

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 сигналізатора скритої проводки

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

Спеціальність: 172 «Електронні комунікації та
радіотехніка»

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

Вітушинський Б.В.
(прізвище та ініціали)
Керівник Березіцький І.В.
(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, автоматизація та електронні комунікації»
Спеціальність 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»
Освітня програма «Конструювання, виробництво та технічне обслуговування
радіотехнічних пристроїв».**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії
телекомунікацій та радіотехніки
_____ Ольга ВАСИЛИШИН
“27 ” квітня 2026 року

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

Вітушинський Борис Васильович

1. Тема кваліфікаційної роботи _____ Розробка конструкції сигналізатора
скритої проводки

керівник кваліфікаційної роботи _____,
(прізвище, ім'я, по батькові)

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

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 16.06.2026 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Номінальна напруга живлення: +9В;
Допустима вологість, % 90, Споживаний струм – не більше 20...30 мА 85х130,
Діапазон виявлення напруги –50...220 В змінного струму, Час готовності до роботи не
більше 1...2 с

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

Анотація

Вступ. Призначення і область застосування електронного пристрою

Розділ 1 Загальна частина

1.1. Розробка технічного завдання.

1.2. Вибір і опис структурної схеми виробу.

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

Розділ 2 Спеціальна частина

2.1. Розрахунково-конструкторська частина.

2.1.1. Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і 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. Організація охорони праці на підприємстві.

4.2. Вимоги до ручного інструменту для роботи з електричною проводкою.

Висновки

Перелік посилань

Додатки

Додаткові вказівки:

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

без виготовлення макета

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Аркуш №1 Схема електрична принципова

Аркуш №2 Схема електрична структурна або функціональна (при необхідності)

Аркуш №3 Креслення плати друкованої

Аркуш №4 Складальне креслення друкованого вузла

Аркуш №5 Складальне креслення виробу

Аркуш №6 Креслення деталі (елемент корпусу, радіатор, тримач, планка і т.д.) при необхідності

Аркуш №7 Таблиця ТЕП

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Отримання і аналіз технічного завдання	27.04	
2	Збір і узагальнення інформації для кваліфікаційної роботи	13.05	
3	Написання першого розділу кваліфікаційної роботи	25.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту кваліфікаційної роботи	29.05	
5	Написання спеціального розділу	29.05	
6	Розрахунок економічної частини	25.05	
7	Написання розділу охорони праці	26.05	
8	Виконання графічної частини кваліфікаційної роботи	19.05	
9	Оформлення кваліфікаційної роботи	08.06	
10	Погодження нормоконтролю	12.06	
11	Попередній захист кваліфікаційної роботи	16.06	
12	Захист кваліфікаційної роботи		

7. Дата видачі завдання 27 квітня 2026 р.

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....

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

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

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

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....

2.1 Розрахунково-конструкторська частина.....

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

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

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою.....

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

2.2 Технологічна частина.....

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

2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції.

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Вітчинський			Розробка конструкції сигналізатор скритої проводки Пояснювальна записка			Лім.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Березіцький								
Рецензент								ВСП ТФК ТНТУ ТР-402 м. Тернопіль		
Н. Контр.		Задорожний								
Затверд.										

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

2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла.....

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

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....

3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

3.2 Розрахунок собівартості продукції.....

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

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....

4.1 Організація охорони праці на підприємстві.....

4.2 Вимоги до ручного інструменту для роботи з електричною проводкою.....

ВИСНОВКИ.....

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....

ДОДАТКИ.....

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Вітушинський Б.В. Розробка конструкції сигналізатора скритої проводки: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійний ступінь фаховий молодший бакалавр, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026.

Елементи на платі розташовані дуже компактно, і тому розміри плати мінімальні 55*85 мм. Всі елементи розташовані на одній стороні, на іншій стороні знаходиться світлодіод HL1 та кнопка SB1-SB4, зумер HA1.

Корпус виготовлено з чорного пластику, який відзначається достатньою міцністю, хорошими електроізоляційними властивостями та естетичним виглядом. Габарити корпусу становлять 105×93×52 мм, що забезпечує компактність і зручність експлуатації.

Конструкція виробу включає дві основні частини — верхню та нижню кришки. Обидві мають коритоподібну форму, що підвищує жорсткість і спрощує складання. У кутах передбачені монтажні стійки для з'єднання кришок саморізами, що гарантує надійність кріплення та можливість багаторазового розбирання.

У верхній кришці розміщені чотири стійки для фіксації друкованої плати за допомогою гвинтів і шайб, а також передбачені елементи для встановлення трансформатора. Нижня кришка містить батарейний відсік, що розширює функціональність пристрою. У зоні стику кришок передбачене кріплення кабелю РК-75-1.5-311. Також у верхній частині виконані отвори під кнопки керування, світлодіод і зумер. Корпус виготовлено методом лиття під тиском, що забезпечує точність геометрії та придатність до серійного виробництва.

Ключові слова: сигналізатор, проводки, кабель, полярність .

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Vitushinskii B.V. Development of a design for a hidden wiring detector: qualification work for obtaining the educational and professional degree of a professional junior bachelor, specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026.

The elements on the board are located very compactly, and therefore the board dimensions are minimal 55*85 mm. All elements are located on one side, on the other side there is an HL1 LED and a SB1-SB4 button, a HA1 buzzer.

The case is made of black plastic, which is characterized by sufficient strength, good electrical insulation properties and aesthetic appearance. The dimensions of the case are 105×93×52 mm, which ensures compactness and ease of operation.

The design of the product includes two main parts - the upper and lower covers. Both have a trough-shaped shape, which increases rigidity and simplifies assembly. The corners have mounting posts for connecting the covers with self-tapping screws, which guarantees reliable fastening and the possibility of multiple disassembly.

The top cover has four posts for fixing the printed circuit board with screws and washers, as well as elements for installing the transformer. The bottom cover contains a battery compartment, which expands the functionality of the device. The cover joint area provides for fastening the RK-75-1.5-311 cable. Also, holes are made in the upper part for control buttons, an LED and a buzzer. The housing is made by injection molding, which ensures geometric accuracy and suitability for mass production.

Keywords: signaling device, wiring, cable, polarity.

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП. Призначення та область застосування радіопристрою

Проектований виріб — сигналізатор прихованої електропроводки — призначений для безконтактного виявлення змінного електричного поля, що створюється провідниками, які знаходяться під напругою та прокладені у стінах, підлозі або інших будівельних конструкціях. Прилад забезпечує оперативне визначення місця проходження електропроводки без необхідності її механічного пошкодження або розкриття поверхні.

Основним призначенням пристрою є підвищення безпеки під час виконання будівельно-монтажних, ремонтних та електромонтажних робіт. Використання сигналізатора дозволяє уникнути випадкового пошкодження електричних кабелів, що може призвести до короткого замикання, виходу з ладу електромережі або ураження електричним струмом.

Завдяки високій чутливості та можливості регулювання параметрів роботи, прилад може використовуватись у різних умовах експлуатації, зокрема в житлових, адміністративних та промислових приміщеннях. Пристрій ефективно виявляє наявність змінної напруги в діапазоні стандартної побутової електромережі.

Область застосування сигналізатора включає:

- виконання ремонтних і будівельних робіт (свердління, штроблення стін тощо);
- обслуговування та діагностику електричних мереж;
- монтаж електрообладнання та прокладання нових ліній електропроводки;
- використання в навчальних цілях у галузі електротехніки та радіоелектроніки;
- побутове використання для перевірки наявності напруги в прихованих провідниках.

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Завдяки компактним габаритам, автономному живленню та простоті конструкції, прилад є зручним у використанні, мобільним та не потребує спеціальної підготовки користувача.

Таким чином, проєктований сигналізатор прихованої проводки є універсальним, безпечним і ефективним засобом для виявлення електропроводки, що знаходиться під напругою, і може широко застосовуватись як у професійній діяльності, так і в побуті.

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні дані проєктованого пристрою:

1. Номінальна напруга живлення:+9 В;
2. Стабілізована напруга живлення 5 В;
3. Робоча температура:від -15 °С до +40 °С;
4. Споживаний струм –не більше 20...30 мА;
5. Діапазон виявлення напруги –50...220 В змінного струму ;
6. Тип індикації світлова (світлодіод) та звукова (зумер) ;
7. Час готовності до роботи не більше 1...2 с .

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

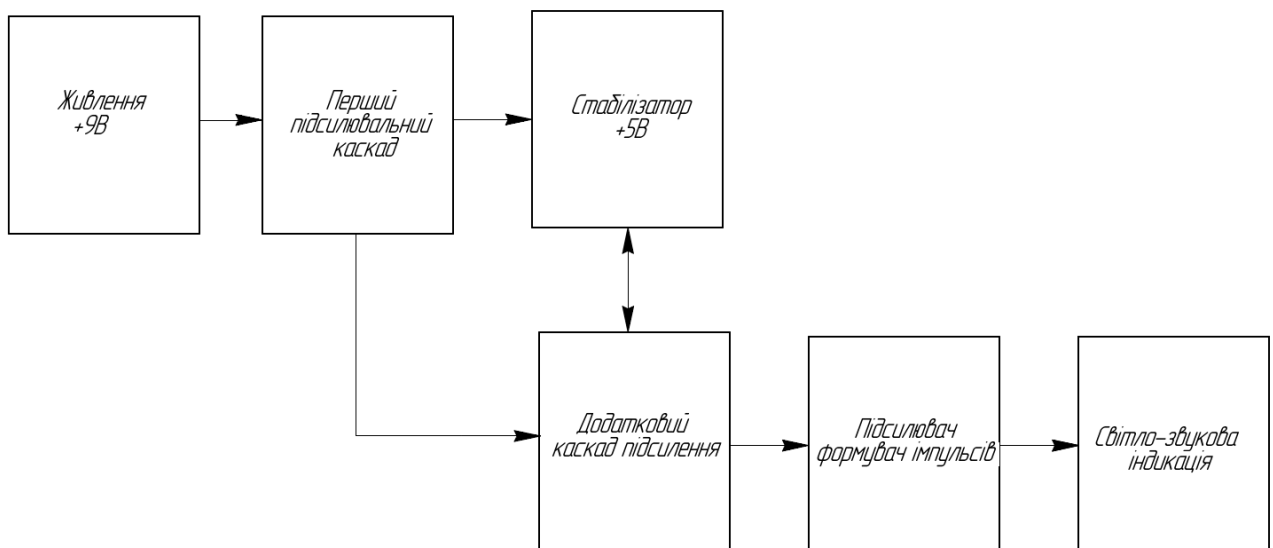


Рисунок 1.1- Схема електрична структурна

Структурна схема сигналізатора проводки побудована за принципом багатокаскадної обробки сигналу, де кожен блок виконує свою функцію – від живлення до індикації. Вона має таку логіку:

Основні функціональні блоки:

- Живлення +9В – забезпечує початкову напругу для роботи пристрою.

- Перший каскад підсилення – виконує попереднє підсилення слабкого сигналу, отриманого від датчика електромагнітного поля проводки.
- Стабілізатор +5В – формує стабільну напругу для живлення наступних каскадів та мікросхем.
- Додатковий каскад підсилення – посилює сигнал до рівня, придатного для обробки формувачем імпульсів.
- Підсилювач-формував імпульсів – перетворює аналоговий сигнал у чіткі імпульси, що легко розпізнаються системою індикації.
- Світло-звукова індикація – кінцевий блок, який повідомляє користувача про наявність прихованої проводки за допомогою світлодіодів та звукового сигналу.

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

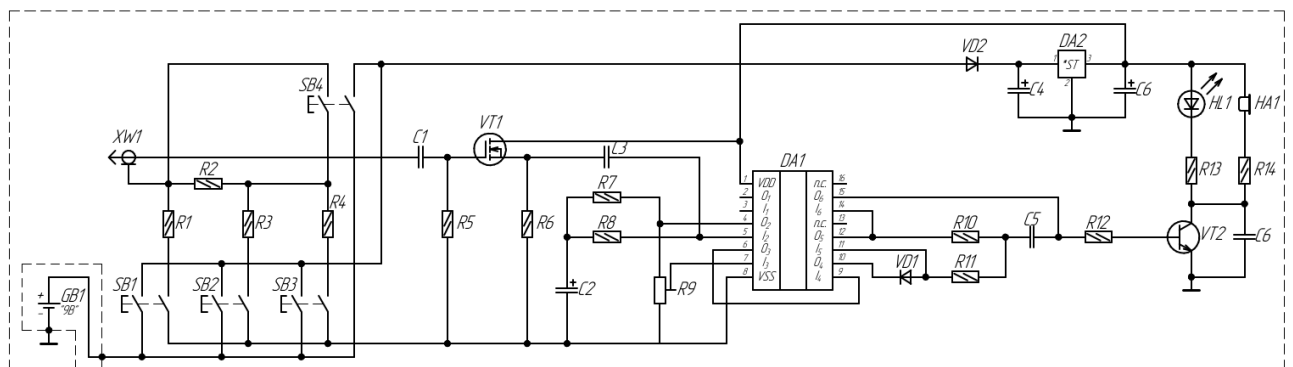


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

Розроблений сигналізатор прихованої проводки .призначений для виявлення змінного електричного поля, що створюється провідниками, які знаходяться під напругою і прокладені в стінах, перекриттях або інших конструкціях. Прилад дозволяє безконтактно визначати наявність електропроводки та уникати її пошкодження під час виконання монтажних робіт.

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оснoву пристрою складає чутливий вхідний каскад, підсилювальний тракт, схема обробки сигналу та індикаторна частина.

Живлення пристрою здійснюється від батареї типу «Крона» напругою 9 В. Для стабілізації напруги використано інтегральний стабілізатор DA2 типу L7805ABV, який формує стабільну напругу 5 В для живлення електронних вузлів, що забезпечує стабільність роботи при зміні напруги батареї.

Вхідним елементом сигналізатора є відрізок коаксіального кабелю XW1, який виконує роль антени. Він сприймає змінне електромагнітне поле, створене провідниками змінного струму. Сигнал з антени має дуже малу амплітуду, тому потребує підсилення.

Перший підсилювальний каскад реалізовано на польовому транзисторі VT1 типу BF245C, який має високий вхідний опір. Це дозволяє ефективно підсилювати слабкі сигнали без їх суттєвого навантаження. Конденсатори типу NPO та електролітичні конденсатори використовуються для фільтрації шумів, розв'язки каскадів та стабілізації режимів роботи.

Далі сигнал надходить на біполярний транзистор VT2 типу BC547A, який виконує додаткове підсилення сигналу. Таким чином формується достатній рівень напруги для подальшої обробки.

Обробка сигналу здійснюється за допомогою логічної мікросхеми DA1 типу CD4049UBE, яка містить інвертори. Частина інверторів використовується як підсилювачі та формувачі імпульсів, що дозволяє перетворити аналоговий сигнал у чіткий логічний рівень. Це підвищує завадостійкість пристрою та забезпечує стабільне спрацювання індикації.

Діоди VD1 та VD2 типу 1N4148 застосовуються для випрямлення та обмеження сигналу, а також для захисту входів мікросхеми від перенапруг.

Резистори забезпечують встановлення робочих режимів транзисторів та мікросхеми. Особливу роль відіграє змінний резистор R9, за допомогою якого здійснюється регулювання чутливості приладу. Це дозволяє адаптувати сигналізатор до різних умов експлуатації та рівнів електромагнітних завад.

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Керування режимами роботи здійснюється за допомогою тактових кнопок SB1–SB4, які можуть використовуватись для вмикання пристрою, зміни режимів чутливості або тестування.

Індикація наявності прихованої проводки реалізована двома способами:
світлодіод HL1, який сигналізує про виявлення електричного поля;
звуковий сигналізатор HA1 (зумер), який подає звуковий сигнал при виявленні проводки.

При наближенні антени до місця проходження прихованої проводки в ній індукується змінний електричний сигнал. Цей сигнал поступає на вхід польового транзистора VT1, де відбувається його первинне підсилення.

Після цього сигнал додатково підсилюється транзистором VT2 і надходить на логічні елементи мікросхеми CD4049UBE. Тут сигнал формується до рівня логічної одиниці, достатнього для керування індикаторними елементами.

У разі перевищення заданого порогу (який регулюється резистором R9) активується світлодіод HL1 та зумер HA1, що свідчить про наявність прихованої проводки під напругою.

Таким чином, прилад забезпечує наочну та звукову індикацію, що значно підвищує зручність його використання.

Принцип дії сигналізатора заснований на використанні електростатичної індукції в змінному електричному полі, що виникає навколо струмопровідного провідника.

Сигналізатор забезпечує перевірку наявності напруги в ланцюгах змінного струму номінальною напругою 380 В промислової частоти без електричного контакту з провідником.

Діапазон чутливості (по повітрю, відстань від кінчика антени до провідника, що знаходиться під напругою):

Кнопка SB1 – від 0 до 10 мм. кнопка SB4 – від 0 до 1000 мм [1].

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

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

Компонування проектного виробу виконано з урахуванням вимог компактності, ергономічності, технологічності виготовлення та зручності подальшої експлуатації й обслуговування. Основним функціональним вузлом є друкована плата, на якій розміщено всі радіоелектронні компоненти пристрою. Завдяки оптимізації трасування та щільному розташуванню елементної бази досягнуто мінімальних габаритів плати 55×65 мм, що позитивно впливає на зменшення загальних розмірів виробу.

Розміщення елементів виконано таким чином, що всі основні радіоелементи встановлені на одній стороні друкованої плати, що спрощує технологічний процес пайки та підвищує ремонтпридатність виробу. На протилежному боці плати розташовані органи керування та індикації: світлодіод HL1, кнопки SB1–SB4 та звуковий випромінювач HA1. Таке компонування забезпечує зручну взаємодію користувача з пристроєм, оскільки всі елементи індикації та керування виведені на лицьову панель корпусу.

Конструктивне розміщення плати у корпусі передбачає її фіксацію на чотирьох монтажних стійках, що забезпечує надійне закріплення та захист від механічних впливів і вібрацій. Додатково у корпусі передбачено місце для встановлення трансформатора та батарейного відсіку, що дозволяє реалізувати автономне та комбіноване живлення виробу. Введення зовнішнього кабелю виконується через спеціально передбачений отвір, що забезпечує надійність електричного з'єднання.

Корпус виробу має розбірну конструкцію з верхньої та нижньої кришок, що спрощує складання, ремонт і технічне обслуговування. Лицьова частина корпусу містить отвори під органи керування та індикації, які забезпечують зручний доступ користувача до функціональних елементів.

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів базується на вимогах механічної міцності, електробезпеки, технологічності та економічної доцільності. Корпус виготовлено з чорного ударостійкого пластику методом лиття під тиском. Даний матеріал характеризується високими діелектричними властивостями, стійкістю до механічних навантажень, невеликою масою та добрими естетичними показниками. Використання технології лиття під тиском дозволяє отримати високу точність геометричних розмірів та забезпечує придатність виробу до масового виробництва.

Друкована плата виготовляється з фольгованого склотекстоліту, який забезпечує високу механічну міцність, термостійкість та стабільні електричні характеристики. Провідникові доріжки виконані з міді з подальшим захисним покриттям, що підвищує корозійну стійкість і надійність електричних з'єднань.

Як захисне покриття друкованої плати використовується лакове покриття (паяльна маска та захисний лак), яке запобігає окисненню провідників, підвищує вологостійкість та покращує електроізоляційні властивості. Контактні площадки додатково можуть бути покриті олов'яно-свинцевим або безсвинцевим шаром для підвищення якості пайки та довговічності з'єднань.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

У розробленому пристрої конструкція сформована з урахуванням вимог технологічності, надійності, ергономіки та економічної ефективності виготовлення. Корпус виготовлено з чорного пластику, який відзначається достатньою міцністю, хорошими електроізоляційними властивостями та естетичним виглядом. Габарити корпусу становлять 105×93×52 мм, що забезпечує компактність і зручність експлуатації.

Конструкція виробу включає дві основні частини — верхню та нижню кришки. Обидві мають коритоподібну форму, що підвищує жорсткість і спрощує складання. У кутах передбачені монтажні стійки для з'єднання кришок

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

саморізами, що гарантує надійність кріплення та можливість багаторазового розбирання.

У верхній кришці розміщені чотири стійки для фіксації друкованої плати за допомогою гвинтів і шайб, а також передбачені елементи для встановлення трансформатора. Нижня кришка містить батарейний відсік, що розширює функціональність пристрою. У зоні стику кришок передбачене кріплення кабелю РК-75-1.5-311. Також у верхній частині виконані отвори під кнопки керування, світлодіод і зумер. Корпус виготовлено методом лиття під тиском, що забезпечує точність геометрії та придатність до серійного виробництва.

Монтаж електрорадіоелементів виконано із застосуванням компонентів зі штировими виводами. Вони встановлюються в наскрізні отвори друкованої плати з подальшим загинанням виводів, обрізанням і паянням методом хвилі припою. Такий підхід забезпечує високу надійність з'єднань, щільність монтажу та можливість автоматизації складання [13].

Компонування друкованого вузла виконано з урахуванням оптимального розміщення елементів і зменшення паразитних електричних зв'язків, що позитивно впливає на стабільність роботи. Розташування компонентів також забезпечує зручність монтажу, налагодження та обслуговування.

Розміри друкованої плати 55*85мм, визначено відповідно до технології виготовлення та економічних міркувань. Вона має прямокутну форму, що дозволяє ефективно використовувати матеріал і знизити витрати. Параметри плати відповідають стандартним вимогам щодо співвідношення сторін і товщини, що забезпечує сумісність із типовими виробничими процесами.

