

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: <u>Розробка конструкції сигналізатора витоку газу</u>

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

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

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

Успенський П.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник Василишин О.З.
(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-кваліфікаційний рівень молодший спеціаліст
Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»
Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
Спеціалізація «Конструювання, виробництво та технічне обслуговування
радіотехнічних пристроїв».**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії
телекомунікацій та радіотехніки
_____ Ольга ВАСИЛИШИН
“05” _____ травня 2026 року

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

_____ Успенський Павло Володимирович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Розробка конструкції сигналізатора витоку газу

керівник кваліфікаційної роботи Василишин Ольга Зіновіївна,
(прізвище, ім'я, по батькові)

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

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 16.06.2026 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:

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

Анотація

Вступ. Призначення і область застосування радіопристрою

Розділ 1 Загальна частина

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Розділ 2 Спеціальна частина

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покрить

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

- 2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів
- 2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу
- 2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності)
- 2.1.7 Розрахунок надійності проектного виробу
- 2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.
- 2.2 Технологічна частина
 - 2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології
 - 2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки
 - 2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів
 - 2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла
 - 2.2.5 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу
- Розділ 3 Економічна частина
 - 3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень.
 - 3.2 Визначення собівартості спроектованого виробу.
 - 3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.
- Розділ 4 Охорона праці
 - 4.1 Категорії поділу фізичної роботи за величиною загальних енергозатрат.
 - 4.2 Робоча загальнообмінна штучна вентиляція.
- Висновки
- Перелік посилань
- Додатки

Додаткові вказівки:

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

без виготовлення макета

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

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Отримання і аналіз технічного завдання	05.05	
2	Збір і узагальнення інформації по проекту	13.05	
3	Написання першого розділу	25.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту	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	19.05	
9	Оформлення проекту	08.06	
10	Погодження нормоконтролю	12.06	
11	Попередній захист проекту	16.06	
12	Захист проекту		

7. Дата видачі завдання 05 травня 2026р.

Студент

(підпис)

Успенський П.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Василишин О.З.

АНОТАЦІЯ

Успенський П.В. Розробка конструкції сигналізатора витоку газу.: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційний рівень молодший спеціаліст, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026.

Елементи на платі розташовані дуже компактно, і тому розміри плати мінімальні 80*80 мм. Всі основні елементи розміщені на одній стороні плати, на іншій стороні плати індикатор HG1 та кнопки SB1-SB3, а також сигналізатор газу A1.

Корпус даного пристрою виготовлений із пластмаси. Верхня та нижня кришки мають форму типу “корито”. До верхньої кришки кріпляться перемикач, також до верхньої кришки кріпиться друкована плата на котрій розміщенні основні елементи схеми, за допомогою чотирьох гвинтів та шайб. У місці з’єднань двох кришок кріпиться гніздо живлення приладу. Верхня кришка має отвори під датчик газу та накладки під кнопки, а також місце для скла під індикатор. Розміри корпусу 113мм*88мм*40мм.

Корпус виготовлений з пластмаси чорного кольору методом лиття. Цей метод все частіше застосовується для виготовлення корпусів сучасних конструкцій.

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

Ключові слова: таймер, цифровий пристрій, автоматичний, сигналізатор, витік газу .

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Uspenskii P.V. Development of a gas leak detector design.: qualification work for obtaining the educational and qualification level of a junior specialist, specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026.

The elements on the board are located very compactly, and therefore the board dimensions are minimal 80*80 mm. All the main elements are located on one side of the board, on the other side of the board the HG1 indicator and SB1-SB3 buttons, as well as the A1 gas detector.

The case of this device is made of plastic. The upper and lower covers have a “trough” shape. A switch is attached to the upper cover, and a printed circuit board on which the main circuit elements are located is also attached to the upper cover with the help of four screws and washers. The power socket of the device is attached at the junction of the two covers. The top cover has holes for the gas sensor and button pads, as well as a place for a glass for the indicator. The dimensions of the case are 113mm*88mm*40mm.

The case is made of black plastic by the molding method. This method is increasingly used for the manufacture of cases of modern designs.

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

Keywords: timer, digital device, automatic, alarm, gas leak.

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Проектований виріб — сигналізатор витоку газу — призначений для виявлення підвищеної концентрації горючих газів у повітрі та своєчасного оповіщення користувача про небезпечну ситуацію.

Основним призначенням пристрою є:

- безперервний контроль концентрації метану та інших горючих газів у приміщенні;
- формування звукового та візуального сигналу тривоги при перевищенні встановленого порогу;
- відображення поточного рівня концентрації газу або відповідної напруги датчика;
- запобігання аварійним ситуаціям, пов'язаним із витоком газу.

Сигналізатор забезпечує автоматичний моніторинг повітряного середовища в режимі реального часу. У разі досягнення небезпечного рівня концентрації газу пристрій активує звукове оповіщення та індикацію, що дозволяє своєчасно вжити заходів безпеки (провітрювання приміщення, перекриття подачі газу тощо).

Областю застосування виробу є:

- житлові будинки та квартири з газовим обладнанням (котли, плити, колонки);
- приватні будинки та дачні споруди;
- гаражі, майстерні, підсобні приміщення;
- невеликі виробничі та складські об'єкти;
- системи «розумного будинку» як складова частина комплексу безпеки.

Пристрій може використовуватися як автономний сигналізатор або як елемент інтегрованої системи охоронної чи протипожежної автоматики.

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Застосування розробленого сигналізатора підвищує рівень пожежної та вибухової безпеки об'єкта, зменшує ризик виникнення надзвичайних ситуацій та сприяє захисту життя і майна користувачів [1].

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

1. Напруга живлення+5В;
2. Споживаний струм у черговому режимі становить..... 180 мА;
3. Відображення напруги з датчика в межах0,0–5,0 В;
3. Температура нормальної роботи.....+5.....+35°C;
4. Відносна вологість89%;
5. Індикація.....семисигментний індикатор;
6. Тип звукового сигналу автоматично змінюється кожні 10 секунд.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

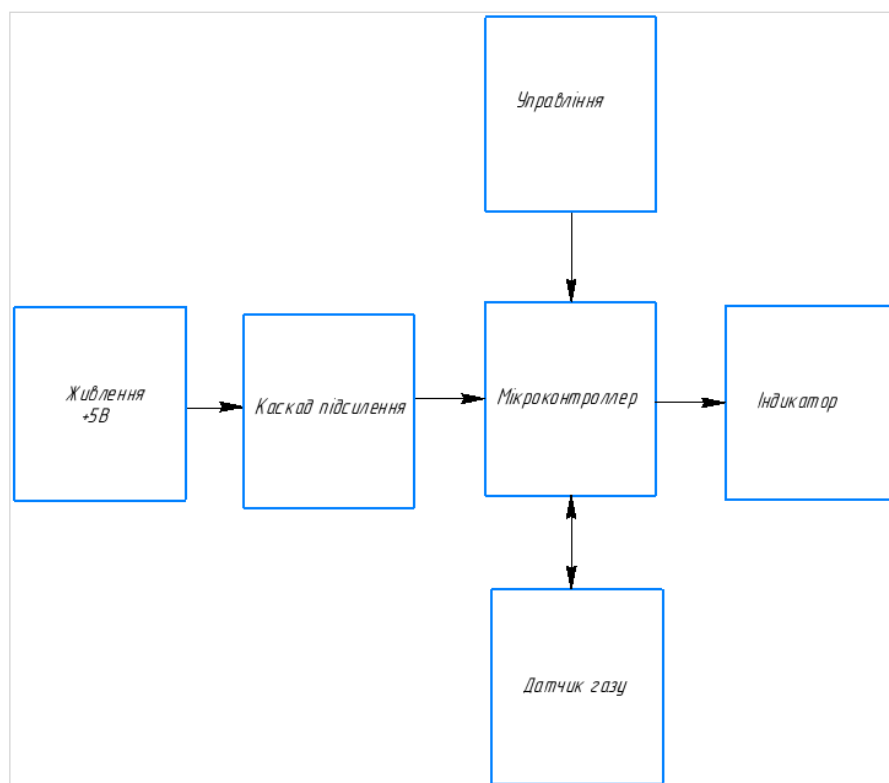


Рисунок 1.1-Схема електрична структурна

Структурна схема сигналізатора витоку газу складається з функціональних блоків, які взаємодіють між собою для виявлення небезпечної концентрації газу та подальшого інформування користувача.

Основні блоки системи:

Живлення +5В – забезпечує стабільну напругу для роботи всіх вузлів пристрою.

Каскад підсилення – виконує попереднє підсилення сигналу від датчика, щоб мікроконтролер міг його коректно обробити.

Мікроконтролер – центральний блок, що аналізує дані з датчика, приймає рішення та керує індикатором і системою управління.

Датчик газу – чутливий елемент, який перетворює концентрацію газу у електричний сигнал.

Індикатор – візуально повідомляє користувача про небезпечний рівень газу.

Управління – кнопки управління приладу.

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

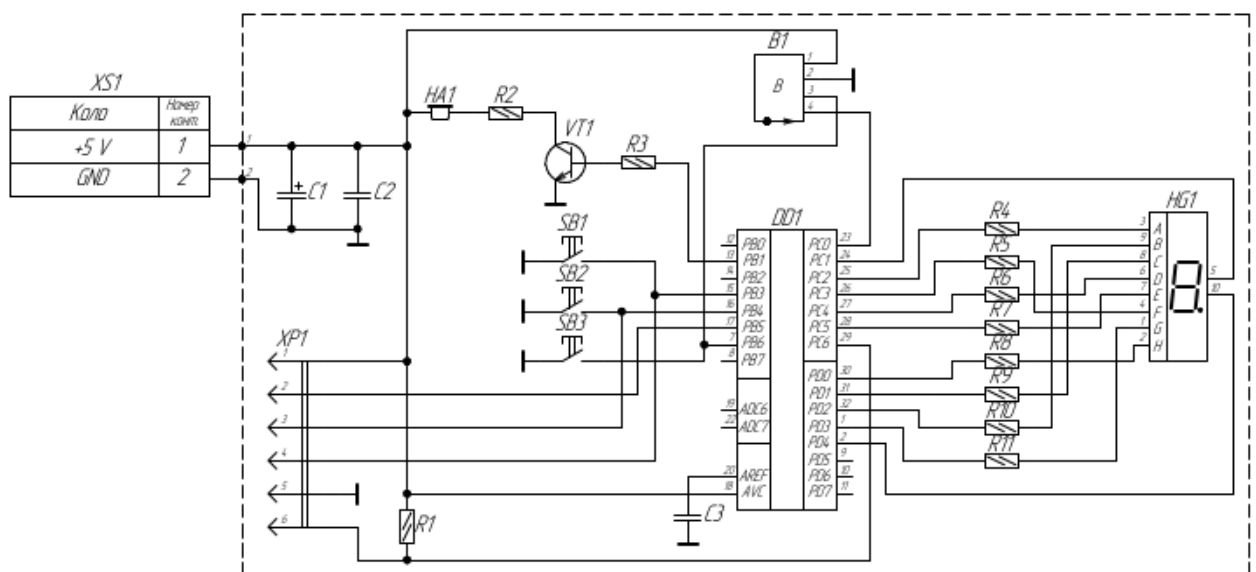


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

Схема пристрою реалізована на мікроконтролері ATmega16U. Для відображення інформації використовується двозначний семисегментний індикатор із загальним катодом. Звукове оповіщення здійснюється за допомогою п'єзовипромінювача без вбудованого генератора. Для зміни параметрів передбачено дві кнопки керування.

