

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 радіочастотного шукача підслуховуючих
пристроїв

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

Спеціальність: 172 «Електронні комунікації та
радіотехніка»

Освітня програма: «Конструювання, виробництво та
технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв».
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Рогів Вадим Васильович
(прізвище та ініціали)

Керівник Савчук М.П.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

**Відокремлений структурний підрозділ
«Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»
Відділення телекомунікацій та електронних систем
Циклова комісія телекомунікацій та радіотехніки
Освітньо-професійний ступінь «фаховий молодший бакалавр»
Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»
Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
Освітня програма «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**

_____Рогіву Вадиму Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Розробка конструкції радіочастотного шукача підслуховуючих пристроїв,
керівник кваліфікаційної роботи Савчук Михайло Петрович,

(прізвище, ім'я, по батькові)

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

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 16.06.2025 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Розробити конструкцію радіочастотного шукача підслуховуючих пристроїв з наступними параметрами: Живлення приладу крона - 9В; Діапазон робочих температур.- (-20...+40)°С; Габаритні розміри (не більше)..186x105x65мм; Діапазон частот (1–200) МГц; Відстань спрацювання до 1м.

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

Анотація

Вступ. Призначення і область застосування електронного пристрою

Розділ 1 Загальна частина

1.1. Розробка технічного завдання.

1.2. Вибір і опис структурної схеми виробу.

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

Розділ 2 Спеціальна частина

2.1. Розрахунково-конструкторська частина.

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

2.1.2. Обґрунтування вибору конструкції.

2.1.3. Опис і обґрунтування вибору елементної бази.

- 2.1.4. Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.
- 2.1.5. Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу.
- 2.1.6. Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності)
- 2.1.7. Розрахунок надійності проектного 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. 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. Проведення розслідувань та облік нещасних випадків на виробництві.
 - 4.2. Визначення групи горючості матеріалів та речовин на об'єкті.
- Висновки
- Перелік посилань
- Додатки

Додаткові вказівки:

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

без виготовлення макета

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

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Отримання і аналіз технічного завдання	12.05	
2	Збір і узагальнення інформації для кваліфікаційної роботи	13.05	
3	Написання першого розділу кваліфікаційної роботи	25.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту кваліфікаційної роботи	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 кваліфікаційної роботи	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

(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Савчук М.П.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....

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

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

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

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....

2.1 Розрахунково-конструкторська частина.....

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і 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

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Розів			Розробка конструкції радіочастотного шукача підслуховуючих пристроїв Пояснювальна записка	Лім.	Арк.
Перевір.		Савчук					
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	4.1.1	Проведення розслідувань та облік нещасних випадків на виробництві.
4.2		Визначення групи горючості матеріалів та речовин на об'єкті.....

ВИСНОВКИ.....

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....

ДОДАТКИ.....

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Рогів В.В. Розробка конструкції радіочастотного шукача підслуховуючих пристроїв: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2025.

Корпус даного пристрою виготовлений із пластмаси. Верхня та нижня кришки мають корито подібну форму. До верхньої кришки кріпляться перемикача для включення та виключення виробу, на верхній кришці також місця для світлодіодів, які індикують роботу приладу. До верхньої кришки також кріпиться резистор змінний за допомогою гайки та шайби. Друкована плата кріпиться на верхню кришку за допомогою чотирьох гвинтів та чотирьох шайб на спеціальні стойки. На верхній кришці також є місце для кріплення антени за допомогою гайки та шайби. На нижній кришці є місце для встановлення крони і батарейний відсік.

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: радіочастотний, шукач, підслуховуючих пристроїв, робоча частота, радіочастотний діапазон.

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Rogiv V.V. Development of the design of a radio frequency eavesdropping device detector: qualification work for obtaining the educational and professional degree of a junior bachelor, in the specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2025.

The case of this device is made of plastic. The upper and lower covers have a trough-like shape. Switches for turning the product on and off are attached to the upper cover, and there are also places for LEDs on the upper cover that indicate the operation of the device. A variable resistor is also attached to the upper cover using a nut and a washer. The printed circuit board is attached to the upper cover using four screws and four washers on special racks. The upper cover also has a place for mounting the antenna using a nut and a washer. The lower cover has a place for installing the crown and a battery compartment.

The selected element base allows to implement the functions built into the device, is inexpensive and accessible. The proposed route-operational technology of product assembly 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: radio frequency, seeker, eavesdropping devices, operating frequency, radio frequency range.

					<i>25KBP172.403.009.000.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Тема розробки конструкції радіочастотного шукача підслуховуючих пристроїв є надзвичайно актуальною в сучасному світі з кількох причин, пов'язаних із розвитком технологій, безпекою та приватністю.

По-перше, з поширенням доступних і компактних радіопідслуховувальних пристроїв ("жучків") зростає ризик несанкціонованого прослуховування в особистих, корпоративних і навіть державних сферах. Такі пристрої використовуються не лише зловмисниками, але й у конкурентній боротьбі між компаніями, шпигунстві чи навіть у побутових конфліктах. У зв'язку з цим виникає потреба в ефективних засобах виявлення таких загроз, особливо в умовах, коли "жучки" стають дедалі меншими, енергоефективнішими та складнішими для виявлення.

По-друге, питання захисту приватності набуває критичного значення в епоху цифрових технологій. Хоча значна увага приділяється кібербезпеці, фізичні методи прослуховування через радіочастотні пристрої залишаються не менш небезпечними, адже вони не потребують доступу до мережі чи програмного забезпечення. Радіочастотний шукач дозволяє швидко й ефективно перевірити приміщення на наявність таких пристроїв, що робить його незамінним інструментом для забезпечення конфіденційності.

По-третє, актуальність теми зумовлена технологічним прогресом у сфері радіоелектроніки. Сучасні підслуховувальні пристрої можуть працювати в широкому діапазоні частот (наприклад, 30–500 МГц і вище), використовувати режими очікування для економії енергії або активуватися лише за певних умов (шум, зняття телефонної трубки). Це вимагає створення шукачів, які здатні адаптуватися до таких змін, мати високу чутливість і широкий діапазон детектування, а також бути доступними для використання непрофесіоналами.

Нарешті, розробка подібних конструкцій має практичне значення не лише для спеціалізованих служб безпеки, але й для широкого загалу. Зростання

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

попиту на персональні засоби захисту від прослуховування стимулює інновації в цій галузі, сприяючи створенню компактних, недорогих і простих у використанні пристроїв. Таким чином, тема є актуальною як із науково-технічної, так і з соціальної точки зору, адже вона відповідає потребам сучасного суспільства у безпеці, приватності та технологічному розвитку [1].

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні характеристики пристрою:

1. Живиться прилад крона.....+9В;
2. Діапазон робочих температур.....-20...+40°C;
3. Габаритні розміри.....186x105x65мм;
4. Маса.....0,3кг;
5. Діапазон частот1–200 МГц;
6. Схема залишається працездатною при живленні в межах 6–10 В;
7. Відстань спрацювання.....0,5-1м.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

Структурна схема пристрою складається з таких основних функціональних блоків:

1. Блок живлення (+9 В). Забезпечує стабільну напругу живлення для всіх вузлів пристрою. Живлення може подаватися від батареї або блоку живлення на 9 В.

Додатково використовуються стабілітрони (VD1, VD2) або інші елементи для стабілізації напруги до рівня, необхідного для надійної роботи компараторів та інших вузлів (наприклад, 1.4 В для опорної напруги компараторів).

2. Високочастотний приймальний блок (антена + ВЧ-детектор)

Використовується для прийому та первинного перетворення сигналів у діапазоні 1–200 МГц. Антена – змінна, штирьова, довжиною 400–1200 мм, виконує функцію приймача радіохвиль. Діодно-резистивний міст – виконує роль ВЧ-детектора, що перетворює ВЧ-сигнал у низькочастотну напругу (постійний рівень), яка пропорційна амплітуді радіосигналу. Діоди VD3–VD6 утворюють чутливий міст, що забезпечує високу чутливість і термостабільність.

3. Регулятор чутливості (R2, R9). Забезпечує ручне налаштування порогу спрацювання. Резистор R2 – встановлює базовий рівень чутливості пристрою, дозволяючи користувачу адаптувати його до умов навколишнього середовища

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(фонового шуму). Резистор R9 – використовується для початкового калібрування та встановлення порогів спрацювання компараторів.

4. Блок компараторів (DA1.2 – DA1.4).

Обробляє сигнал із ВЧ-детектора та порівнює його з пороговими рівнями. Кожен компаратор відповідає за певний рівень сигналу. При перевищенні напругою сигналу встановленого порогу, компаратор активує відповідний індикатор. Таким чином реалізовано трирівневе визначення інтенсивності радіовипромінювання.

5. Індикаторний блок (HL1–HL3). Світлодіоди, які візуально відображають рівень сигналу. HL1 – найнижчий рівень сигналу. HL2 – середній рівень. HL3 – високий рівень або фонове налаштування. Індикатори загоряються по черзі залежно від сили прийнятого сигналу.

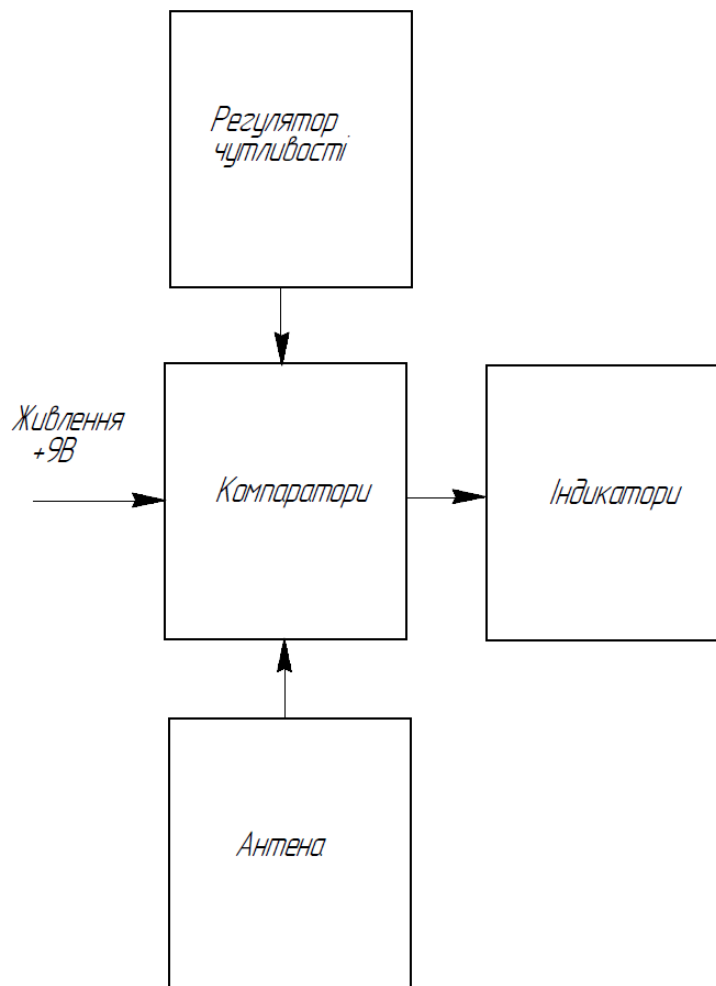


Рисунок 1.1-Схема електрична структурна

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

У наш час дедалі частіше застосовуються радіомікрофони та пристрої для прослуховування телефонних розмов із різноманітними цілями. В окремих випадках виникає потреба переконатися, що у приміщенні — квартирі чи офісі — не ведеться несанкціоноване прослуховування. Найчастіше підслуховувальні пристрої, відомі як «жучки», працюють на фіксованій частоті в межах 30–500 МГц і мають невелику потужність (до 5 мВт). Частина з них може перебувати в режимі очікування, активуючи передавання сигналу лише за наявності звуку в кімнаті або при піднятті телефонної трубки, що дозволяє економити заряд батареї.

Запропонована схема [1] є широкосмуговим мостовим детектором високочастотної (ВЧ) напруги, що охоплює частотний діапазон 1–200 МГц. При використанні надвисокочастотних діодів (наприклад, VD1–VD6) робочий діапазон можна ще розширити. Пристрій дозволяє виявляти «жучки» на відстані до 0,5–1 метра залежно від їхньої потужності. Проблемою є вимірювання ВЧ напруги нижче 0,5 В, оскільки при значеннях 0,2–0,3 В напівпровідникові діоди втрачають ефективність через специфіку їхньої вольт-амперної характеристики. У цій схемі застосовано збалансований діодно-резистивний міст, що забезпечує точне вимірювання малих змінних напруг. Невеликий струм через діоди VD3 і VD4 підвищує чутливість пристрою, дозволяючи вимірювати напругу вже від 20 мВ, зберігаючи при цьому стабільну амплітудно-частотну характеристику. Діоди VD5 і VD6 утворюють інше плече моста, забезпечуючи термостабільність.

На мікросхемі DA1.2–DA1.4 реалізовані трирівневі компаратори, які керують світлодіодними індикаторами HL1–HL3. Стабілізацію напруги на рівні 1,4 В для коректної роботи схеми забезпечують діоди VD1 і VD2.

Користування пристроєм потребує певних навичок, оскільки схема надзвичайно чутлива і може реагувати на сторонні джерела радіохвиль — зо-

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

крема, гетеродини приймачів, телевізорів або вторинне випромінювання від металевих поверхонь. Для покращення точності виявлення використовуються змінні антени різної довжини (наприклад, 400, 700 або 1200 мм), які дозволяють регулювати рівень чутливості. Після ввімкнення пристрою за допомогою резистора R2 встановлюється початковий рівень чутливості (засвічення індикатора HL3) відповідно до фонових шумів. У процесі наближення антени до джерела сигналу по черзі засвічуються індикатори HL2 і HL1, що сигналізує про зростання амплітуди. Резистор R9 налаштовується одноразово при першому запуску і визначає порогові рівні спрацювання компараторів. Схема працює за умов живлення в межах 6–10 В [1].

					25KBP172.403.009.000.000 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.

Компонування виробу — це процес розміщення функціональних вузлів, електронних компонентів та допоміжних елементів у межах заданого об'єму з урахуванням конструктивних, технологічних, ергономічних та експлуатаційних вимог. Грамотно виконане компонування сприяє підвищенню надійності виробу, полегшує процес складання, обслуговування та ремонту, а також забезпечує зручність експлуатації.

Основні вимоги до компонування [16]:

- оптимальне використання внутрішнього простору корпусу — забезпечення компактності без порушення теплообміну або доступності для регулювання.

- мінімізація довжини провідників — скорочення з'єднувальних доріжок між елементами з метою зменшення паразитних ємностей, індуктивностей і перешкод.

- розділення за функціональними зонами — блоки живлення, підсилення, керування, індикації та інші елементи повинні розташовуватись у логічно відокремлених ділянках, що полегшує технічне обслуговування та знижує рівень перешкод.

Тепловий режим — елементи, що виділяють тепло, слід розміщувати у верхній частині плати або біля вентиляційних отворів. Забезпечується природна конвекція повітря.

Технологічність — компонування має відповідати можливостям серійного виробництва, включаючи паяння, контроль і тестування.

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Доступ до регулювальних елементів — потенціометри, перемикачі, налаштувальні конденсатори повинні бути розташовані зручно для налаштування після складання.

Електромагнітна сумісність — елементи, чутливі до електромагнітних полів, мають бути захищені або винесені на окремі зони (наприклад, екранування ВЧ-блоку).

Правила компоновання друкованої плати [14]:

- елементи розташовуються переважно з одного боку плати (при односторонньому монтажі).
- напрямки монтажу та орієнтація виводів мають бути уніфіковані.
- всі елементи маркуються, і номінали мають бути читабельні.
- при використанні отворів — дотримуються стандартні діаметри і відстані.

Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покрить:

1. Матеріал корпусу:

Для корпусу використовується ударостійка пластмаса (наприклад, АБС-пластик або полікарбонат), що має низку переваг:

- мала вага і висока міцність;
- хороші електроізоляційні властивості;
- термостійкість і стійкість до ультрафіолетового випромінювання;
- простота механічної обробки (свердління, фрезерування).

2. Матеріал друкованої плати:

Основою для плати є фольгований склотекстоліт типу СФ2-35, який забезпечує:

- високу механічну міцність;
- стабільність електричних характеристик;
- вогнестійкість і стійкість до вологи.

3. Покриття друкованих провідників:

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для захисту мідних доріжок застосовують покриття струмопровідних доріжок олов'яно-свинцевим сплавом (SnPb) або безсвинцеве покриття (SnAgCu) для відповідності сучасним екологічним стандартам (RoHS). Також використовується захисна маска (solder mask) — полімерне покриття, що запобігає коротким замиканням та захищає мідь від окиснення.

4. Покриття корпусу:

- зовнішнє покриття корпусу зазвичай не потребує фарбування, однак для покращення естетики і додаткового захисту можуть застосовуватись:

- матові або глянцеві лаки;
- антистатичне покриття, якщо пристрій чутливий до ЕМС;
- УФ-захисний шар, якщо пристрій працює на відкритому повітрі.

Таким чином, компоновання і вибір матеріалів пристрою базуються на принципах компактності, надійності, безпеки та технологічності, що забезпечує ефективну роботу виробу в заданих умовах експлуатації.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Корпус пристрою виготовлений із пластмаси та складається з верхньої і нижньої кришок коритоподібної форми. На верхній кришці розміщено перемикач для вмикання і вимикання пристрою, а також встановлено світлодіоди, які виконують функцію індикації роботи. До цієї ж кришки кріпиться змінний резистор за допомогою гайки та шайби. Друкована плата фіксується на верхній частині корпусу за допомогою чотирьох гвинтів і шайб, що встановлюються на спеціальні пластикові стійки. Також передбачено місце для кріплення антени, яке реалізується аналогічним способом — через шайбу і гайку. Нижня кришка містить відсік для батареї типу «Крона» і слугує основою для встановлення джерела живлення.