При розміщенні елементів враховано теплові умови роботи та електромагнітну сумісність. Забезпечено природне охолодження за рахунок конвекції повітря. Чутливі компоненти, такі як напівпровідникові прилади та мікросхеми, розміщені на безпечній відстані від джерел тепла та електромагнітних завад. Також передбачено зручний доступ до елементів, що підлягають регулюванню.

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крок встановлення інтегральних мікросхем обрано з урахуванням щільності компонування, теплових режимів і конструктивних особливостей. Дотримано необхідні зазори між елементами, що зменшує їх взаємний вплив і підвищує надійність. Усі мікросхеми розміщені з одного боку плати, що відповідає технології наскрізного монтажу та забезпечує механічну міцність.

Отже, у процесі розробки реалізовано раціональне конструктивне рішення, яке забезпечує технологічність виготовлення, зручність складання й обслуговування, а також високі експлуатаційні характеристики. Обрана конструкція сприяє підвищенню надійності, зменшенню габаритів і покращенню зовнішнього вигляду пристрою [24].

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1- Конденсатор ЕСАР [2]

Позиційне позначення	C2, C4, C6
Назва компонента	Конденсатор ЕСАР
Виробник	"Jamicon"
Критерії вибору	Напруга робоча, струм, розміри, тангенс кута втрат
Параметри та характеристики	
Параметри конструкції	Див.рис.2.1
Номінальна напруга	16В
Номінальна ємність	4,7....2200 мкФ
Допуск ємності	$\pm 20\%$
Термін служби	2000 г
Робоча температура	-55 ... 105 ° C
Тангенс кута втрат,%	0,14

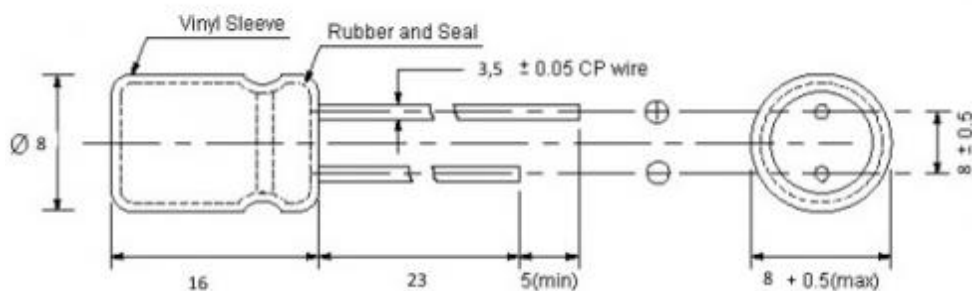


Рисунок 2.1- Габаритні розміри конденсатора типу ЕСАР

Таблиця 2.2- Резистор MFP [3]

Позиційне позначення	R1-R8,R10-R14
Назва компонента	MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність розсіювання, максимальна робоча напруга, діапазон опорів, габаритні розміри
Параметри конструкції	Див.рис.2.2
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,125 Вт
діапазон номінальних опорів	1...10·10 ⁶ Ом
допустиме відхилення опору	±10%
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	-60.....+70°C

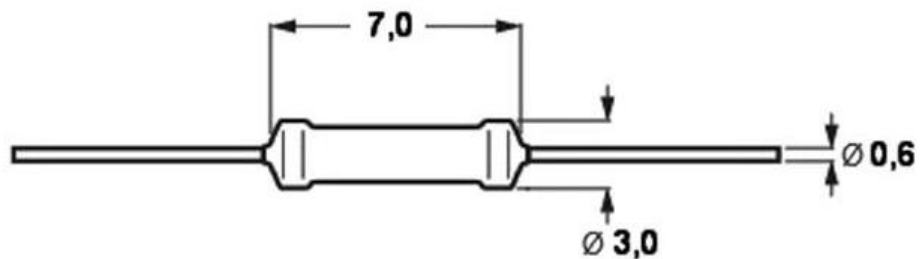


Рисунок 2.2- Габаритні розміри резисторів MFP " Yageo "

Таблиця 2.3- Конденсатор NPO [4]

Позиційне позначення	C1, C3,C5
Назва компонента	Конденсатор NPO
Виробник	"Murata"
Критерії вибору	Номінал ємності, напруга пробою, робоча напруга
Параметри конструкції	Див.рис.2.3
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50В
відхилення ємності від номінального значення	±10%
інтервал робочих температур	-40°C...+100°C
температурний коефіцієнт ємності	+3,3%;
відносна вологість	до 98%
діапазон тиску	6,6-2942гПа
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ

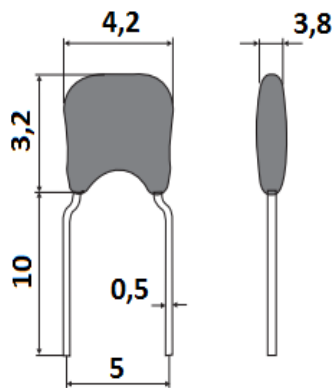


Рисунок 2.3- Габаритні розміри конденсатора NPO

Таблиця 2.4 - Діод 1N4148 "Diotec" [5]

Позиційне позначення	VD1, VD2
Назва компонента	Діод 1N4148
Виробник	"Diotec"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
матеріал	кремній
корпус	DO-35
максимальна постійна зворотна напруга	75В
максимальна імпульсна зворотна напруга	120В
максимальний час зворотного відновлення	0,004мкс
діапазон робочих температур	-65...+150°C
максимально допустимий прямий імпульсний струм	0,45А
максимальний зворотній струм	5 мкА

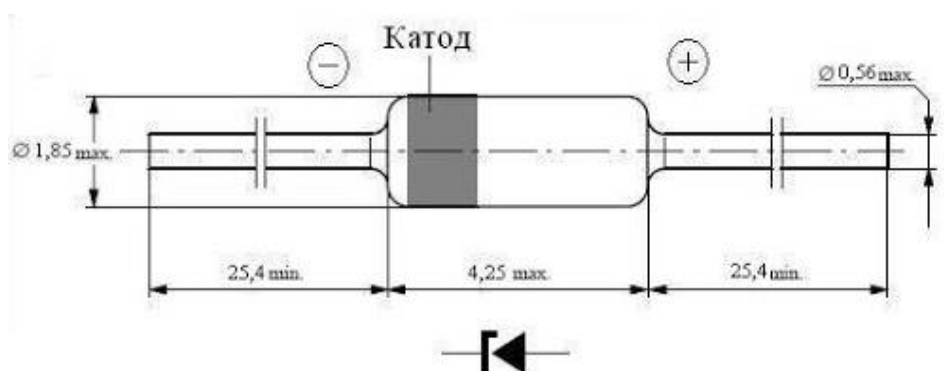


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри діода 1N4148

Таблиця 2.5 - Транзистор BC547 "LGE" [6]

Позиційне позначення	VT2
Назва компонента	Транзистор BC547
Виробник	"LGE"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,
Параметри та характеристики	
Тип провідності	NPN
Максимальна напруга колектор-емітер	80 В
Максимальна напруга колектор-база	100 В
Розсіювана потужність	0.8 Вт
Коефіцієнт підсилення	від 40 до 160
Гранична частота	від 100 до 200 МГц.
Корпус	TO-92

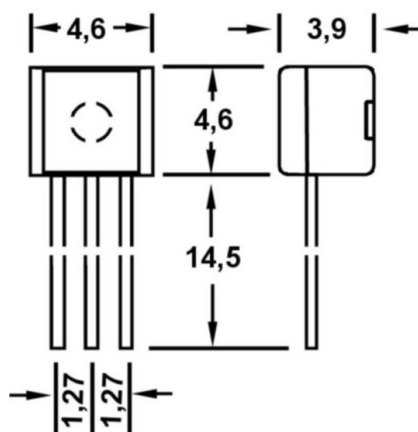


Рисунок 2.5 – Габаритні розміри транзистора BC547 "LGE"

Таблиця 2.6 - Світлодіод типу L-1503GT [7]

Позиційне позначення	HL1
Назва компонента	L-1503GT
Виробник	Kingbright
Критерії вибору	Розмір, колір свічення, струм та напруга живлення
Параметри та характеристики	
Колір свічення	червоний
Довжина хвилі	663нм
Колір лінзи	червоний
Максимальна пряма напруга	1,9 В
Максимальний імпульсний прямий струм	-30мА
Робоча температура	-60...+70 ⁰ С
Максимальна зворотня напруга	2В

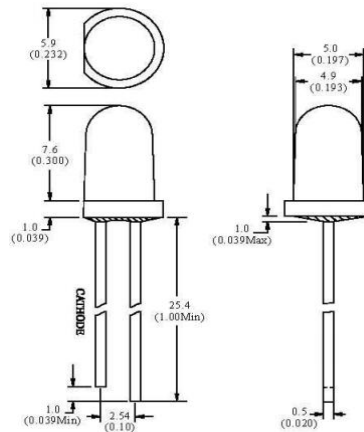


Рисунок 2.6 - Зовнішній вигляд світлодіода типу L-1503GT "Kingbright"

Таблиця 2.7 - Транзистор BF245C "LGE" [8]

Позиційне позначення	VT1
Назва компонента	Транзистор BF245C "LGE"
Виробник	"ST Microelectronics"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність
Параметри та характеристики	
Напруга колектор-емітер (V_{ce0})	100 В
Струм колектора (I_c)	10 А
Потужність розсіювання (P_d)	$\approx 75-100$ Вт
Температура переходу	до 150°C
Коефіцієнт підсилення	$\sim 20 - 100$
Гранична частота (f_T)	$\sim 4-8$ МГц
Тип	PNP

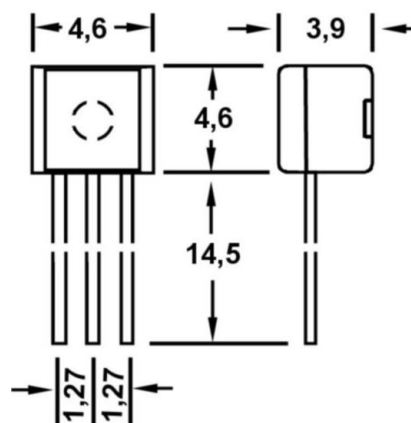


Рисунок 2.7– Габаритні розміри транзистора BF245C "LGE"

Таблиця 2.8 - Мікросхема CD4049UBE "Texas Instruments" [9]

Позиційне позначення	DA1
Назва компонента	Мікросхема CD4049UBE "Texas Instruments"
Виробник	"HGSEMI"
Критерії вибору	Вхідна напруга, вихідна напруга, струм вхідний
Параметри та характеристики	
Корпус:	DIP-16
Напруга живлення (Vdd):	3...15 В
Вхідна частота	до 2–8 МГц
Робоча температура:	-55...+125 °С
Кількість розрядів:	14
Тип логіки:	CMOS
Затримка поширення	приблизно 100–300 нс

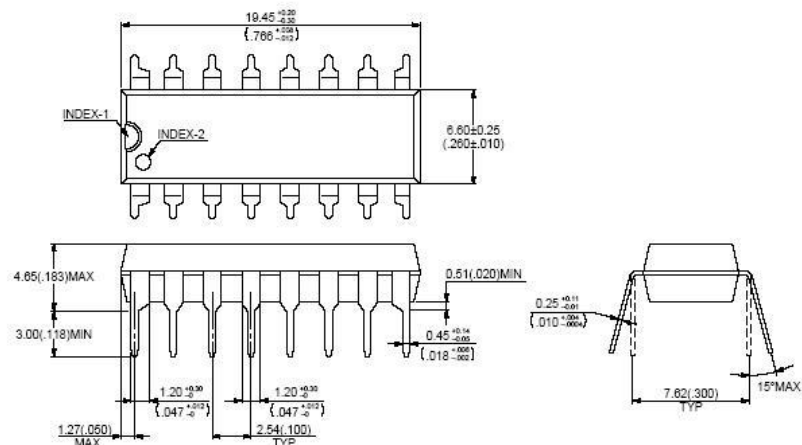
16-pin plastic DIP
(DIP-16P-M03)

Рисунок 2.8 – Габаритні розміри мікросхеми CD4049UBE

Таблиця 2.9 – Резистор 3329H-R11 [10]

Позиційне позначення	R9
Назва компонента	Резистор 3329H-R11
Виробник	Bourns
Критерії вибору	Постійна напруга, відхилення, напруга та струм
Параметри конструкції	див.рис.2.9
Параметри та характеристики	
номінальне відхилення, %	10
максимальна постійна напруга	500
температурний коефіцієнт +/-	250
гранична вібрація	10 ... 500Гц, 0.75мм, 6г
ударостійкість	390m / s2, 4000 циклів
інтервал робочих температур	-55 ... + 125

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ

Арк.

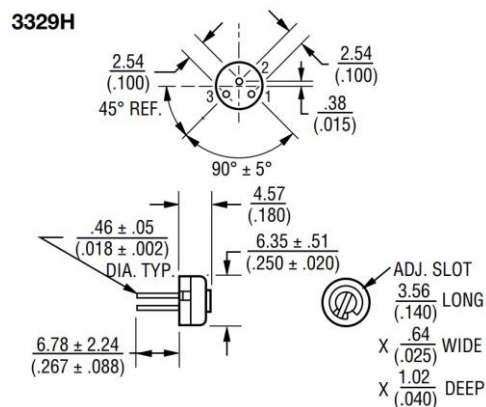


Рисунок 2.9 –Габаритні розміри резистора підстроювального 3329H-R11

Таблиця 2.10 – Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron" [11]

Позиційне позначення	HA1
Назва компонента	Зумер SMA-13LC-P10
Виробник	"Sonitron"
Критерії вибору	Номінальна напруга, робоча напруга, максимальний струм
Параметри конструкції	див.рис.2.10
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга	VDC 12
Робоча напруга, VDC	1.5-16
Максимальний струм, мА	8
Мінімальний рівень звукового тиску	85дБ/10см
Резонансна частота, кГц	4.0 ± 0.5
Тип сигналу	безперервний
Робоча температура, ° C	-20 ... +70
Вага, г	2

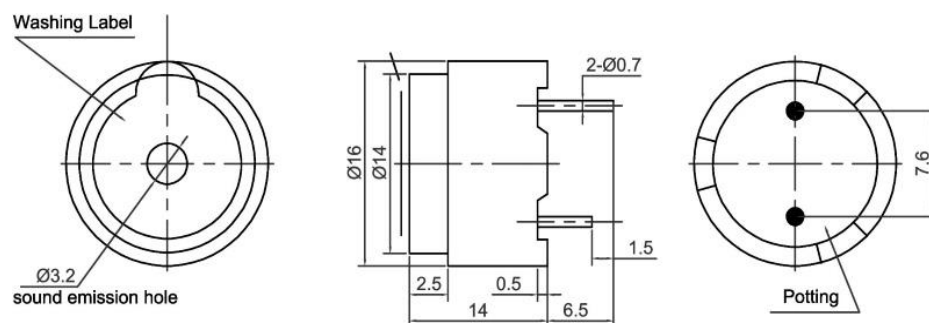


Рисунок 2.10 - Зовнішній вигляд зумера SMA-13LC-P10

Таблиця 2.11 - Мікросхема L7805ABV "ST Microelectronics" [12]

Позиційне позначення	DA2
Назва компонента	Мікросхема L7805ABV
Виробник	"ST Microelectronics"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, корпус
Параметри та характеристики	
Корпус	TO220
Максимальний вихідний струм	до 1.5 А
Максимальна вхідна напруга, В	40
Діапазон вхідної напруги	від 7 В до 35 В.
Точність вихідної напруги	$\pm 2\%$
Робоча температура	від -40°C до $+125^{\circ}\text{C}$
Струм власного споживання	близько 4.3 мА

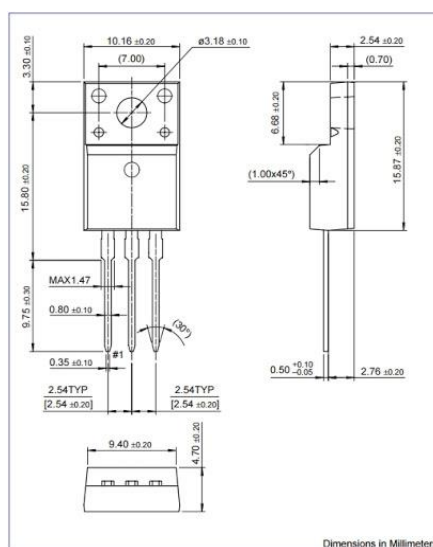


Рисунок 2.11 – Габаритні розміри стабілізатора 78L05 ABV

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Для розрахунку стабілізаторів напруги на ІМС (див.рис.2.12), як правило, необхідні наступні початкові дані: номінальне значення вихідної напруги $U_{\text{СТ ВИХ НОМ}}$; граничні значення вихідної напруги $U_{\text{СТ ВИХ min}}$, $U_{\text{СТ ВИХ max}}$; мінімальний і максимальний струми навантаження $I_{\text{Н min}}$, $I_{\text{Н max}}$; температурна нестабільність напруги вхідної α_U ; нестабільність вихідної напруги $K_{\text{НСТУ}}$ або коефіцієнт пульсацій вихідної напруги $K_{\text{П}}$; коефіцієнт стабілізації напруги $K_{\text{СТУ}}$; внутрішній опір стабілізатора $R_{\text{СТ ВИХ}}$; температурний коефіцієнт γ .

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

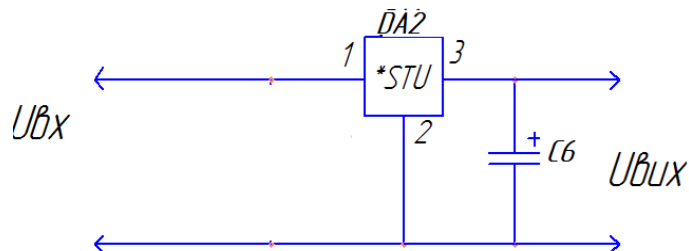


Рисунок 2.12 – Схема стабілізатора і конденсатора

Вибір ІМС виконується за заданими $U_{CT\ BИX}$, $I_{CT\ BИX\ max}$, K_{CTU} , γ , $R_{CT\ BИX}$ із табл. 2.12. Бажано віддавати перевагу тим ІМС, які працюють з меншою кількістю зовнішніх елементів. При цьому повинні виконуватися наступні умови

$$U_{IMC\ BИX} \geq U_{CT\ BИX}$$

$$I_{IMC\ BИX\ max} \geq I_{H\ max}$$

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

Таблиця 2.12 - Параметри стабілізаторів

Тип ІМС	$U_{CT\ BИX}$, В (min... max)	$U_{CT\ BИX}$, В (min... max)	K_{CTU} , % не більше за	K_{CTU} , % не більше за	$K_{CT\ CT}$, дБ на 1кГц не більше за	α_U , % не більше за	$I_{CT\ BИX}$, А (max)	$P_{CT\ P03}$, Вт без радіатора/з радіатором	$I_{CTCП}$, мА	$U_{CTBД}$, В не більше за
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K142EH A	9...20	3...12	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1B	9...20	3...12	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1B	9...20	3...12	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1Г	9...20	3...12	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2A	20...40	12...30	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2B	20...40	12...30	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2B	20...40	12...30	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2Г	20...40	12...30	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
KT42EH3	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	3
K142EH4	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	4
K142EH5A	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5B	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5B	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
K142EH5Г	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH5A	7,5...15	4,9...5,1	0,05	2	60	0,03	-	1,2/10	10	2,5
KP142EH5B	8,5...15	5,88...6,12	0,05	2	60	0,03	3	1,2/10	10	2,5
KP142EH5B	7,5...15	4,82...5,18	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH5Г	8,5...15	5,8...6,2	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH6A	~...40	14,7...15,3	0,0015	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
KP142EH6B	~...40	14,7...15,3	0,005	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142EH6B	~...40	14,7...15,3	0,0025	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142EH6Г	~...40	14,7...15,3	0,0075	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
142EH8A	11,5...35	8,73...9,27	0,05	0,67	40	0,02	1,5	~9	10	2,5
142EH8B	11,5...35	11,64...12,36	-	-	-	-	-	-	-	-

Було обрано стабілізатор "L7805ABV "ST Microelectronics"", який має параметри такі як в КР142ЕН5А (див.табл.2.12).

Незалежно від типу обраної ІМС визначаємо наступні параметри

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

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

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

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

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

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

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

Можливі граничні значення ККД

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

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

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

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

Передбачається, що струм споживаний стабілізатором є малим

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

Визначення ємності конденсатора за формулою:

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

де C_0 – ємність, мкФ;

Коефіцієнт пульсацій $K_{п0}=0,03$ %;

r – опір, Ом.

H -коефіцієнт, що визначається за графіком 2.12.

$$C_0 = \frac{3}{10 \cdot 0,03} = 10 (\text{мкФ})$$

Розраховуємо робочу напругу:

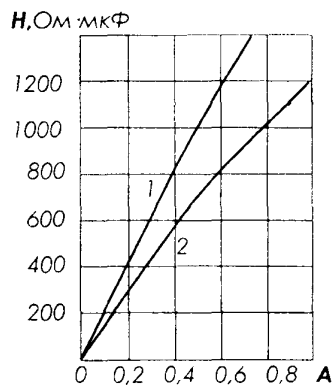


Рисунок 2.13 – Графік для визначення коефіцієнта H :

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

$$U_{роб} = 1,4 \cdot 7 = 9,8 (В)$$

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

Вибираємо електролітичний конденсатор типу ЕСАР-10В -10 мкФ 20%

"Epcos" номінальною ємністю 10 мкФ та на робочу напругу 10 В.