Живлення модуля та всього сигналізатора здійснюється від стабілізованого джерела +5 В. Споживаний струм у черговому режимі становить приблизно 180 мА, під час спрацювання тривоги додатково споживається струм п'єзовипромінювача. Як джерело живлення використовувався стандартний зарядний пристрій для мобільного телефону. Звуковий елемент демонтовано зі старого мобільного телефону.

Принцип роботи. У штатному режимі індикатор відображає:

- напругу з датчика в межах 0,0–5,0 В (режим CU);
- або перераховану концентрацію газу в тисячах ppm у межах 0,0–9,9 (режим CP).
- Наприклад, 2300 ppm відображається як 2,3.
- Режим індикації обирається в налаштуваннях (п. 2.1).

Якщо значення напруги (режим CU) або концентрації (режим CP) перевищує встановлений поріг (параметр AL), покази на дисплеї починають блимати та вмикається звуковий сигнал. Характеристики сигналу задаються користувачем.

У разі спрацювання цифрового виходу модуля MQ-4 тривога активується аналогічно. Додатково в молодшому розряді індикатора засвічується десяткова крапка.

Тип звукового сигналу автоматично змінюється кожні 10 секунд. Реалізовано почергове відтворення: безперервної сирени, подвійних коротких сигналів частоти F1 та подвійних коротких сигналів частоти F2. Частоти F1 і F2, тривалість звучання (t) та пауза між сигналами (P) задаються в меню налаштувань.

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Програмне забезпечення зберігає максимальні значення напруги та концентрації. Для перегляду потрібно утримувати будь-яку кнопку понад 1,5 с:

- у режимі CU відображається максимальна напруга;
- у режимі CP — максимальна концентрація.

Обнулення пам'яті здійснюється одночасним натисканням двох кнопок із утриманням понад 1,5 с у штатному режимі. Якщо спрацював дискретний сигнал, у пам'ять записується значення на момент спрацювання.

Передбачене регулювання яскравості індикатора. Якщо встановлено режим OF, у штатному режимі дисплей вимкнений, а кожні 5 секунд коротко засвічується точка старшого розряду. Під час тривоги або натискання будь-якої кнопки індикатор переходить у режим максимальної яскравості.

Після подачі живлення протягом 30 секунд пристрій не реагує на сигнали датчика (час стабілізації сенсора). У цей період максимальні значення не зберігаються, а індикатор працює з максимальною яскравістю.

Налаштування.

Для входу в режим налаштувань необхідно утримувати будь-яку кнопку понад 1,5 с.

Коротке натискання — зміна значення параметра.

Тривале натискання — перехід до наступного пункту.

Активний параметр блимає з частотою 1 Гц.

Доступні параметри:

- Un — вибір режиму відображення:
- CU — показ напруги (В);
- CP — відображення концентрації (ppm).
- AL — поріг спрацювання сигналізації:
 - у режимі CU: 0,0–5,0 В (типово 1,0 В);
 - у режимі CP: 0,0–9,9 (типово 0,5).

F1 — частота першого тону (0,2–5,0 кГц; стандартно 1,0 кГц).

F2 — частота другого тону (0,2–5,0 кГц; стандартно 3,0 кГц).

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час налаштування відповідний тон відтворюється.

t — тривалість сигналу (0–99 хв; за замовчуванням 1 хв).

P — пауза між сигналами (0–99 хв; стандартно 3 хв).

b — рівень яскравості індикатора (1–10 або OF — вимкнено).

Вихід із режиму налаштувань відбувається автоматично через 5 секунд після останнього натискання кнопки. Усі параметри зберігаються в енергонезалежній пам'яті мікроконтролера.

Залежність між напругою датчика та концентрацією газу є орієнтовною. Точність вимірювання залежить від температури, вологості, складу повітря та наявності сторонніх газів [1].

					26 КР 172.402.028.000.000 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 виконане з урахуванням вимог компактності, технологічності, надійності та зручності експлуатації. Усі функціональні вузли та елементи конструкції розміщені таким чином, щоб забезпечити мінімальні габаритні розміри пристрою, простоту складання та ефективне обслуговування під час експлуатації.

Основним конструктивним елементом виробу є друкована плата розміром 80×80 мм, на якій розташовані всі електронні компоненти схеми. Компонування елементів виконано компактно, що дозволило зменшити загальні розміри приладу та забезпечити раціональне використання площі плати. Основна частина радіоелементів змонтована на одній стороні плати, що значно спрощує процес монтажу, контролю та ремонту виробу.

На іншій стороні друкованої плати розташовані елементи індикації та керування: індикатор HG1, кнопки SB1–SB3 та газовий сигналізатор A1. Таке розміщення забезпечує зручність користування пристроєм та дозволяє вивести органи керування на передню панель корпусу. Індикатор встановлений таким чином, щоб забезпечити хорошу видимість показників під час роботи приладу.

Для забезпечення механічної міцності та надійності конструкції друкована плата закріплюється у корпусі за допомогою чотирьох гвинтів і шайб. Таке кріплення запобігає вібраціям та механічним пошкодженням під час експлуатації. Розташування гнізда живлення у місці з'єднання верхньої та нижньої кришок корпусу дозволяє забезпечити зручне підключення пристрою до джерела живлення.

Корпус виробу складається з двох пластмасових кришок коритоподібної форми — верхньої та нижньої. Верхня кришка містить отвори для кнопок

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

керування, датчика газу, індикатора та інших елементів, які взаємодіють із користувачем. Конструкція корпусу забезпечує захист внутрішніх елементів від механічних впливів, пилу та випадкових пошкоджень.

Для виготовлення корпусу вибрано пластмасу чорного кольору, яка має хороші електроізоляційні властивості, невелику масу, достатню механічну міцність та стійкість до впливу навколишнього середовища. Пластмаса є технологічним матеріалом, який легко піддається обробці та дозволяє виготовляти корпуси складної форми методом лиття. Крім того, використання пластмаси знижує собівартість виробу та покращує його зовнішній вигляд.

Виготовлення корпусу методом лиття під тиском є доцільним для серійного виробництва, оскільки цей метод забезпечує високу точність геометричних розмірів, якісну поверхню та повторюваність конструкції. Литі пластмасові корпуси широко застосовуються у сучасній електронній апаратурі завдяки їхній надійності та технологічності.

Для друкованої плати використовується фольгований склотекстоліт, який характеризується високою механічною міцністю, теплостійкістю та хорошими електроізоляційними властивостями. Цей матеріал забезпечує надійну роботу електронних компонентів і стійкість плати до температурних навантажень під час пайки.

Провідникові доріжки друкованої плати виготовляються з мідної фольги, яка має низький електричний опір та добру паяльну здатність. Для захисту провідників від окиснення та підвищення надійності електричних з'єднань застосовується захисне покриття у вигляді шару припою або лаку. Це покриття запобігає корозії провідників і покращує якість монтажу.

Металеві елементи кріплення — гвинти, шайби та контакти — мають антикорозійне покриття, яке захищає їх від впливу вологи та продовжує термін служби виробу. Для зовнішніх поверхонь корпусу додаткові покриття не застосовуються, оскільки пластмаса має достатню стійкість до зовнішніх впливів та зберігає свої властивості протягом тривалого часу.

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, вибране компонування виробу та застосовані конструкційні матеріали забезпечують компактність, надійність, довговічність і технологічність пристрою, а також відповідають сучасним вимогам до електронної апаратури.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Корпус даного пристрою виготовлений із пластмаси. Верхня та нижня кришки мають форму типу “корито”. До верхньої кришки кріпляться перемикач, також до верхньої кришки кріпиться друкована плата на котрій розміщені основні елементи схеми, за допомогою чотирьох гвинтів та шайб. У місці з’єднань двох кришок кріпиться гніздо живлення приладу. Верхня кришка має отвори під датчик газу та накладки під кнопки, а також місце для скла під індикатор. Розміри корпусу 113мм*88мм*40мм.

Дуже важливе значення при проектуванні виробу має його компоновка. Адже такі показники як дизайн, конструктивне оформлення, зручність при експлуатації і ремонті відносяться до основних факторів, що враховується при проектуванні виробу [10].

Корпус являється дуже важливою складовою частиною виробу і він визначає його експлуатаційні і техніко–економічні характеристики. Конструкція корпусу забезпечує мінімальні паразитні зв’язки між елементами схеми. Таке зменшення рівня паразитних зв’язків досягається раціональним взаємним розміщенням радіокомпонентів.

Корпус має жорстку міцну конструкцію і захищає усі розміщені в ньому елементи від механічних впливів, як в процесі експлуатації так і в процесі транспортування виробу. Корпус забезпечує легкий доступ до розміщених в ньому складових для заміни, огляду і ремонту.

Конструкція забезпечує мінімальні розміри і масу. Це забезпечується і передбачається при виготовленні друкованого вузла. Корпус захищає виріб від проникнення пилу і вологи в середину.

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструкція корпусу даного пристрою забезпечує доступ до елементів, регулювання параметрів пристрою, а також здійснення контрольно-вимірювальних робіт. Апарат є зручним в користуванні [11].

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1 - Конденсатор типу ЕСАР [2]

Позиційне позначення	C1
Назва компонента	Конденсатор ЕСАР
Виробник	"Jamicon"
Критерії вибору	Ємність, струм, габарити
Параметри та характеристики	
Номинальна напруга	16 В
Номинальна ємність	10 мкФ
Допуск ємності	$\pm 20\%$
Розмір	13 x 13 x 20 мм
Робоча температура	-55 ... 105 °С
Тангенс кута втрат	0,14%

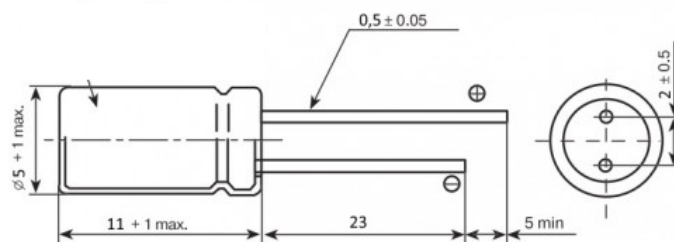


Рисунок 2.1 - Габаритні розміри конденсатора типу ЕСАР

Таблиця 2.2 - Резисторів MFP [3]

Позиційне позначення	R1-R11
Назва компонента	резисторів MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність, напруга, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,125 Вт
діапазон номінальних опорів	$1 \dots 10 \cdot 10^6 \text{ Ом}$
допустиме відхилення опору	$\pm 10\%$
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	-60.....+70°C

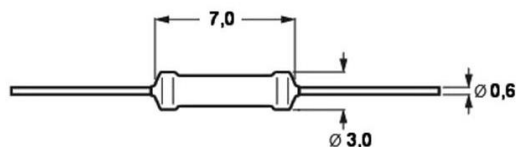


Рисунок 2.2 - Габаритні розміри резисторів MFP "Yageo"

Таблиця 2.3 - Конденсатор NPO [4]

Позиційне позначення	C2, C3
Назва компонента	Конденсатор NPO
Виробник	"Murata"
Критерії вибору	Напруга, струм, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50В
відхилення ємності від номінального значення	±10%;
інтервал робочих температур	-40°C...+100°C
відносна вологість	до 98%
група ТКЄ	H20
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ
діапазон тиску	6,6-2942гПа