Корпус виконує важливу захисну функцію — він оберігає внутрішні компоненти приладу від пилу, вологи та сонячного випромінювання, а також забезпечує безпеку користувача, унеможливаючи контакт із провідними части-

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нами під час експлуатації чи налаштувань. Крім захисту, корпус є основою для монтажу усіх функціональних елементів, отже, він відіграє ключову роль у конструкції пристрою [16].

Під час компонування друкованого вузла дотримано низки технічних вимог. Зокрема, забезпечено оптимальну щільність розміщення елементів, що дозволяє мінімізувати паразитні зв'язки, які можуть негативно впливати на роботу пристрою. Взаємне розташування компонентів підібране з урахуванням зручності складання, пайки та регулювання, що значно підвищує технологічність виробу.

Габарити друкованої плати визначено з урахуванням технології виготовлення, а також економічної доцільності. Уникають відхилень від прямокутної форми та зайвих вирізів, адже це ускладнює виробництво та призводить до перевитрати матеріалів. Відповідно до вимог стандарту ГОСТ 10317-72, рекомендовано дотримуватися пропорцій сторін від 1:1 до 2:1, максимально допустима ширина плати — до 500 мм. Рекомендовані товщини друкованої основи: 0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 та 3,0 мм.

У випадку використання елементів зі штировими виводами, їх монтують у отвори плати, після чого виводи загинають під кутом 60° та обрізають в межах контактних площадок. Паяння виконується методом «хвилі припою», що забезпечує надійне з'єднання і дозволяє розмістити більше компонентів на обмеженій площі плати.

При розміщенні електрорадіоелементів враховують такі фактори: необхідність вільної циркуляції повітря в зонах з елементами, що виділяють тепло; уникнення розташування мікросхем і напівпровідників поруч із джерелами тепла або сильних магнітних полів, зокрема трансформаторів чи постійних магнітів; а також забезпечення вільного доступу до регулювальних компонентів, які потребують налаштування після складання [19].

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1 - Резистор MFP Yageo [2]

Позиційне позначення	R1, R3, R5-R15
Назва компонента	Резистор MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Опір, відхилення від номіналу, розміри.
Параметри конструкції	Див.рис.2.1
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,125 Вт
діапазон номінальних опорів	1...10·106 Ом
допустиме відхилення опору	±10%
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	-60.....+70° С

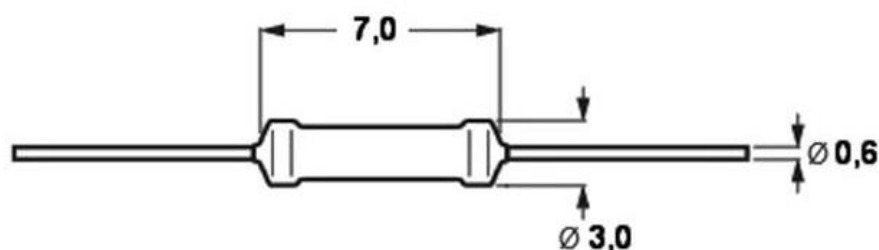


Рисунок 2.1- Габаритні розміри резисторів MFP Yageo

Таблиця 2.2 - Конденсатор b37979"Epcos" [3]

Позиційне позначення	C1-C3
Назва компонента	Конденсатор b37979
Виробник	"Epcos"
Критерії вибору	Діапазони ємностей, група ТКЄ, Робоча напруга
Параметри конструкції	Див.рис.2.2
Параметри та характеристики	
Робоча напруга	50В
Відхилення ємності від номінального значення	±10%
Інтервал робочих температур	-40°С...+100°С
Температурний коефіцієнт ємності	+3,3%
Відносна вологість	до 98%
Діапазон тиску	6,6-2942гПа
Діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ
Група ТКЄ	H20

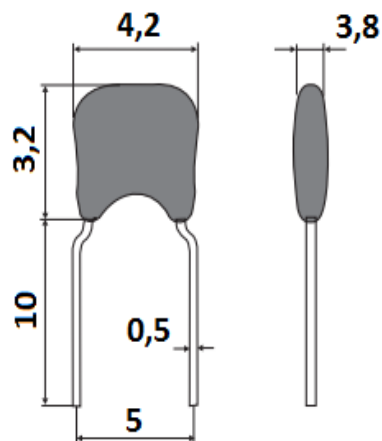


Рисунок 2.2- Габаритні розміри конденсатора b37979

Таблиця 2.3- Діод 1N4148 "Diotec" [4]

Позиційне позначення	VD1-VD6	
Назва компонента	Діод 1N4148	
Виробник	"Diotec"	
Критерії вибору	Діапазон стабілізації напруги, пікова потужність розсіювання	
Параметри конструкції	див. рисунок 2.3	
Параметри та характеристики		
Потужність розсіювання	0.5 Вт	
Мінімальна напруга стабілізації	9.4 В	
Номінальна напруга стабілізації	10 В	
Максимальна напруга стабілізації	10,6 В	
Статичний опір Rст	-55 ... 105 ° С	
Максимальний струм стабілізації Іст.Макс	40мА	
Робоча температура	-55 ... 200 °С	
Корпус	do35	



Рисунок 2.3- Зовнішній вигляд діода 1N4148

Таблиця 2.4- Світлодіод L-1503GT [5]

Позиційне позначення	HL1-HL3
Назва компонента	L-1503GT
Виробник	Kingbright
Критерії вибору	свічення, максимальна напруга, малий струм
Параметри конструкції	Див.рис.2.4
Параметри та характеристики	
пряма напруга	1,9В
прямий струм	30мА
кут випромінювання	180°
колір свічення	червоний
довжина хвилі	660нм

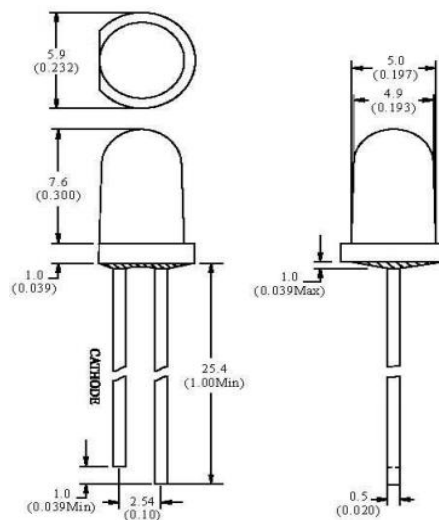


Рисунок 2.4– Габаритні розміри світлодіода L-1503GT

Таблиця 2.5- Перемикач A21B1S11 "EMAS" [6]

Позиційне позначення	SA1
Назва компонента	перемикач A21B1S11
Виробник	"EMAS"
Критерії вибору	Максимальні струм та напруга, робоча напруга
Параметри конструкції	Див.рис.2.5
Параметри та характеристики	
Робоча напруга постійна	12В
Максимальний комутований постійний струм	35А
Колір	червоний
Алгоритм роботи	on-off
Робоча напруга	250
Робочий струм	15А
Вага	7.2г

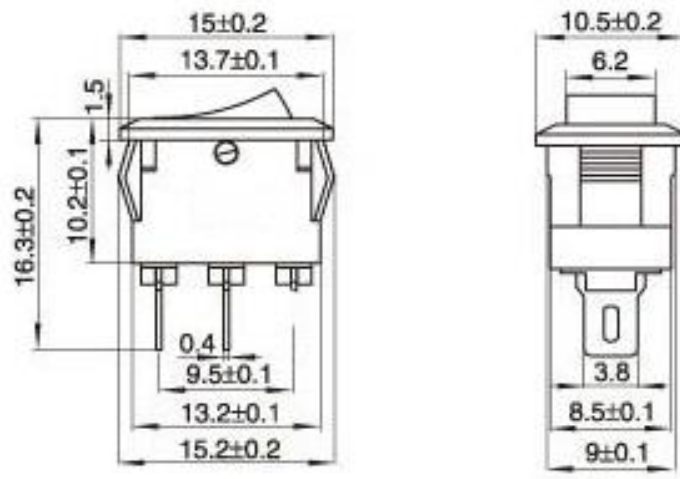


Рисунок 2.5-Зовнішній вигляд перемикача A21B1S11

Таблиця 2.6 - Змінний резистор 16K1-B50K [7]

Позиційне позначення	R2	
Назва компонента	Змінні резистори 16K1 -B50K	
Виробник	Song Huei	
Критерії вибору	Діапазон опорів, максимальний струм, лінійний	
Параметри конструкції	див.рисунок 2.6	
Параметри та характеристики		
номінальний опір	100кОм	
відхилення опору від номінального значення	±20%	
тип потенціометра	однооборотний	
максимальна робоча напруга	150В	
кут повороту	300±5°	

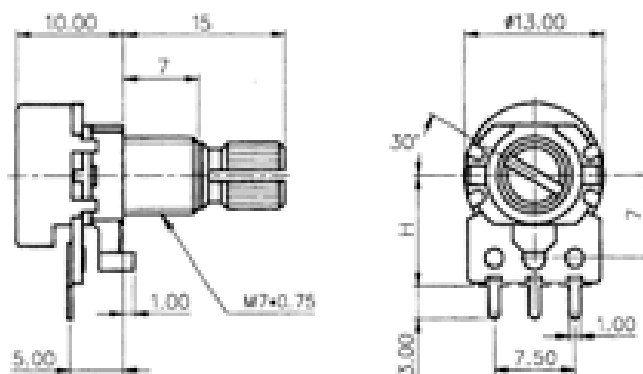


Рисунок 2.6 – Габаритні розміри змінного резистора 16K1

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

Позиційне позначення	R4
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	10кОм
Допуск	$\pm 10\%$
Максимальна потужність	0.5 Вт (500 мВт)
Максимальна робоча напруга	250 В
Робоча температура	-55°C до +125°C
Кількість оборотів	1 оборот

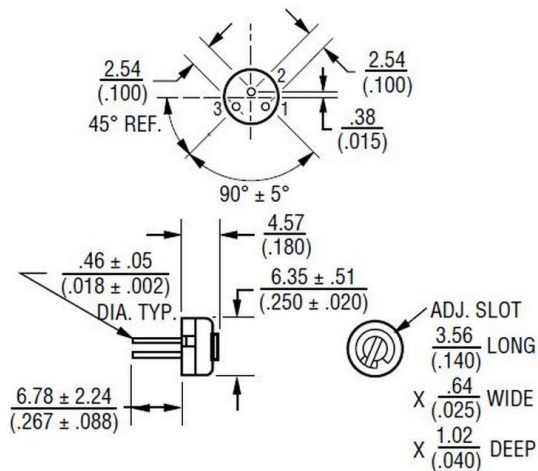


Рисунок 2.7– Габаритні розміри підстроювального резистора 3329Н-1

Таблиця 2.8- Мікросхема LM324N "Sungine" [9]

Позиційне позначення	DA1
Назва компонента	Мікросхема LM324N
Виробник	"Sungine"
Критерії виробу	Вхідна напруга та струм, функціональні особливості, кількість операційних підсилювачів
Параметри конструкції	Див.рис.2.8
Параметри та характеристики	
Кількість операційних підсилювачів	4
Діапазон напруги живлення	від 3 В до 32 В
Вхідний струм	20 нА
Вихідний струм	20 мА
Частотні характеристики	1 МГц
Споживана потужність	0,7 мА
Корпус	DIP-1

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

25KBP172.403.009.000.000 ПЗ

Арк.

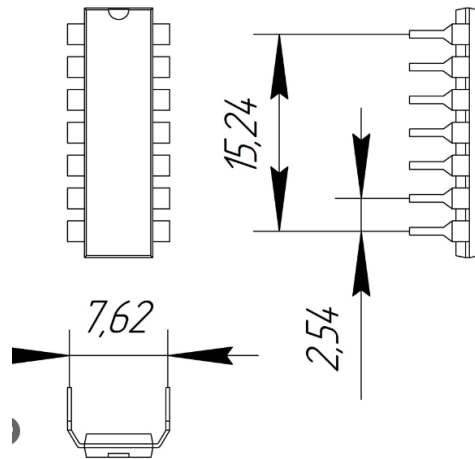


Рисунок 2.8 – Габаритні розміри мікросхеми LM324N

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Схема електрична принципова RC-фільтра зображена на рисунку 2.9 [12].

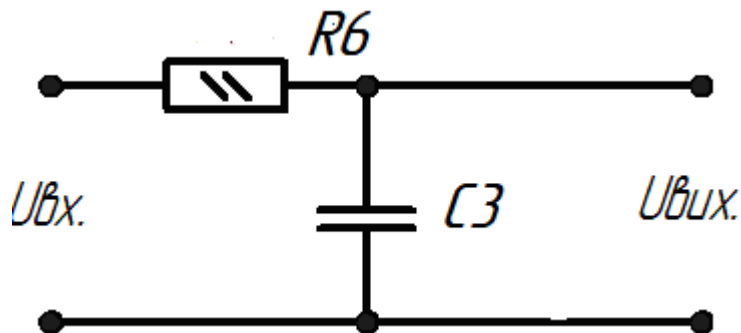


Рисунок 2.9- Схема електрична принципова RC-фільтра

1. Вихідні дані для проведення розрахунку:

$$C = 1000 \text{ пФ}$$

$$F_c = 10 \text{ кГц}$$

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.

$$R = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 10000 \cdot 10} = 9,8 \text{кОм}$$

Вибираємо резистор з опором 10 Ом та потужністю розсіювання 0,125Вт.

$$R6 = 10 \text{кОм}$$

Обрано резистор MFP-0,25-10 кОм $\pm 10\%$ "Yageo".

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Визначаємо мінімальну ширину друкованого провідника, мм., по постійному струму для кіл живлення і заземлення [12]:

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{доп}} * t} = \frac{0,1 \text{А}}{48 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2} * 0,035 \text{м}} = 0,1 \text{мм} \quad (2.3)$$

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

Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{\max} = 0,1 \text{А}$;

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

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

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_{\text{д}} * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} * 0,1 \text{А} * 0,5 \text{м}}{0,9 \text{В} * 0,035 \text{м}} = 0,1 \text{мм} \quad (2.4)$$

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

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

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

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r \quad (2.5)$$

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

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

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

$d_{E1} = 0,7$ -для мікросхем, конденсаторів, резисторів, діодів, підпаювання провідників.

$d_{E2} = 0,9$ -для R4.

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

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

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.6)$$

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

$$D_{1\min} = 2 \left(b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (2.7)$$

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

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

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

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

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

$$d_{\max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad (2.8)$$

де: Δd – допуск на отвір.

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

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

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$D_{1\min 2} = 2 \left(0,06 + \frac{1,5}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 3,02 \text{ мм}$$

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

$$D_{\min 2} = 3,02 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 3,0 \text{ мм}$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{\max} = D_{\min} + (0,02 \dots 0,06) \quad (2.9)$$

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

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

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

$$b_{\min} = b_{1\min} + 1.5h\phi + 0,03 \quad (2.10)$$

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

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

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{1\min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{\max}}{2} + \delta_p \right) + \left(\frac{d_{\max}}{2} + \delta_1 \right) \right] \quad (2.11)$$

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

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

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta_p) \quad (2.12)$$

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{3min}=L_0-(D_{max}+2\delta_1) \quad (2.13)$$

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

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

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

2.1.6 Розрахунок надійності проектного пристрою

Вихідні дані для розрахунку надійності показані у таблиці 2.9.

Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [10].