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Монтаж електрорадіоелементів виконано із застосуванням компонентів зі штировими виводами. Вони встановлюються в наскрізні отвори друкованої плати з подальшим загинанням виводів, обрізанням і паянням методом хвилі

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

припою. Такий підхід забезпечує високу надійність з'єднань, щільність монтажу та можливість автоматизації складання [13].

Компонування друкованого вузла виконано з урахуванням оптимального розміщення елементів і зменшення паразитних електричних зв'язків, що позитивно впливає на стабільність роботи. Розташування компонентів також забезпечує зручність монтажу, налагодження та обслуговування.

Розміри друкованої плати 55*85мм, визначено відповідно до технології виготовлення та економічних міркувань. Вона має прямокутну форму, що дозволяє ефективно використовувати матеріал і знизити витрати. Параметри плати відповідають стандартним вимогам щодо співвідношення сторін і товщини, що забезпечує сумісність із типовими виробничими процесами.

Виходячи з технологічних можливостей виробництва вибрано комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85 [15].

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

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

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

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

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

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

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

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_d * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} * 0,1 \text{А} * 0,5 \text{м}}{0,9 \text{В} * 0,035 \text{м}} = 0,2 \text{мм} \quad (2.9)$$

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

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

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

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

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

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

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

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

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

$d_{E2} = 1,0$ – для мікросхеми DA1, резистора R9, кнопок SB1-SB4, роз’єму XW1.

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

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

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

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

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

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

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

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

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

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

де: Δd - допуск на отвір.

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

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

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

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

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

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

Максимальний діаметр контактної площадки:

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

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

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

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

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

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

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

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

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

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

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

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

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

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta 1) \quad (2.18)$$

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

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

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

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Оцінка теплових режимів роботи проектного виробу виконується з метою визначення умов нормальної експлуатації електронних компонентів, запобігання їх перегріву та забезпечення стабільності параметрів пристрою протягом усього терміну служби.

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основними джерелами тепловиділення у виробі є силові та енергоспоживчі елементи схеми, зокрема елементи живлення, стабілізації напруги, а також трансформатор (у разі його роботи в складі пристрою). Інші компоненти, такі як логічні мікросхеми, кнопки керування, світлодіод HL1 та зумер HA1, мають незначне тепловиділення і практично не впливають на загальний тепловий баланс.

Розміщення елементів на друкованій платі виконано таким чином, щоб мінімізувати тепловий вплив один на одного. Силові елементи розташовані з урахуванням можливості відведення тепла через мідні провідники друкованої плати та повітряний об'єм корпусу. Відсутність надмірної щільності розміщення тепловиділяючих компонентів сприяє рівномірному розподілу температури по площі плати.

Корпус виробу виготовлений з пластику, який має обмежену теплопровідність. Це з одного боку зменшує тепловідвід через стінки корпусу, але з іншого — захищає користувача від нагріваних елементів. Тому основним механізмом тепловідведення є природна конвекція повітря всередині корпусу та теплопровідність через друковану плату.

З огляду на габарити корпусу 105×93×52 мм, внутрішній об'єм є достатнім для забезпечення нормальної циркуляції повітря без примусової вентиляції. Тепловий режим роботи виробу відноситься до категорії природного охолодження (пасивна конвекція), що є типовим для малопотужних електронних пристроїв.

Для підвищення надійності роботи передбачено конструктивні заходи:

- розміщення тепловиділяючих елементів у зонах з кращим повітрообміном;
- забезпечення зазорів між елементами для зменшення локального перегріву;
- використання мідних доріжок збільшеної площі для часткового тепловідведення;

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- відсутність щільного прилягання силових елементів до корпусу без теплопрокладок.

Розрахунково або експлуатаційно температура основних елементів не повинна перевищувати допустимі значення, встановлені їх технічними характеристиками (як правило, 70–85 °С для напівпровідникових компонентів загального призначення). При нормальних умовах роботи температура всередині корпусу очікується близькою до температури навколишнього середовища з підвищенням не більше 10–20 °С.

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою

Надійність – це властивість виробу виконувати задані функції в певних умовах експлуатації при збереженні значень основних параметрів в заданих межах. Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [14]:

Таблиця 2.13 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{\text{нопр}}$	$I_{\text{відм}} * 1e-06$	$K\text{-}стb * K_{\text{нав від}} * 1e-06$
1	Мікросхеми	2	1	0,03	0,06
2	Діоди	2	0,35	0,7	0,49
3	Конденсатори електролітичні	3	0,4	2,4	2,88
4	Конденсатори керамічні	3	0,1	1,4	0,42
5	Резистори постійні	13	0,42	0,8	4,368
6	Резистор підстроювальний	1	0,42	5	2,1
7	Батареї	1	1	30	30
8	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
9	Пайки	96	1	0,02	1,92
10	Кнопка	4	1	2,2	8,8
11	Зумер	1	1	0,79	0,79
12	Роз'єм	1	1	0,05	0,05
13	Транзистори	2	0,35	4	2,8
14	Світлодіоди	1	1	4	4

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 5.8728×10^{-5} 1/год

Середня наробка до відмови: 17027.7 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999413$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.994144$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.942963$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.555837$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.002815$

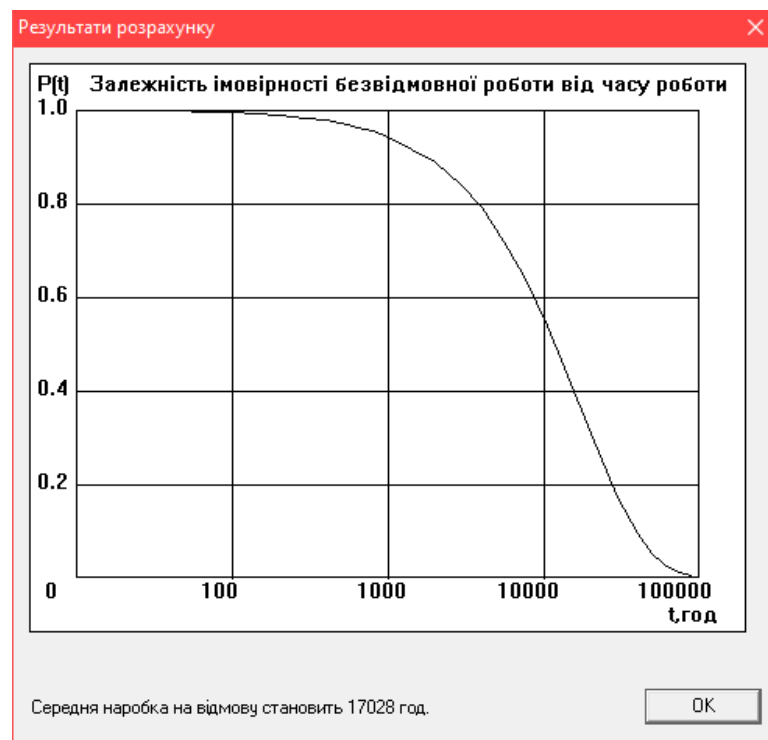


Рисунок 2.14 - Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи від часу

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Напрацювання на відмову становить 17028 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності

Техніко-економічний аналіз конструкції проектного виробу виконується з метою оцінки доцільності прийнятих конструктивних рішень, вибору матеріалів та технологій виготовлення з точки зору їх впливу на собівартість, надійність, ремонтпридатність і придатність виробу до серійного виробництва.

Конструкція виробу розроблена з орієнтацією на мінімізацію витрат при збереженні необхідного рівня функціональності та надійності. Основним конструктивним вузлом є друкована плата з компактним розміщенням елементів, що дозволило зменшити її габарити до 55×65 мм. Зменшення площі плати безпосередньо знижує витрати на фольгований матеріал, витратні матеріали для травлення та час виготовлення.

Використання одностороннього монтажу радіоелементів спрощує технологічний процес складання, зменшує кількість операцій пайки та виключає необхідність складного двостороннього трасування. Це позитивно впливає на зниження трудомісткості виробництва та зменшення ймовірності монтажних помилок.

Корпус виробу виготовляється методом лиття під тиском з чорного конструкційного пластику. Такий вибір матеріалу є економічно доцільним при серійному виробництві, оскільки забезпечує низьку собівартість однієї деталі при великих партіях, високу повторюваність геометричних розмірів та мінімальні витрати на механічну обробку. Розбірна конструкція корпусу (верхня і нижня кришки) підвищує ремонтпридатність виробу та зменшує витрати на сервісне обслуговування.

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Застосування стандартних електронних компонентів (резисторів, конденсаторів, світлодіодів, кнопок, зумера) дозволяє знизити собівартість комплектуючих за рахунок їх широкої доступності на ринку та відсутності необхідності у спеціальному замовленні нестандартних елементів. Це також позитивно впливає на логістику постачання та складські витрати.

Технологічність конструкції підвищується завдяки простому складанню виробу, зручному доступу до елементів керування та індикації, а також відсутності складних вузлів, що потребують високоточної механічної обробки. Фіксація друкованої плати на монтажних стійках забезпечує швидке складання без додаткових регулювань.

Економічна ефективність виробу також досягається за рахунок використання природного охолодження без додаткових систем вентиляції, що зменшує кількість комплектуючих та підвищує загальну надійність системи.

Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить +9В, а струм споживання 0,1А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=0,2*9=0,9 \text{ (Вт)} \quad (2.19)$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу

Складання та монтаж проектного виробу виконуються з урахуванням вимог компактності, технологічності та надійності конструкції. Основним конструктивним вузлом виробу є друкована плата, на якій розміщені всі електронні елементи. Завдяки щільному компонуванню елементної бази забезпечено мінімальні габарити друкованої плати, які становлять 55×85 мм. Такий розмір сприяє зменшенню загальних габаритів пристрою та підвищенню його зручності у використанні.

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Всі електронні компоненти розміщені на одній стороні друкованої плати, що спрощує процес виготовлення та монтажу. На зворотній стороні плати встановлені органи індикації та керування: світлодіод HL1, кнопки SB1–SB4, а також звуковий випромінювач (зумер) HA1. Таке компонування дозволяє забезпечити зручний доступ користувача до елементів керування та візуальної/звукової індикації.

Конструктивно виріб розміщується в корпусі, виготовленому з чорного конструкційного пластику, який характеризується високою механічною міцністю, добрими електроізоляційними властивостями та привабливим зовнішнім виглядом. Габаритні розміри корпусу становлять 105×93×52 мм, що забезпечує компактність виробу та його ергономічність.

Корпус виробу складається з двох основних частин — верхньої та нижньої кришок, які мають коритоподібну форму. Така форма підвищує жорсткість конструкції та спрощує процес складання. У кутових зонах передбачені монтажні стійки для з'єднання кришок за допомогою саморізів, що забезпечує надійне кріплення та можливість багаторазового розбирання виробу під час обслуговування або ремонту.

У верхній частині корпусу розташовані чотири стійки для фіксації друкованої плати за допомогою гвинтів і шайб, що гарантує її стабільне положення під час експлуатації. Також передбачені конструктивні елементи для встановлення трансформатора, що підвищує функціональну насиченість виробу.

Нижня кришка корпусу містить відсік для батарей, що дозволяє забезпечити автономне живлення пристрою. У зоні стику верхньої та нижньої кришок передбачено введення кабелю типу РК-75-1.5-311, що забезпечує підключення виробу до зовнішніх пристроїв.

У верхній частині корпусу виконані технологічні отвори для встановлення кнопок керування, світлодіода та зумера, що забезпечує зручність експлуатації та індикацію режимів роботи. Виготовлення корпусу здійснюється

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

методом лиття під тиском, що дозволяє досягти високої точності геометричних розмірів, стабільності якості та придатності до серійного виробництва.

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

Якісна оцінка технологічності конструкції проектного виробу виконується з метою визначення зручності його виготовлення, складання, монтажу та подальшого технічного обслуговування. Розроблена конструкція характеризується високим рівнем технологічності, що досягається за рахунок раціонального компонування елементів, використання стандартної елементної бази та спрощеної структури складання.

Друкована плата має компактні розміри 55×65 мм та одностороннє розміщення основних радіоелементів, що значно спрощує процес монтажу та виключає необхідність складного двостороннього паяння. Виведення органів керування (кнопок SB1–SB4, світлодіода HL1 та зумера HA1) на окрему сторону плати забезпечує зручність складання та перевірки працездатності виробу на етапі контролю.

Конструкція корпусу є розбірною та складається з верхньої і нижньої кришок коритоподібної форми. Таке рішення підвищує технологічність виготовлення, оскільки не потребує складної механічної обробки та дозволяє використовувати метод лиття під тиском. Наявність стандартних монтажних стійок забезпечує швидке та точне встановлення друкованої плати без додаткового підганяння.

У цілому конструкція виробу відповідає вимогам серійного виробництва, оскільки не містить складних у виготовленні деталей, індивідуальних нестандартних вузлів або операцій, що потребують високої кваліфікації персоналу. Всі з'єднання виконуються стандартними методами — пайкою, гвинтовими з'єднаннями та механічною фіксацією.

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для виготовлення та складання виробу застосовується стандартний набір інструментів і технологічного оснащення, що забезпечує високу якість монтажу та зменшення трудомісткості процесу.

Під час монтажу друкованої плати використовуються:

- паяльна станція з регулюванням температури;
- припій (олов'яно-свинцевий або безсвинцевий) та флюс;
- пінцети для встановлення радіоелементів;
- кусачки та бокорізи для обрізання виводів;
- монтажні тримачі або «третя рука» для фіксації плати;
- мультиметр для перевірки електричних параметрів.

Для складання корпусу застосовуються:

- викрутки (хрестові/плоскі) для гвинтових з'єднань;
- шурупокрут при серійному складанні;
- пластикові або гумові прокладки (за необхідності) для зменшення вібрацій;
- вимірювальний інструмент (штангенциркуль) для контролю посадочних розмірів.

Для контролю та наладки виробу використовуються:

- осцилограф (за потреби перевірки сигналів);
- лабораторне джерело живлення;
- вимірювальні прилади для перевірки напруг та струмів;
- програмне або тестове середовище для перевірки функціональних режимів.

Застосована технологічна оснастка є типовою для радіоелектронного виробництва, не потребує спеціального дорогого обладнання та забезпечує можливість як одиничного, так і дрібносерійного виготовлення виробу.

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Виготовлення друкованої плати проектного виробу виконується за двосторонньою комбінованою технологією, яка поєднує механічні операції обробки заготовки та хімічні процеси формування провідникового рисунка. Застосування такої технології дозволяє досягти високої точності відтворення топології друкованих провідників, забезпечує стабільність електричних характеристик та дає можливість реалізувати щільне компонування елементної бази на обмеженій площі плати.

Початковим етапом є підготовка основи, яка виконується із заготовки фольгованого діелектрика. Як базовий матеріал використовується склотекстоліт типу FR-4, що характеризується високою механічною міцністю, стійкістю до температурних впливів та стабільними електроізоляційними властивостями. Перед подальшими операціями поверхня заготовки ретельно очищується механічним способом та піддається хімічній обробці для видалення оксидних плівок, жирових забруднень і забезпечення надійної адгезії наступних технологічних шарів.

Наступним етапом є формування захисного шару, який визначає конфігурацію майбутніх провідникових доріжок. Для цього застосовуються методи фотолітографії або нанесення захисної маски через трафарет. Після нанесення фоторезисту виконується експонування через фотошаблон із подальшим проявленням, у результаті чого на поверхні плати формується чіткий захисний малюнок, що повністю відповідає топології електричної схеми.

Далі виконується процес хімічного травлення мідного шару на незахищених ділянках плати. Для цього використовуються спеціальні травильні розчини, які забезпечують контрольоване та рівномірне видалення надлишкової міді. У результаті утворюється система провідникових доріжок із заданими геометричними параметрами та високою точністю виконання.

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після завершення травлення здійснюється свердління монтажних та перехідних отворів. Особлива увага приділяється точності їх розташування, оскільки вони забезпечують встановлення радіоелементів та електричне з'єднання між шарами плати. Для підвищення надійності з'єднань виконується металізація отворів, що забезпечує електропровідність між верхнім і нижнім шарами та підвищує механічну міцність друкованої плати.

Завершальним етапом технологічного процесу є очищення плати від залишків фоторезисту, травильних розчинів та інших технологічних забруднень. Після цього на провідникові доріжки наноситься захисне покриття у вигляді паяльної маски або спеціального лаку. Це покриття запобігає окисненню міді, підвищує вологостійкість виробу та покращує якість і надійність подальшого монтажу електронних компонентів.

У процесі виготовлення застосовуються як основні, так і допоміжні матеріали. До основних належать фольгований склотекстоліт та мідна фольга, які забезпечують необхідні електричні та механічні характеристики провідникових шарів. До допоміжних матеріалів відносяться фоторезисти, захисні плівки, а також хімічні реагенти для травлення, зокрема хлорне залізо або персульфат натрію. Під час подальшого монтажу використовуються флюси та припої, що забезпечують якісне паяння. Для очищення поверхонь застосовуються органічні розчинники, такі як ізопропіловий спирт.

Застосування двосторонньої комбінованої технології виготовлення дозволяє отримати компактну, технологічну та надійну друковану плату з високою щільністю монтажу, стабільними електричними параметрами та повною відповідністю сучасним вимогам до радіоелектронних пристроїв малої потужності.

2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

При кількісній оцінці технологічності розраховується комплексний показник технологічності K , який враховує усереднене значення часткових

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

показників з урахуванням коефіцієнтів, які характеризують їх значимість при розрахунку.

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

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{2}{2 + 35} = 0,1 \quad (2.20)$$

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

$$K_{\text{А.М}} = \frac{H_{\text{А.М}}}{H_{\text{М}}} = \frac{84}{96} = 0,88 \quad (2.21)$$

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

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

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

$$K_{\text{М.П.ЕРЕ}} = \frac{H_{\text{М.П.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{29}{35} = 0,83 \quad (2.22)$$

де $H_{\text{М.П.ЕРЕ}}$ 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 $K_{\text{ПОВТ.ЕРЕ}}$ визначається за формулою:

$$K_{\text{ПОВТ.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = 1 - \frac{35}{35} = 0 \quad (2.23)$$

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

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$K_{ЗАСТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ОР.ЕРЕ}}{H_{Т.ЕРЕ}} = 1 - \frac{35}{35} = 0 \quad (2.24)$$

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

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

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

$$K_{ВСТ.Р} = 1 - \frac{H_{ВСТ.Р}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{8}{35} = 0,77 \quad (2.25)$$

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

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

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

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

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0,1*1 + 0,88*1 + 0,83*0,75 + 0*0,5 + 0*0,310 + 0,77*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,5 \quad (2.27)$$

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

Відношення K/K_n повинно задовольняти умову:

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

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

Маршрутно-операційна технологія складання включає в себе наступні кроки:

- установка друкованого вузла у верхню частину корпусу;
- кріплення друкованого вузла до верхньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів;
- установка батареї у нижню частину корпусу;
- кріплення накладок під кнопки;
- кріплення кабелю;
- фіксація ніжок та кришок за допомогою гвинтів.

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;

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- лакування;
- технічний контроль [21].

					26 КР 172.402.008.000.000 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:

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

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

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

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

$S_{\text{буд}}$ – площа будівлі, м² (приймається 125м²).

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

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

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

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

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

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

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

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

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

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

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

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

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

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 - Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

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

3.2 Розрахунок собівартості продукції

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

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

Виробнича собівартість

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

Повна собівартість

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$B_M = 423 \times 1,04 = 439,92 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

Таблиця 3.2- Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	75	75
2	Кришка нижня	1	50	50
3	Кришка верхня	1	50	50
4	Мікросхема	2	30	60
5	Конденсатори електролітичні	3	10	30
6	Конденсатори постійні	3	1	3
7	Резистори постійні	12	0,5	6
8	Крона	1	75	75
9	Резистор змінний	1	10	10
10	Кнопка	4	5	20
11	Роз'єм	1	10	10
12	Діод	2	2	4
13	Транзистор	2	5	10
14	Світлодіод	1	10	10
15	Зумер	1	10	10
				423

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

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

Таблиця 3.3- Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{шт.}$, хв.	Розряд	Годинна тарифна ставка, (С _г), грн/год
1	Пайка	14	V	220
2	Регулювання	10	V	220
3	Складання	8	V	220
	Всього	32		

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

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

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

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

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

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{80}{100} \times (117,33 + 12,91) = 104,19 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 80%);

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

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

$$B_{\text{зв}} = \frac{163}{100} \times (117,33 + 12,91) = 212,29 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 163%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 439,92 + (117,33 + 12,91 + 28,65) + 104,19 + 212,29 = 915,29 \text{ (грн.)}$$

					26 КР 172.402.008.000.000 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	439,92
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	117,33
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	12,91
4	Відрахування на соціальні заходи	28,65
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	104,19
6	Загальновиробничі витрати	212,29
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		915,29
7	-змінні (сума 1-4) $V_{зм.од}$	598,81
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $V_{уп.од}$	316,48

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

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

$$Ц_{одпр} = 915,29 \times \frac{100 + 30}{100} = 1189,88 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 30%);

3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\Pi_r = (1189,88 - 915,29) \times 1500 = 411885 \text{ (грн.)},$$

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\text{ЧП} = 411885 - 411885 \times \frac{18}{100} = 337745,7 \text{ (грн.)}$$

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

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

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

$$S_{повq} = 915,29 \times 1500 = 1372935 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$P_{п} = \frac{337745,7}{1372935} \times 100\% = 24,6 \%$$

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:

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

$$\Gamma\Pi = 337745,7 + 1031,25 = 338776,95 \text{ (грн.)},$$

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

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

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

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за формулою:

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

$$\text{ЧТВ} = 307979,05 - 229125 = 78854,05 \text{ (грн.)}$$

де ЧТВ - чиста теперішня вартість проекту, грн.;

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

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

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

$$\text{ТВ} = \frac{338776,95}{(1 + 0,1)^1} = 307979,05 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

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

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

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

$$\text{ІП} = \frac{307979,05}{229125} = 1,34$$

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ІІ- індекс прибутковості інвестицій.