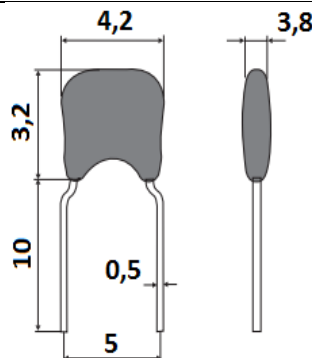


Рисунок 2.3 - Габаритні розміри конденсатора NPO

Таблиця 2.4 - Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180 "KLS" [5]

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

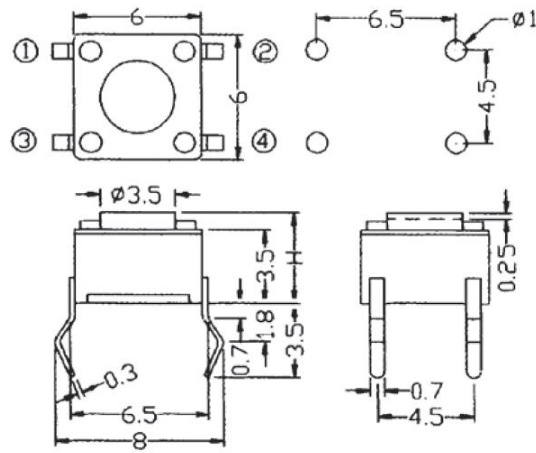


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри кнопки KLS7-TS6601-13.0-180

Таблиця 2.5 - Мікросхема ATMEGA8535-16AU "Microchip" [6]

Позиційне позначення	DD1
Назва компонента	Мікросхема ATMEGA8535-16AU
Виробник	"Microchip"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, принцип роботи
Параметри та характеристики	
Корпус	DIP-40
Тактова частота	до 16 МГц
Напруга живлення	4.5...5.5 В
Flash-пам'ять	8 КБ
Пам'ять	Flash: 8 КБ SRAM: 512 байт EEPROM: 512 байт
Аналогова частина:	АЦП: 10-бітний Канали АЦП: 8

40-pin plastic DIP
(DIP-40P-M02)

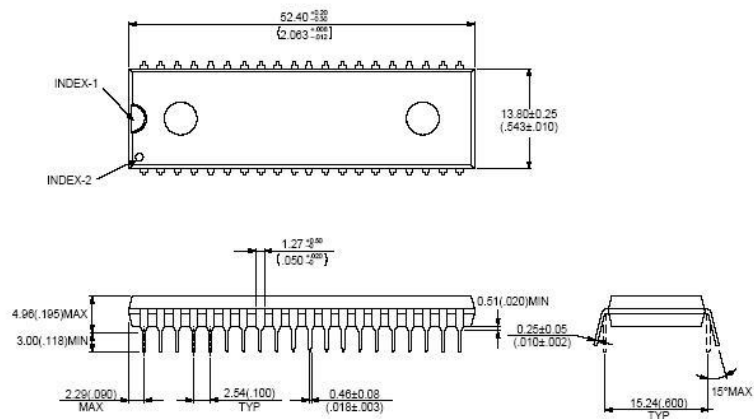


Рисунок 2.5 - Габаритні розміри мікросхеми ATMEGA8535-16AU

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.6 – Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron" [7]

Позиційне позначення	HA1
Назва компонента	Зумер SMA-13LC-P10
Виробник	"Sonitron"
Критерії вибору	Номінальна напруга, робоча напруга, максимальний струм
Параметри конструкції	див.рис.2.6
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

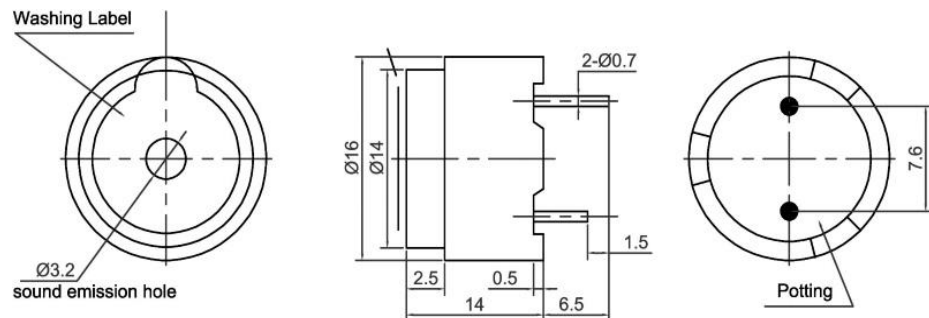


Рисунок 2.6 - Зовнішній вигляд зумера SMA-13LC-P10 "Sonitron"

Таблиця 2.7 - Цифровий індикатор TOD-5263AMR-N "OASISTEK" [8]

Позиційне позначення	HG1
Назва компонента	Цифровий індикатор TOD-5263AMR-N
Виробник	"OASISTEK "
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, принцип роботи
Параметри та характеристики	
Тип дисплея	символьний РК-дисплей
Формат	20 символів × 4 рядки (20×4)
Напруга живлення (Vcc)	5 В
Споживаний струм	~1–2 мА (без підсвічування)
Кількість виводів	16
Робоча температура	приблизно -20...+70 °C
Тип монтажу	through-hole (вивідний)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ

Арк.



Рисунок 2.7 - Зовнішній вигляд дисплей SDCB2004BWE-R07

Таблиця 2.8 - Транзистор 2N2222A "Fairchild" [9]

Позиційне позначення	VT1
Назва компонента	Транзистор 2N2222A
Виробник	"Fairchild"
Критерії вибору	Тип, структура, струм, напруга, підсилення
Параметри та характеристики	
Тип транзистора	NPN
Максимальна напруга колектор-емітер (V_{ce})	до 40 В
Максимальна напруга колектор-база (V_{cb})	до 75 В
Максимальна напруга емітер-база (V_{eb})	до 6 В
Максимальний струм колектора (I_c)	до 600 мА
Імпульсний струм	до 800 мА
Коефіцієнт підсилення струму (h_{FE}):	приблизно 100–300
Частота переходу (f_T):	~250 МГц
Максимальна розсіювана потужність	~500 мВ
Корпус	TO-92
Температурний діапазон	приблизно $-55...+150\text{ }^{\circ}\text{C}$

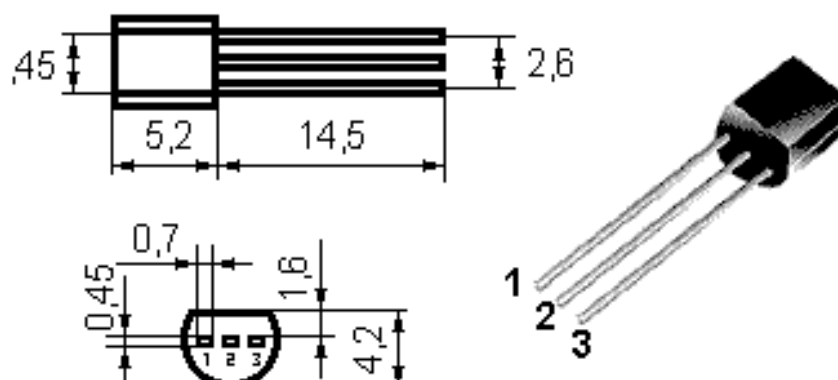


Рисунок 2.8 – Габаритні розміри транзистора 2N2222A

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Схема електрична принципова транзисторного ключа зображена на рисунку 2.9 [34].

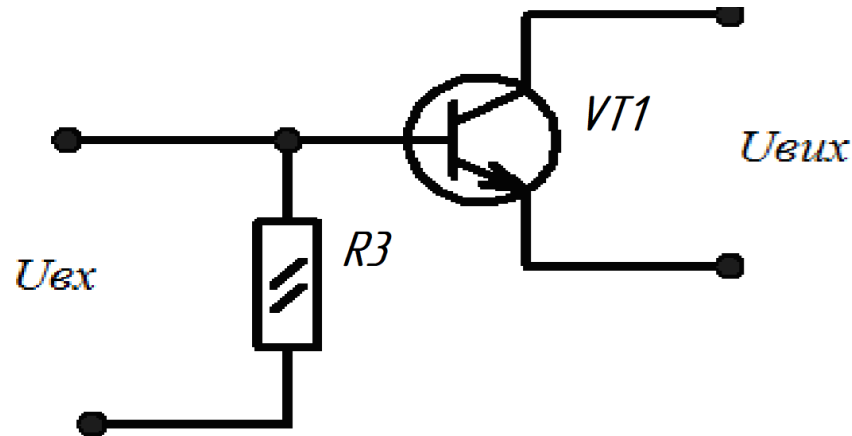


Рисунок 2.9 - Схема електрична принципова транзисторного ключа

Розрахуємо параметри транзисторного ключа при наступних умовах:

$$U_{ж}=25\text{В};$$

$$R_{н}=1,5\text{ кОм};$$

$$U_{у}=\pm 12\text{В};$$

Транзистор 2N2222A виробник фірми "Fairchild".

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

$$U_{\phi 0}=0,6\text{В};$$

$$R_{нас}=0,1\text{Ом};$$

$$r_{\phi}=1,5\text{кОм};$$

$$I_{к0}=0,1\text{А};$$

$$I_{к0зв}=25\text{мА};$$

$$R_{\phi e}=10\text{ Ом}.$$

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

$$I_{к,нас.} = \frac{U_{жс}}{R_{н}}, \quad (2.1)$$

де: $R_{н}$ – опір навантаження;

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

U_{Π} – напруга живлення;

$$I_{\kappa.нас.} = \frac{25B}{10000\Omega} = 0,025(A)$$

Опір управляючого резистора, який забезпечує включення транзистора:

$$R_y = \frac{U_y - (U_{\delta 0} + 0,2 \cdot r_{\delta})}{I_{\kappa.нас.}}, \quad (2.2)$$

де: U_y – напруга управління транзистором;

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

$$R_y = \frac{12 - (0,6 + 0,2 \cdot 1,5)}{0,025A} = 430(\Omega)$$

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

$$R_y = \frac{U_y}{I_{\kappa o}} \quad (2.3)$$

$$R_y = \frac{12}{0,1 \cdot 10^{-4}} = 3(\kappa\Omega)$$

Вибираємо за стандартизованим рядом E24 резистор типу MFP-0,125-3к Ом виробник фірми «Yageo» – 0,125Вт з опором 3 кОм.

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

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

Визначаємо мінімальну ширину друкованого провідника, мм., по постійному струму для кіл живлення і заземлення [17]:

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{доп}} * t} = \frac{0,2A}{48 \frac{A}{\text{мм}^2} * 0,035\text{м}} = 0,2\text{мм} \quad (2.4)$$

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

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

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$b_{min2} = \frac{\rho * I_{max} * l}{U_d * t} = \frac{0,0175 \frac{Ом \cdot мм^2}{м} * 0,2A * 0,4м}{0,5В * 0,035м} = 0,1мм \quad (2.5)$$

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

$L = 0,5м$ – довжина провідника,

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

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r \quad (2.6)$$

де: d_E – максимальний діаметр виводу встановленого ЕРЕ (діаметр вивода ЕРЕ.) $\Delta d_{н.в.}$ – нижнє граничне відхилення від номінального діаметру монтажного отвору (0,1 для всіх)

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

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

$d_{E2} = 1,0$ – для ХР1 роз'єму та В1 датчика газу.