Таблиця 2.9- Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	К _{нопр}	I _{відм} *1e-06	К-сть*К _{нав від} *1e-06
1	Мікросхеми	1	1	0,03	0,03
2	Крона	1	1	30	30
3	Діоди випрямляючі малої потужності	6	0,35	0,7	1,47
4	Світлодіоди	3	1	4	12
5	Антенa	1	1	0,5	0,5
6	Конденсатори керамічні	3	0,1	1,4	0,42
7	Резистори змінні	2	0,1	3,2	0,64
8	Резистори постійні 0.125 - 0.5 Вт	13	0,42	0,8	4,368
9	Пайки	75	1	0,02	1,5
10	Перемикач	1	1	0,5	0,5
11	Друкована плата	1	1	0,1	0,1

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інтенсивність відмов: 5.1528×10^{-5} 1/год

Середня наробка до відмови: 19406.9 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999485$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.994860$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.949777$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.597333$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.005783$

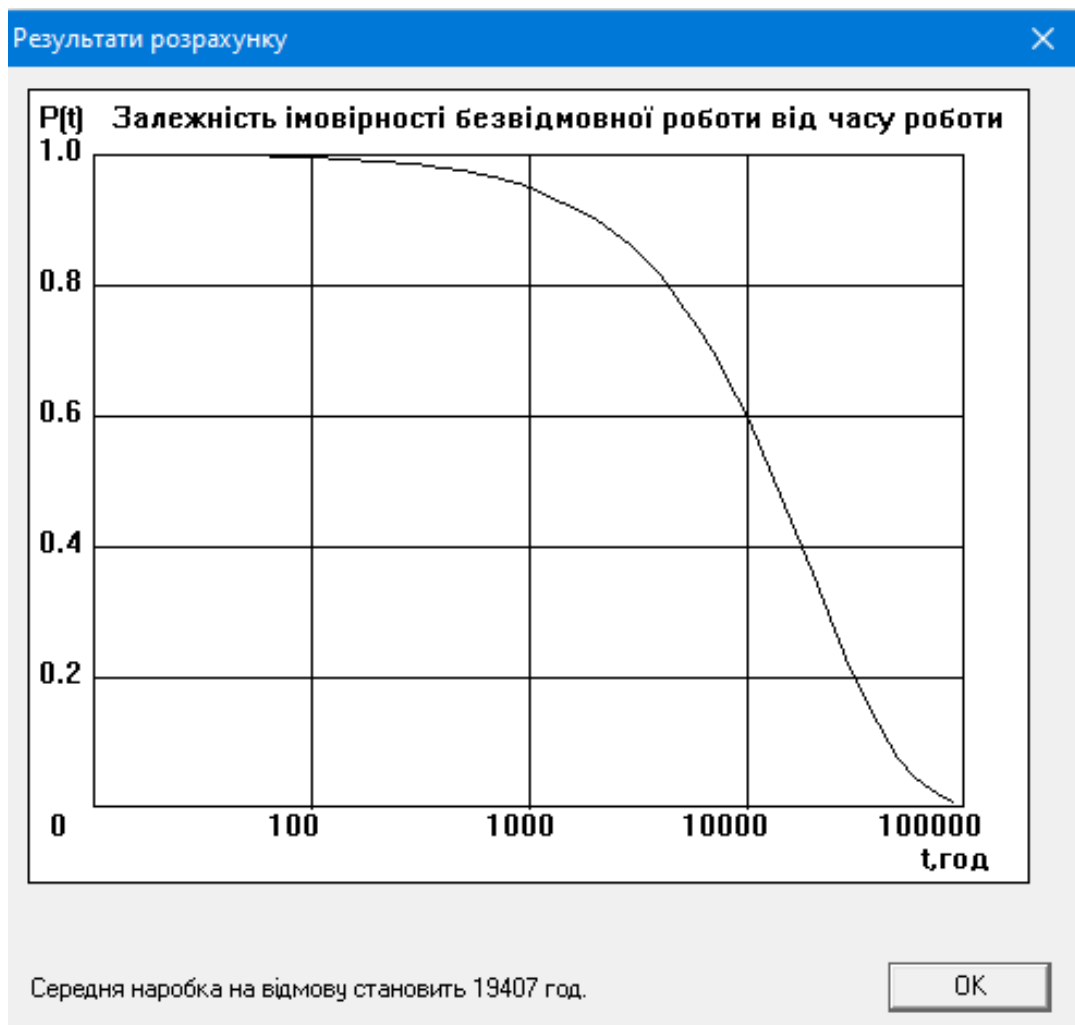


Рисунок 2.10 - Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 19407 год.

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

Розрахуємо споживану потужність пристрою [27]:

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

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi, \quad (2.14)$$

де U – напруга живлення пристрою, становить +9В постійної напруги;

I – струм споживання пристрою, становить 0,1А;

$$P = 12 \cdot 0,1\text{А} \cdot 1 = 1,2\text{Вт}$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу

Основні принципи компонування [19]:

- Раціональне використання простору. Всі елементи повинні бути розміщені щільно, але без надмірної скупченості, що унеможлиблює перегрів або складність в обслуговуванні.
- Мінімізація довжини з'єднувальних провідників. Це знижує електромагнітні завади, паразитні зв'язки та втрати сигналу.
- Функціональне зонування. Компоненти об'єднуються у логічні блоки (живлення, підсилення, керування, індикація тощо), що підвищує стабільність роботи пристрою та полегшує його налагодження.
- Врахування теплового режиму. Елементи, які виділяють значну кількість тепла, повинні розміщуватись із вільним доступом повітря або поблизу вентиляційних отворів, з можливістю встановлення радіаторів.
- Технологічність складання. Компоненти мають бути орієнтовані так, щоб полегшити їх монтаж, пайку, перевірку та заміну.

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– Забезпечення доступу до налаштувань. Регульовальні елементи (наприклад, змінні резистори) повинні розташовуватись у доступних місцях для зручного підлаштування пристрою.

Компонування друкованої плати також підпорядковується низці правил:

– Всі компоненти розміщуються переважно з одного боку плати, з урахуванням їхнього розміру та типу виводів.

– Відстані між елементами витримуються з урахуванням електробезпеки, тепловідведення та можливості автоматизованого монтажу.

– Встановлення штирових компонентів виконується через монтажні отвори із загином виводів під кутом 60° та подальшим паянням.

– У зоні елементів, які регулюються, залишаються технологічні зазори або вирізи у корпусі для зручного доступу.

Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів [16]:

– Корпус виробу виготовляється з ударостійкої пластмаси (наприклад, ABS або поліпропілену), яка має достатню механічну міцність, низьку теплопровідність, електроізоляційні властивості та стійкість до зовнішніх чинників (волога, пил, УФ-випромінювання). Крім того, пластик легко піддається механічній обробці, що дозволяє виконувати отвори для кнопок, перемикачів, світлодіодів та антени.

– Друкована плата виготовляється з фольгованого склотекстоліту типу СФ2-35, що має високу стабільність, надійність в умовах нагріву і добру адгезію з мідним шаром. Двостороння структура плати дозволяє реалізувати щільне розміщення елементів та мінімізувати розміри плати.

– Покриття провідників виконується за допомогою безсвинцевого припою (наприклад, сплаву SnAgCu), який відповідає сучасним екологічним стандартам (RoHS). Поверхня захищається паяльною маскою, що запобігає окисненню та коротким замиканням.

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– Додаткове покриття корпусу може бути нанесене у вигляді антистатичного або захисного лаку, що підвищує термін служби виробу, зменшує накопичення пилу та покращує естетичний вигляд.

У результаті використання відповідних матеріалів і дотримання принципів конструювання досягається висока функціональність, надійність і зручність у використанні електронного пристрою. Це дозволяє не тільки забезпечити стабільну роботу всієї системи, а й значно спростити її виготовлення, налагодження та подальше обслуговування.

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

Технологічність конструкції приладу визначається рівнем доцільності технічних рішень, які забезпечують простоту, економічність та ефективність виготовлення, складання, налагодження і обслуговування виробу. У даному пристрої реалізовано конструкцію, що відповідає сучасним вимогам до технологічності.

Корпус приладу виготовлений із пластмаси, що є одним із найтехнологічніших матеріалів завдяки легкості формування, малій вазі, хорошим ізоляційним властивостям і стійкості до зовнішніх впливів. Верхня і нижня частини корпусу мають просту форму, що полегшує процес виготовлення методом лиття під тиском. Кріплення елементів на гвинтах зі стандартною різьбою забезпечує зручність складання та доступність при ремонті [17].

Друкована плата проектувалась із використанням автоматизованої системи проектування Altium Designer, що дозволило врахувати всі вимоги до конструювання, трасування та електромагнітної сумісності. Двостороннє виконання плати дає змогу зменшити її розміри та зберегти простоту монтажу.

Оцінка технологічності конструкції:

- мінімальна кількість нестандартних компонентів;

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- компактне компонування друкованого вузла без надмірної щільності, що ускладнює пайку;

-простота корпусу дозволяє використовувати універсальне обладнання для виготовлення;

- добра сервісна доступність елементів, що потребують регулювання чи заміни.

Вибір інструментів, пристосувань та оснастки. Для виготовлення корпусу:

- прес-форма для лиття пластмаси під тиском;
- свердлильні та фрезерні верстати — для додаткової механічної обробки отворів під перемикачі, антenu, світлодіоди тощо;

- ручний інструмент (напилки, ножі, викрутки) — для підгонки та доопрацювання дрібних елементів.

Для виготовлення друкованої плати:

- фотоосвітлювальна установка — для перенесення зображення монтажу на заготовку плати;

- травильна ванна (з розчином хлорного заліза або іншого травника);
- установка для свердління отворів (настільний свердлильний верстат або ручна дріль з твердосплавними сверлами Ø 0,8–1 мм);

- паяльна станція або паяльник з регулятором температури — для монтажу компонентів;

- витяжна вентиляція — для безпеки при пайці.

Для складання:

- викрутки, плоскогубці, пінцети;
- кріпильні елементи стандартного типу (гвинти, гайки, шайби);
- антистатичні браслети та килимки — для захисту електроніки від статичної електрики.

Для налагодження:

- мультиметр;

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- осцилограф;
- генератор високочастотного сигналу (для перевірки чутливості);
- макетна антена (різної довжини) — для перевірки роботи пристрою в реальних умовах.

Таким чином, конструкція приладу є технологічною, економічно обґрунтованою та пристосованою до серійного або одиничного виробництва з використанням доступних інструментів і пристосувань. Це забезпечує ефективність усіх етапів життєвого циклу пристрою — від виготовлення до експлуатації [16].

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

Для реалізації конструкції пристрою була виготовлена двостороння друкована плата за комбінованою технологією. Такий метод поєднує в собі переваги фотохімічного й механічного способів виготовлення, що дозволяє досягти високої точності, зменшити габарити плати та забезпечити надійне електричне з'єднання між елементами.

Етапи виготовлення друкованої плати. Підготовка основи: як базовий матеріал використовується фольгований склотекстоліт СФ-2 або FR-4 товщиною 1,5 мм, з мідним покриттям 35 мкм. Цей матеріал має високу механічну міцність, стабільні електричні параметри та термостійкість, що робить його оптимальним для виготовлення друкованих плат [17].

Нанесення шаблону схеми: зображення провідників наноситься на мідну фольгу методом фоторезистивного маскування. Для цього використовують фотошаблон, виготовлений у CAD-системі (наприклад, Altium Designer), і позитивний фоторезист, чутливий до ультрафіолетового випромінювання.

Експонування та проявлення: плату поміщають під УФ-освітлювач разом із фотошаблоном, після чого проявляють у відповідному розчині, видаляючи неекспоновані ділянки фоторезисту.

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Травлення: після проявлення зайва мідь видаляється травленням у розчині хлорного заліза (FeCl_3) або персульфату амонію $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$. На платі залишаються лише потрібні провідники.

Видалення фоторезисту: залишки захисного шару знімаються з мідної поверхні після завершення травлення.

Свердління отворів: монтажні та перехідні отвори виконуються свердлом діаметром 0,8–1,2 мм. Для цього застосовують настільний свердлильний верстат або мікродриль.

Металізація отворів (за потреби): у разі виготовлення складної двосторонньої плати з переходами застосовується хімічна або гальванічна металізація отворів.

Лудіння або покриття струмопровідних доріжок: для захисту міді від окислення застосовується лудіння (олов'яний припій), селективне покриття або нанесення захисного лаку.

Нанесення монтажної маски і шовкотрафаретне маркування: для захисту від коротких замикань і спрощення монтажу наноситься захисна паяльна маска, а зверху — позиційне маркування елементів.

Контроль якості: плата перевіряється на цілісність провідників, відсутність коротких замикань та відповідність геометрії.

Вибір основних матеріалів: діелектрик: склотекстоліт FR-4 (або СФ-2-35), ГОСТ 10316-78.

Провідниковий шар: мідна фольга товщиною 35 мкм.

Фоторезист: позитивний (типу POSITIV 20).

Травильний розчин: хлорне залізо (FeCl_3) або персульфат амонію.

Паяльна маска: захисна термостійка фарба (зазвичай зелена).

Флюс та припій: припій ПОС-61, каніфоль, безвідмивний флюс.

Допоміжні матеріали та засоби:

- вода дистильована — для промивання після проявлення;
- ізопропіловий спирт — для знежирення поверхні;

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- шліфувальний папір — для очищення міді перед нанесенням фоторезисту;

- рукавички, пінцети, захисні окуляри — для безпечної роботи з хімією.

Завдяки використанню перевірених матеріалів і комбінованої технології виготовлення, забезпечується надійність, компактність і довговічність друкованої плати, що є основою якісного функціонування всього електронного пристрою [14].

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 [28].

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

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{2}{2 + 28} = 0,1 \quad (2.15)$$

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

$$K_{\text{А.М}} = \frac{H_{\text{А.М}}}{H_{\text{М}}} = \frac{63}{75} = 0,84 \quad (2.16)$$

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:

$$K_{\text{М.П.ЕРЕ}} = \frac{H_{\text{М.П.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{31}{34} = 0,91 \quad (2.17)$$

					25KBP172.403.009.000.000 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:

$$K_{ПОВТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{20}{34} = 0,41 \quad (2.18)$$

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

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

$$K_{ЗАСТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ОР.ЕРЕ}}{H_{Т.ЕРЕ}} = 1 - \frac{1}{34} = 0,97 \quad (2.19)$$

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:

$$K_{ВСТ.Р} = 1 - \frac{H_{ВСТ.Р}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{5}{34} = 0,85 \quad (2.20)$$

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

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

$$K_{\Phi} = \frac{D_{np}}{D} = \frac{1}{1} = 1 \quad (2.21)$$

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

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0,1*1 + 0,84*1 + 0,91*0,75 + 0,41*0,5 + 0,97*0,310 + 0,85*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,62 \quad (2.22)$$

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:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad (2.23)$$

Перевіряємо умову: $\frac{0,62}{0,5} = 1,03 \geq 1$.

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

Таблиця 2.10 -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 2.11).

Таблиця 2.11- 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 у верхню частину корпусу;
- кріплення друкованого вузла до верхньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів;
- кріплення перемикача на верхню кришку;
- кріплення резистора за допомогою гайки та шайби;
- кріплення антени у спеціальний паз та її закріплення гайкою та шайбою;
- кріплення крони у батарейний відсік;
- фіксація кришок за допомогою чотирьох гвинтів, та кріплення ніжок, а також закривання кришки батарейного відсіку.

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

- розконсервація друкованої плати;
- маркування заводського номера;
- захист контактних площадок, які не підлягають автоматизованій пайці, латексом;
- сушка;
- формування виводів ЕРЕ;
- лудження виводів ЕРЕ;
- встановлення ЕРЕ;
- автоматизована пайка хвилею припою;
- рихтування;
- регулювання;
- лакування;
- технічний контроль [26].

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

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

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

Вартість будівель розраховується за формулою:

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

$$V_{\text{буд}} = 1000 \times 100 = 100000 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

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

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 100000 + 50000 = 150000 \text{ (грн.)}$$

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

$$V_{\text{обл}} = 100000 \cdot 0,5 = 50000 \text{ (грн.)}$$

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

					25ДП172.403.009.000.000.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:

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

$$V_{\text{інстр}} = 50000 \times 0,02 \times 1,1 = 1100 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$V_{\text{інв}} = 50000 \times 0,03 \times 1,1 = 1650 \text{ (грн.)}$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

$$\Pi = 150000 + 1100 + 1650 = 152750 \text{ (грн.)}$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

$$A = \frac{2750 \times 25}{100} = 687,5 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

					25ДП172.403.009.000.000.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	1100	275,00
	Виробничий та господарський інвентар	1650	412,5
	Всього:	2750	687,5

3.2 Розрахунок собівартості продукції

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

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

Виробнича собівартість

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

Повна собівартість

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

					25ДП172.403.009.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$B_M = 406 \times 1,04 = 422,24 \text{ (грн.)}$$

де m — 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.;

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

Таблиця 3.2- Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	50	50
2	Кришка нижня	1	55	55
3	Кришка верхня	1	55	55
4	Мікросхема	1	50	50
5	Крона	1	50	50
6	Конденсатори керамічні	4	1	4
7	Резистори постійні	14	0,5	7
8	Світлодіод	3	10	30
9	Резистор змінний	1	25	25
10	Діоди	6	2	10
11	Перемикач	1	20	20
12	Антенa	1	50	50
				406

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

3) Витрати на основну заробітну плату виробничих працівників ($B_{o.з.пл.}$):

					25ДП172.403.009.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для розрахунку заробітної плати працівників визначають відрядну розцінку за кожну операцію (одиницю роботи чи продукції), виконану працівником, за формулою:

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

$$P_{\text{від}} = \frac{33}{60} \times 170 = 93,5 (\text{грн})$$

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

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

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

Таблиця 3.3- Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{\text{шт.}}$, хв.	Розряд	Годинна тарифна ставка, (Сг), грн/год
1	Пайка	15	V	170
2	Регулювання	10	V	170
3	Складання	8	V	170
	Всього	33		

4) Витрати на додаткову заробітну плату працівників ($B_{\text{дод.з.пл.}}$):

приймаються в розмірі 11% від основної заробітної плати виробничих працівників і розраховують за формулою:

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

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = 93,5 \times 0,11 = 10,29 (\text{грн})$$

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

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

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (93,5 + 10,29) = 22,83 (\text{грн})$$

					25ДП172.403.009.000.000.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:

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

$$V_{yeo} = \frac{50}{100} \times (93,5 + 10,29) = 51,90 \text{ (грн.)}$$

де α_{yeo} - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 50%);

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

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

$$V_{зв} = \frac{140}{100} \times (93,5 + 10,29) = 145,31 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{зв}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 140%).