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

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

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

$$T_{ок_{диск}} = \frac{229125}{307979,05} = 0,74р$$

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

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

$$GP_{диск} = \frac{307979,05}{1} = 307979,05 \text{ (грн.)}$$

де t - кількість років інвестування.

Підсумки вищенаведених розрахунків доцільно звести в табл. 3.5

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

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний обсяг виробництва виробу:	од.	1500
2	Собівартість виробу	грн./од.	915,29
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1189,88
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	229125
5	Чистий прибуток	грн.	337745,7
6	Рентабельність виробу	%	24,6
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	78854,05
9	Індекс прибутковості	-	1,34
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,74

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Організація охорони праці на підприємстві.

З метою створення безпечних і нешкідливих умов праці у кожному структурному підрозділі та на кожному робочому місці керівник підприємства (власник) повинен створити систему управління охороною праці і забезпечити її ефективне функціонування.

Система управління охороною праці (СУОП) є складовою частиною управління підприємствами, яка включає прогнозування і планування, організацію роботи, координацію і регулювання, активацію і стимулювання, контроль, облік і аналіз.

Управління охороною праці – це підготовка, прийняття і реалізація рішень щодо здійснення організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, направлених на забезпечення безпеки, збереження здоров'я і працездатності людини у процесі роботи. В СУОП наявні об'єкти і органи управління, що виконують визначені функції та завдання. Об'єктом управління є дієздатність функціональних служб і структурних підрозділів щодо забезпечення безпеки праці на робочих місцях, ділянках, в підрозділах і на об'єкті господарювання.

Управління охороною праці на підприємстві здійснює його керівник (власник); у цехах, службах і на ділянках – керівники відповідних підрозділів і служб. Для цього розробляється і затверджується Положення про систему управління охороною праці на підприємстві. Управління охороною праці дає можливість вирішувати такі основні задачі:

- навчання працівників безпеці праці і пропаганда досягнень охорони праці;
- забезпечення безпеки виробничого обладнання, виробничих процесів, а також будівель і споруд;

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- нормалізація санітарно-гігієнічних умов праці;
- забезпечення працівників засобами індивідуального захисту;
- забезпечення оптимальних умов праці та відпочинку працівників;
- організація лікувально-профілактичного і санітарно-побутового обслуговування працівників;
- професійний відбір працівників за окремими спеціальностями.

Організаційно-методична робота управління охороною праці, підготовкою управлінських рішень і контроль за їх реалізацією здійснюється службою охорони праці, яка підпорядкована безпосередньо керівнику підприємства. На підприємствах виробничої сфери з кількістю працівників до 50 чоловік, невиробничої сфери – до 100 чоловік функції цієї служби можуть виконувати люди із відповідною професійною підготовкою за сумісництвом.

Служба охорони праці керується в своїй роботі розробленим і затвердженим Положенням про службу охорони праці підприємства (закладу чи організації). Спеціалісти з охорони праці мають право:

- видавати керівникам структурних підрозділів обов'язкові для виконання приписи щодо усунення недоліків;
- отримувати від них необхідні відомості, документацію і роз'яснення з питань охорони праці;
- вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктаж, перевірку знань і не мають допуску до відповідних робіт;
- припиняти роботу виробництв, ділянок, машин, механізмів, обладнання у випадку порушень, які створюють загрозу для життя чи здоров'я працівників;
- направляти керівнику підприємства приписи про притягнення до відповідальності посадових осіб та інших працівників, які порушують вимоги охорони праці.

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На кожному підприємстві для забезпечення ефективного функціонування СУОП за участю служб охорони праці:

- розробляються перспективні і поточні плани щодо створення безпечних і нешкідливих умов праці, комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці і виробничої санітарії, а також положення, інструкції та інші нормативні акти про охорону праці, які діють в межах підприємства;

- проводиться паспортизація цехів, діляниць, робочих місць на відповідність їх вимогам охорони праці і атестація робочих місць за умовами праці, складається розділ «Охорона праці» колективного договору;

- проводиться навчання, інструктаж і перевірка знань з питань охорони праці;

- організується проходження попереднього і періодичних медичних оглядів працівників певних категорій, а також забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, лікувально-профілактичним харчуванням, молоком чи рівноцінними харчовими продуктами, мийними засобами;

З метою залучення представників власника і трудового колективу до співробітництва у справах управління охороною праці на підприємстві з кількістю працівників 50 і більше чоловік створюється комісія з питань охорони праці підприємства. Трудовий колектив на загальних зборах (конференції) затверджує Положення про комісію з питань охорони праці підприємства.

Від власника у склад цієї комісії включаються працівник служби охорони праці, спеціалісти виробничої, юридичної та інших служб;

- від трудового колективу – працівники основних професій, уповноважений з питань охорони праці, представник профспілкової організації.

Основні завдання комісії такі:

- захист законних прав та інтересів працівників в області охорони праці;

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- підготовка рекомендацій власнику і працівникам з профілактики виробничого травматизму і професійних захворювань;
- узгодження позицій сторін у вирішенні практичних питань охорони праці;
- вироблення пропозицій щодо включення в колективний договір окремих питань з охорони праці і використання засобів охорони праці.

Для практичного вирішення питань забезпечення безпеки праці на підприємстві створюються постійно діюча комісія з питань атестації робочих місць за умовами праці та комісія з вводу в експлуатацію об'єктів виробничого або соціального призначення, відремонтованого чи модифікованого обладнання. В управлінні охороною праці і здійсненні громадського контролю за дотриманням законодавства з охорони праці беруть участь уповноважені трудових колективів з питань охорони праці. Їх діяльність регламентується Положенням про роботу уповноважених трудових колективів з питань охорони праці, яке затверджується на загальних зборах (конференції) трудового колективу підприємства. Уповноважені з питань охорони праці беруть участь у:

- розробці розділу «Охорона праці» в колективному договорі і комплексних заходів щодо досягнення встановлених нормативів з охорони праці;
- роботі постійно діючої комісії з атестації робочих місць за умовами праці;
- розслідуванні нещасних випадків і професійних захворювань на виробництві (якщо потерпілий не є членом профспілки);
- вирішенні спірних питань, заяв та скарг, що пов'язані із забезпеченням безпеки праці.

На підприємстві для управління охороною праці необхідно мати такі документи:

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Положення про систему управління охороною праці на підприємстві;
- Положення про службу охорони праці на підприємстві;
- Положення про комісію з питань охорони праці підприємства;
- Положення про роботу уповноважених трудових колективів з питань охорони праці;
- Положення про навчання, інструктажі і перевірку знань працівників з питань охорони праці;
- Положення про організацію та проведення інструктажів і спеціального навчання (пожежно-технічного мінімуму) з питань пожежної безпеки;
- Наказ про порядок атестації робочих місць на їх відповідність нормативним актам про охорону праці;
- Положення про організацію попереднього (при прийомі на роботу) та періодичного (впродовж трудової діяльності) медичних оглядів працівників певних професій;
- Положення про санітарну лабораторію підприємства;
- Інструкції з охорони праці для працівників за професіями і видами робіт;
- Інструкції про порядок організації і проведення зварювальних та інших вогневих робіт на підприємстві;
- Загальнооб'єктові і цехові інструкції щодо заходів пожежної безпеки;
- Перелік робіт з підвищеною небезпекою, для проведення яких необхідне спеціальне навчання і щорічна перевірка знань з охорони праці;
- Перелік посадових осіб підприємства, які зобов'язані проходити попередню і періодичну перевірку знань з охорони праці;
- Наказ про організацію видачі безкоштовно працівникам визначених категорій лікувально-профілактичного харчування (для підприємств, де є виробництва з особливо шкідливими умовами праці);

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Наказ про організацію видачі безкоштовно молока чи інших рівноцінних харчових продуктів працівникам підприємства, зайнятих на роботах зі шкідливими умовами праці;

- Наказ про порядок забезпечення працівників підприємства спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту, організацію належного зберігання й утримання цих засобів.

4.2 Вимоги до ручного інструменту для роботи з електричною проводкою.

Електрифікований інструмент за умовами безпеки поділяється на такі класи:

I - електроінструмент, у якого всі деталі, що перебувають під напругою, ізолювані і штепсельна вилка має заземлювальний контакт.

У електроінструмента класу I всі деталі, що перебувають під напругою, можуть бути з основною, а окремі деталі - з подвійною або посиленою ізоляцією;

II - електроінструмент, у якого всі деталі, що перебувають під напругою, мають подвійну або посилену ізоляцію. Цей електроінструмент не має пристроїв для заземлення.

Номінальна напруга для електроінструмента класів I і II має бути не більше 220 В для електроінструмента постійного струму; 380 В - для електроінструмента змінного струму;

III - електроінструмент на номінальну напругу не вище 42 В, у якого ні внутрішні, ні зовнішні кола не перебувають під іншою напругою.

Електроінструмент класу III призначений для живлення від безпечної наднизької напруги.

Електроінструмент, який живиться від електромережі, слід обладнувати незнімним гнучким кабелем (шнуром) зі штепсельною вилкою.

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Незнімний гнучкий кабель електроінструмента класу I повинен мати жилу; яка з'єднує заземлювальний затискач електроінструмента із заземлювальним контактом штепсельної вилки. Кабель в місці введення до електроінструмента класу I слід захищати від стирань і перегинів еластичною трубкою з ізоляційного матеріалу. Трубку слід закріплювати в корпусних деталях електроінструмента, вона повинна виступати з них на довжину не менше п'яти діаметрів кабелю. Закріплення трубки на кабелі по-за інструментом забороняється.

Для приєднання однофазного електроінструмента шланговий кабель повинен мати три жили: дві - для живлення, одну - для заземлення. Для приєднання трифаз-ного електроінструмента застосовується чотирижильний кабель, одна жила якого слугує для заземлення. Ці вимоги стосуються тільки електроінструмента із таким корпусом, який слід заземлювати.

Доступні для доторкання металеві деталі електроінструмента класу I, які можуть опинитись під напругою, у випадку пошкодження ізоляції, повинні бути з'єднані із заземлювальним затискачем, Електроінструмент класів II і III не заземлюють. Зазем-лення корпусу електроінструмента здійснюється спеціальною жилою живильного ка-белю, яка не може одночасно бути провідником робочого струму. Використовувати з цією метою нульовий робочий провід забороняється.

Штепсельна вилка повинна мати відповідну кількість робочих і один заземлюва-льний контакт. Конструкція вилки повинна забезпечувати випереджальне замикання заземлювального контакту під час ввімкнення та більш запізнене розмикання його під час аммикання. Конструкція штепсельних вилок електроінструмента класу III по-винна унеможливлувати з'єднання їх з розетками на напругу понад 42 В.

Працівники, допущені до роботи з електроінструментом, повинні спочатку пройти навчання і перевірку знань щодо безпечного виконання робіт з застосуванням електроінструменту. До роботи з електроінструментом класу I

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в приміщеннях з підвищеною небезпекою поза приміщеннями допускаються працівники з II групою електробезпеки. До роботи з електроінструментом II і III класу достатньо I групи з електробезпеки.

Під час кожного чергового видавання електроінструменту на виробництві особою, відповідальною за збереження та справність електроінструменту, в присутності працівника мають бути перевірені:

- комплектність і надійність кріплення деталей;
- справність деталей корпусу, рукоятки та кришок щіткотримачів, наявність захисних кожухів та їх справність (зовнішнім оглядом);
- надійність роботи вимикача;
- задовільна робота на холостому ході.

У електроінструмента класу I, крім того, має бути перевірена справність кола заземлення між його корпусом і заземлювальним контактом штепсельної вилки. Працівнику мають бути видані засоби індивідуального захисту (діелектричні рукавиці, калоші, килими) або розподільчий трансформатор, чи перетворювач із окремими обмотками, чи захищено-вимикальне устаткування.

Забороняється видавати для роботи електроінструмент, який не відповідає хоча б одній із перелічених вимог або електроінструмент з просроченою датою періодичної чергової перевірки.

Безпосередньо перед початком роботи необхідно перевіряти:

- відповідність напруги і частоти струму електричної мережі до напруги і частоти струму електродвигуна електроінструмента, зазначених в паспортних даних; стан кабеля і штепсельної вилки; цілісність ізоляції;
- надійність закріплення робочого виконувального інструменту (свердел, абразивних кругів, дискових пил, ключів^насадок та ін.).

Під час роботи електроінструментом класу I застосування засобів індивідуального захисту (діелектричних рукавиць, калош, килимів та ін.) обов'язкове, за такими винятками:

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- якщо тільки один електроінструмент одержує живлення від розподільчого трансформатора безпеки;

- якщо електроінструмент одержує живлення від перетворювача частоти з окремим» обмотками;

- якщо електроінструмент одержує живлення через захисно-вимикальний пристрій.

У приміщеннях без підвищеної небезпеки ураження працівників електричним струмом достатньо застосувати діелектричні рукавиці, а в приміщеннях зі струмовідними підлогами - також і діелектричні калоші або килими.

Електроінструментом класів II і III дозволяється працювати без застосування індивідуальних засобів захисту в приміщеннях без підвищеної небезпеки ураження працівників електричним струмом.

Забороняється:

- підключати електроінструмент напругою до 12 В до електричної мережі загального користування через автотрансформатор, резистор або потенціометр, натягати, перекручувати та перегинати кабель, ставити на нього вантаж, а також допускати перетинання кабелю живлення електроінструменту з тросами, кабелями та рукавами газозварки;

- вставляти робочу частину електроінструмента в патрон і виймати її із патрона, а також регулювати інструмент без відключення його від електромережі штепсельною вилкою та повної зугинки обертаючих частин;

- розбирати і ремонтувати інструмент, кабель, штепсельні з'єднання та інші частини самочинно, якщо ці роботи не входять до службових обов'язків;

- вилучати стружку або тирсу під час роботи електроінструмента;

- працювати електроінструментом з приставних драбин обробляти електроінструментом обмерзлі та мокрі деталі;

- торкатися до різального інструменту, що обертається;

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- працювати електроінструментами, які не захищені від дії крапель або бризок і не мають знаків відзнаки (крапля в трикутнику, або дві краплі), в умовах дії крапель і бризок, а також на відкритих майданчиках під час снігопаду, дощу; працювати таким електроінструментом поза приміщеннями дозволяється лише з сухої погоди, а під час снігопаду чи дощу - під навісом на сухій землі або настилі.

- залишати без нагляду електроінструмент; приєднаний до електромережі, а також передавати його особам, що не мають права з ним працювати;

- працювати електроінструментом, у якого закінчився термін періодичної перевірки.

Забороняється працювати інструментом в разі виникнення хоча б однієї із таких несправностей:

- пошкодження штепсельного з'єднання кабелю, або його захисної трубки;

- пошкодження кришки вимикача; ненадійна робота вимикача;

- іскріння щіток в колекторі, зупроводжується вогнем на його поверхні;

- витікання масла з редуктора або вентиляційних каналів;

- поява диму або специфічного запаху, характерного для ізоляції, що горить; поява підвищеного шуму стукоту, вібрації;

- зіпсування або поява тріщин у корпусній деталі, руків'ї, захисному огороженні; пошкодження1 робочої частини інструмента;

- зникнення електричного зв'язку між металевими частинами корпусу та нульовим захисним штирем штепсельної вилки.

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Сигналізатор скритої проводки». Проведено вибір елементної бази на основі сучасних і поширених радіоелементів.

При проектуванні друкованого вузла була використана система автоматичного проектування Altium Designer, за допомогою якої було здійснено встановлення елементів і трасування друкованих провідників на друкованій платі приладу. В результаті отримано двосторонню друковану плату мінімальних розмірів 55×85мм з координатною сіткою 2,5мм. Також отримана плата має мінімальні паразитні зв'язки.

Найкращим методом для виготовлення друкованої плати виявився хкомбінований метод. Елементи розміщені на друкованому вузлі досить компактно. Корпус має такі розміри 105x93x52, що дає змогу легко розмістити його в будь-якому зручному місці.

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

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

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

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сигналізатор скритої проводки [електронний ресурс] – Режим доступу <https://radiolub./page/zhurnal-radio-2005-8> (дата звернення 4.02.2026).
2. Конденсатор ЕСАР [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.radiolibrary./reference/transformers-tn/tn20.html> (дата звернення 1.02.2026).
3. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <https://www.chipdip./product/elc10d101e> www.cityradio.narod. (дата звернення 3.02.2026).
4. Конденсатор NPO [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ippart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal..www.vprl. (дата звернення 1.02.2026).
5. Діод 1N4148 "Diotec" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).
6. Транзистор BC547 "JSCJ" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).
7. Світлодіод типу L-1503GT [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organizacyn-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html> (дата звернення 4.02.2026).
8. Транзистор BF245C "LGE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red> (дата звернення 1.02.2026).
9. Мікросхема CD4049UBE "Texas Instruments" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html (дата звернення 1.02.2026).
10. Резистор 3329H-R11 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809> (дата звернення 1.02.2026).

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ipart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal..www.vprl.. (дата звернення 1.02.2026).

12. Мікросхема L7805ABV "ST Microelectronics" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).

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

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

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

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

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

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

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

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

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

21. Програма для розробки схем “Altium Designer” [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>
22. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання комплексного курсового проекту для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2020
23. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання графічної частини комплексного курсового проекту для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2020
24. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2016
25. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Технологія виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017
26. 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.
27. 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.
28. Денисюк В.О.,Цирульник С.М. Мікропроцесорні системи управління: навч. посіб. Вінн. нац. аграр. ун-т. Вінниця: ТВОРИ, 2021. 204 с.
29. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzgzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ0S4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ.*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRlb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNlWHAzWWxZWl

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

JTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0Z1M3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2024).

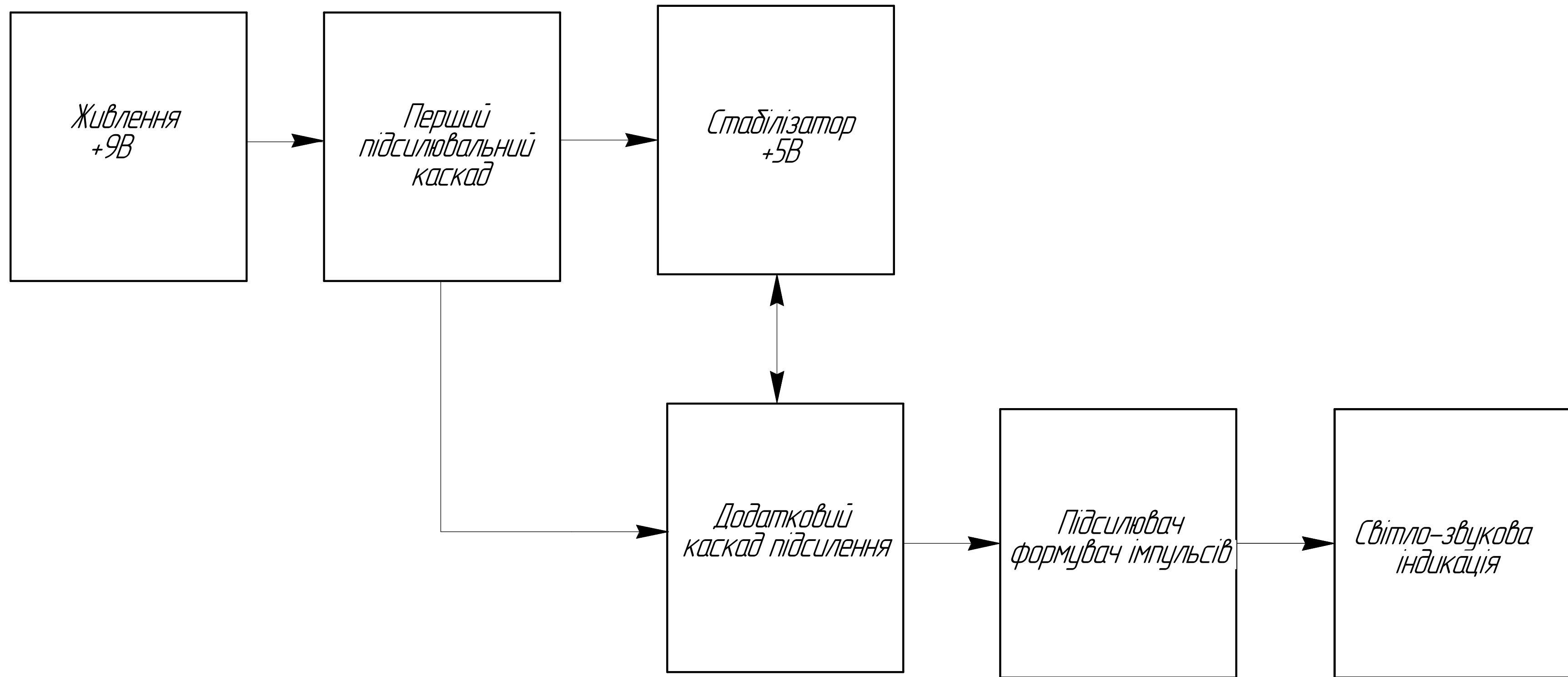
30. Магпо В. І., Рябчий В. Д., Гусєв О. Ю. Вимірювання сигналів у радіотехніці: навч. посіб. Міністерство освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Дніпро: НТУ «ДП», 2018. 191 с.