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

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

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{min} = D_{1min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.7)$$

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

$$D_{1min} = 2 \left(b_m + \frac{d_{max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (2.8)$$

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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:

$$d_{max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad (2.9)$$

де: Δd - допуск на отвір.

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

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

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

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

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

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

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{max} = D_{min} + (0,02 \dots 0,06) \quad (2.10)$$

$$D_{max1} = 2,82 + 0,02 = 2,82 \text{ мм}$$

$$D_{max2} = 3 + 0,02 = 3,02 \text{ мм}$$

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

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

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

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

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{1min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{max}}{2} + \delta p \right) + \left(\frac{d_{max}}{2} + \delta 1 \right) \right] \quad (2.12)$$

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

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

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta_1) \quad (2.14)$$

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

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

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

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Під час проектування електронного пристрою важливим етапом є оцінка теплових режимів його роботи, оскільки підвищення температури електронних компонентів може негативно впливати на надійність, стабільність параметрів та термін служби виробу. Аналіз теплового режиму дозволяє визначити умови роботи елементів схеми та забезпечити їх функціонування в допустимих температурних межах.

Проектований пристрій має компактні габаритні розміри та невелику споживану потужність, тому тепловиділення більшості елементів є незначним. Основними джерелами тепла у виробі є напівпровідникові компоненти, стабілізатори напруги, індикатор та газовий сигналізатор. Під час роботи ці елементи виділяють певну кількість теплової енергії, яка накопичується всередині корпусу.

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення нормального теплового режиму компонування елементів на друкованій платі виконане таким чином, щоб тепловиділяючі компоненти були розміщені на достатній відстані один від одного. Це сприяє кращому природному охолодженню та зменшує локальний перегрів окремих ділянок плати. Також при розміщенні елементів враховано циркуляцію повітря всередині корпусу.

Корпус пристрою виготовлений із пластмаси, яка має невисоку теплопровідність. Через це основний відвід тепла здійснюється шляхом природної конвекції повітря через отвори для датчика газу та елементи керування. Наявність технологічних отворів у верхній частині корпусу покращує теплообмін між внутрішнім об'ємом пристрою та навколишнім середовищем.

Друкована плата виготовлена зі склотекстоліту, який характеризується достатньою теплостійкістю та механічною міцністю. Мідні провідникові доріжки також частково виконують функцію відведення тепла від окремих елементів. Завдяки невеликій потужності пристрою додаткові радіатори або системи примусового охолодження не передбачаються.

Під час роботи виробу температура основних елементів не перевищує допустимих значень, установлених технічними характеристиками компонентів. Орієнтовне підвищення температури всередині корпусу є незначним і не впливає на працездатність приладу. Це забезпечує стабільну роботу пристрою впродовж тривалого часу.

Для підвищення надійності роботи приладу необхідно дотримуватися нормальних умов експлуатації: уникати потрапляння прямих сонячних променів, не розміщувати пристрій поблизу джерел тепла та забезпечувати вільний доступ повітря до вентиляційних отворів корпусу.

Таким чином, проведена оцінка теплових режимів показує, що проєктований виріб працює у допустимих температурних межах, а застосовані

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конструктивні рішення забезпечують достатній тепловідвід і надійність функціонування електронного пристрою.

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою

Надійність характеризується рядом розрахункових показників, найбільш важливими з яких є інтенсивність відмов, середнє напрацювання до відмови, імовірність безвідмовної роботи. Надійність – це властивість виробу виконувати задані функції в певних умовах експлуатації при збереженні значень основних параметрів в заданих межах. Імовірність безвідмовної роботи вказує на те, яка частина виробів із заданої їх кількості буде працювати безвідмовно протягом заданого часу. Інтенсивністю відмов називають кількість відмов за одиницю часу, що приходить на один виріб, який продовжує працювати в даний момент часу. Середнє напрацювання до відмови знаходять при перевірці великої кількості виробів. Чим більше значення ТСР, тим краща надійність виробу.

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

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

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

Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [12]:

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.9 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{\text{нопр}}$	$I_{\text{відм}} * 1e-06$	$K\text{-сть} * K_{\text{нав від}} * 1e-06$
1	Мікросхеми	1	1	0,03	0,03
2	Транзистори	1	0,35	4	1,4
3	Індикатори	1	1	40	40
4	Конденсатори електролітичні	1	0,4	2,4	0,28
5	Конденсатори керамічні	2	0,1	1,4	1,26
6	Резистори постійні	11	0,42	0,8	3,696
7	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
8	Пайки	90	1	0,02	1,8
9	Кнопка	3	1	2,2	6,6
10	Зумер	1	1	2	2
11	Датчик газу	1	1	7,3	7,3

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: $6.4166e-005$ 1/год

Середня наробка до відмови: 15584.6 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999359$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.993604$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.937849$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.526418$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.001634$

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

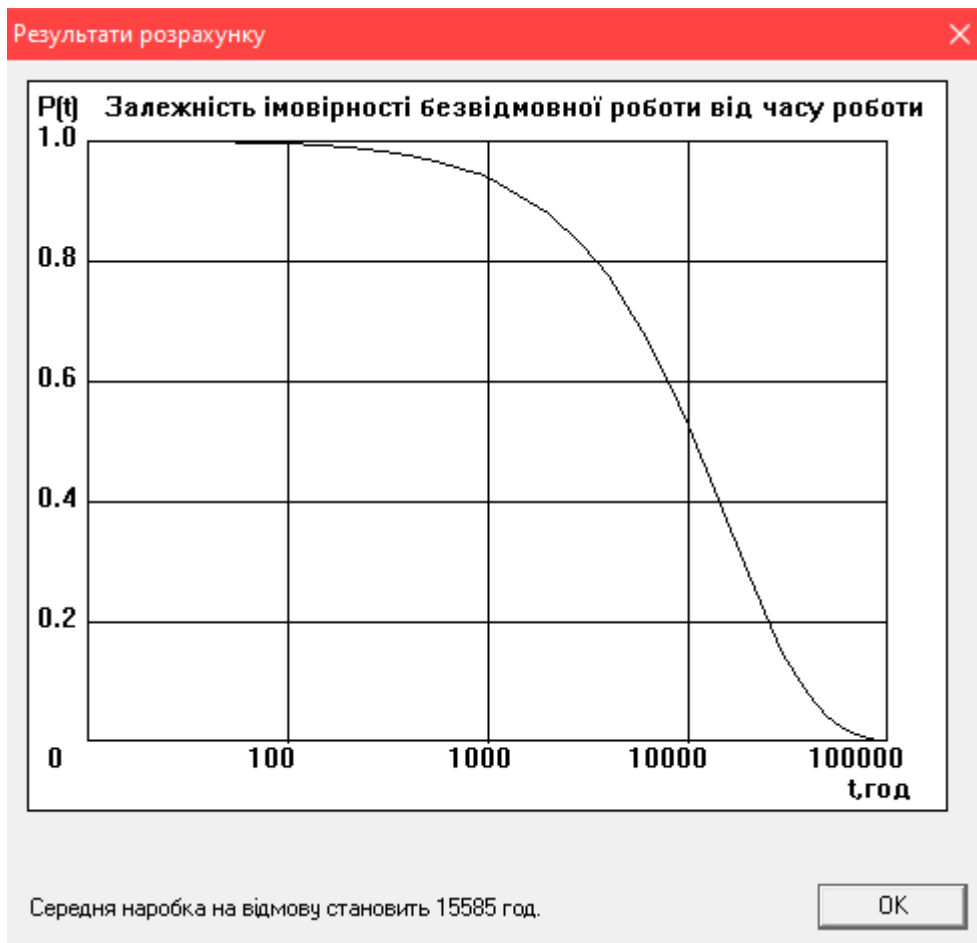


Рисунок 2.10- Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 15585год. 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 проектного електронного виробу виконується з метою оцінки доцільності обраних конструктивних рішень, рівня собівартості, технологічності виготовлення та можливості серійного виробництва. Аналіз дозволяє визначити ефективність використаних матеріалів і елементної бази, а також загальну економічну обґрунтованість конструкції.

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проектований пристрій має просту та раціональну структуру, що базується на використанні друкованої плати невеликих розмірів 80×80 мм. Зменшення площі плати дозволяє скоротити витрати на матеріали (склотекстоліт, мідна фольга) та знизити витрати на виготовлення. Одностороннє розміщення основної частини елементів спрощує процес автоматизації або напівавтоматизації монтажу, що позитивно впливає на зменшення трудомісткості складання.

Використання стандартної елементної бази є важливим фактором зниження собівартості виробу. У схемі застосовуються широко доступні електронні компоненти, які мають масове виробництво та низьку ринкову вартість. Це забезпечує можливість легкої заміни елементів у разі ремонту та зменшує витрати на закупівлю комплектуючих.

Конструкція корпусу виконана з пластмаси методом лиття під тиском, що є економічно вигідним рішенням при серійному виробництві. Хоча виготовлення прес-форм потребує початкових капіталовкладень, у масовому виробництві це компенсується низькою собівартістю кожного окремого корпусу та високою швидкістю виготовлення. Крім того, пластмасовий корпус не потребує додаткової механічної обробки, що також знижує витрати.

Монтаж друкованої плати здійснюється за допомогою пайки, що є відносно простим і широко розповсюдженим технологічним процесом. Використання гвинтового кріплення плати всередині корпусу забезпечує надійність конструкції без значного ускладнення технології складання. Загалом конструкція пристрою є технологічно орієнтованою на серійне виробництво.

З точки зору експлуатаційних витрат пристрій є економічно вигідним, оскільки споживає невелику потужність та не потребує складного технічного обслуговування. Завдяки надійній конструкції та використанню стандартних елементів зменшується ймовірність відмов і витрати на ремонт.

Окремо слід відзначити, що компактність конструкції дозволяє зменшити витрати на транспортування та зберігання виробів. Невеликі габарити та маса

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пристрою також позитивно впливають на логістичні витрати при постачанні продукції.

Таким чином, проведений техніко-економічний аналіз показує, що проєктований виріб є доцільним з точки зору витрат на виробництво, технологічності виготовлення та експлуатаційної ефективності. Обрана конструкція забезпечує оптимальне поєднання надійності, простоти виготовлення та економічної вигоди, що робить пристрій придатним для серійного виробництва.

Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить 5В, а струм споживання 0,2А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=0,2*5=1 \text{ (Вт)} \quad (2.15)$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проєктованого виробу

Основна частина радіоелементів розміщена на одній стороні друкованої плати. Таке рішення спрощує процес монтажу, полегшує технічне обслуговування та забезпечує зручність під час складання виробу. На зворотній стороні плати розташовані елементи керування та індикації, а саме: індикатор HG1, кнопки SB1–SB3, а також газовий сигналізатор А1. Розміщення цих елементів на окремій стороні плати дозволяє забезпечити зручний доступ користувача до органів керування та покращує ергономічні характеристики пристрою.

Для виготовлення друкованої плати використовується фольгований склотекстоліт, який характеризується високою механічною міцністю, термостійкістю та хорошими електроізоляційними властивостями. Монтаж елементів здійснюється методом пайки, що забезпечує надійність електричних з'єднань та довговічність роботи приладу. Під час монтажу особлива увага

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приділяється правильному розташуванню елементів, дотриманню полярності напівпровідникових компонентів та якості паяних з'єднань.