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

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

$$S_{вир} = 422,24 + (93,5 + 10,29 + 22,83) + 51,90 + 145,31 = 746,07 \text{ (грн.)}$$

					25ДП172.403.009.000.000.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	422,24
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	93,50
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	10,29
4	Відрахування на соціальні заходи	22,83
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	51,90
6	Загальновиробничі витрати	145,31
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		746,07
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	548,86
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	197,21

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

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

$$Ц_{одпр} = 746,07 \times \frac{100 + 32}{100} = 984,81 \text{ (грн.)}$$

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

3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$П_p = (984,81 - 746,07) \times 1200 = 286490,88 \text{ (грн),}$$

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

					25ДП172.403.009.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$ЧП = 286490,88 - 286490,88 \times \frac{18}{100} = 234922,52 \text{ (грн.)}$$

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

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

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

$$S_{повq} = 746,07 \times 1200 = 895284 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$P_п = \frac{234922,52}{895284} \times 100\% = 26,24 \%$$

де $P_п$ - рентабельність продукції, %;

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

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

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

$$ГП = ЧП_t + A_t, \quad (3.20)$$

$$ГП = 234922,52 + 687,5 = 235610,02 \text{ (грн.)},$$

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

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

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

					25ДП172.403.009.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$\text{ЧТВ} = 214190,93 - 152750 = 61440,93 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ТВ} = \frac{235610,02}{(1 + 0,1)^1} = 214190,93 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ІП} = \frac{214190,93}{152750} 1,4$$

де ІП- індекс прибутковості інвестицій.

					25ДП172.403.009.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$T_{ок_{диск}} = \frac{\Pi}{ГП_{диск}} \quad (3.24)$$

$$T_{ок_{диск}} = \frac{152750}{214190,93} = 0,71р$$

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

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

$$ГП_{диск} = \frac{214190,93}{1} = 214190,93 \quad (\text{грн.})$$

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.	1200
2	Собівартість виробу	грн./од.	746,07
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	984,81
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	152750
5	Чистий прибуток	грн.	234922,52
6	Рентабельність виробу	%	26,24
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	61440,93
9	Індекс прибутковості	-	1,4
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,71

					25ДП172.403.009.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Проведення розслідувань та облік нещасних випадків на виробництві.

Розслідуванню підлягають травми, у тому числі отримані внаслідок тілесних ушкоджень, заподіяних іншою особою, гострі професійні захворювання і гострі професійні отруєння та інші отруєння, теплові удари, опіки, обмороження, у разі утоплення, ураження електричним струмом, блискавкою та іонізуючим випромінюванням, ушкодження, отримані внаслідок аварій, пожеж, стихійного лиха (землетруси, зсуви, повені, урагани та інші надзвичайні події), контакту з тваринами, комахами та іншими представниками фауни і флори (далі – нещасні випадки), що призвели до втрати працівником працездатності на один робочий день чи більше або до необхідності перевести потерпілого на іншу (легшу) роботу терміном не менше, ніж на один робочий день, а також випадки смерті на підприємстві.

До гострих професійних захворювань і гострих професійних отруєнь належать випадки, що сталися після одноразового (протягом не більше однієї робочої зміни) впливу небезпечних факторів, шкідливих речовин. Гострі професійні захворювання спричиняються дією хімічних речовин, іонізуючих та неіонізуючих випромінювань, значним фізичним навантаженням та перенапруженням окремих органів і систем людини. До них належать також інфекційні, паразитарні та алергійні захворювання тощо. Гострі професійні отруєння спричиняються, в основному, шкідливими речовинами гостроспрямованої дії.

Визначаються пов'язаними з виробництвом нещасні випадки, що сталися з працівниками під час виконання трудових (посадових) обов'язків, у тому числі у відрядженнях, а також ті, що сталися під час:

– перебування на робочому місці, на території підприємства або в іншому місці роботи протягом робочого часу, або за дорученням власника в неробочий час, під час відпустки, у вихідні та святкові дні. Робочий час починаєть-

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ся з моменту приходу працівника на підприємство до його виходу, який повинен фіксуватися, і цей порядок установлюється правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства;

- приведення в порядок знарядь виробництва, засобів захисту, одягу перед початком роботи і після її закінчення, виконання заходів особистої гігієни;

- проїзду на роботу чи з роботи на транспорті підприємства або на транспорті сторонньої організації, яка надала його згідно з договором (заявкою), за наявності розпорядження роботодавця;

- використання власного транспорту в інтересах підприємства з дозволу або за дорученням роботодавця;

- провадження дій в інтересах підприємства, на якому працює потерпілий. Дії в інтересах підприємства – дії працівника, які не входять до кола його виробничого завдання чи прямих обов'язків. Це може бути, наприклад, надання необхідної допомоги іншому працівникові, дії щодо попередження можливих аварій або рятування людей та майна підприємства;

- ліквідації аварій, пожеж та наслідків стихійного лиха на виробничих об'єктах і транспортних засобах, що використовуються підприємством;

- надання підприємством шефської допомоги;

- перебування на транспортному засобі або на його стоянці, на території вахтового селища, у тому числі під час змінного відпочинку, якщо причина нещасного випадку пов'язана з виконанням потерпілим трудових (посадових) обов'язків або з дією на нього виробничого фактора чи середовища;

- прямування працівника до (між) об'єкта (ми) обслуговування за затвердженими маршрутами або до будь-якого об'єкта за дорученням роботодавця.

Визнаються пов'язаними з виробництвом також нещасні випадки:

- природної смерті працівників під час перебування на підземних роботах або після виїзду на поверхню внаслідок гострої серцево-судинної недостатності;

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– самогубства працівників плавскладу на суднах морського та рибпромислового флотів у разі перевищення строку перебування їх у рейсі, обумовленого колективним договором, або їх природної смерті внаслідок впливу психофізіологічних, небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

– Не визнаються пов'язаними з виробництвом нещасні випадки, що сталися з працівниками:

– під час прямування на роботу чи з роботи пішки, на громадському, власному або іншому транспортному засобі, який не належить підприємству і не використовувався в інтересах цього підприємства;

– за місцем постійного проживання на території польових і вахтових селищ;

– під час використання ними в особистих цілях транспортних засобів підприємства без дозволу роботодавця, а також устаткування, механізмів, інструментів крім випадків, що сталися внаслідок їх несправності;

– через отруєння алкоголем, наркотичними або іншими отруйними речовинами, а також внаслідок їх дії (асфіксія, інсульт, зупинка серця тощо) за наявності медичного висновку, якщо це не викликано застосуванням цих речовин у виробничих процесах, або порушенням вимог безпеки щодо їх зберігання і транспортування, або якщо потерпілий, який перебував у стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння, був відсторонений від роботи;

– під час скоєння крадіжок або інших злочинів, якщо ці дії зафіксовані і на них є офіційний висновок суду або прокуратури;

– у разі природної смерті або самогубства за винятком випадків, коли нещасні випадки визнаються пов'язаними з виробництвом. Роботодавець, отримавши повідомлення про нещасний випадок,

- організує його розслідування і утворює наказом комісію, до складу якої включаються: керівник (спеціаліст) служби охорони праці або посадова особа (голова комісії), керівник структурного підрозділу або головний спеціаліст, представник робочого органу виконавчої дирекції Фонду за місцезнаходжен-

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ням підприємства, представник профспілкової організації, членом якої є потерпілий, або уповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки, а у разі гострих професійних захворювань (отруєнь) також спеціаліст санепідстанції.

Комісія з розслідування нещасного випадку зобов'язана протягом трьох діб:

- обстежити місце нещасного випадку, опитати свідків і осіб, причетних до цього випадку, та одержати пояснення потерпілого, якщо це можливо;

- розглянути і оцінити відповідність умов праці вимогам нормативних актів про охорону праці;

- установити обставини і причини, що призвели до нещасного випадку;

- визначити, чи пов'язаний цей випадок з виробництвом;

- визначити осіб, які допустили порушення нормативних актів;

- розробити заходи щодо запобігання подібним випадкам;

- скласти акт нещасного випадку за формою Н-5 у трьох примірниках (додаток 1), а також акт про нещасний випадок, пов'язаний з виробництвом, за формою Н-1 згідно з додатком 2 у шести примірниках, якщо цей випадок пов'язаний з виробництвом, або акт про нещасний випадок, не пов'язаний з виробництвом, за формою НПВ (додаток 3) і передати його на затвердження роботодавцю. Примірник акта за формою Н-1, Н-5, НПВ, П-5, коли встановлено гостре професійне захворювання, разом з матеріалами розслідування підлягає зберіганню протягом 45 років на підприємстві, працівником якого є (був) потерпілий, а у разі ліквідації підприємства, передаються правонаступникові. Інші примірники акта та його копії зберігаються до здійснення всіх намічених у них заходів, але не менш як два роки.

При гострому професійному захворюванні (отруєнні) копія акта форми Н-1 надсилається разом з картою форми П-5 до установи державної санітарно-епідеміологічної служби за місцем настання нещасного випадку, яка веде облік випадків гострих професійних захворювань (отруєнь).

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нещасний випадок, про який своєчасно не було повідомлено безпосереднього керівника або роботодавця потерпілого, і внаслідок якого втрата працездатності настала не одразу, розслідується і береться на облік згідно з цим Порядком протягом місяця після надходження заяви потерпілого або особи, яка представляє його інтереси.

Якщо підприємство, на якому був нещасний випадок, реорганізовано, то розслідування його проводиться правонаступником; коли підприємство ліквідується, то встановлення факту нещасного випадку розглядається у судовому порядку.

4.2 Визначення групи горючості матеріалів та речовин на об'єкті

До показників, які характеризують пожежовибухову небезпеку в умовах виробництва, належить група горючості матеріалів та речовин.

Пожежовибухонебезпечність речовин та матеріалів — це сукупність властивостей, що характеризують їх здатність до виникнення й поширення горіння.

Усі матеріали та речовини, які використовуються в умовах виробництва, переробляються, зберігаються, транспортуються, а також використовуються при будівництві будівель і споруд, у пожежному відношенні характеризуються показником горючості.

Горючість — це здатність матеріалів та речовин спалахувати під дією джерела запалювання, продовжувати горіти після його вилучення.

За горючістю всі матеріали й речовини відповідно до протипожежного нормування поділяються на негорючі, важкогорючі та горючі.

Негорючі (неспалимі) — це такі матеріали, які під дією вогню або високої температури не спалахують, не тліють і не обвуглюються.

До негорючих матеріалів належать усі природні й штучні неорганічні матеріали, а також метали, які, тривалий час перебуваючи у вогні, не зазнають

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

значних деформацій. До таких матеріалів належать алебастр, гіпс, залізобетон, пемзобетон, метал, мармур та ін.

Важкогорючі (важкоспалимі) — це такі матеріали, які під дією вогню або високої температури спалахують, тліють або обвуглюються й продовжують горіти, тліти або обвуглюватися за наявності джерела запалювання, а після його вилучення горіння або тління припиняється.

До важкогорючих належать матеріали, які складаються із спалених і неспалених складових частин (наприклад, гіпсові й бетонні матеріали з вмістом органічного наповнювача, мінеральні плити з бітумним заповнювачем, глиноземні матеріали, повсть, змочена глиняним розчином, глибоко просочена антипіренами деревина, цементний фіброліт, полімерні матеріали, саман, гіпсова штукатурка, асфальтобетон та ін.).

Горючі (спалимі) — це такі матеріали, які під дією вогню або високої температури спалахують, тліють або обвуглюються й продовжують горіти, тліти або обвуглюватися після вилучення джерела загоряння.

До горючих належать усі матеріали, що не відповідають вимогам, яким відповідають негорючі й важкогорючі матеріали. Горючі матеріали займаються не відразу, але, зайнявшись, порівняно швидко руйнуються. Горючими є всі органічні матеріали (лісоматеріали, волок, папір, соломіт й ін.), які не піддаються просочуванню вогнезахисними речовинами.

Тління матеріалів починається за температури, при якій відбувається різке збільшення швидкості екзотермічних реакцій окислення, що закінчується виникненням горіння.

Дані про температури тління використовують при експертизах причин пожеж, при виборі вибухозахищеного електрообладнання й розробці заходів для забезпечення пожежної безпеки технологічних процесів відповідно до вимог ДСТУ 4479:2005 «Пожежна безпека. Загальні вимоги».

Групи горючості матеріалів визначаються експериментальним методом.

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Негорючі матеріали випробовуються в трубчатій печі протягом 20 хв. під дією температури 800-850 °С. У цей час реєструють тем-пературу за пока-зниками термопари, а також відмічають місця, час і тривалість спалахування зразка. Спалахування вважають стійким при наявності полум'я протягом Юсі більше. Після випробовуван-ня визначають масу кожного зразка. Якщо втрата маси дорівнює ну-лю, матеріал вважають негорючим.

Випробовування на визначення важкогорючих матеріалів про-водять у шахтній печі під дією полум'я газового пальника протягом 10 хв. Час само-стійного горіння становити 30°С.

Випробовування на визначення горючих (спалимих) матеріалів здійс-нюють на приладі «вогняна, труба» під дією полум'я газового пальника. Мак-симальний час загоряння зразка не повинен переви-щувати 2 хв. при темпера-турі ЮСЮ-ПОО °С. Випробовування прово-диться на шести зразках довжи-ною 150 мм, шириною 35 мм і тов-щиною 10 мм. Після випробовування ви-значають втрату маси в про-центах. Матеріал відноситься до горючих за само-стійним горінням полум'я протягом 60 с і втратою понад 20 %.

Групу горючості матеріалів встановлюють також калориметри-чним ме-тодом, який полягає у визначенні відношення кількості теп-лоти, що виділя-ється підпалениц взірцем, до кількості теплоти, яку виділяє джерело підпалю-вання.

Показники горючості використовуються для аналізу пожежної небезпе-ки.

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У ході виконання даного проєкту було розроблено конструкцію пристрою «Радіочастотний шукач підслуховуючих пристроїв». Для реалізації схеми було підібрано сучасну та поширену елементну базу.

Проектування друкованого вузла здійснювалося з використанням системи автоматизованого проектування Altium Designer, яка дозволила розмістити радіoelementи та виконати трасування провідників на друкованій платі. У результаті отримано двосторонню друковану плату з мінімальними габаритами 65×55 мм і координатною сіткою 2,5 мм. Завдяки продуманому розміщенню елементів вдалося звести паразитні зв'язки до мінімуму.

Оптимальним варіантом виготовлення плати виявився комбінований метод. Елементи розташовані на платі компактно, що дозволило зменшити розміри конструкції. Конструкція як самої плати, так і корпусу пристрою не є складною. Корпус має габарити 186×105×65 мм, що забезпечує зручність розміщення приладу в різних умовах експлуатації.

Також було виконано розрахунок параметрів друкованого монтажу, в результаті чого визначено ширину провідників, відстані між ними та між провідниками і контактними площадками, а також діаметри монтажних отворів.

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Радіочастотний шукач підслуховуючих пристроїв [електронний ресурс] – Режим доступу: https://radiolubitel.moy.su/blog/ehlektronno_relejnyj (дата звернення 1.02.2025).
2. Резистор MFP Yageo [електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.chipdip./product0/39309> (дата звернення 1.02.2025).
3. Конденсатор b37979"Еpcos" [електронний ресурс] Режим доступу: <https://electronoff.ua/good/kondensator-keramicheskij-mnogoslojnyj-1pf-50v-npo-0-25pf-10sht.php> (дата звернення 1.02.2025).
4. Діод 1N4148 "Diotec" [електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.tme.eu/u/details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/> (дата звернення 1.02.2025).
5. Світлодіод L-1503GT [електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.platan./cgi-bin/qwery.pl/id=51760> (дата звернення 1.02.2025).
6. Перемикач A21B1S11 "EMAS" [електронний ресурс] Режим доступу: <https://electronoff.ua/good/rezistor-podstroechnyj-3329h-10-kom.php> (дата звернення 1.02.2025).
7. Змінний резистор 16K1-B50K [електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.joyta./10323-diod-1n4148-xarakteristiki-analog-datasheet/> (дата звернення 1.02.2025).
8. Підстроювальний резистор 3329H-1 "Bourns" [електронний ресурс] Режим доступу: <https://sibelcom.tech/katalog-ehlektronnyh-komponentov/diodnie-mosti-kupit-optom/2kbp01-2> (дата звернення 1.02.2025).
9. Мікросхема LM324N "Sungine" [електронний ресурс] Режим доступу: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/tl431aclp_26293.html (дата звернення 1.02.2025).
10. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057> (дата звернення 1.02.2023).

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Методичні вказівки по виконанню комплексного курсового проекту для студентів спеціальності: 172 «Телекомунікації та радіотехніка» - ТК ТНТУ, 2021р.

12. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання практичної роботи "Конструктивний розрахунок друкованого монтажу" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021

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

14. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання комплексного курсового проекту для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021

15. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання графічної частини комплексного курсового проекту для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021

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

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

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

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

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. Штогрин П.І. Навчальний посібник "Altium Designer 10 для початківців" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021

21. Штогрин П.І. Методичні вказівки "Розробка 3D-моделей радіоелементів" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021

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

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

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

25. Гуржій А. М. Основи автоматики та робототехніки: Навчальний посібник / А. М. Гуржій, А. Т. Нельга, В. М. Співак, О. С. Ітякін:–Дніпро: «Гарант СВ», 2021.- 243с.

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

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

28. Сайт спільноти розробників проєктів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzkzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ4OS4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ..*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRIb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNIWHAzWWxZWlJTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0Z1M3hubEEIM0QIM0Q(дата звернення 28.05.2025).