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

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

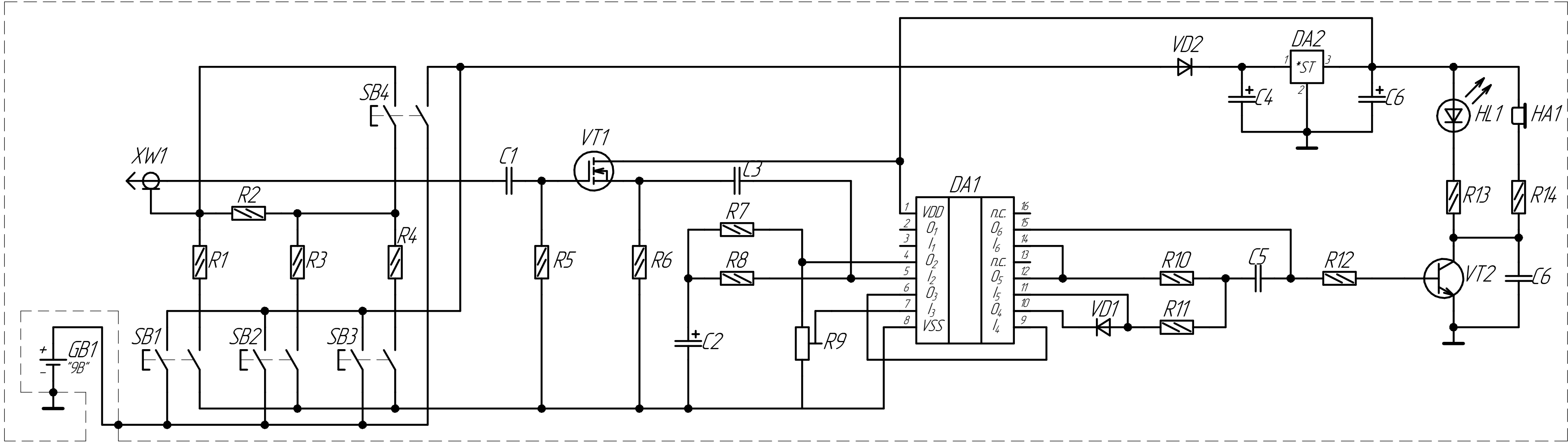
33. Дипломне проектування URL:
<https://eguru1.tk.te.ua/course/view.php?id=390>

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



						26 КР 172.402.008.001.000 Е1					
						Сигналізатор скритої проводки			Літ.	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Електрична структурна схема	-	Н	-	-	-	-
Розроб.		Вітушинський									
Перевір.		Березицький									
Т.контр.											
Рецензент											
Н.контр.		Задорожний				Аркшлв		Аркшлв		1	
Затверд.						ВСП ТФК ТР-402					
						м. Тернопіль					

26 КР 172.402.008.001.000 ЕЗ



					26 КР 172.402.008.001.000 ЕЗ					
					Сигналізатор скритої проводки			Лист	Маса	Масштаб
								Н		
					Схема електрична принципова			Аркциш		Аркцишів 1
								ВСП ТФК ТР-402		
								м. Тернопіль		

Перш. викорис.		Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
			Конденсатори		
		C1	NPO-150 пФ ±5% "Murata"	1	
		C2	ECAP-16 В-1 мкФ ±20% "Jamicon"	1	
		C3	NPO-150 пФ ±5% "Murata"	1	
		C4	ECAP-16 В-47 мкФ ±20% "Jamicon"	1	
		C5	NPO-10 пФ ±5% "Murata"	1	
		C6	ECAP-10 В-10 мкФ ±20% "Jamicon"	1	
			Мікросхеми		
		DA1	CD4049UBE "Texas Instruments"	1	
		DA2	L7805ABV "ST Microelectronics"	1	
		GB1	Крона 6LF22-9В "Duracell"	1	
		HA1	Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron"	1	
		HL1	Світлодіод L-1503GT "Kingbright"	1	
			Резистори		
		R1	MFP-0,125-51 кОм ±10% "Yageo"	1	
		R2	MFP-0,125-6,8 мОм ±10% "Yageo"	1	
		R3	MFP-0,125-5,1 мОм ±10% "Yageo"	1	
		R4	MFP-0,125-15 мОм ±10% "Yageo"	1	
		R5	MFP-0,125-23 мОм ±10% "Yageo"	1	
		R6, R7	MFP-0,125-100 кОм ±10% "Yageo"	2	

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

Арк.	
2	

26 КР 172.402.008.001.001

Таблиця отворів

Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
	0,8	Є	2,0	72	
	1,0	Є	2,2	24	

Перш. викорис.

Додат. №

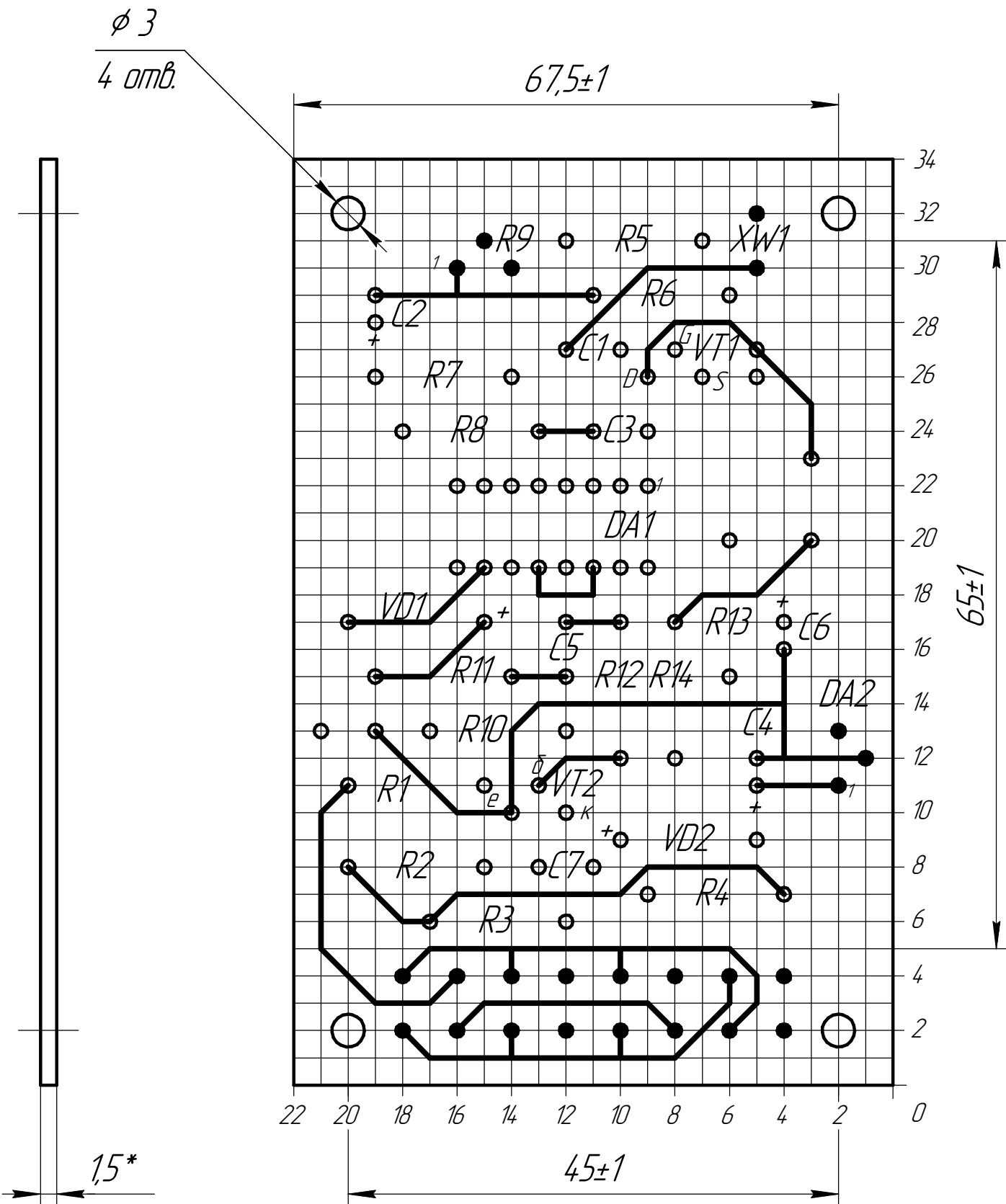
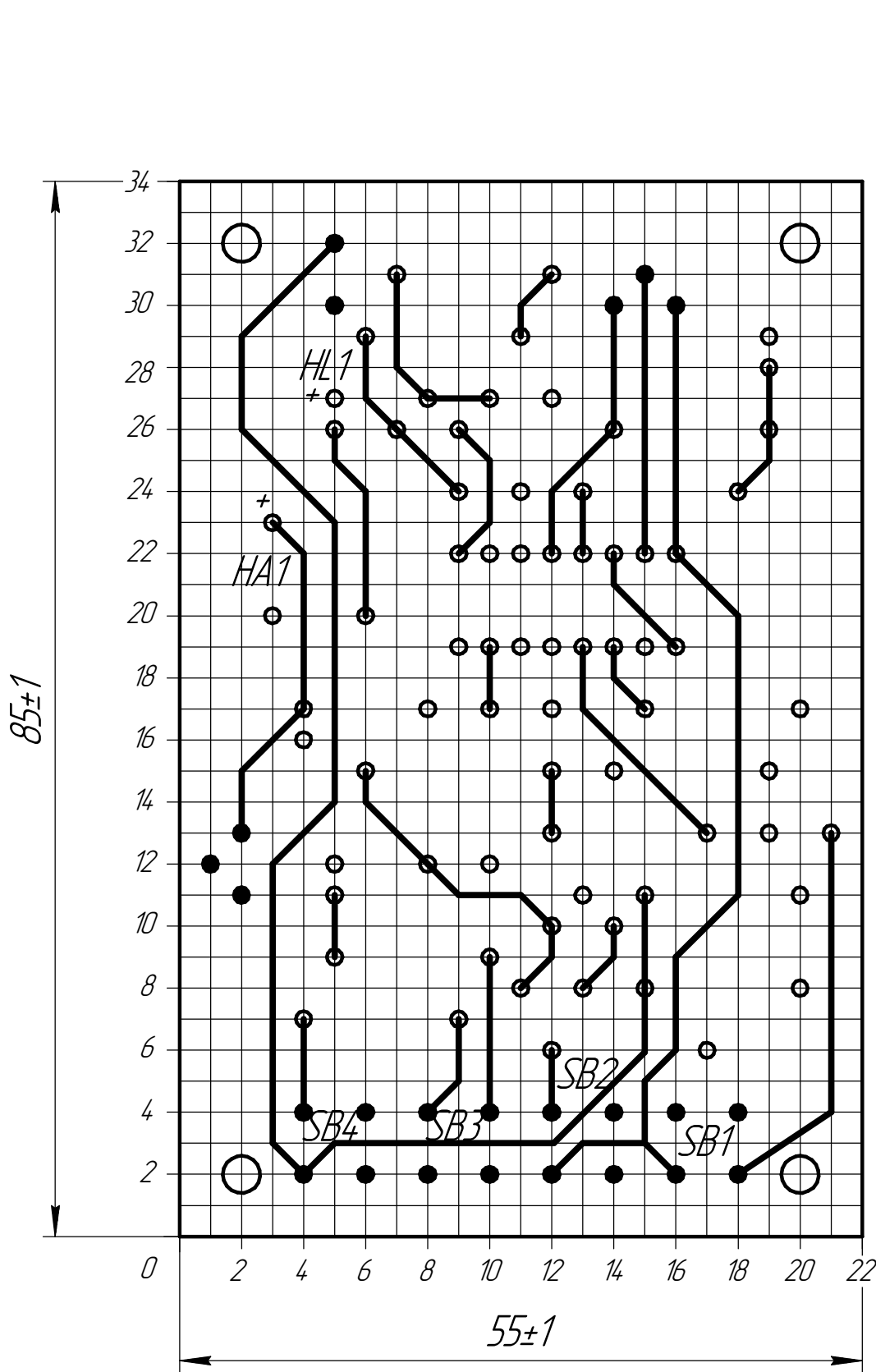
Підпис і дата

Інв. № змін

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № змін



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

26 КР 172.402.008.001.001					
Плата друкована				Лит.	Маса
				н	0,03
СФ2-35-15КП ГОСТ 10316-78				Аркцш	Аркцш 1
Задорожний				ВСП ТФК ТР-402 м. Тернопіль	
Затверд.				Формат А2	

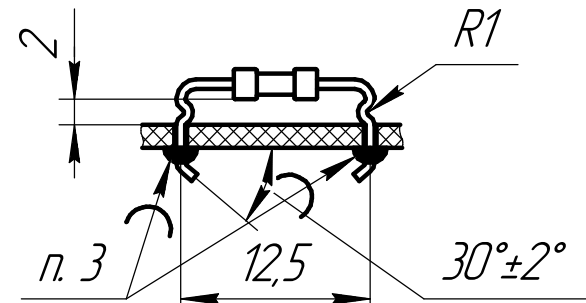
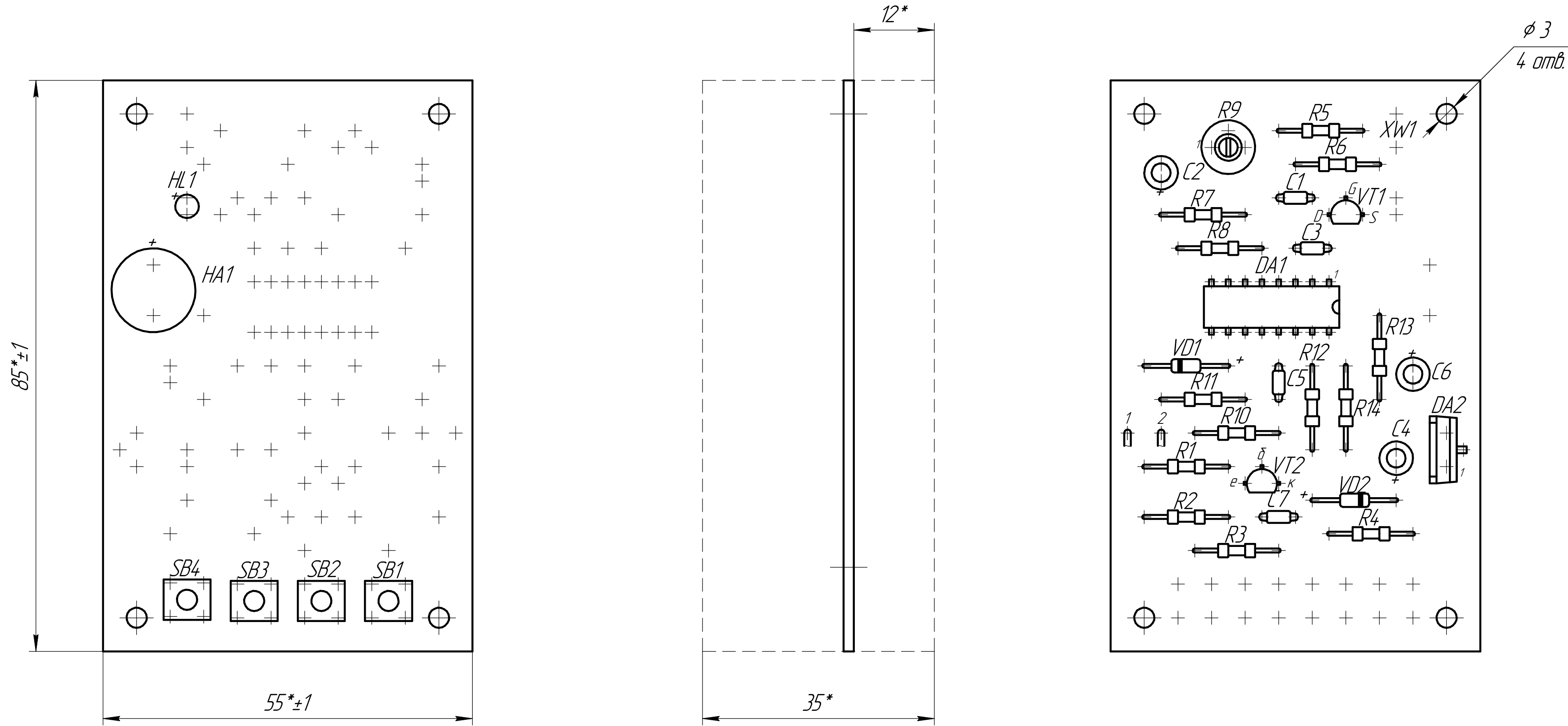


Рис. 1

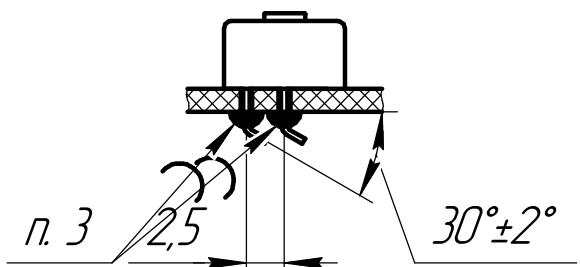


Рис. 2

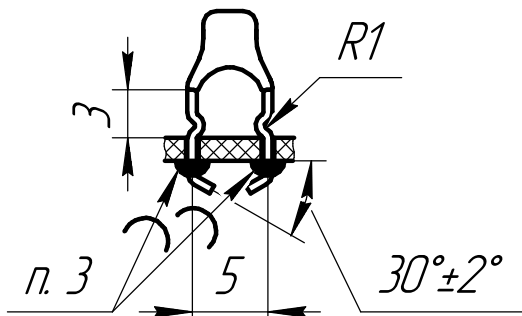


Рис. 3

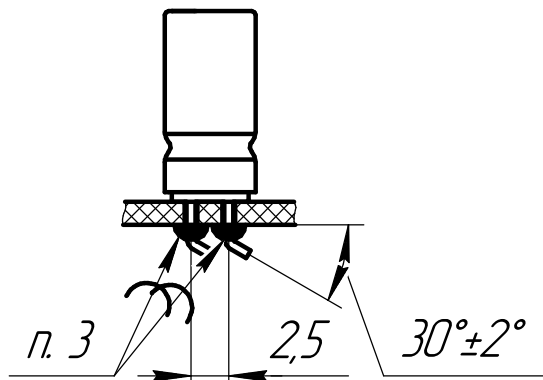


Рис. 4

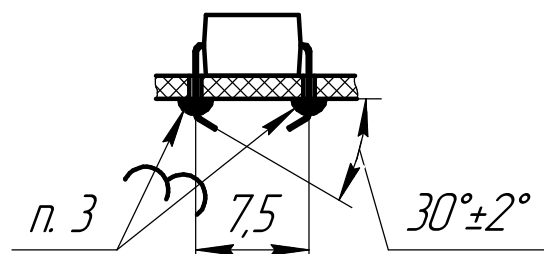


Рис. 5

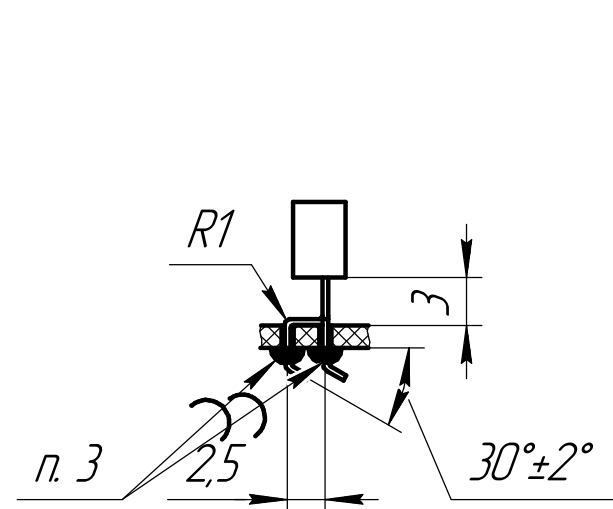


Рис. 6

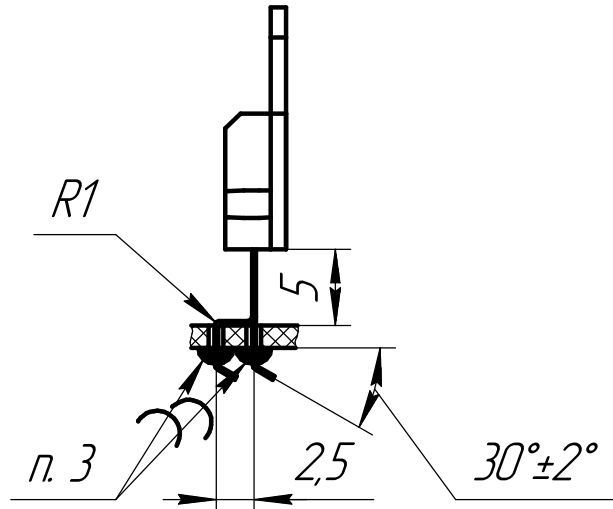


Рис. 7

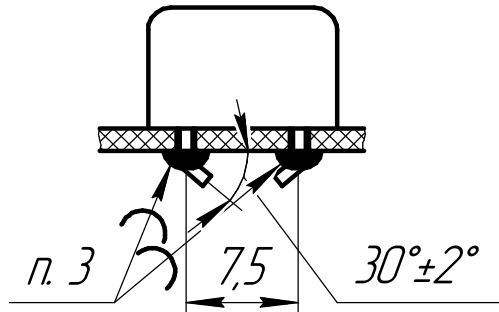


Рис. 8

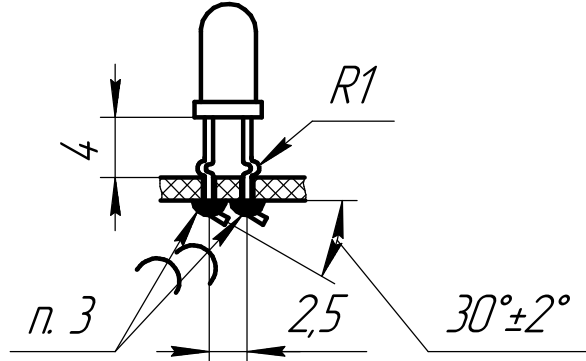


Рис. 9

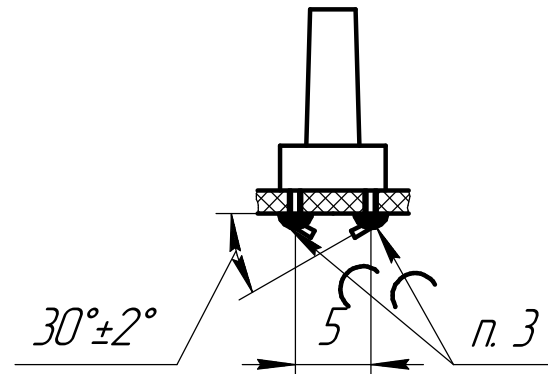


Рис. 10

- *Разміри для довідок.
- Установку і формування елементів провадити з кроком координатної сітки 2,5 мм. Елементи формувати (установка і формування елементів на рисунках показані в масштабі 2:1): R1..R8, R10..R14, VD1..VD2—на рис. 1; C1, R9—на рис. 2; C1, C3, C5—на рис. 3; C2, C4, C6—на рис. 4; DA1—на рис. 5; VT1, VT2—на рис. 6; DA2—на рис. 7; HA1—на рис. 8; HL1—на рис. 9; SB1..SB4—на рис. 9.
- 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 ГОСТ4ГО.070.015.