Корпус проектного пристрою виготовлений із пластмаси чорного кольору та складається з верхньої і нижньої кришок коритоподібної форми. Використання пластмасового корпусу дозволяє зменшити масу виробу, забезпечити електричну ізоляцію та надати конструкції сучасного зовнішнього вигляду. Пластмаса має достатню механічну міцність, стійкість до впливу зовнішнього середовища та є технологічним матеріалом для серійного виробництва.

Верхня кришка корпусу містить необхідні конструктивні отвори для встановлення датчика газу, кнопок керування та індикатора. Також у ній передбачене спеціальне місце для встановлення захисного скла індикатора, що забезпечує захист елемента індикації від механічних пошкоджень та забруднення. До верхньої кришки кріпиться друкована плата за допомогою чотирьох гвинтів та шайб. Таке кріплення забезпечує надійну фіксацію плати та запобігає її зміщенню під час експлуатації.

У місці з'єднання верхньої та нижньої кришок встановлюється гніздо живлення приладу, яке забезпечує підключення пристрою до джерела електроживлення. Конструкція корпусу передбачає зручний доступ до внутрішніх елементів у разі проведення технічного обслуговування або ремонту.

Габаритні розміри корпусу становлять 113×88×40 мм, що свідчить про компактність і зручність експлуатації пристрою. Виготовлення корпусу методом лиття є сучасним та економічно доцільним рішенням, яке широко застосовується у виробництві електронної апаратури. Даний метод дозволяє отримати вироби складної форми з високою точністю розмірів та якісною поверхнею.

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, конструкція проектного виробу забезпечує компактність, надійність, зручність монтажу та експлуатації, а також відповідає сучасним вимогам до електронних пристроїв.

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

Технологічність конструкції виробу визначає, наскільки доцільно та зручно його виготовляти, збирати, експлуатувати й ремонтувати при мінімальних витратах матеріалів, часу та трудових ресурсів, забезпечуючи при цьому необхідний рівень якості.

Оцінювання технологічності може здійснюватися двома основними підходами — кількісним і якісним. Кількісний метод ґрунтується на обчисленні спеціальних показників за відповідними формулами. Якісний підхід передбачає аналіз конструктивних особливостей виробу та словесне обґрунтування рівня технологічності з урахуванням умов виробництва.

Розглянутий виріб характеризується достатньо високим рівнем технологічності, оскільки його виготовлення та складання не потребує складного спеціального обладнання. Усі основні операції можуть бути виконані за допомогою стандартного інструменту, зокрема паяльного обладнання, викруток та іншого загальноповсюджаного монтажного інструменту.

Конструкція друкованої плати та розташування радіоелементів забезпечують вільний доступ до вузлів пристрою, що полегшує процес складання, перевірки працездатності та подальшого ремонту. Застосування стандартних типорозмірів плати та уніфікованих електронних компонентів також сприяє підвищенню технологічності виробу.

З'єднання елементів виконуються переважно методом пайки, який є добре освоєним у промисловості, не потребує складних технологічних операцій і забезпечує надійний електричний контакт.

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, конструкцію виробу можна вважати технологічно доцільною, оскільки вона забезпечує простоту виготовлення, невисоку трудомісткість складання та зручність технічного обслуговування.

Процес виготовлення виробів методом лиття під тиском складається з кількох послідовних етапів.

Перший етап полягає у підготовці полімерної сировини: гранули подаються з бункера в робочу зону циліндра, де відбувається їх нагрівання, плавлення та перемішування. Обертання шнека сприяє рівномірному розподілу температури та формуванню однорідної розплавленої маси. Додатковий тиск у системі забезпечує покращення якості розплаву та його стабільність.

Другий етап включає закриття прес-форми та фіксацію її частин. Рухома плита термопластавтомата забезпечує щільне змикання форми, що запобігає витіканню матеріалу під час подальшого формування виробу.

На третьому етапі виконується впорскування розплавленого полімеру у порожнину форми. Шнек переходить у режим поршня та під тиском подає матеріал через литникову систему, забезпечуючи повне заповнення форми та точне відтворення її геометрії.

Четвертий етап полягає у витримці виробу під тиском і його охолодженні. У процесі охолодження матеріал зазнає усадки, тому додаткове підживлення розплавом дозволяє зберегти стабільність форми та якість готового виробу.

Завершальним етапом є розкриття форми та вилучення готової деталі. Після завершення охолодження рухома частина форми відходить, і виріб виштовхується за допомогою спеціальних механізмів. Литникова система видаляється разом із виробом і надалі відокремлюється при наступних технологічних операціях.

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Для виготовлення розроблюваного виробу застосовується двостороння друкована плата, що дає змогу досягти високої щільності розміщення радіоелементів і забезпечити оптимальне прокладання електричних з'єднань. Виробництво такої плати виконується за комбінованою технологією, яка включає механічну обробку заготовки, фотолітографічне формування рисунка провідників і подальше хімічне травлення.

На початковому етапі використовується основа з фольгованого діелектрика, з якої виготовляється заготовка друкованої плати. На її поверхню наноситься шар фоточутливого матеріалу, після чого виконується експонування через спеціальний фотошаблон із зображенням провідникової топології. Далі проводиться проявлення, у результаті якого видаляються незасвічені ділянки резисту, формуючи захисний малюнок майбутніх провідників.

Наступним етапом є процес хімічного травлення, під час якого з поверхні плати усуваються незахищені ділянки мідного шару, що дозволяє сформувати необхідну конфігурацію друкованих доріжок. У випадку двосторонніх плат додатково виконується металізація отворів, яка забезпечує електричне з'єднання між верхнім і нижнім шарами провідників. Перед цим отвори свердляться згідно з монтажною документацією та проходять очищення для підготовки до подальшої обробки.

Завершальна стадія виготовлення включає нанесення захисної паяльної маски, яка запобігає окисненню провідників та виключає можливість випадкових коротких замикань. Також виконується маркування елементів, що полегшує процес складання та подальшого обслуговування виробу. Додатково здійснюється фінішне покриття контактних майданчиків для підвищення якості паяння та забезпечення надійності електричних з'єднань.

Основою друкованої плати є склотекстоліт типу FR-4, який відзначається високою механічною міцністю, стабільними електроізоляційними

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

характеристиками та стійкістю до підвищених температур. Провідниковий шар виготовляється з електролітичної міді, що забезпечує мінімальний електричний опір і високу надійність роботи електричних ланцюгів.

Як допоміжні матеріали застосовуються фоточутливі резисти для формування рисунка провідників, хімічні реагенти для процесу травлення міді, а також матеріали для створення паяльної маски та захисного покриття контактних площадок (наприклад, олов'яні, нікелеві або золотовмісні покриття).

2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

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

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

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{1}{1 + 23} = 0,04 \quad (2.16)$$

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

$$K_{\text{А.М}} = \frac{H_{\text{А.М}}}{H_{\text{М}}} = \frac{68}{90} = 0,64 \quad (2.17)$$

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

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

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

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{M.П.ЕРЕ} = \frac{H_{M.П.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = \frac{18}{23} = 0,78 \quad (2.18)$$

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

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

$$K_{ПОВТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{23}{23} = 0 \quad (2.19)$$

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

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

$$K_{ЗАСТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ОР.ЕРЕ}}{H_{Т.ЕРЕ}} = 1 - \frac{9}{23} = 0,39 \quad (2.20)$$

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

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

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

$$K_{ВСТ.Р} = 1 - \frac{H_{ВСТ.Р}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{23}{23} = 0 \quad (2.21)$$

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

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

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

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

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i}$$

$$K = \frac{0,04*1 + 0,64*1 + 0,78*0,75 + 0*0,5 + 0,39*0,310 + 0*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,5 \quad (2.23)$$

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

Відношення K/K_n повинно задовольняти умову:

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

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

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 і монтажу описує в собі послідовність виконання операцій спочатку для виготовлення друкованого вузла, а потім для складання корпусу всього пристрою. Виконується на спеціальних технологічних картах з дотриманням відповідних вимог.

Також в технологічних картах розраховується кількість витрачених на виробництво матеріалів та затрата часу на складання виробу.

Докладна маршрутно-операційна технологія складання і монтажу друкованого вузла приведена в додатках до даного дипломного проекту.

Маршрутно-операційна технологія складання термометра включає в себе наступні кроки:

- установка друкованого вузла у верхню частину корпусу;

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- кріплення друкованого вузла до верхньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів;
- кріплення гнізд та накладок під кнопку;
- кріплення скла під індикатор;
- фіксація кришок за допомогою чотирьох гвинтів та ніжок;

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

- Розконсервація друкованої плати;
- Маркування заводського номера;
- Захист контактних площадок, які не підлягають автоматизованій пайці, латексом;
- Сушка;
- Формування виводів ЕРЕ;
- Лудження виводів ЕРЕ;
- Встановлення ЕРЕ;
- Автоматизована пайка хвилею припою;
- Рихтування;
- Регулювання;
- Лакування;
- Технічний контроль.