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл.																
Замість																
Підпис																
											Аркушів 5		Аркуш 1			
Розробив		Розів				ВСП ТФК ТНТУ		25KBP172.403.009.001 СК					25KBP172.403.009.001			
Перевірів		Савчук														
Нормував																
Затвердив																
Н. контр.		Задорожний														
А		Цех	Діл	РМ	Опер	Код, назва операції				Позначення документу						
Б		Код, назва обладнання				СМ.	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
К-М		Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу				Позначення, код					СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР	
01			Охорона навколишнього середовища, згідно інструкції МВЯ790831													
02																
03		403		009	005	403.009.01 Комплектування										0,005
04			Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (33шт)													
05																
06		403		009	010	403.009.02 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.18 (4шт) через шайбу поз.20(4шт)згідно карти ескізів по ТТП137495													
10			2. Кріпити перемикач поз.13(SA1) на верхню кришку поз. 2 та контакт А поз.6(1шт) і контакт Б поз.7(1шт) згідно карти ескізів по ТТП428932													
11			3. Кріпити резистор поз.11(R2) гайкою поз.16(1шт) через шайбу поз.21(1шт) згідно карти ескізів по ТТП 128740													
12			4. Кріпити антену поз.15(W1) гайкою поз.17(1шт) через шайбу поз.22(1шт) згідно карти ескізів по ТТП 128740													
13		1	Вузол друкований			25KBP172.403.009.001000 СК						796	100	100		
14		2	Кришка верхня			25KBP172.403.009.001001 СК						796	100	100		

[illegible]

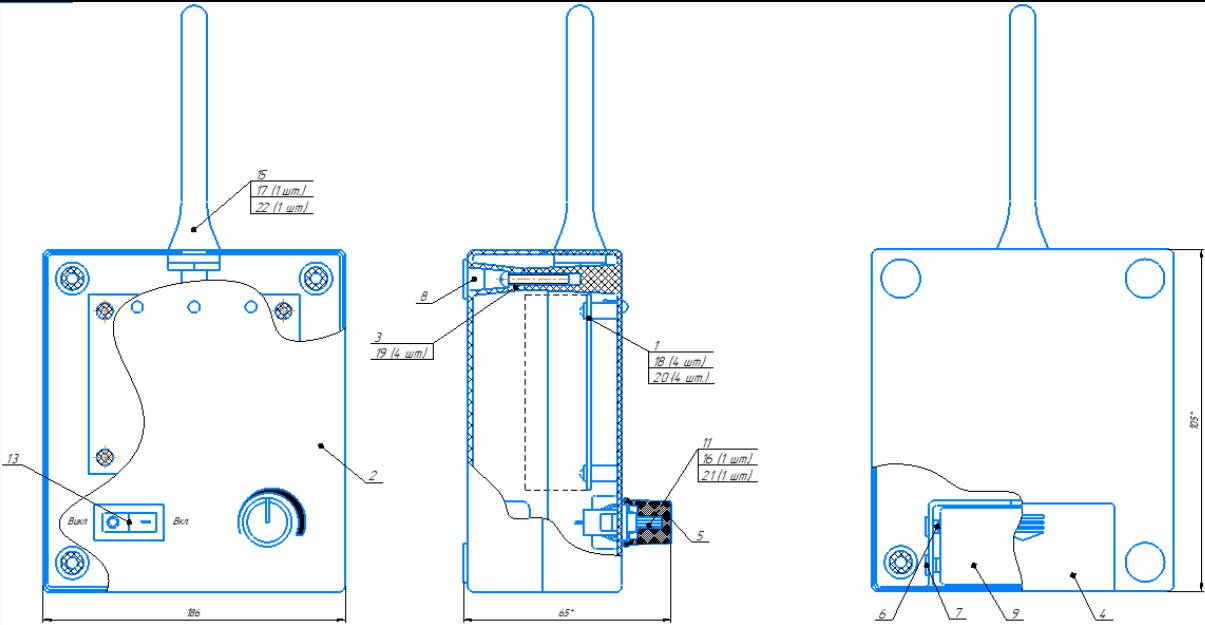
Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
																Аркуш 3			
												25KBP172.403.009.001 СК				25KBP172.403.009.001 СК			
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документу										
Б	Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ				
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу				Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр				
01																			
02																			
A 03	403		009	015	403.009.03 Електромонтаж										0,001				
004		Електромонтаж здійснювати по ТТП 316530 (6шт)																	
05		Пінцет РТ 235641																	
06		Електропаяльник РТ 105278																	
07		1. П'ясти перемички до контакту А поз.6 та контакту В поз.7, резистора поз.11(R2) перемикача поз.13(SA1) та антени поз.15(W1) згідно карти																	
M08		Припой ПОС-61				ДСТУ 1429.14:2005							180	100	0,018				
09		Флюс ФКСп				ДСТУ 19113							120	100	0,03				
10																			
A 11	403		009	020	403.009.04 Слюсарно-складальна										0,002				
Б 12		Пневмоверт РД 532964																	
0 13		Складання проводити по ТТП 231587																	
14		1. Кріпити кришку верхню поз.2 та заглушки поз.8 (4шт) до кришки нижньої поз.3 гвинтами поз.19(4шт) згідно карти ескізів по ТТП912485																	
15		2. Кріпити ручку для резистора поз.5(1шт) та кришку батарейного відсіку поз.4(1шт) та встановити крану поз.9(GB1) згідно карти ескізів по																	
K 16	4	Кришка батарейного відсіку				25KBP172.403.009.004.003						796	100	100					
17	5	Ручка для резистора				25KBP172.402.009.004.005						796	100	100					
18	8	Заглушка				25KBP172.402.009.004.008						796	100	400					

Дубл																					
Замість																					
Підпис																					
																Аркуш 4					
												25KBP172.403.009.001 СК				25KBP172.403.009.001 СК					
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції							Позначення документу									
Б	Код, назва обладнання							СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ			
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу							Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр			
01	9	Крона			CR-9V-6F22-9B							"VIDEX"						796	100	100	
02	19	Гвинт			Г3,5-6gx30							ГОСТ 17475-80						796	100	400	
03																					
04																					
A 05	403		009	025	403.009.05 Регулювання															0,005	
B 06		Установка для регулювання РД 628413																			
O 07		Регулювати згідно інструкції 25KBP172.403.009.001 I1																			
08																					
A 09	403		009	030	403.009.06 Контроль якості															0,005	
B 10		Пульти РД 445127																			
O 11		Провести візуальний контроль виробу, перевірку електричних параметрів згідно інструкції 25KBP172.403.009.001 I2																			
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					

Дубл.								
Замість								
Підпис								

							Аркушів 5	Аркуш 5
Розробив	Розів			ВСП ТФК ТНТУ	25КВР172.403.009.001 СК		25КВР172.403.009.001	
Перевірів	Савчук			Радіочастотний шукач підслуховуючих пристроїв				Н
Нормував								
Затвердив								
Н. контр.	Задорожний							

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



1 - Розміри в мм за відом.
2 - Електронні пристрої, збудовані згідно з 2025КВР172.403.009.001/000
3 - Інші технічні дані згідно з ДСТУ 700:2015

Додаток Б 3D модель пристрою

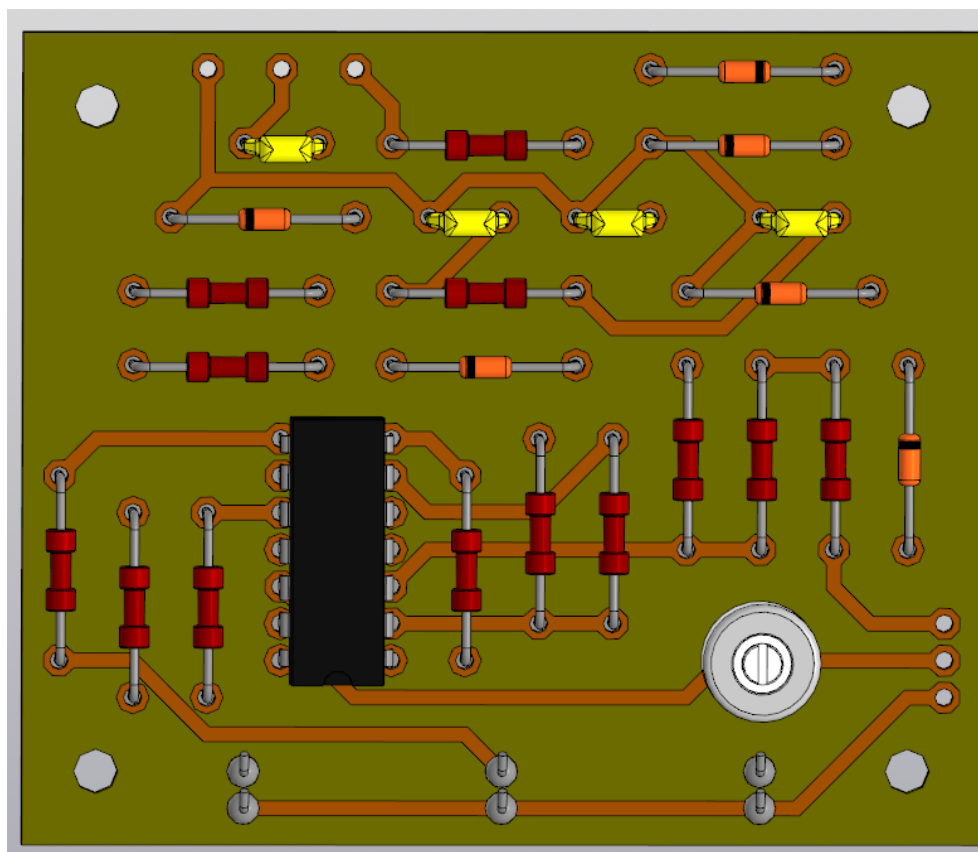


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний

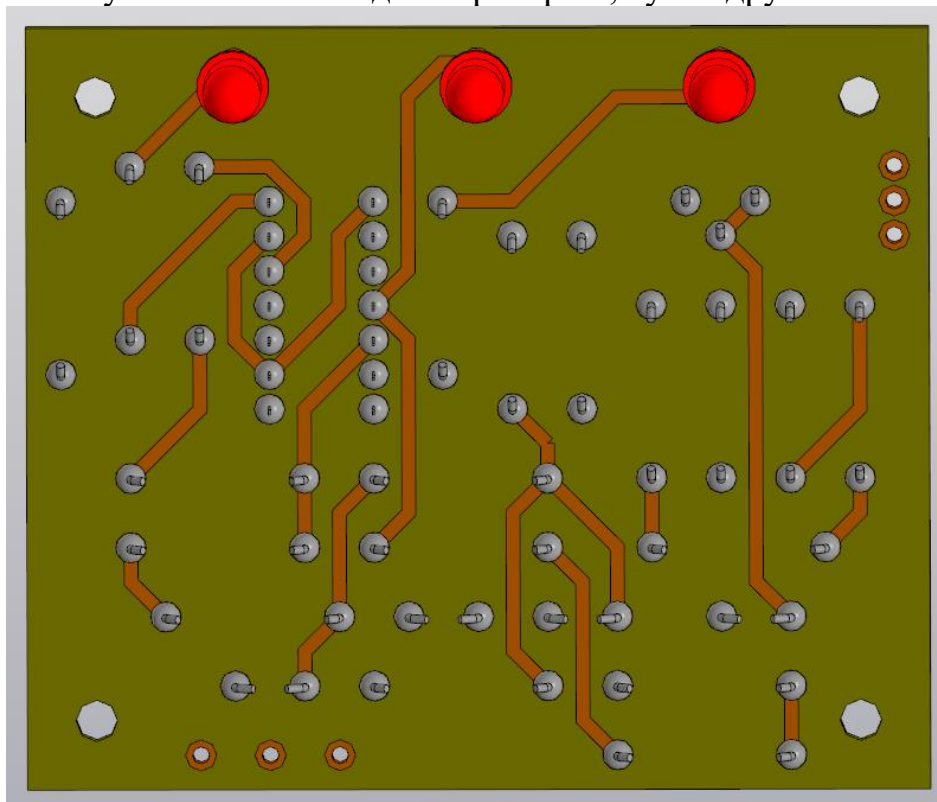


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний знизу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

25KBP172.403.009.000.000 ПЗ

Арк.