					26 КР 172.402.008.001.000 СК					
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Вузол друкований		Лист	Маса	Масштаб	
							Н	0,06	2:1	
					Складальне креслення		Аркши		Аркши	1
							ВСП ТФК ТР-402			
							м. Тернопіль			

[illegible]

[illegible]

Дубл																															
Замість																															
Підпис																															
																Аркуш 3															
												26 КР 172.402.008.001.000				26 КР 172.402.008.001.000															
А		Цех		Діл		РМ.		ОПЕР.		Код, назва операції				Позначення документа																	
Б		Код, назва обладнання								СМ		Проф		Р		УТ		КР		КОВД		ОН		ОП		К ШТ		Т ПЗ		Т ШТ	
к-м		Назва деталі, скл одиниці або матеріалу								Позначення. код								СПП		ОВ		ОН		КВ		Н витр					
01				5. Формувати конденсатори поз.5(С2) поз.6(С6) поз.7(С4)				згідно рис.4 згідно карти ескізів по ТТП325234																							
02																															
03																															
04																															
05		402				08 035		40208035 Залуження																				0,04			
06				Тігель РД4.24.231																											
07				Лудити згідно ТТП532685 (74шт)																											
08				Пінцет РТ 235641																											
09				Припой ПОС-61				ГОСТ 21931-76														180		100		0,22					
10				Флюс АГІ-120				ГОСТ 32142-86														120		100		0,37					
11																															
12		402				09 040		40209040 Установка ЕРЕ																				0,013			
13				Установку ЕРЕ проводити по ОСТ 4.010.030-81 з кроком координатної сітки 2,5мм (23шт)																											
14				1. Установити резистори поз.16(R14)поз.17(R13)поз.18(R12)поз.20(R1)поз.21(R6,R7)поз.22(R11)поз.23(R10,R12,R14)поз.24(R16)поз.25(R3)поз.26(R2)																											
15				поз.27(R8)поз.28(R4)поз.29(R5) діод поз.33(VD1,VD2) згідно рис.1 резистор поз.19(R9)згідно рис.2 гідно карти ескізів																											
16				2. Установити мікросхеми поз.9(DA1), згідно рис.5 поз.10(DA2) згідно рис.7 згідно карти ескізів, по ТТП 254681																											
17				3. Установити транзистори поз.35(VT2) поз.36(VT1) згідно рис.6 згідно карти ескізів, по ТТП 254681																											
18				4. Установити конденсатори поз.3(С5) поз.4(С1,С3) згідно рис.3 згідно карти ескізів, по ТТП 254681																											

Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
																Аркуш 4			
												26 КР 172.402.008.001.000				26 КР 172.402.008.001.000			
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		5. Установити конденсатори поз5(С2) поз.6(С6) поз.7(С4) згідно рис.4 згідно карти ескізів по ТТП325234																	
02		Кусачки РТ 145532																	
03		Пінцет РТ 265641																	
04	1	Плата друкована				26 КР 172.402.08.001.001									796	100	100		
05	3	Конденсатори				NPO-10 пФ ±5%				"Murata"						796	100	100	
06	4	Конденсатори				NPO-150 пФ ±5%				"Murata"						796	100	200	
07	5	Конденсатори				ECAP-16 В-1 мкФ ±20%				"Jamicon"						796	100	100	
08	6	Конденсатори				ECAP-10 В-10 мкФ ±20%				"Jamicon"						796	100	100	
09	7	Конденсатори				ECAP-16 В-47 мкФ ±20%				"Jamicon"						796	100	100	
10	9	Мікросхема				CD4049UBE				"Texas Instruments"						796	100	100	
11	10	Мікросхема				L7805ABV				"ST Microelectronics"						796	100	100	
12	16	Резистори				MFP-0,125-1000 Ом ±10%				"Yageo"						796	100	100	
13	17	Резистори				MFP-0,125-4700 Ом ±10%				"Yageo"						796	100	100	
14	18	Резистори				MFP-0,125-18кОм ±10%				"Yageo"						796	100	100	
15	19	Резистори				3329H-1-47 кОм				"Bourns"						796	100	100	
16	20	Резистори				MFP-0,125-51кОм ±10%				"Yageo"						796	100	100	
17	21	Резистори				MFP-0,125-100кОм ±10%				"Yageo"						796	100	200	
18	22	Резистори				MFP-0,125-390кОм ±10%				"Yageo"						796	100	200	

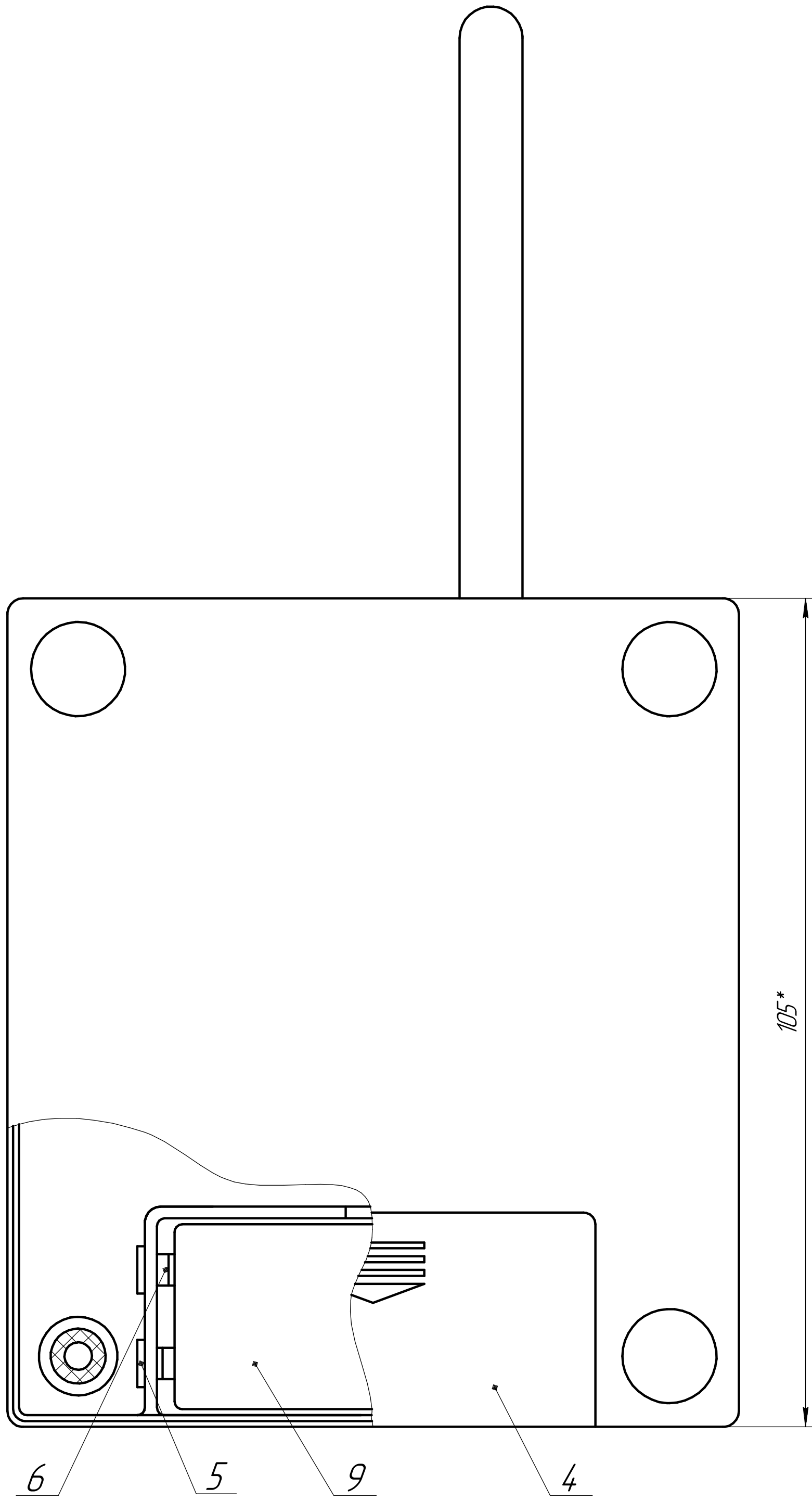
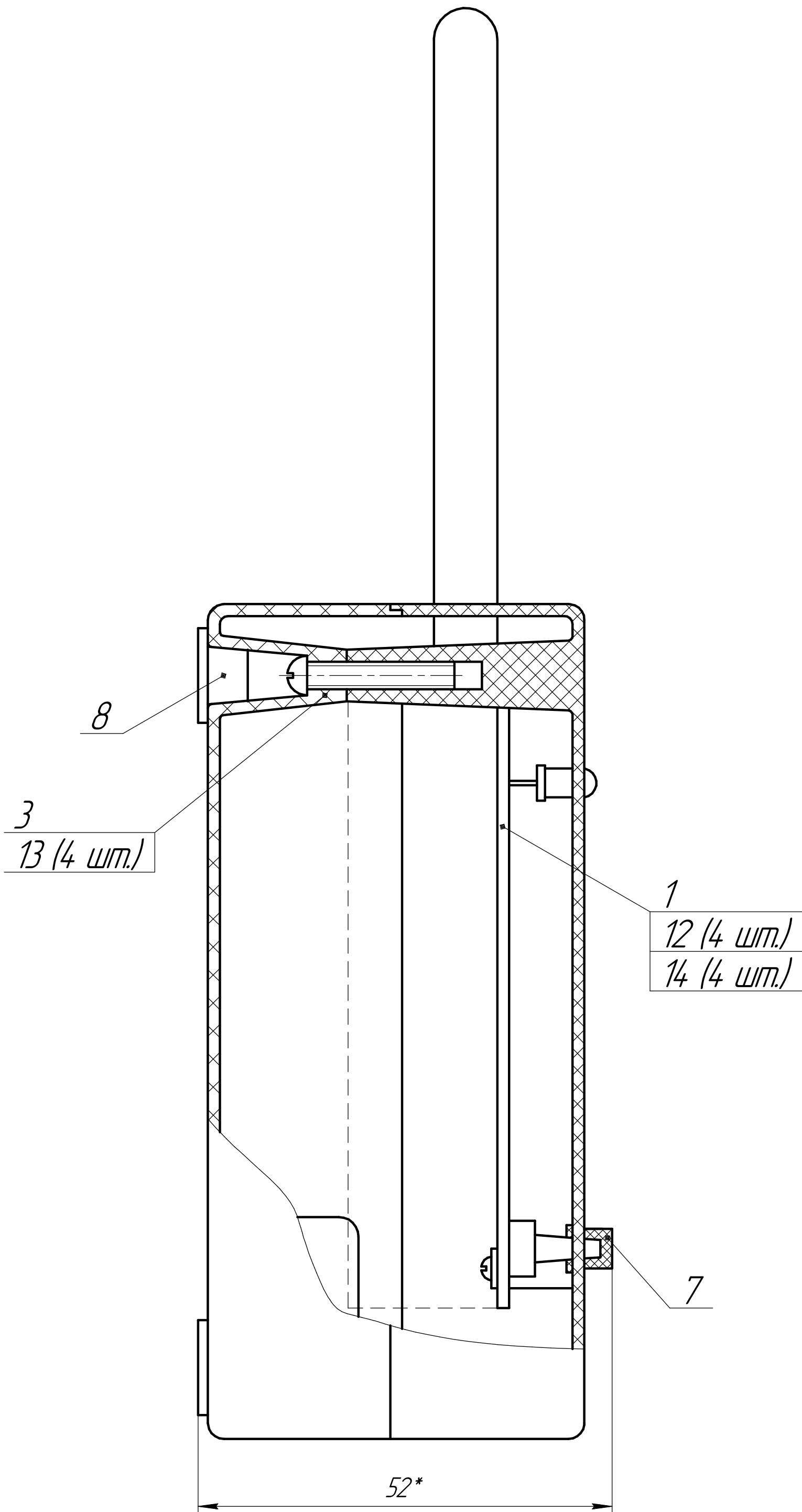
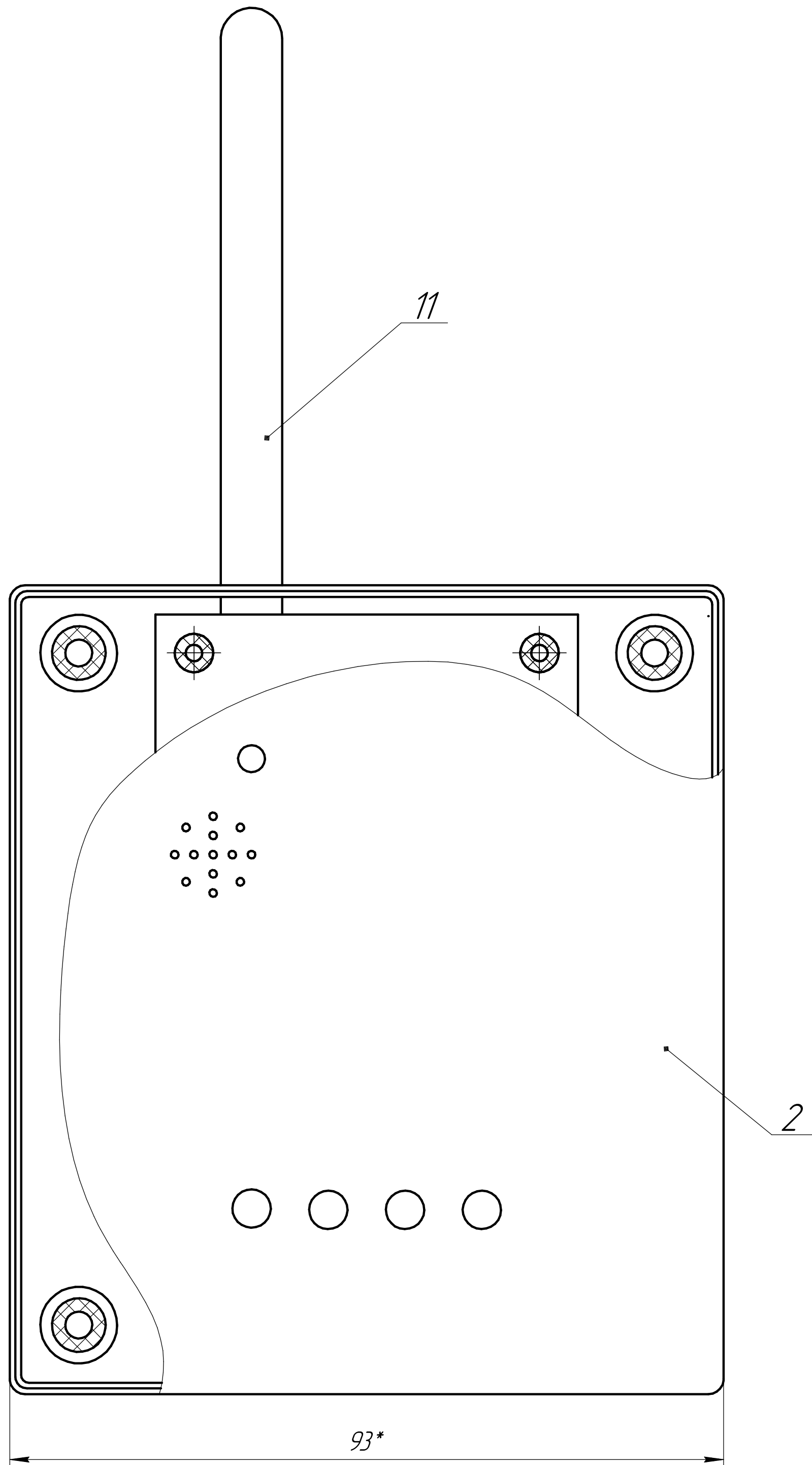
Дубл																	
Замість																	
Підпис																	
															Аркуш 5		
												26 КР 172.402.008.001.000			26 КР 172.402.008.001.000		
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції					Позначення документу							
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ	
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу					Позначення. код					СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр		
01	23	Резистори		MFP-0,125-470кОм ±10%		"Yageo"							796	100	300		
02	24	Резистори		MFP-0,125-510кОм ±10%		"Yageo"							796	100	100		
03	25	Резистори		MFP-0,125-5,1мОм ±10%		"Yageo"							796	100	100		
04	26	Резистори		MFP-0,125-6,8мОм ±10%		"Yageo"							796	100	100		
05	27	Резистори		MFP-0,125-9,1мОм ±10%		"Yageo"							796	100	100		
06	28	Резистори		MFP-0,125-15мОм ±10%		"Yageo"							796	100	100		
07	29	Резистори		MFP-0,125-23мОм ±10%		"Yageo"							796	100	100		
08	33	Діод		1N4148		"Diodec"							796	100	200		
09	35	Транзистори		BC547A		"LGE"							796	100	100		
10	36	Транзистори		BF245C		"LGE"							796	100	100		
11																	
12																	
13																	
14																	
А 15	402		08	045	40208045 Автоматизована пайка											0,04	
Б 16	Установка пайки хвилью АРП М6.890.001																
О 17	Пайку проводити згідно ТТП 316530 (74шт)																
М 18		Припой ПОС-61				ГОСТ 21931-76							180	100	0,22		

Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
																Аркуш 6			
												26 КР 172.402.008.001.000				26 КР 172.402.008.001.000			
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.		Код, назва операції				Позначення документа									
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ			
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу					Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр			
01		Флюс АТІ-120				ГОСТ 32142-82							120	100	0,37				
02		Спиртобензинова суміш					ГОСТ 443-76						120	100	0,37				
03																			
04	402		08	050	40208050 Електромонтаж											0,007			
005		1. Рихтувати елементи згідно ТТП 315826 (22шт)																	
06		2. Установити та запаяти перемички поз.2(2шт) на плату поз.1 згідно карти ескізів по ТТП 254681																	
07		3. Установити та запаяти світлодіод поз.14(НЛ1) на плату поз.1 згідно рис.9 зумер поз.12(НА1)згідно рис.8 згідно карти ескізів по ТТП 254681																	
08		4. Установити та кнопку тактову поз.31(SB1..SB3) на плату поз.1 згідно рис.10 згідно карти ескізів по ТТП 254681																	
09		Паїку проводити згідно ТТП 316530																	
10		Електропаяльник РТ 105278																	
11		Пінцет РТ 235641																	
12	2	Перемичка				26 КР 172.402.09.001.002							796	100	200				
13	12	Зумер		SMA-13LC-P10		"Sonitron"							796	100	100				
14	14	Світлодіод		L-1503GT		"Kingbright"							796	100	100				
15	31	Кнопка тактова		FSM8JH		"TE Connectivity"							796	100	400				
М16		Припой ПОС-61				ГОСТ 2131-76							180	100	0,06				
17		Флюс АТІ-120				ГОСТ 32142-82							120	100	0,1				
18		Спиртобензинова суміш					ГОСТ 443-76						120	100	0,1				

[illegible]

[illegible]

26 КР 172.402.008.004.000 СК



1. * Розміри для довідок.
2. Електромонтаж здійснювати згідно з 26 КР 172.402.008.001.000 ЕЗ припоєм припоєм ПОС-40 ГОСТ 21931-76.
3. Інші технічні вимоги по ОСТ.4.ГО.070.015.