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток Б 3D модель пристрою

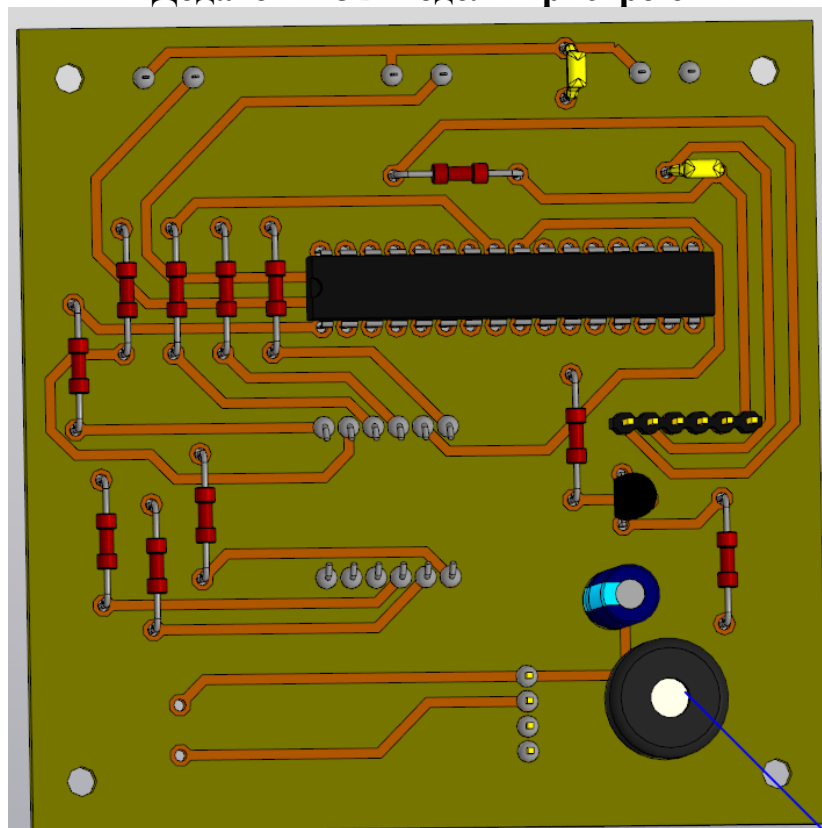


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкований

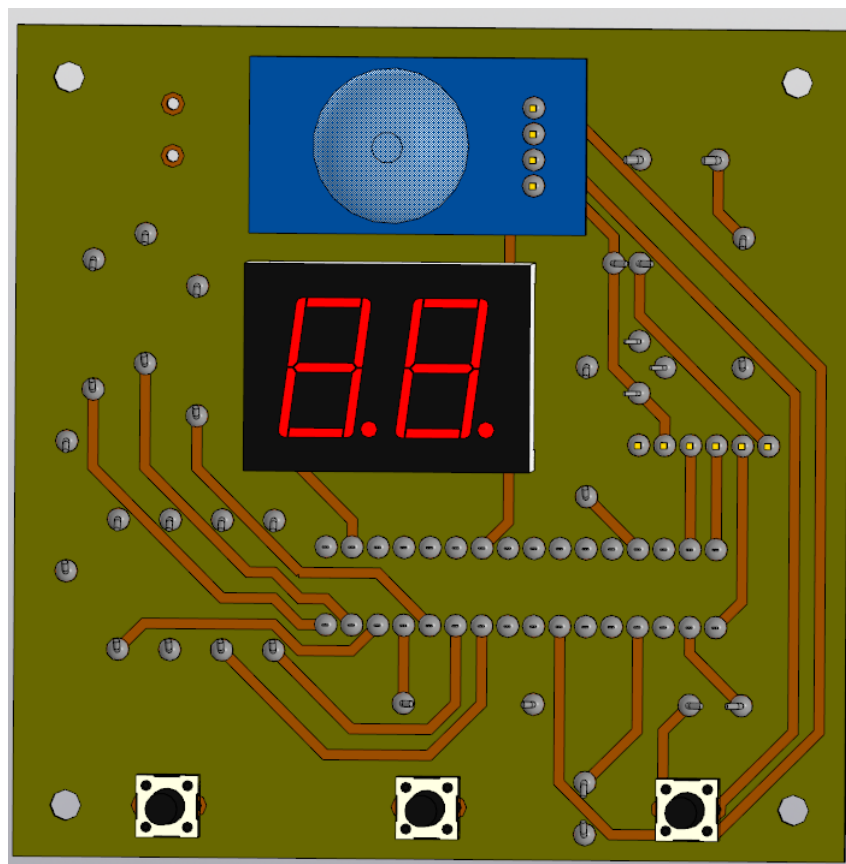


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкований знизу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ

Арк.