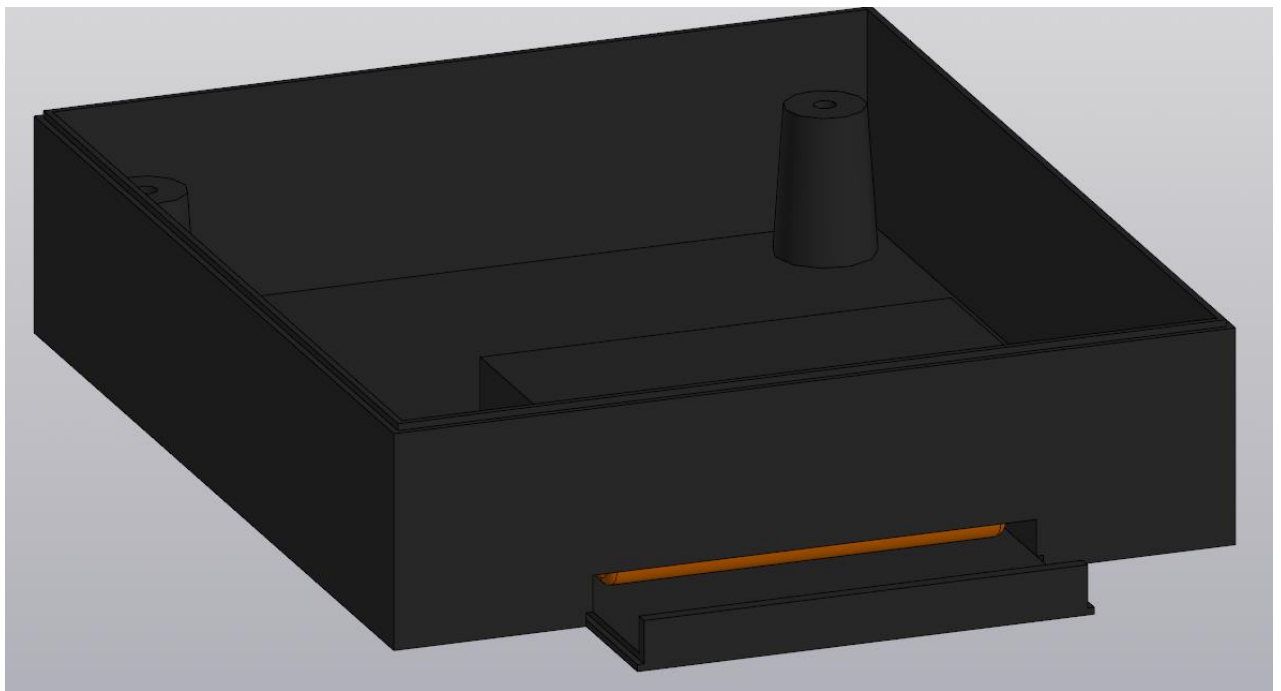


Рисунок Б.3– 3D модель пристрою, нижня кришка

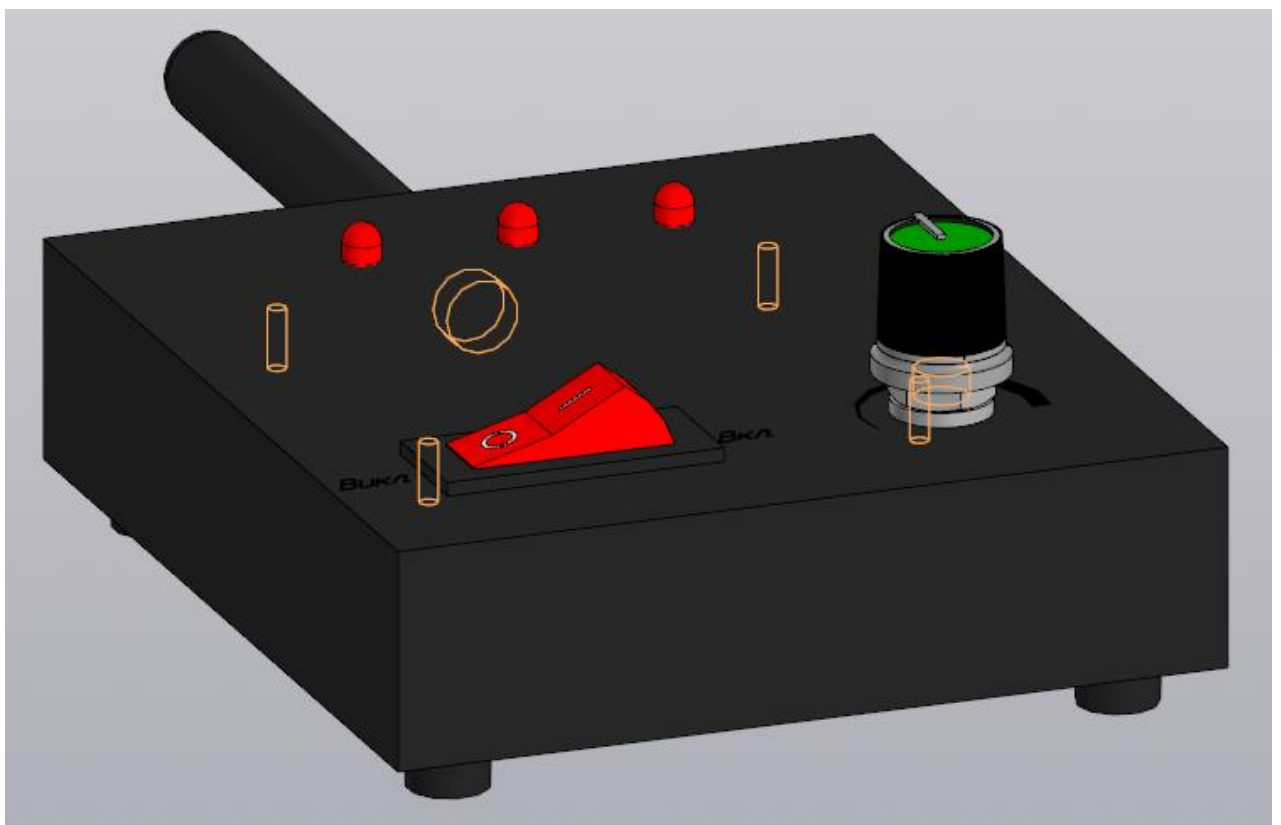


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, верхня кришка

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

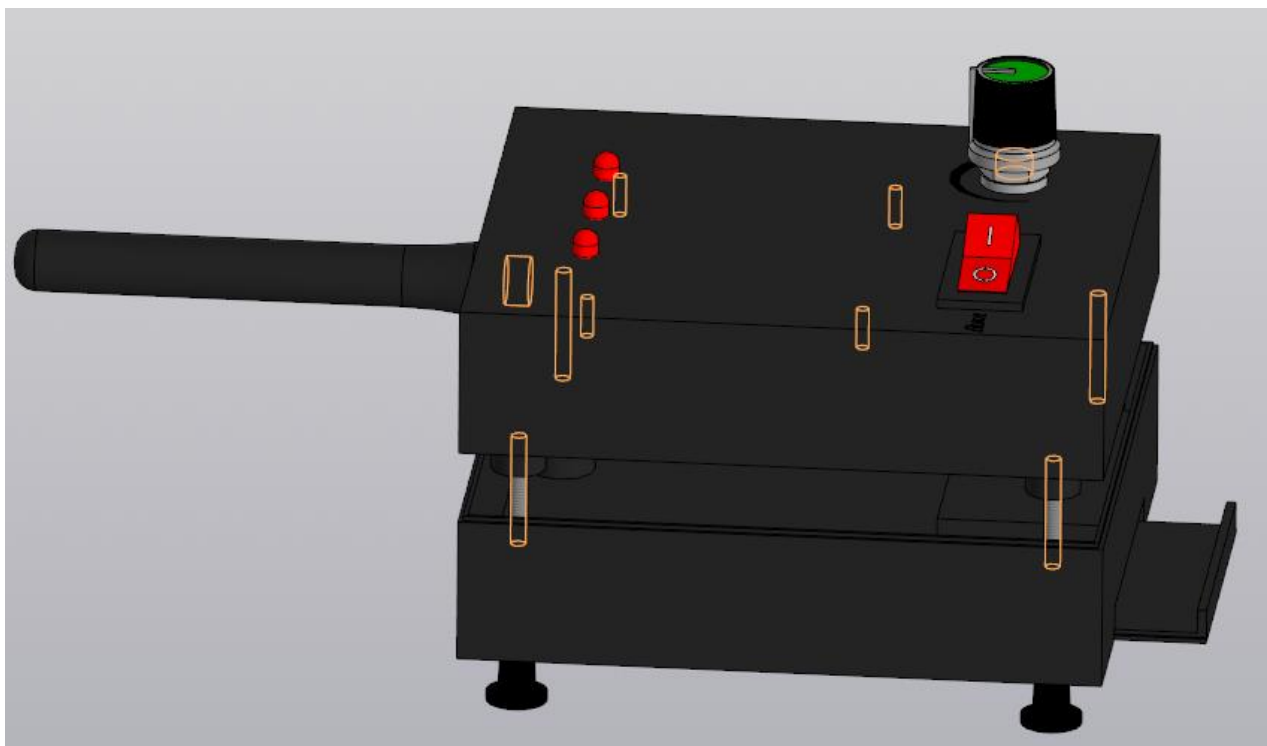


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

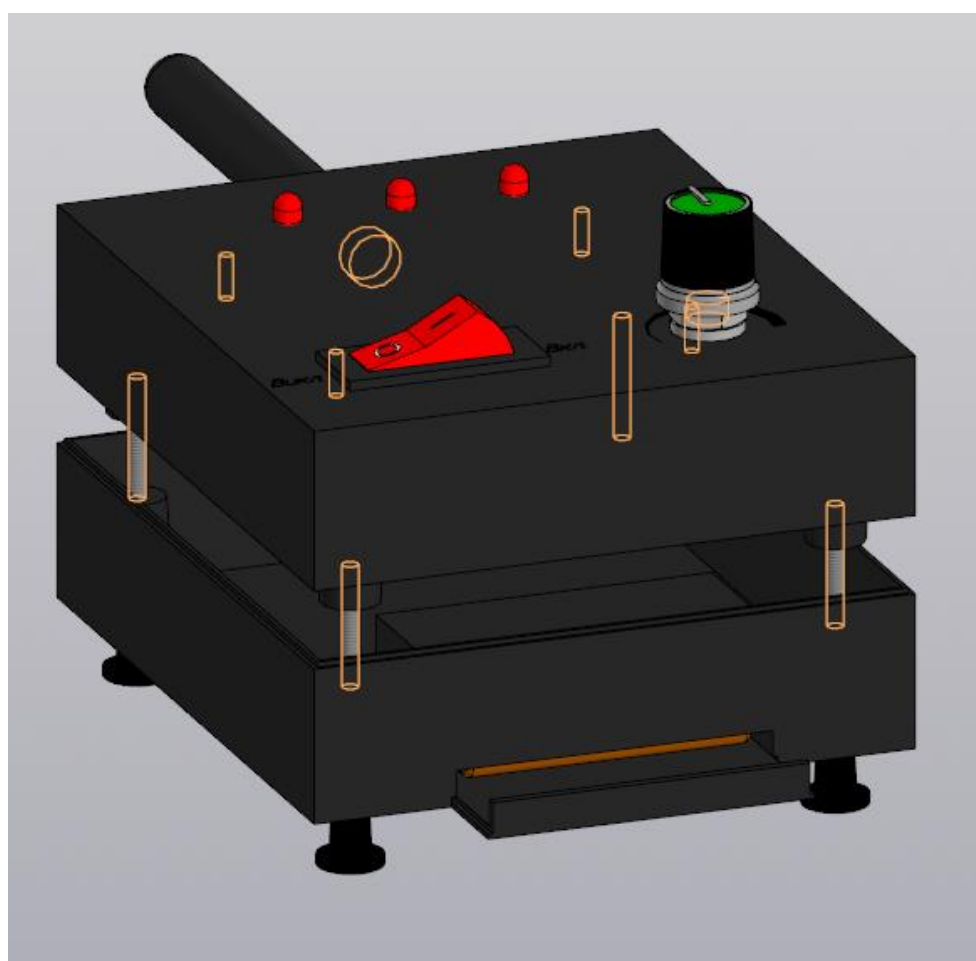
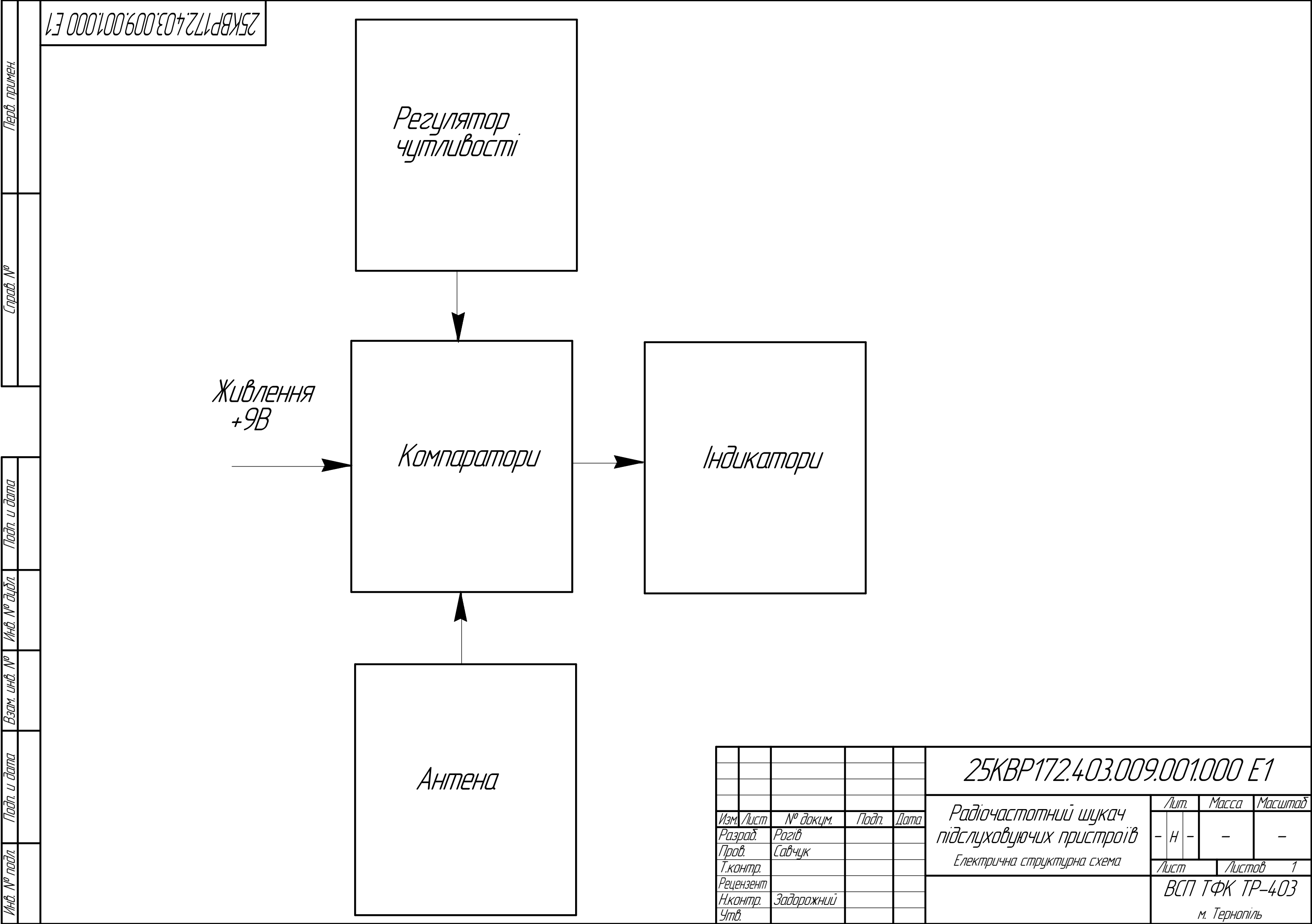


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

					25KBP172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Перш. викорис.		Поз. познач.	Найменування				Кіл.	Примітка			
			Конденсатори								
Додат. №		C1	b37979-0,1 мкФ ±5% "Epcos"				1				
		C2, C3	b37979-1000 пФ ±5% "Epcos"				1				
		C4	b37979-1 мкФ ±5% "Epcos"				1				
		DA1	Мікросхеми LM324N "Sungine"				1				
		GB1	Крона CR-9V-6F22-9B "VIDEX"				1				
		HL 1...HL3	Світлодіод L-1503GT "Kingbright"				3				
			Резистори								
Підпис і дата		R1	MFP-0,125-330 кОм ±10% "Yageo"				1				
		R2	16K1-B50K-100 кОм "Song Huei"				1				
		R3	MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"				1				
		R4	3329H-1-10 кОм "Bourhis"				1				
		R5	MFP-0,125-330 кОм ±10% "Yageo"				1				
Інв. № дубл.		R6, R7	MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"				2				
		R8	MFP-0,125-1 МОм ±10% "Yageo"				1				
		R9	MFP-0,125-1,8 МОм ±10% "Yageo"				1				
		R10	MFP-0,125-270 Ом ±10% "Yageo"				1				
		R11	MFP-0,125-180 Ом ±10% "Yageo"				1				
Зам. інв. №		R12...R15	MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"				4				
Підпис і дата		VD1...VD6	Діод 1N4148 "Diotec"				6				
Інв. № ориг.							25KBP172.403.09.001.000 ПЕЗ				
		Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
		Розрод.	Розіб			Радіочастотний шукач підслуховуючих пристроїв			Літ.	Аркцш	Аркцшів
		Перевір.	Савчук						Н		1
		Н.контр.	Задорожний			ВСП ТФК ТР-403			м. Тернопіль		
Затверд.				Перелік елементів							

Копіював

Формат А4

Інв. № друк.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № дубл.	Підпис і дата

Арк.	
2	

25KBP172.403.09.001.000 E3

Перш. Викорис.