					26 КР 172.402.008.004.000 СК								
Зм. Розроб. Перевір. Т.контр.	Арх.	№ док.м. Вітчишинський Бережницький	Підпис	Дата	Сигналізатор скритої проводки	Лит	Маса	Масштаб					
						Н	0,3	2:1					
						Складальне креслення						Архив 1	
						ВСТ ТФК ТР-402						м. Тернопіль	
						Затверд.						Формат А1	
						Затверд.						Формат А1	

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.					
						Документація							
		A4			26 КР 172.402.008.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів							
		A2			26 КР 172.402.008.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1						
		A1			26 КР 172.402.008.004.000 СК	Складальне креслення	1						
						Складальні одиниці							
Підпис і дата	Інв. № добул.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.402.008.001.000 СК	Вузол друкований	1					
							Деталі						
				БК	2	26 КР 172.402.008.004.001	Верхня кришка	1					
				БК	3	26 КР 172.402.008.004.002	Нижня кришка	1					
				БК	4	26 КР 172.402.008.004.003	Кришка батарейного відсіку	1					
				БК	5	26 КР 172.402.008.004.004	Контакт А	1					
				БК	6	26 КР 172.402.008.004.005	Контакт В	1					
				БК	7	26 КР 172.402.008.004.006	Накладка для кнопки	4					
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № добул.	Підпис і дата	БК	8	26 КР 172.402.008.004.007	Заглушка	4				
								Інші вироби					
						9		Крона 6LF22-9В "Duracell"	1	GB1			
						11		Кабель РК-75-15-311 "Eltros"	1	XW1			
								Стандартні вироби					
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № добул.	Підпис і дата	26 КР 172.402.008.004.000								
					Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
					Розрод.	Вітущинський				Сигналізатор скритої провідки	Літ.	Аркцш	Аркцшів
					Перевір.	Березіцький					Н	1	2
					Н.контр.	Задорожний					ВСП ТФК ТР-402		
Затверд.					м. Тернопіль								

Дубл.																							
Замість																							
Підпис																							
											Аркушів 4		Аркуш 1										
Розробив		Вітушинський				ВСП ТФК ТНТУ		26 КР 172.402.008.001 СК					26 КР 172.402.008.001										
Перевірив		Березіцький																					
Нормував																							
Затвердив																							
Н. контр.		Задорожний																					
А		Цех		Діл		РМ		Опер		Код, назва операції		Позначення документу											
Б										Код, назва обладнання		СМ.	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ	
К-М										Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу		Позначення, код				СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР			
01										Охорона навколишнього середовища, згідно інструкції МВЯ790831													
02																							
03		402				008		005		402.008.01 Комплектування													0,005
04										Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (27шт)													
05																							
06																							
07		402				008		010		402.008.02 Слюсарно-складальна													0,005
08										Пневмоверт РД 532964													
09										Складання проводити по ТТП 231587(14шт)													
10										1. Кріпити друкований вузол поз.1 до верхньої кришки поз. 2 гвинтами поз.12 (4шт) через шайбу поз.14(4шт)згідно карти ескізів по ТТП													
11										2. Кріпити просунути кабель поз.11(XW1) згідно карти ескізів по ТТП 12838374													
12										3. Кріпити контакт А поз.5(4шт) контакт В(1шт) та крону поз.9(GB1) згідно карти ескізів по ТТП 12838374													
13		1								Вузол друкований		26 КР 172.402.008.001.000 СК						796	100	100			
14		2								Кришка верхня		26 КР 172.402.008.004.001						796	100	100			

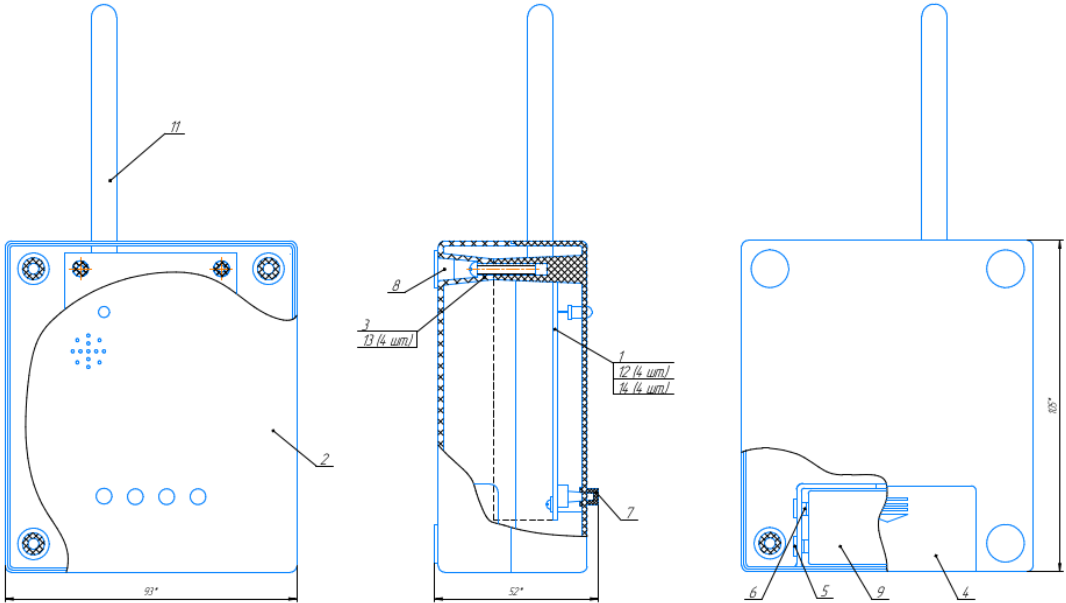
Дубл															
Замість															
Підпис															
															Аркуш 2
											26 КР 172.402.008.001 СК			26 КР 172.402.008.001	
											26 КР 172.402.008.001 СК			26 КР 172.402.008.001	
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документу						
Б	Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
К-М	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу				Позначення. код					СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр	
01	3	Кришка нижня						26 КР	172.402.008.004.002			796	100	100	
02	5	Контакт А						26 КР	172.402.008.004.004			796	100	100	
03	6	Контакт В						26 КР	172.402.008.004.005			796	100	100	
04	7	Накладка під кнопку						26 КР	172.402.008.004.006			796	100	400	
05	9	Крона		6LF22-9B				"Duracell"				796	100	400	
06	10	Кабель		PK-75-15-311				"Eltras"				796	100	400	
07	12	Гвинт		Г2,5-6gx5				ГОСТ	17473-80			796	100	400	
08	14	Шайба		2,5				ГОСТ	10450-78			796	100	400	
09															
10															
11															
A 12	402		008	015	402.008.03 Електромонтаж										
O 13		Електромонтаж здійснювати по ТТП 316530 (2шт)													
T 14		Пінцет РТ 235641													
15		Електропаяльник РТ 105278													
16		1. Паяти перемички до кабелю поз.11(XW1) згідно карти ескізів.													
M17		Припой ПОС-61				ДСТУ 1429.14:2005						180	100	0,06	
18		Флюс ФКСп				ДСТУ 19113						120	100	0,01	

[illegible]

Дубл.								
Замість								
Підпис								

						Аркушів 4	Аркуш 4	
Розробив	Вітушинський			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.402.008.001 СК		26 КР 172.402.008.001	
Перевірів	Березіцький			Сигналізатор скритої проводки			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 дані в мм.
2. Електронні технології: розробка, 2026, №172.402.008.001.000.
3. Інші технічні дані по ДСТУ 4000:2015.

Техніко – економічні показники сигналізатора скритої проводки

	Технічні показники			Економічні показники	
1	Напруга живлення вхідна	+9В	1	Річний обсяг виробництва	1500шт.
2	Струм споживання	0,02А	2	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	229125 грн
3	Габаритні розміри	93*105 *52мм	3	Чистий прибуток	337745,7 грн
4	Маса	0,2кг	4	Повна собівартість на виріб	915,29 грн
5	Час готовності	1...2с	5	Ціна одиниці виробу	1189,88 грн.
6	Відносна вологість	80%	6	Рентабельність виробу	24,6%
7	Діапазон виявлення напруги	~50.....220В	7	Термін окупності	0,74р
8			8	Індекс продуктивності	1,34

ДОДАТКИ

Додаток А Друкована плата

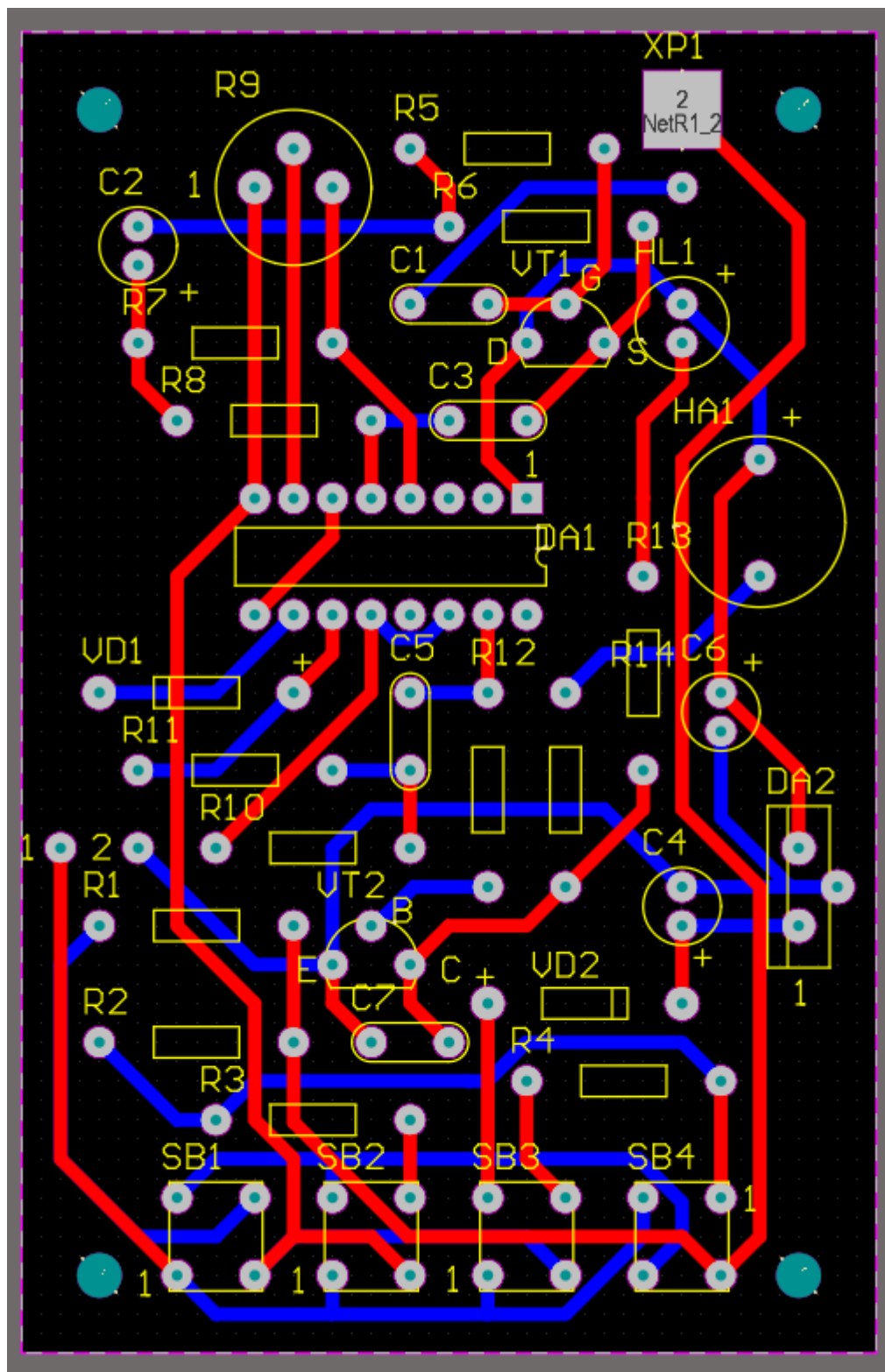


Рисунок А.1 – Друкована плата

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ

Арк.

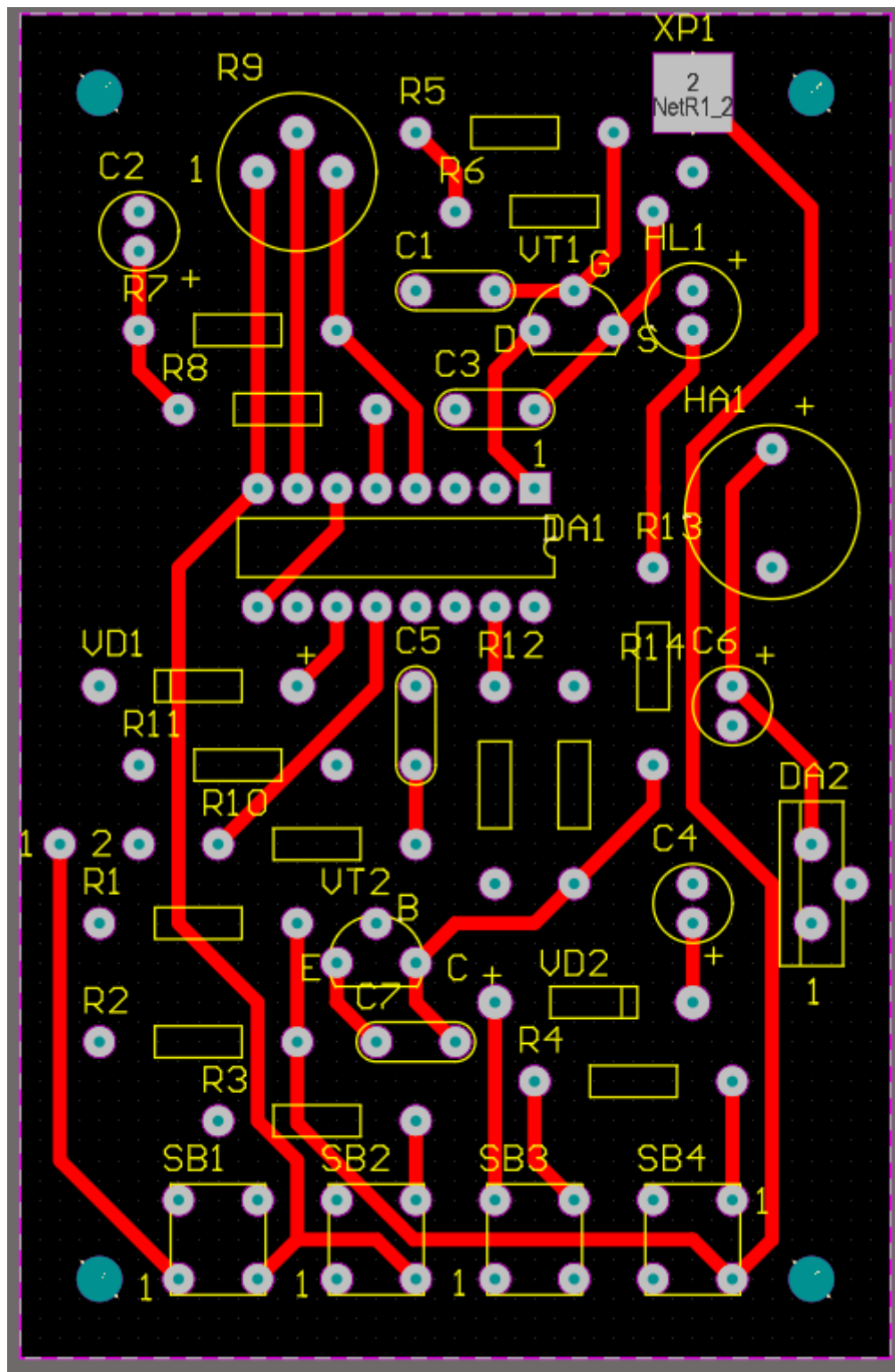


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Top

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ

Арк.

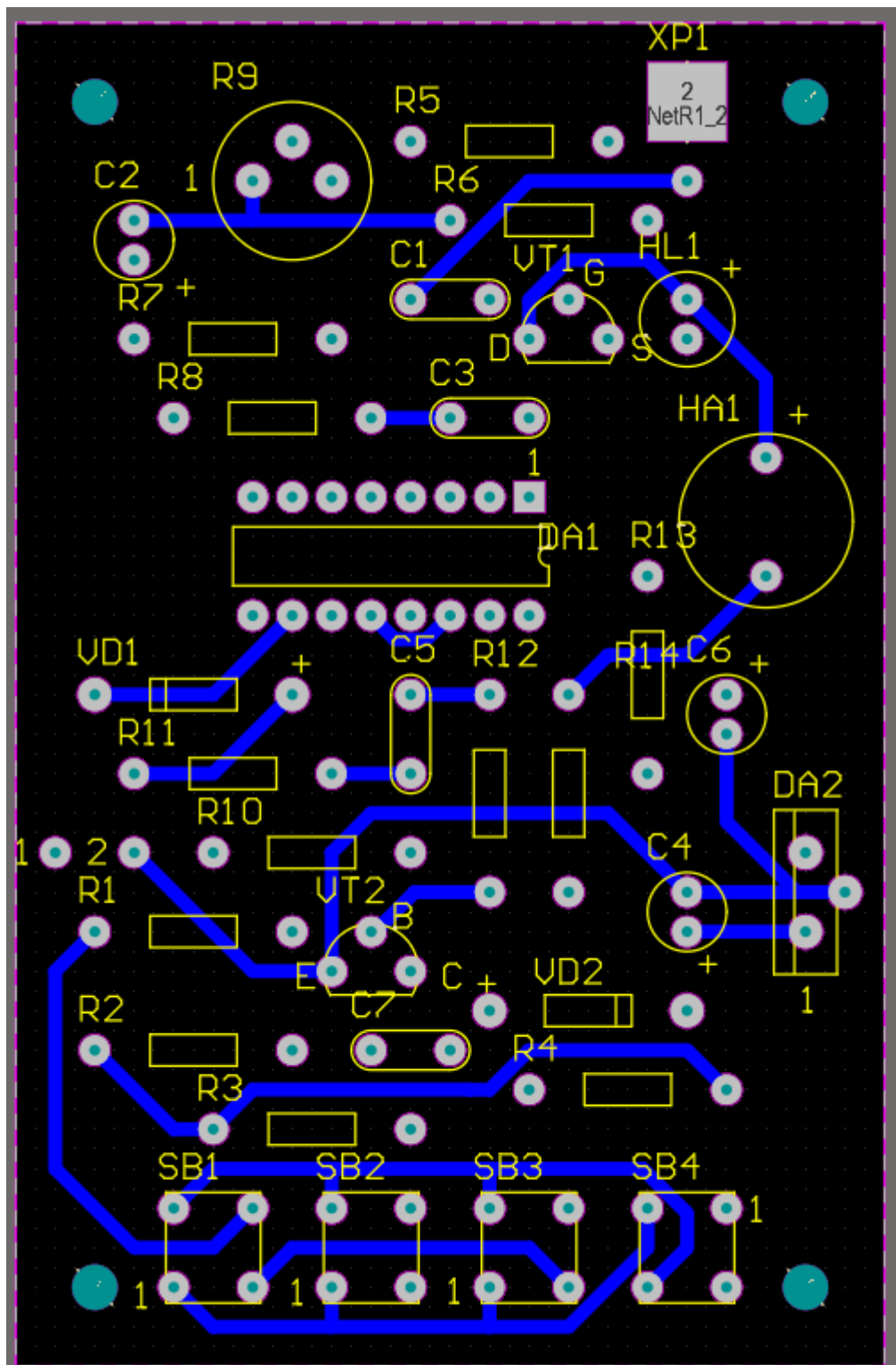


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Bottom

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ

Арк.