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

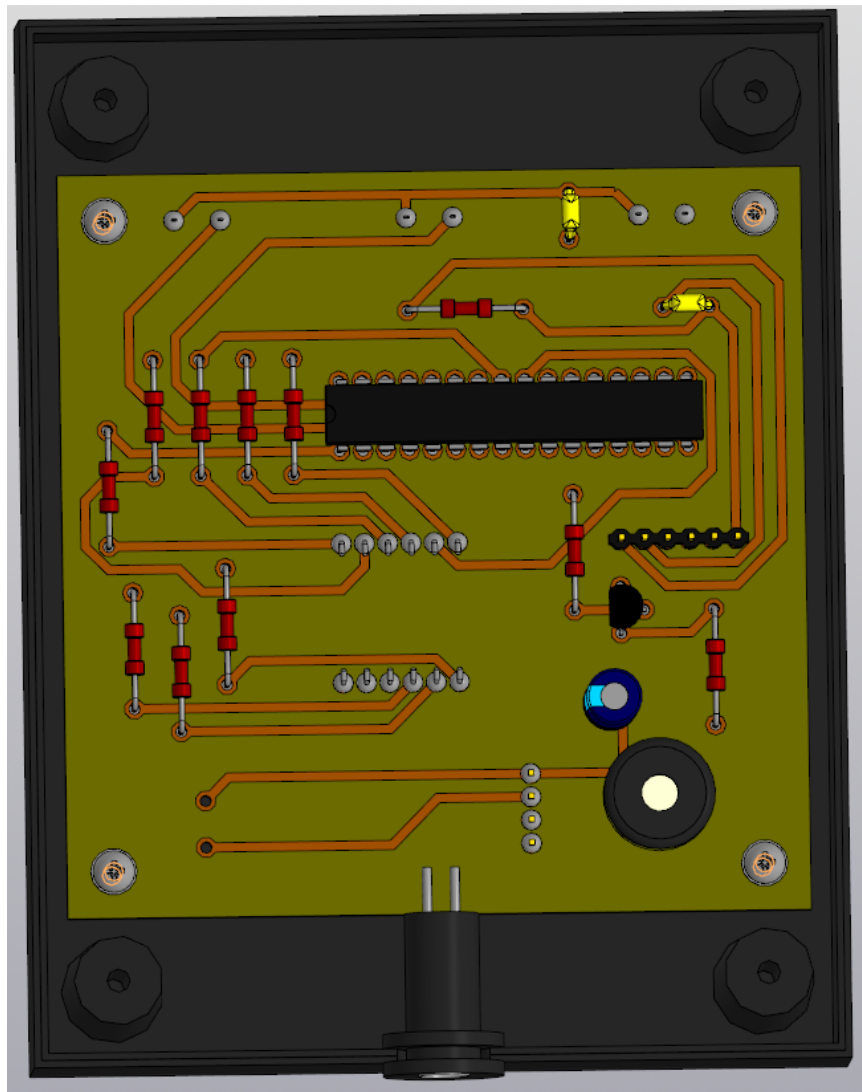


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, верхня кришка знизу

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

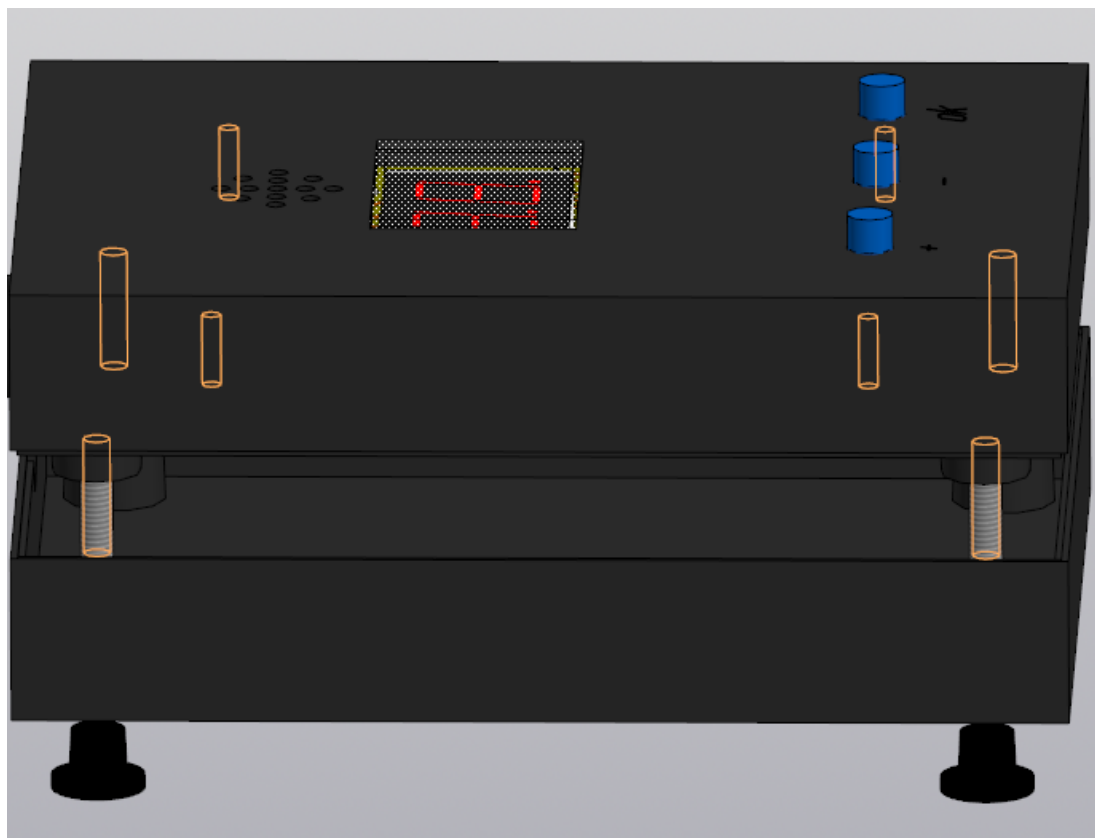


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

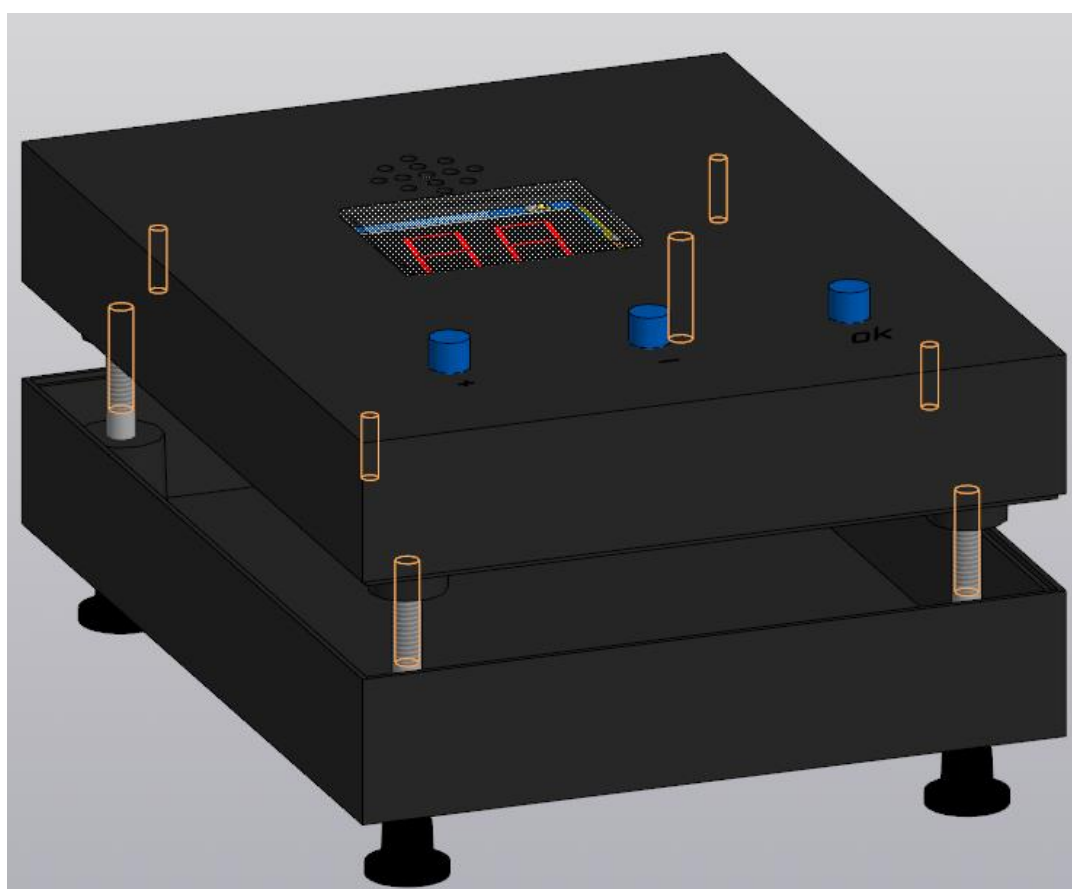


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

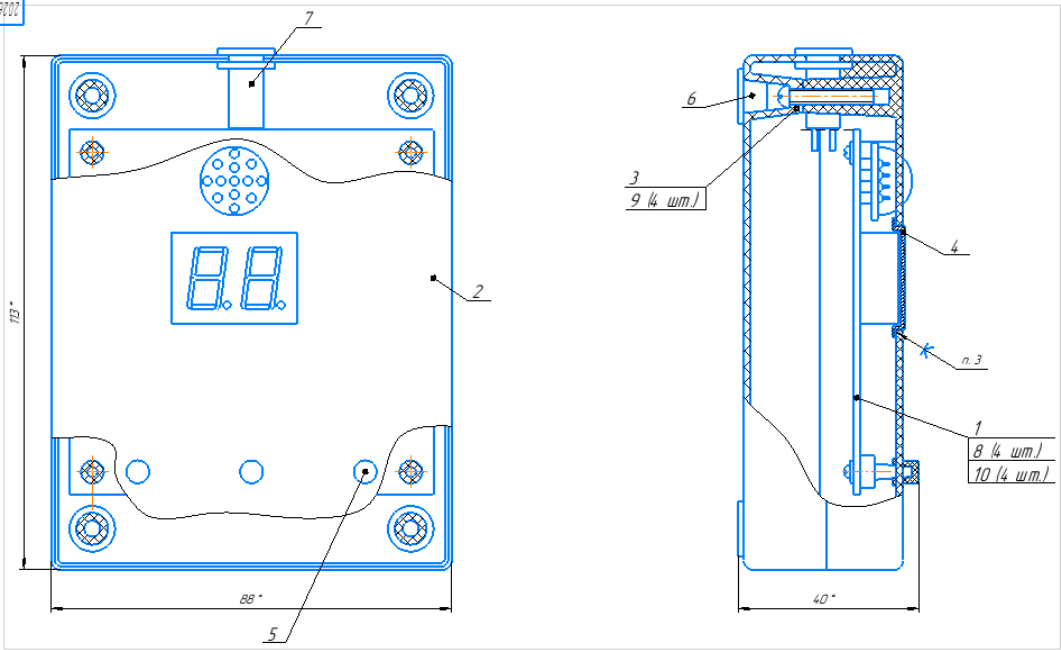
					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дубл.																					
Замість																					
Підпис																					
												Аркушів 4			Аркуш 1						
Розробив		Успенський				ВСП ТФК ТНТУ		26 КР 172.402.028.001 СК							26 КР 172.402.028.001						
Перевірів		Василишин				Сигналізатор витоку газу												Н			
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		028	005	402.028.01 Комплектування														0,005		
04					Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (24шт)																
05																					
06																					
07	402		028	010	402.028.02 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.8 (4шт) через шайбу поз.10(4шт)згідно карти ескізів по ТТП																
11					2. Кріпити скло під індикатор поз.4(1шт) накладку під кнопки поз.5(1шт) на верхню кришку поз. 2 згідно карти ескізів по ТТП 12838374																
12					3. Кріпити роз'єм поз.7(XS1) між кришкою верхньою поз.2 та кришкою нижньою поз.3 згідно карти ескізів по ТТП 12838374																
13	1				Вузол друкований				26 КР 172.402.028.001.000 СК						796	100	100				
14	2				Кришка верхня				26 КР 172.402.028.004.001						796	100	100				

[illegible]

[illegible]

Дубл.																				
Замість																				
Підпис																				
											Аркушів 4			Аркуш 4						
Розробив		Успенський				ВСП ТФК ТНТУ		26 КР 172.402.028.001 СК							26 КР 172.402.028.001					
Перевірів		Василишин				Сигналізатор витоку газу											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 для ввідних.
2. Електроніка згідно з 2026 ККП 172.402.02.800.100.0
ЕЗ приладів, приладів ПДС-40 ПДС-21931-76
3. Клейти клеїти МАРЕІ АДЕСІЛЕХ 619.
4. Інші технічні вимоги по ДСТУ 17007:0015

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Сигналізатор витоку газу». 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 80×80мм з координатною сіткою 2,5мм. Також отримана плата має мінімальні паразитні зв'язки.

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

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

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

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сигналізатор витоку газу [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.joyta/4334-avtomaticheskij-poliv-rastenij-v-teplice-i-sadovom-uchastke-svoimi-rukami/> (дата звернення 10.02.2026).
2. Конденсатор типу ECAP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/b41828a6225m007> (дата звернення 15.02.2026).
3. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu//details/b37979-g5102/kondensatory-keramicheskie-tht-50v/> (дата звернення 15.02.2026).
4. Конденсатор NPO [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/> (дата звернення 15.02.2026).
5. Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180 "KLS" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/kx-26-32-768-khz-kvarczevyj-rezonator_2404.html (дата звернення 15.02.2026).
6. Мікросхема ATMEGA8535-16AU "Microchip" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://car-led.org/ua/p31490203-chervonij-semisegmentnij-led.html> (дата звернення 15.02.2026).
7. Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/cls7-ts6601-13.0-180> (дата звернення 15.02.2026).
8. Цифровий індикатор TOD-5263AMR-N "OASISTEK" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://hardelectronics./diod-1n4148.html> (дата звернення 15.02.2026).
9. Транзистор 2N2222A "Fairchild" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://electronoff.ua/good/tranzistor-bc556b-pnp-65v-0-1a-korpus-to-92.php> (дата звернення 15.02.2026).

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2016
11. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Конструювання РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018
12. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>
13. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання графічної частини комплексного курсового проекту для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2020
14. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021
15. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Технологія виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021
16. Васишин О.З. Методичні вказівки для розробки маршрутно-операційної технології складання та монтажу вузлів РЕА для спеціальності 5.05090101 "Конструювання, виробництво та технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021
17. Васишин О.З. Конспект лекцій "Поверхневий монтаж" для спеціальності 172 "Конструювання, виробництво та технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021
18. Програма для розробки схем "Altium Designer" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>
19. Штогрин П.І. Навчальний посібник "Altium Designer 10 для початківців" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2022

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

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*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbj

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

drNWNDZTc5QUV6OFRIb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNIWHAzWWxZWl
JTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDd
Rb016bCUyRjBhZ1QwY0Z1M3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2024).

30. Магпо В. І., Рябчий В. Д., Гусєв О. Ю. Вимірювання сигналів у ра-
діотехніці: 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 : на-
вчальний посібник. Друге видання, змінене і доповнене. Львів : Видавництво
Львівської політехніки, 2018. 332 с.

32. Васильківський І. С., Фединець В. О., Юсик Я. П. Виконавчі при-
строї систем автоматизації: навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівсь-
кої політехніки, 2020. 220 с.

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

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А Друкована плата

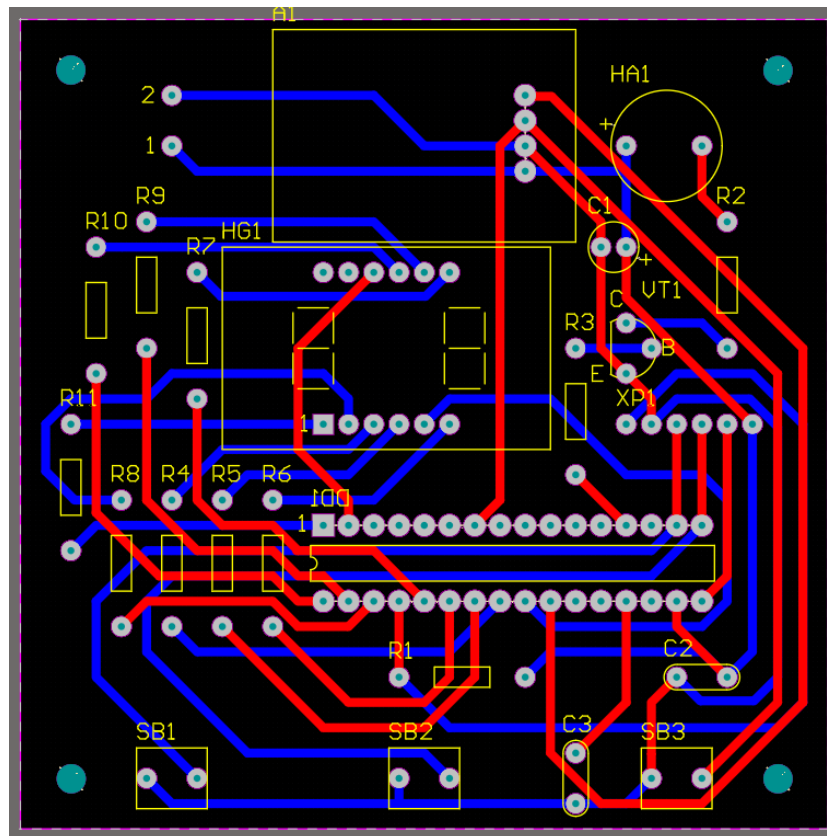


Рисунок А.1 – Друкована плата

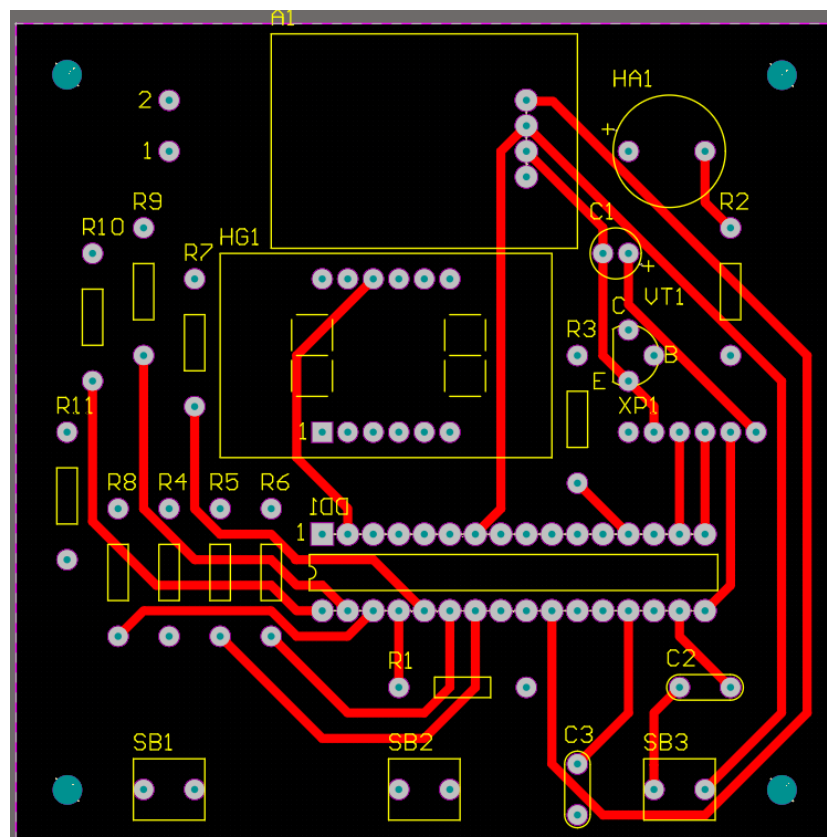


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Тор

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ

Арк.