Додат. №

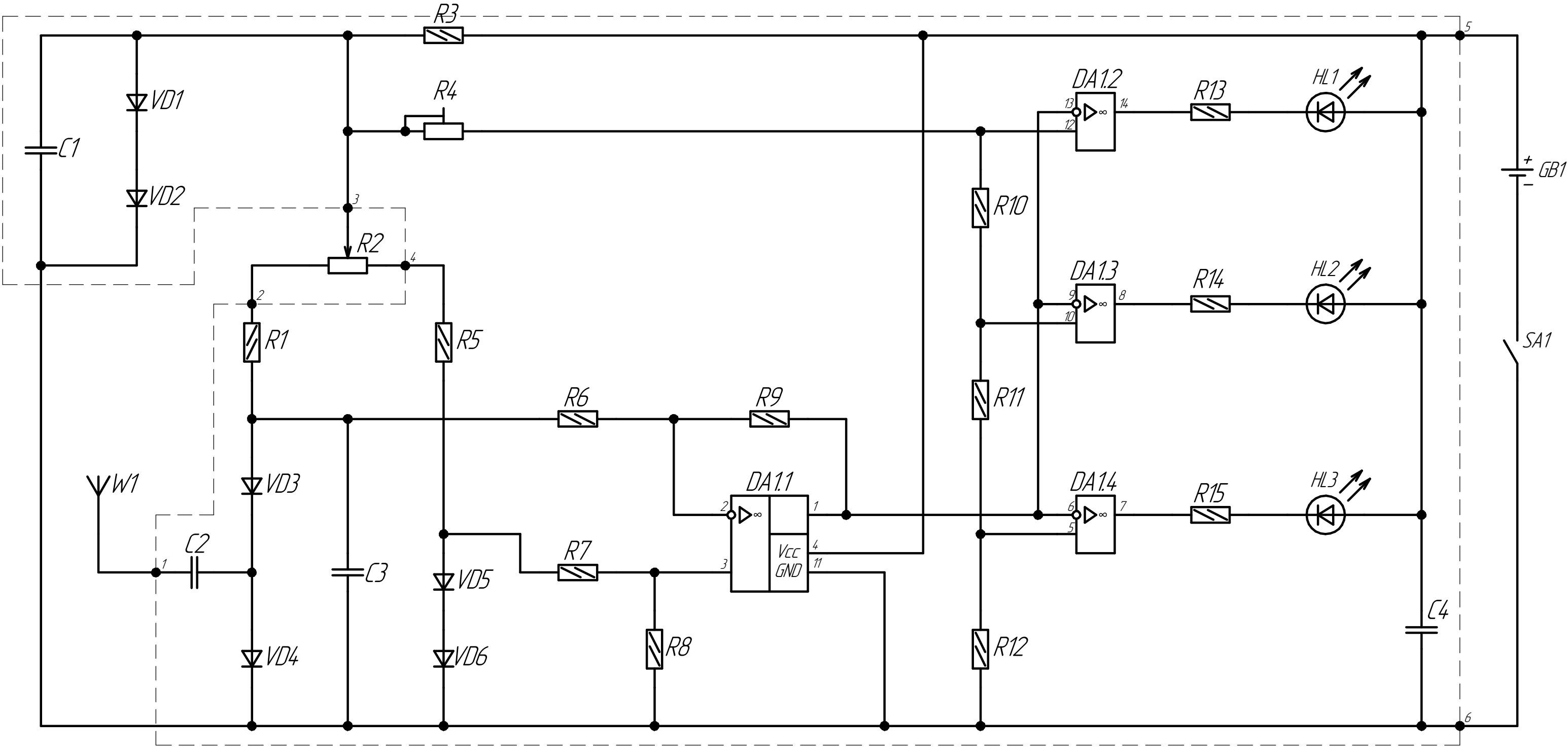
Підпис і дата

Інв. № змін

Зам. інв. №

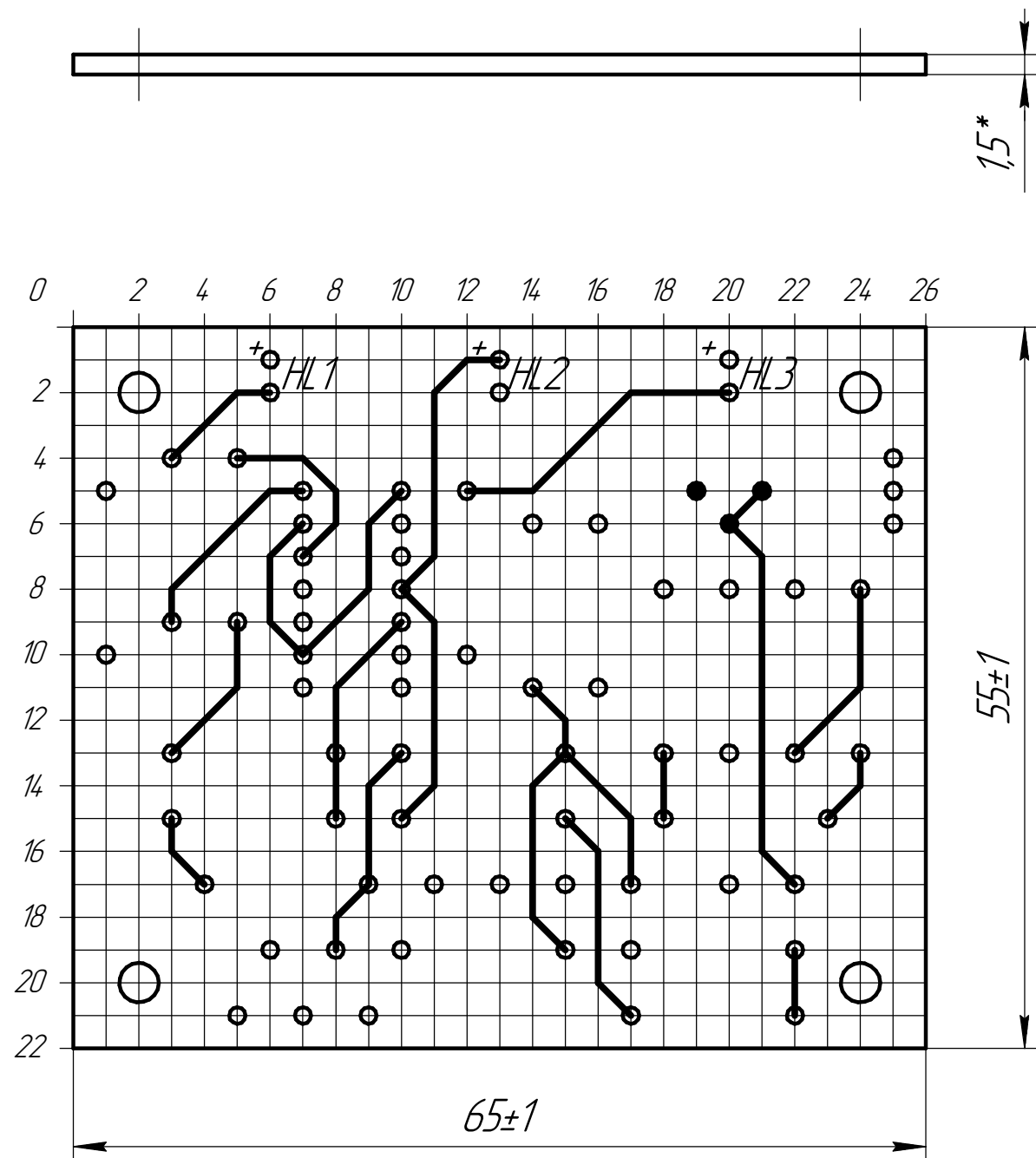
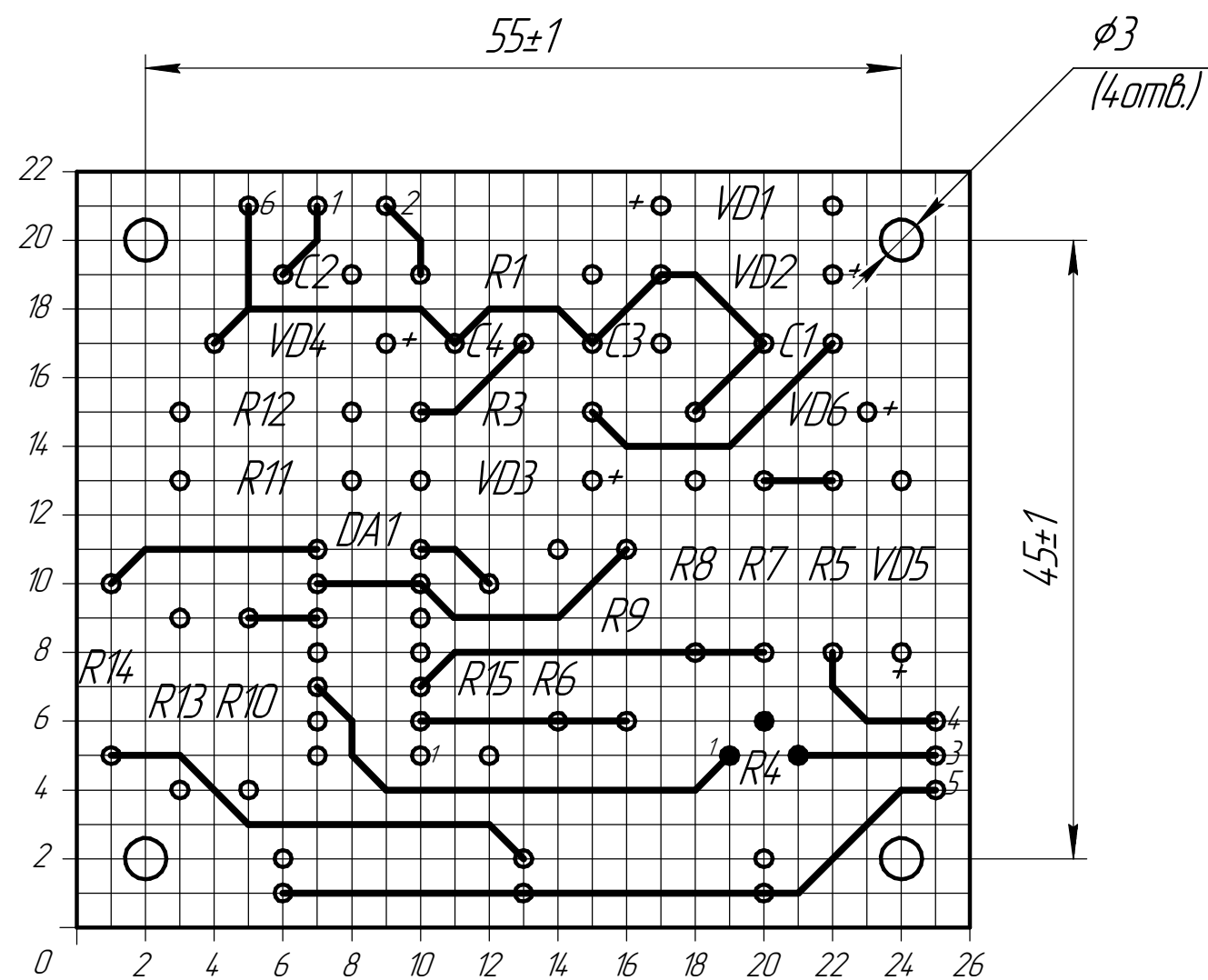
Підпис і дата

Інв. № ориг.



25KBP172.403.09.001.000 E3						Радіочастотний шукач підслуховуючих пристроїв Схема електрична принципова			Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Н			-	-	
Розроб.	Розіб	Перевір.	Свідчук			Аркцш	Аркцш	1			
Т.контр.						ВСП ТФК ТР-403					
Н.контр.	Задорожний					м. Тернопіль					
Затверд.						Формат А2					
Копіював											

25KBP172.403.09.001.001



Таблиця отворів

Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
	0,7	Є	1,1	72	
	0,9	Є	1,3	3	

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

25KBP172.403.09.001.001						Плата друкована			Лит.	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		Н			0,03	2:1	
Розроб.	Розіб					Аркциш		Аркциш		1	
Перевір.	Свідчук										
Т.контр.											
Н.контр.	Задорожний										
Затверд.											
СФ2-35-15КП ГОСТ 10316-78										ВСП ТФК ТР-403 м. Тернопіль	
Копіював										Формат А2	

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
						Документація				
		A4			25KBP172.403.09.000.000 ПЕЗ	Перелік елементів.				
		A2			25KBP172.403.09.000.000 ЕЗ	Схема електрична принципова				
		A2			25KBP172.403.09.001.000 СК	Вузол друкований				
						Деталі				
Підпис і дата	Інв. № дубл.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A2	1	25KBP172.403.09.001.001	Плата друкована	1		
				БК	2	25KBP172.403.09.001.0032	Перемичка	6		
								Інші вироби		
								Конденсатори		
					3		b37979-1000 пФ ±5% "Epcos"	2	С2, С3	
					4		b37979-0,1 мкФ ±5% "Epcos"	1	С1	
					5		b37979-1 мкФ ±5% "Epcos"	1	С4	
Інв. № ориг.	Затверд.	Н.контр.	Задорожний		7		Мікросхеми LM324N "Sungine"	1	DA1	
					9		Світлодіод L-1503GT "Kingbright"	3	HL 1...HL3	
							Резистори			
					11		3329H-1-10 кОм "Bourns"	1	R4	
					12		MFP-0,125-180 Ом ±10% "Yageo"	1	R11	
					13		MFP-0,125-270 Ом ±10% "Yageo"	1	R10	
					14		MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"	5	R3, R12...R15	
									25KBP172.403.09.001.000	
Зм. Арк. № докум. Підпис Дата										
Розрод. Розіб					Літ. Аркуш Аркушів					
Перевір. Савчук					Н 1 2					
					Вузол друкований					
					ВСП ТФК ТР-403					
					м. Тернопіль					
					Формат А4					

[illegible]

25KBP172.403.09.001.000.СК

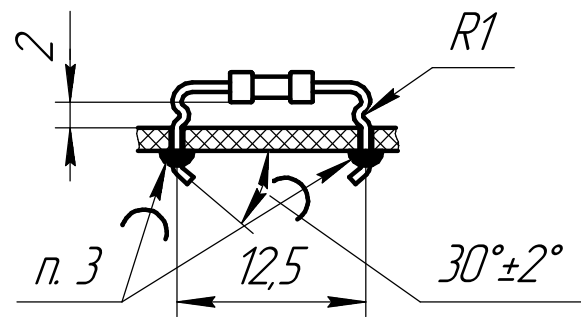
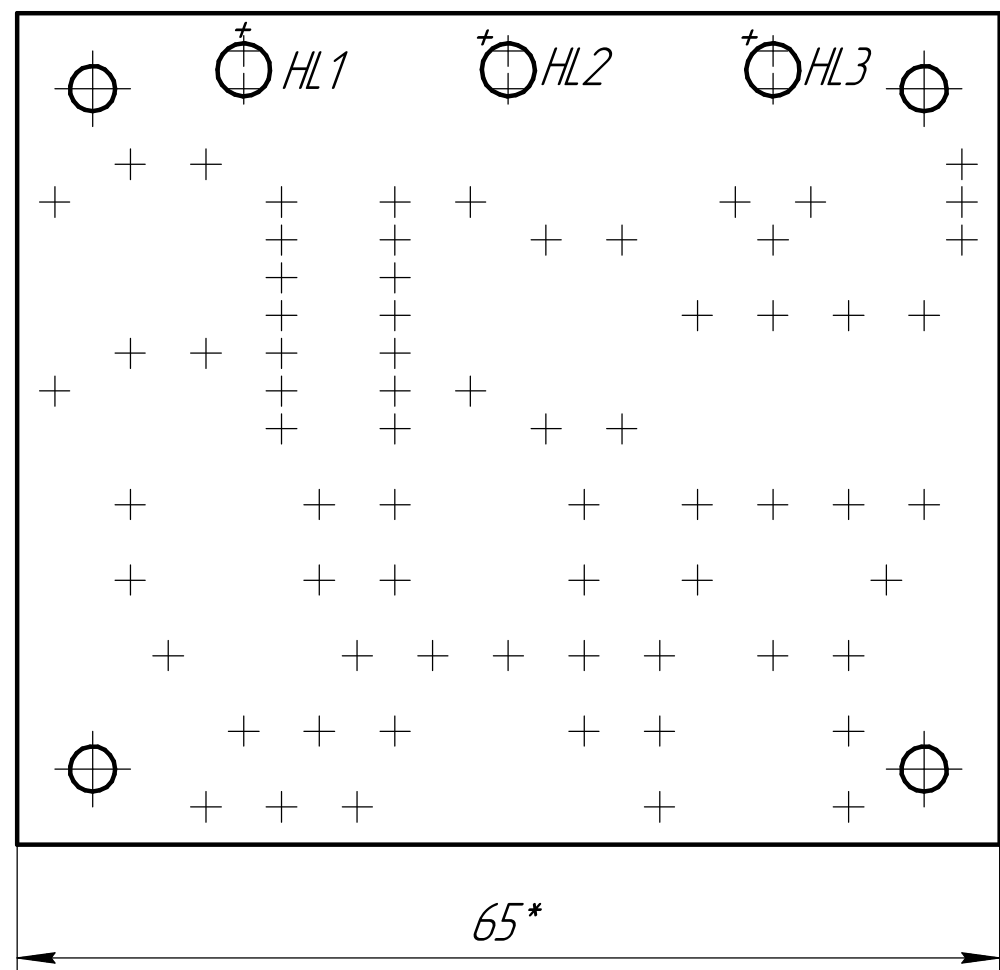
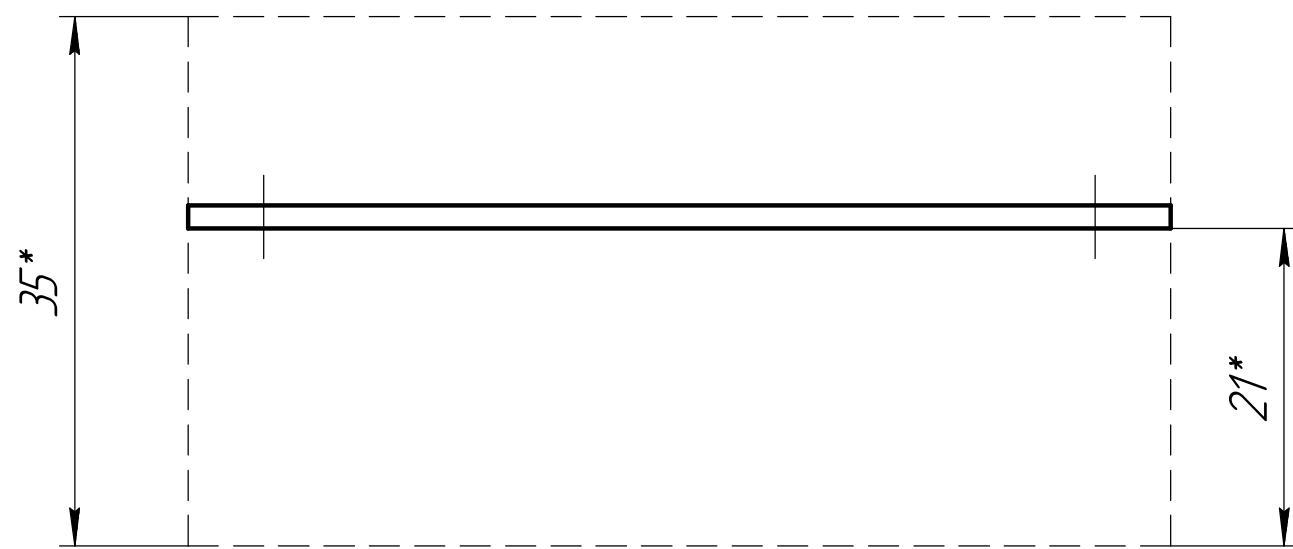
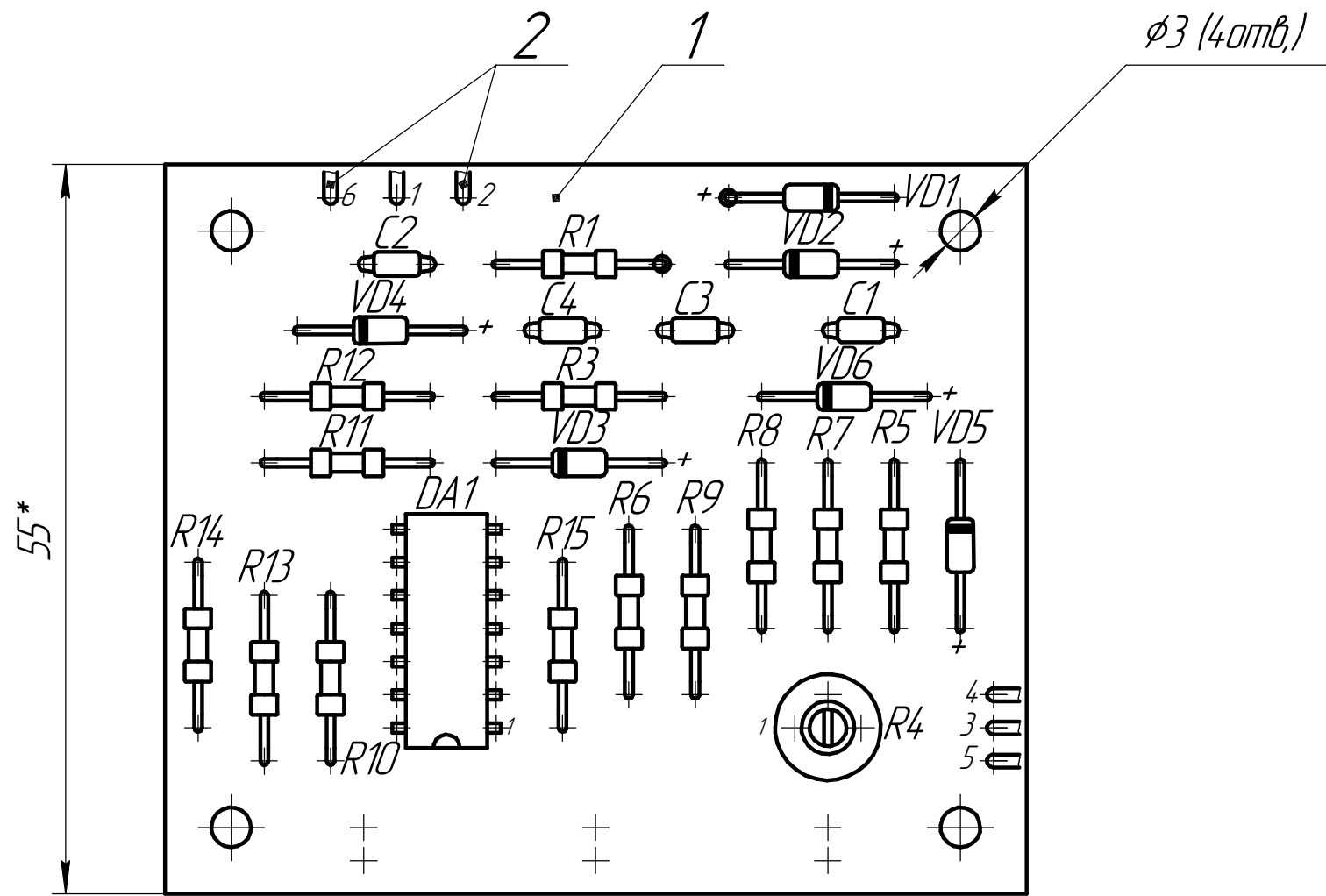