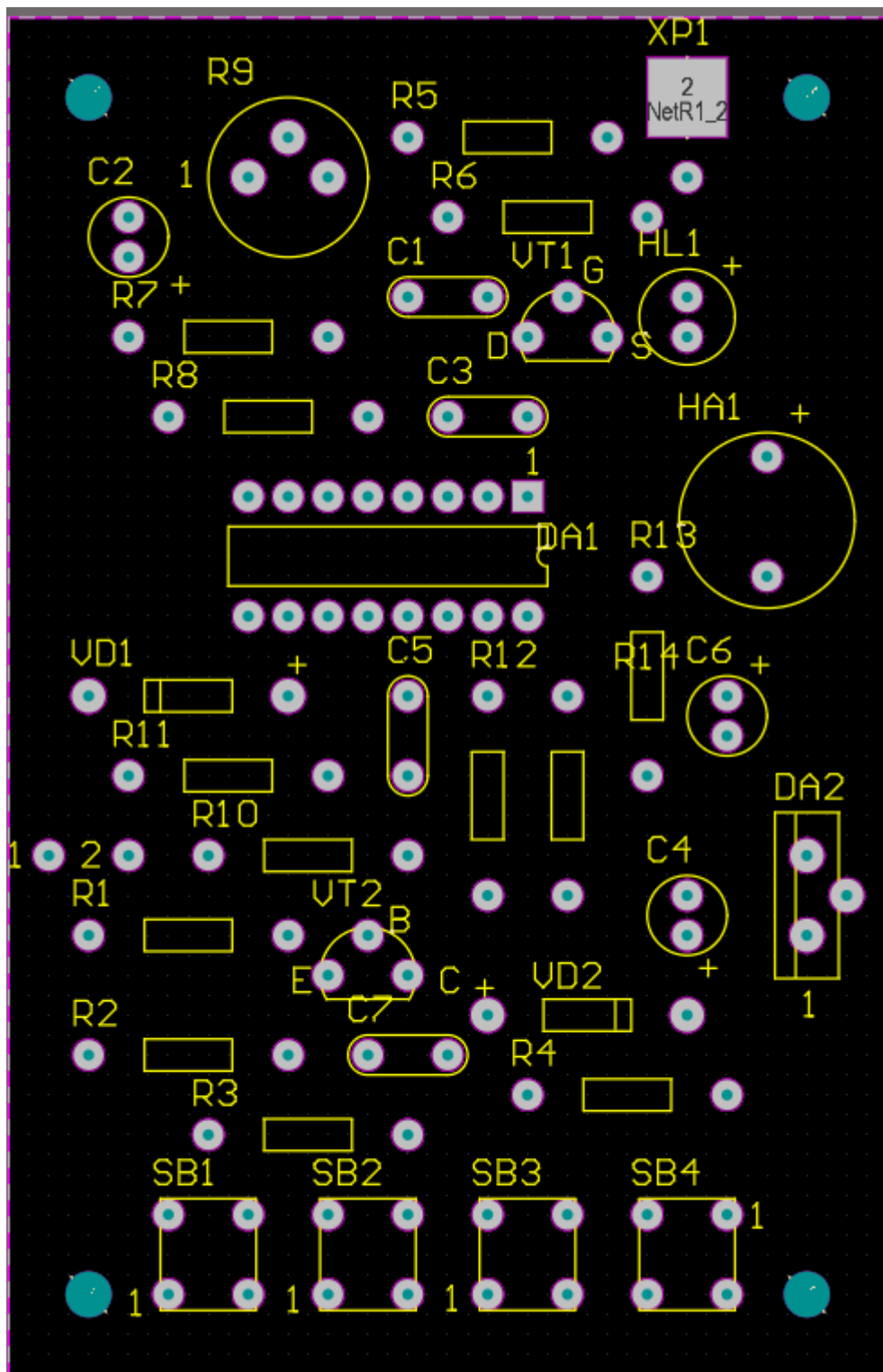


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ

Арк.

Додаток Б 3D модель пристрою

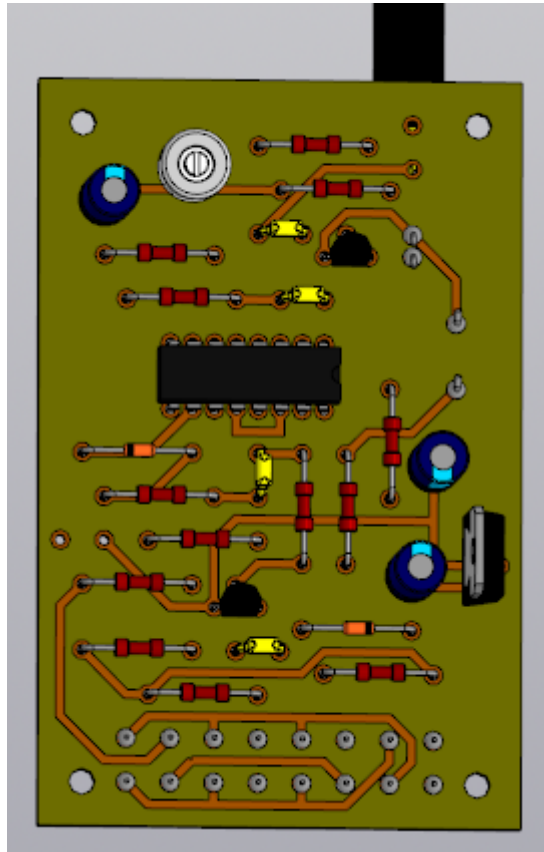


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкований

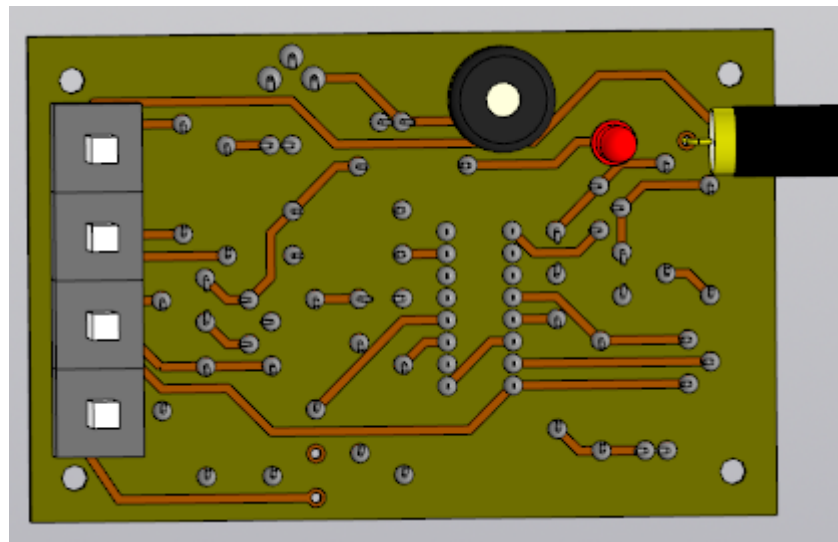


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкований знизу

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

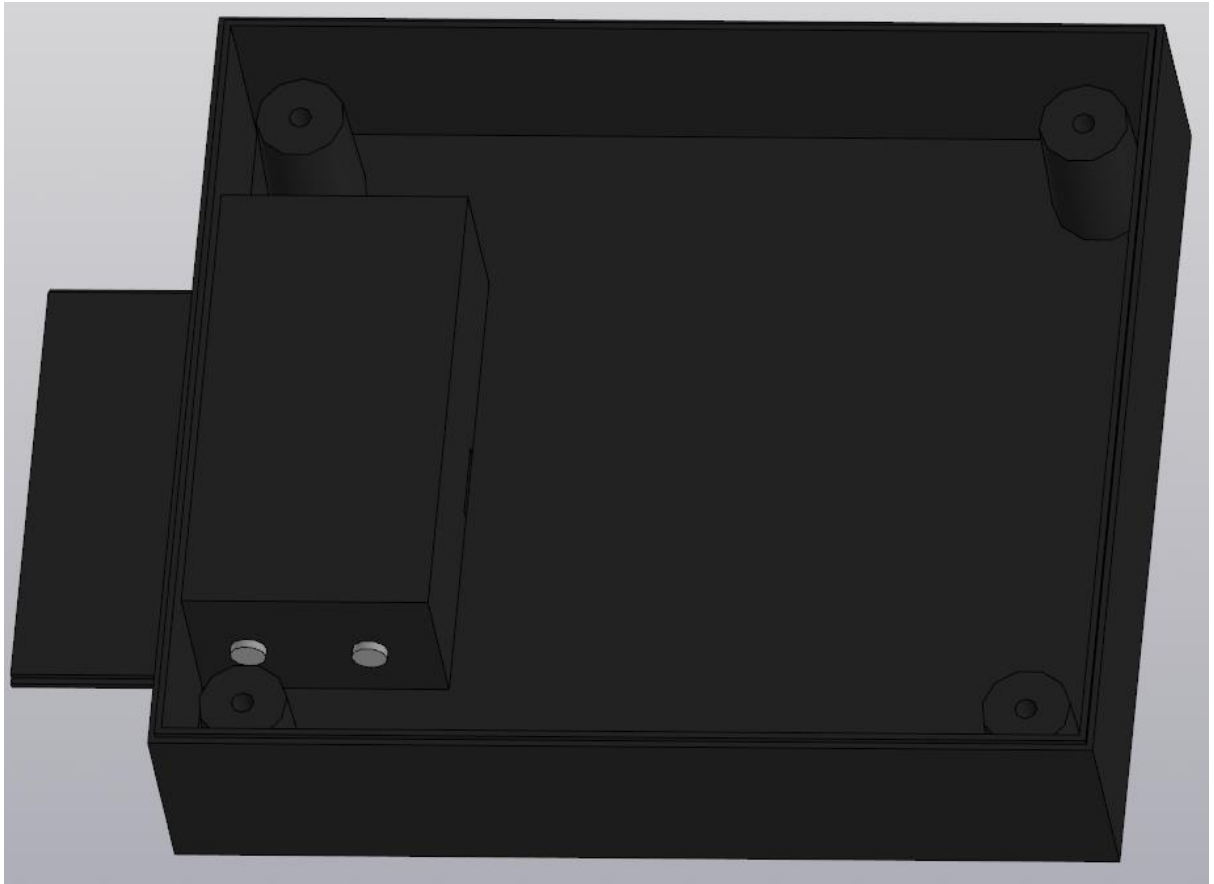


Рисунок Б.3– 3D модель пристрою, нижня кришка

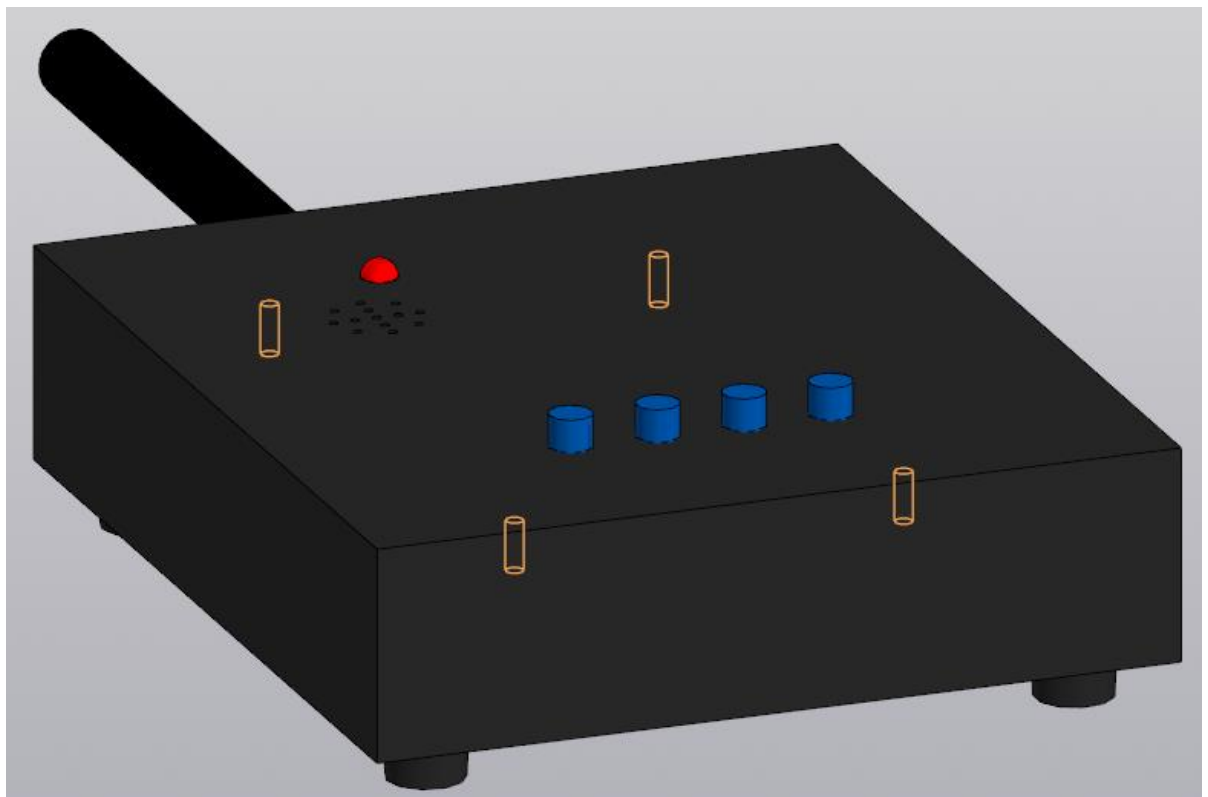


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, верхня кришка

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

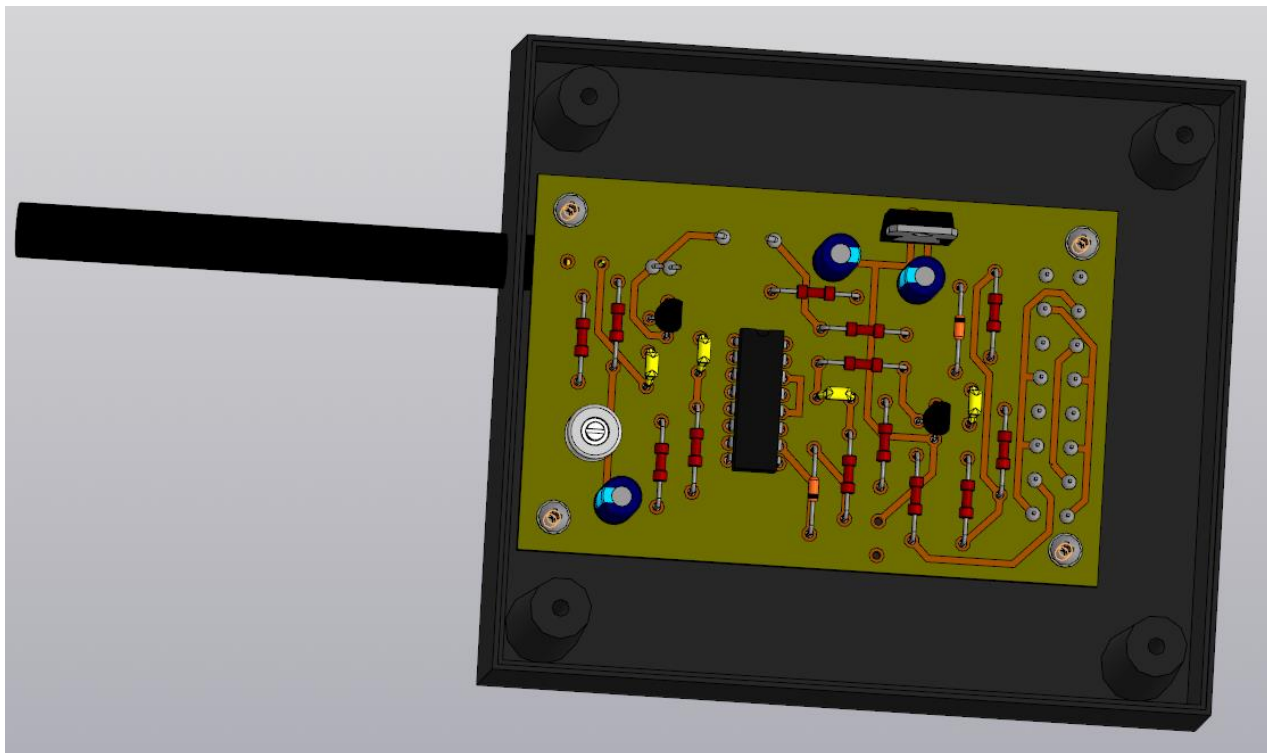


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, верхня кришка знизу

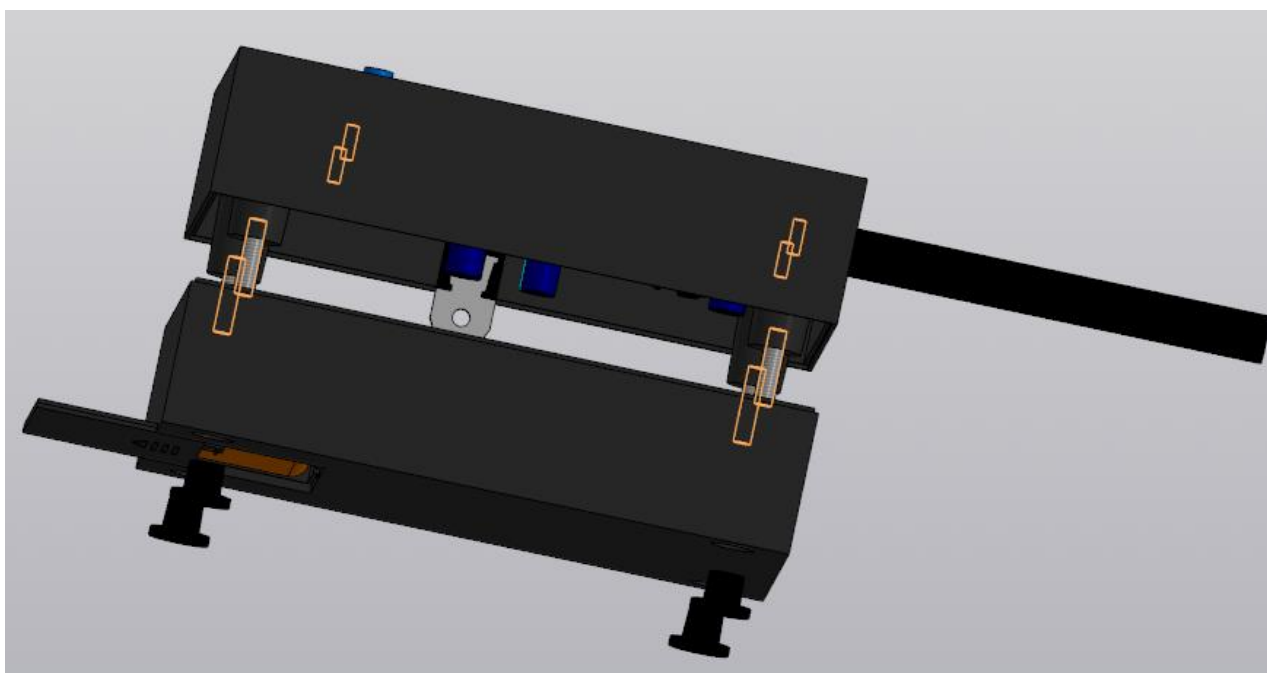


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ

Арк.

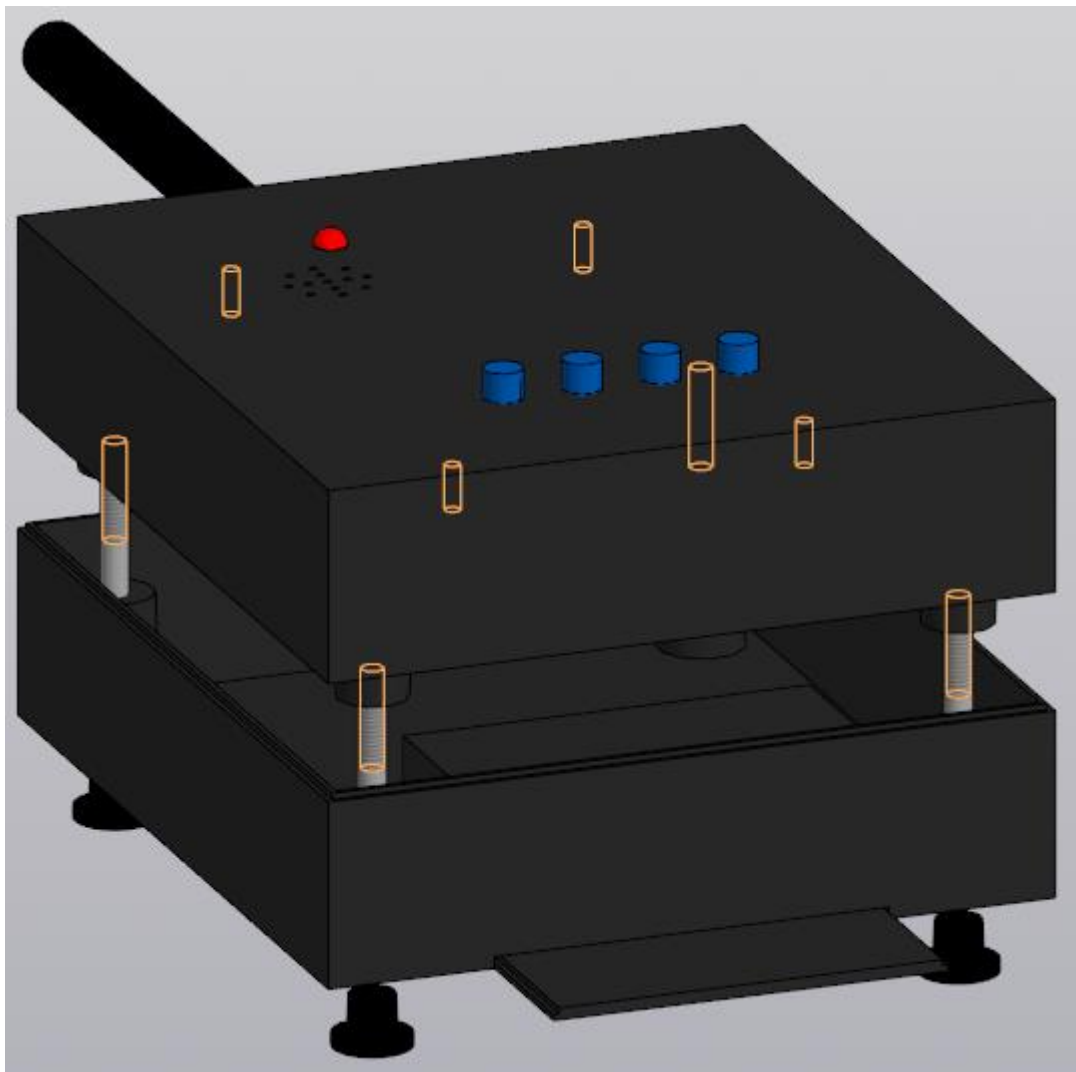


Рисунок Б.7 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

					26 КР 172.402.008.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		