KBP172.403.06.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1			
		A1			25KBP172.403.06.004.000 СК	Складальне креслення	1			
						Складальні одиниці				
Підпис і дата	Інв. № добул.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	25KBP172.403.06.003.000 СК	Вузол друкований	1		
							Деталі			
				БК	2	25KBP172.403.06.004.001	Верхня кришка	1		
				БК	3	25KBP172.403.06.004.002	Нижня кришка	1		
				БК	4	25KBP172.403.06.004.003	Кришка батарейного відсіку	1		
				БК	5	25KBP172.403.06.004.004	Контакт А	1		
				БК	6	25KBP172.403.06.004.005	Контакт В	1		
				БК	7	25KBP172.403.06.004.006	Заглушка	4		
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Підпис і дата							
								Інші вироби		
					8		Батареїка 24G(286/RO3/AAA) "GP Batteries"	1	GB1..GB4	
					10		Антенa 315М-ХJT "RUICHI"	1	WS1	
							Стандартні вироби			
	11		Гайка М10-6Н ГОСТ 5916-70	1						
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Підпис і дата	25KBP172.403.06.004.000						
				Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		
				Розрод.	Ланцyт					
				Перевір.	Іващук					
				І.контр.	Задорожний					
Затверд.										
Індикатор радіовипромінювання					Літ.	Аркyш	Аркyшів			
в діапазоні 27 МГц					Н	1	2			
					ВСП ТФК ТР-403					
					м. Тернопіль					

[illegible]

[illegible]

[illegible]

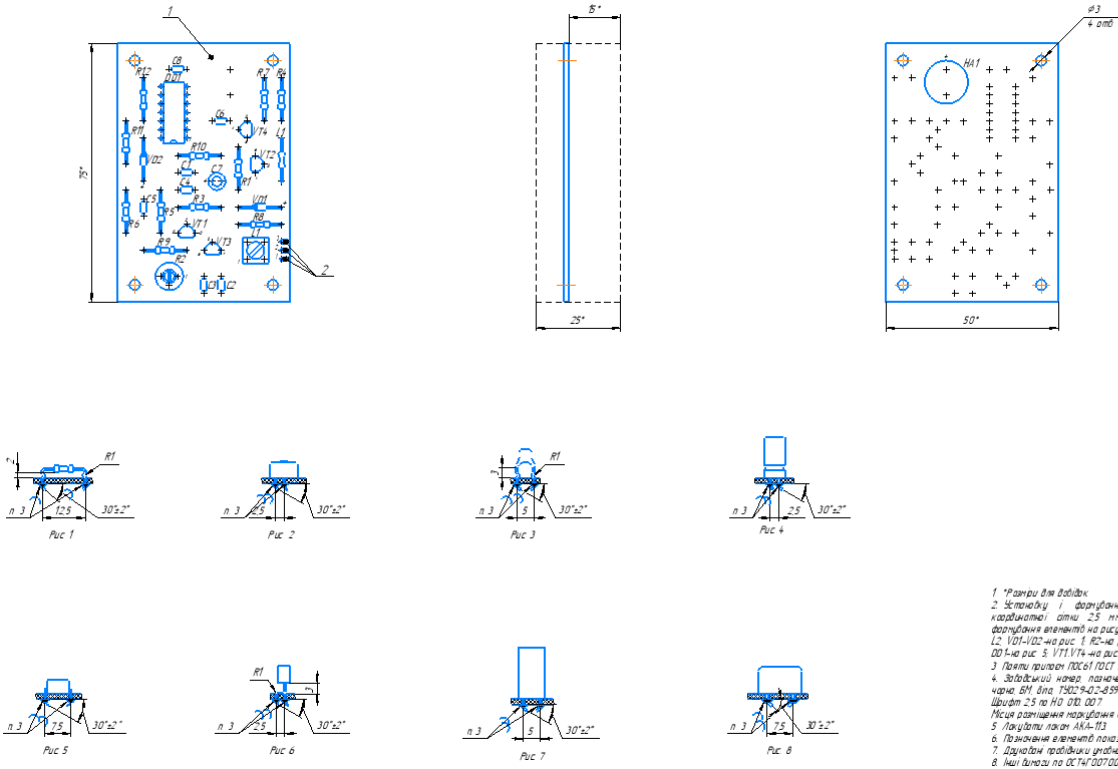
Дубл																					
Замість																					
Підпис																					
																Аркуш 4					
												25KBP172.403.006.03.000				25KBP172.403.006.03.118					
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.		Код, назва операції						Позначення документу									
Б	Код, назва обладнання						СМ	Проф	Р	УТ	КР	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								25KBP172.403.003.001.001			796	100	100						
04	3	Конденсатори		b37979-43пФ ± 5%						"Epcos"			796	100	100						
05	4	Конденсатори		b37979-4700пФ ± 5%						"Epcos"			796	100	300						
06	5	Конденсатори		b37979-0,01мкФ ± 5%						"Epcos"			796	100	100						
07	6	Конденсатори		b37979-0,22мкФ ± 5%						"Epcos"			796	100	200						
08	7	Конденсатори		b41828-10 В-220 мкФ ± 10%						"Epcos"			796	100	100						
09	9	Мікросхема		CD4049UBE						"HGSEMI"			796	100	100						
10	13	Дросель		B82141A1102K000-40 мкzH 10%						"Epcos"			796	100	100						
11	14	Дросель		EM11						"Bourns"			796	100	100						
12	16	Резистори		3329H-1-2,2 кОм						"Bourns"			796	100	100						
13	13	Мікросхема		TL494						"Sungine"			796	100	100						
14	17	Резистори		MFP-0,125-3000м ± 10%						"Yageo"			796	100	100						
15	18	Резистори		MFP-0,125-2,2кОм ± 10%						"Yageo"			796	100	100						
16	19	Резистори		MFP-0,125-3,9кОм ± 10%						"Yageo"			796	100	100						
17	20	Резистори		MFP-0,125-30кОм ± 10%						"Yageo"			796	100	200						
18	21	Резистори		MFP-0,125-47кОм ± 10%						"Yageo"			796	100	200						