Рис. 1

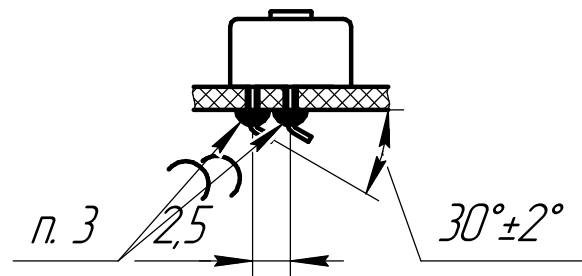


Рис. 2

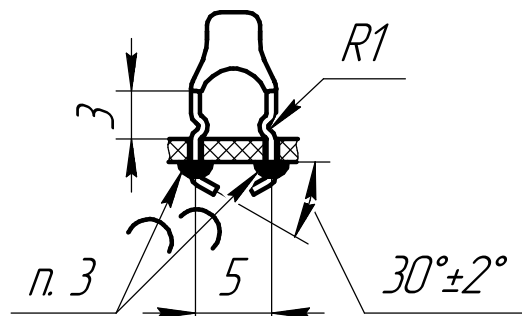


Рис. 3

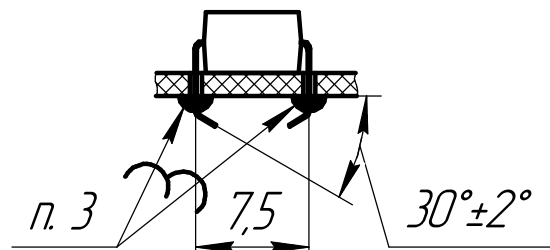


Рис. 4

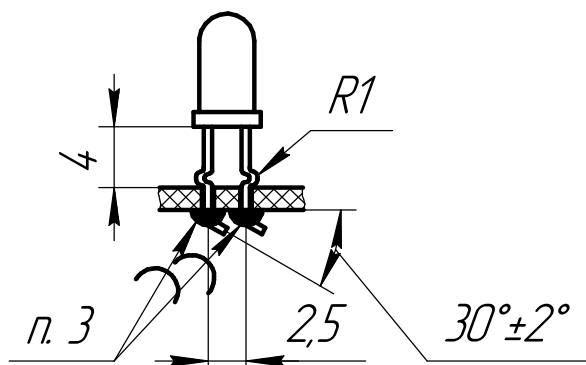


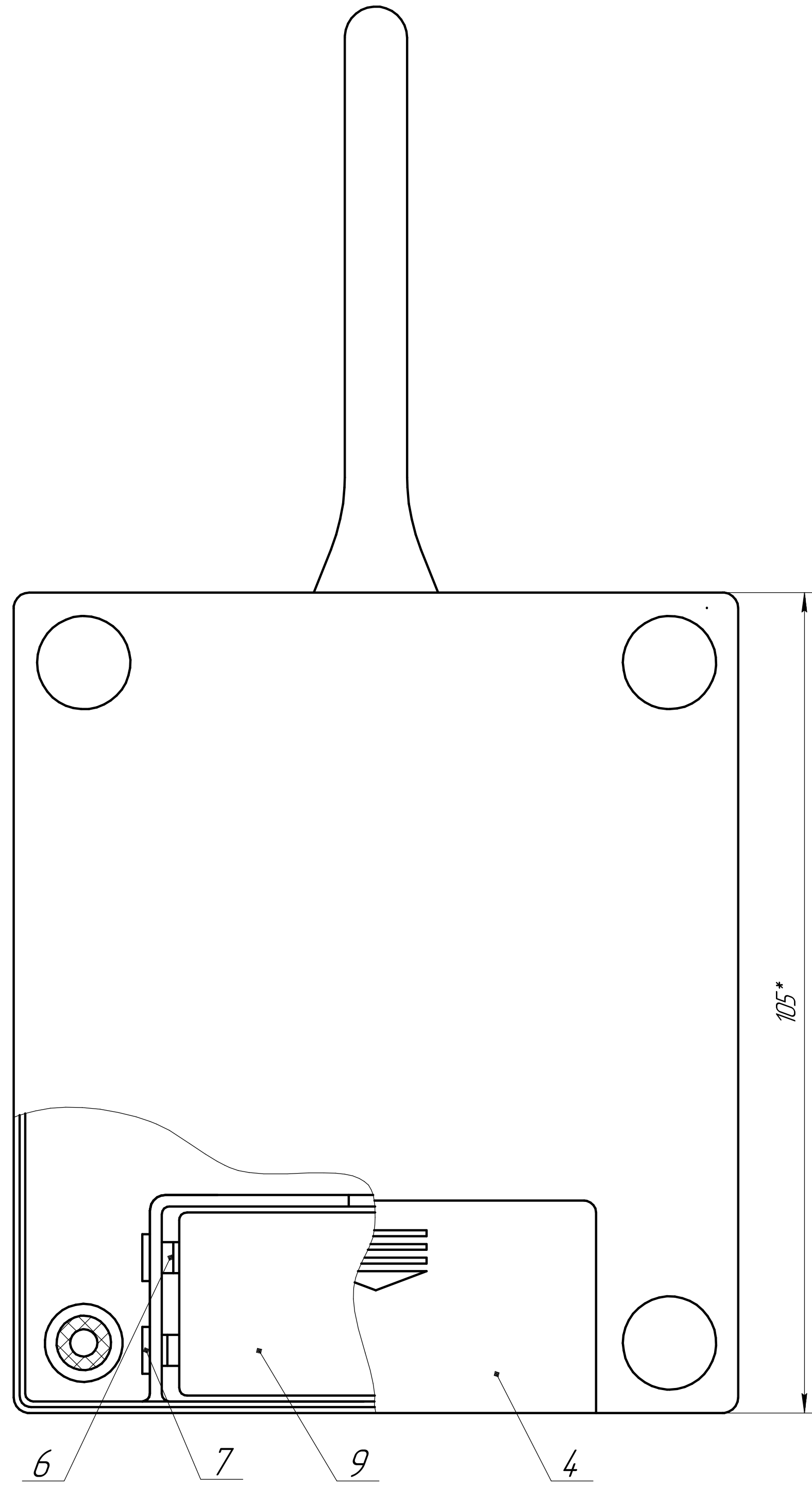
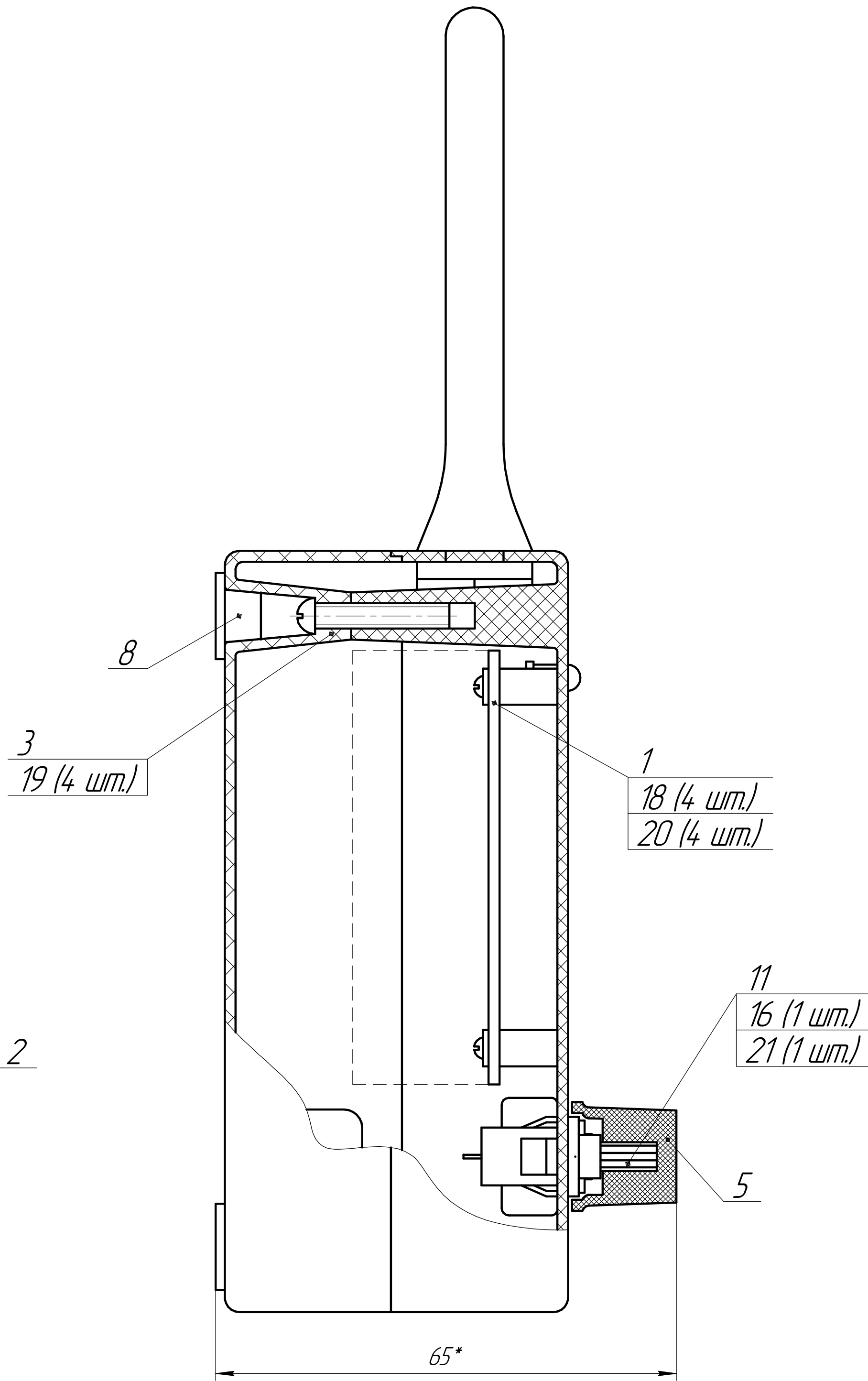
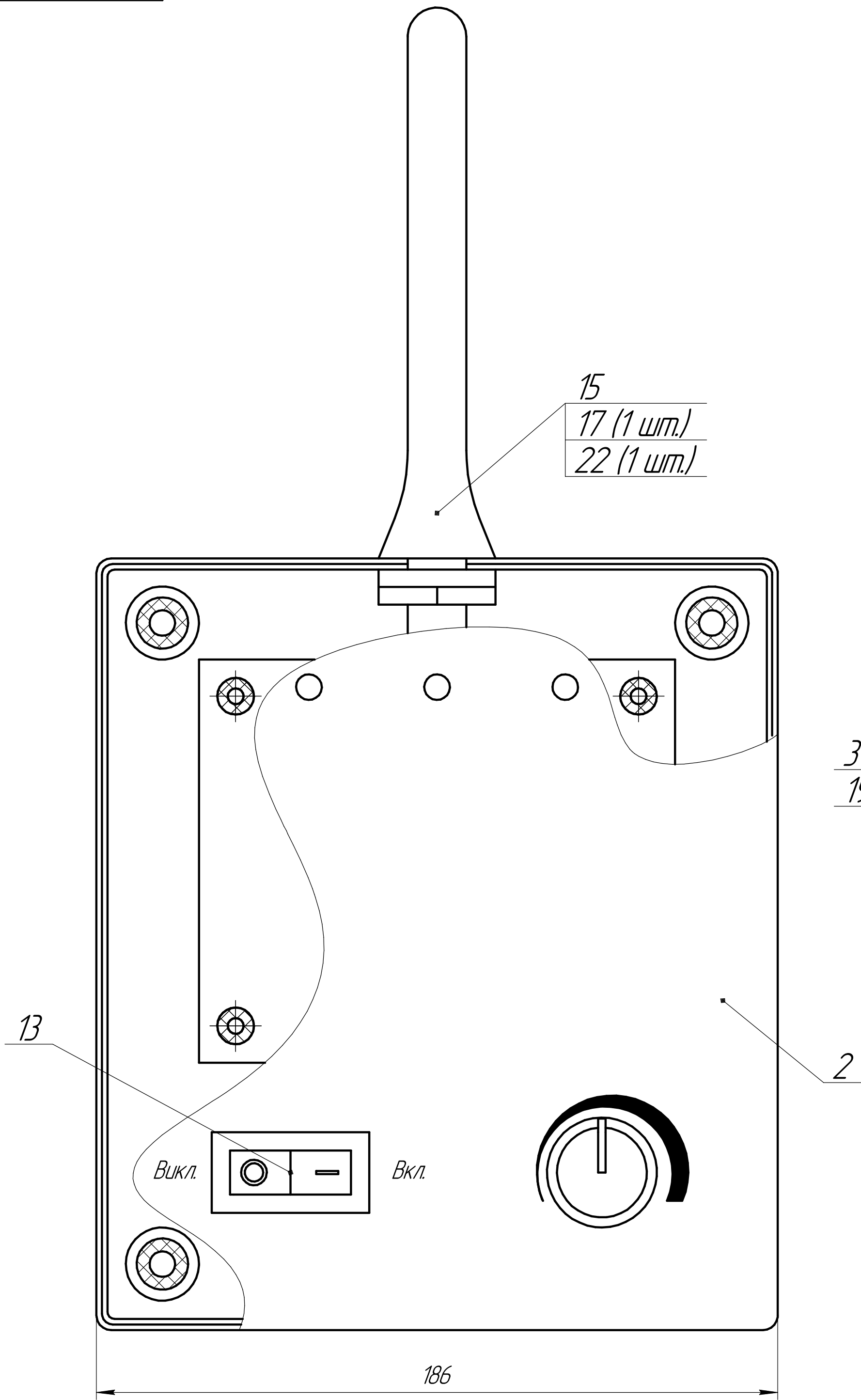
Рис. 5

- *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, R5...R15, VD1...VD6-на рис. 1; R4-на рис. 2; R1, R13-на рис. 3; C1...C4-на рис. 4; DA1-на рис. 5; HL1...HL3-на рис. 6.
- Паяти припоєм ПОС61 ГОСТ 21931-76.
- Заводський номер, позначення елементів маркувати фарбою ЧМ, чорна, БМ, біла, ТУ029-02-859-78. Шрифт 2,5 по НО. 010. 007. Місця розміщення маркування показані умовно.
- Лакувати лаком АКА-113.
- Позначення елементів показано умовно.
- Друковані провідники умовно не показані.
- Інші вимоги по ОСТ4ГО.070.015.

25KBP172.403.09.001.000.СК						Вузол друкований		
Складальне креслення						Лит.	Маса	Масштаб
						Н	0,06	2:1
						Аркцш		Аркцшв 1
						ВСП ТФК ТР-403		
						м. Тернопіль		
						Формат А2		

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.					
						Документація							
		A4			25KBP172.403.09.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів							
		A2			25KBP172.403.09.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1						
		A1			25KBP172.403.09.004.000 СК	Складальне креслення	1						
						Складальні одиниці							
Підпис і дата	Інв. № добул.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A2	1	25KBP172.403.09.003.000 СК	Вузол друкований	1					
							Деталі						
				БК	2	25KBP172.403.09.004.001	Верхня кришка	1					
				БК	3	25KBP172.403.09.004.002	Нижня кришка	1					
				БК	4	25KBP172.403.09.004.003	Кришка батарейного відсіку	1					
				БК	5	25KBP172.403.09.004.004	Ручка для резистора	1					
				БК	6	25KBP172.403.09.004.005	Контакт А	1					
				БК	7	25KBP172.403.09.004.006	Контакт В	1					
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № добул.	БК	8	25KBP172.403.09.004.007	Заглушка	4					
							Інші вироби						
					9		Крона CR-9V-6F22-9B "VIDEX"	1	GB1				
					11		Резистор 16K1-B50K-100 кОм "Song Huei"	1	R2				
					13		Перемикач A21B1S11 "EMAS"		SA1				
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № добул.	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	25KBP172.403.09.004.000	Радіочастотний шукач підслуховуючих пристроїв	Літ.	Аркцш	Аркцшів
											Н	1	2
											ВСП ТФК ТР-403		
											м. Тернопіль		
											Формат А4		

25KBP172.403.09.004.000 CK



1. * Розміри для довідок.
2. Електромонтаж здійснювати згідно з 25KBP172.403.09.001000 ЕЗ припоєм ПОС-40 ГОСТ 21931-76.
3. Інші технічні вимоги по ОСТ.4.ГО.070.015.

					25KBP172.403.09.004.000 СК			
Зм.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата	Радіочастотний шукач підслуховуючих пристроїв Складальне креслення			
Розроб.	Розг.	Розг.	Розг.	Розг.	Лит.	Маса	Масштаб	
Перевір.	Сабчик	Сабчик	Сабчик	Сабчик	Н	0,3	2:1	
Т.контр.					Арк-ші	Арк-ші	1	
Н.контр.	Задорожний				ВСП ТФК ТР-403			
Затверд.					м. Тернопіль			