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл.																			
Замість																			
Підпис																			
											Аркушів 8			Аркуш 8					
Розробив		Ланцут				ВСП ТФК ТНТУ		25КВР172.403.006.03.000							25КВ172.403.006.03.118				
Перевірів		Іващук																	
Нормував																			
Затвердив																			
Н. контр.		Задорожний																	
A	Цех	Діл	РМ	Опер	Код, назва операції				Позначення документу										
B					Код, назва обладнання				СМ.	Прф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
K-M					Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу				Позначення, код				СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР		



Дубл.																				
Замість																				
Підпис																				
												Аркушів 4		Аркуш 1						
Розробив		Ланцут				ВСП ТФК ТНТУ		25KBP.172.403.006.001 СК						25KBP172.403.006.001						
Перевірів		Іващук																		
Нормував						Індикатор радіовипромінювання в діапазоні 27 МГц											Н			
Затвердив																				
Н. контр.		Задорожний																		
А	Цех	Діл	РМ	Опер	Код, назва операції				Позначення документу											
Б					Код, назва обладнання				СМ.	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ	
К-М					Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу				Позначення, код					СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР		
01					Охорона навколишнього середовища, згідно інструкції МВЯ790831															
02																				
03	403		006	005	403.006.01 Комплектування														0,005	
04					Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (26шт)															
05																				
06	403		006	010	403.006.02 Слюсарно-складальна														0,005	
07					Пневмоверт РД 532964															
08					Складання проводити по ТТП 231587(21шт)															
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 ТТП137495															
10					2. Кріпити антену поз.10(WS1) у спеціальні пази між двома кришками гайкою поз.11 через шайбу поз.15 контакт А поз.5(1шт)/контакт Б поз.6(1шт) згідно															
11	1	Вузол друкований							25KBP172.403.006.001.000 СК						796	100	100			
12	2	Кришка верхня							25KBP172.403.006.004.001						796	100	100			
13	3	Кришка нижня							25KBP172.403.006.004.002						796	100	100			
14	5	Контакт А							25KBP172.403.006.004.004						796	100	100			

[illegible]

[illegible]

[illegible]