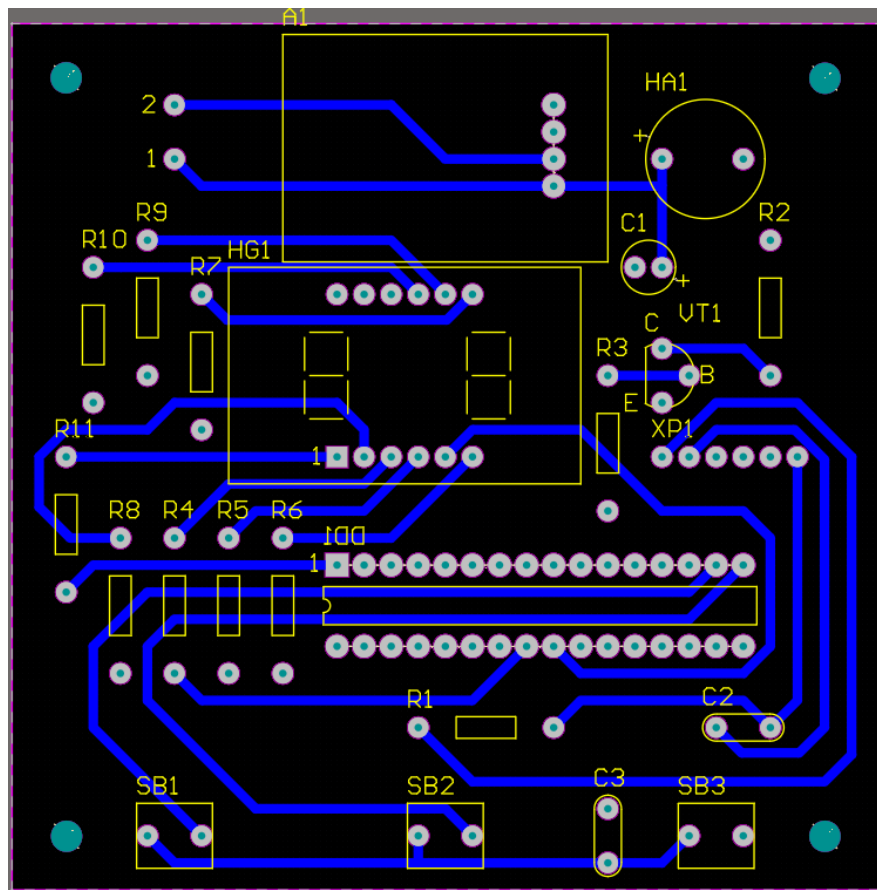


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Bottom

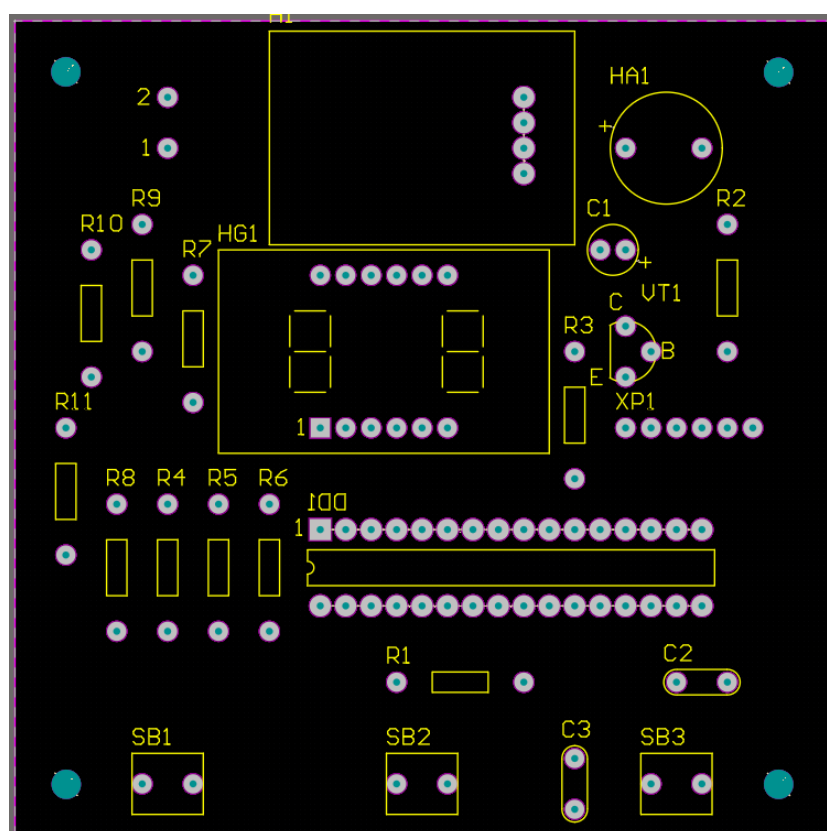


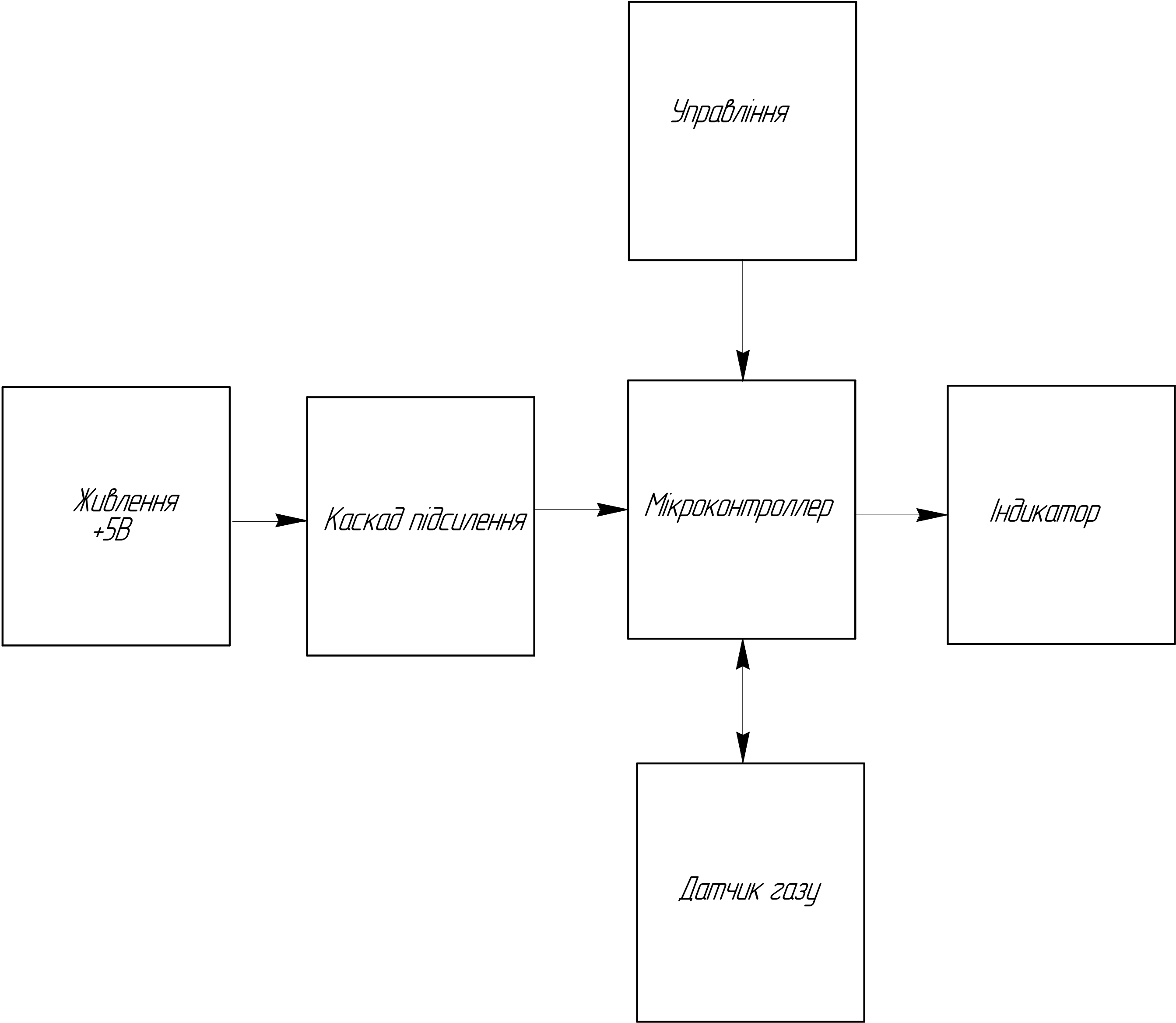
Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додат. №	Перш. викорис.

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

26 КР 172.402.028.001.000 Е1



26 КР 172.402.028.001.000 Е1						Сигналізатор витоку газу		
Зм.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		Електрична структурна схема		
Розроб.	Успенський					Літ.	Маса	Масштаб
Перевір.	Василишин					- Н -	-	-
І.контр.						Аркцш	Аркцшів	1
Рецензент						ВСП ТФК ТР-402		
Н.контр.	Задорожний					м. Тернопіль		
Затверд.						Формат А2		

Копіював

Формат А2

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 172.402.028.000.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Успенський			Розробка конструкції сигналізатора витoku газу Пояснювальна записка			Лім.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Василишин								
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 Категорії поділу фізичної роботи за величиною загальних енергозатрат.....

4.2 Робоча загальнообмінна штучна вентиляція.....

ВИСНОВКИ.....

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....

ДОДАТКИ.....

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перш. викорис.	Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка				
	B1	Датчик газу MQ-4 "Gravity"	1					
		Конденсатори						
	C1	ECAP-16 B-10 мкФ ±20% "Jamicon"	1					
	C2, C3	NPO-100 нФ ±5% "Murata"	2					
Додат. №	DA1	Мікросхема ATMEGA8535-16AU "Microchip"	1					
	HA1	Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron"	1					
	HG1	Цифровий індикатор TOD-5263AMR-N "OASISTEK"	1					
		Резистори						
	R1	MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"	1					
Підпис і дата	R2	MFP-0,125-10 Ом ±10% "Yageo"	1					
	R3	MFP-0,125-3 кОм ±10% "Yageo"	1					
	R4...R11	MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"	8					
	SB1...SB3	Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180 "KLS"	3					
	VT1	Транзистор 2N2222A "Fairchild"	1					
Зам. інв. №		Роз'єми						
	XP1	TMM10605 "STC micro"	1					
	XS1	3-228 "Connfly"	1					
	26 КР 172.402.028.001.000 ПЕЗ							
	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Інв. № ориг.	Розроб.	Успенський			Сигналізатор витоку газу	Літ.	Аркцш	Аркцшів
	Перевір.	Василишин				н		1
	Нконтр.	Задорожний				ВСП ТФК ТР-402		
	Затверд.					м. Тернопіль		
						Перелік елементів		

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:

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

$$V_{\text{буд}} = 1200 \times 100 = 120000 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

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

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 120000 + 60000 = 180000 \text{ (грн.)}$$

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

$$V_{\text{обл}} = 120000 \cdot 0,5 = 60000 \text{ (грн.)}$$

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

					26 КР 172.402.028.000.000 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:

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

$$V_{\text{інстр}} = 60000 \times 0,02 \times 1,1 = 1320 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$V_{\text{інв}} = 60000 \times 0,03 \times 1,1 = 1980 \text{ (грн.)}$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

$$\Pi = 180000 + 1320 + 1980 = 183300 \text{ (грн.)}$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

$$A = \frac{3300 \times 25}{100} = 825 \text{ (грн.)}$$

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 172.402.028.000.000 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	1320	330,00
	Виробничий та господарський інвентар	1980	495
	Всього:	3300	825

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 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$B_M = 867 \times 1,04 = 901,68 \text{ (грн.)}$$

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	80	80
2	Кришка нижня	1	75	75
3	Кришка верхня	1	75	75
4	Мікросхема	1	300	300
5	Конденсатори електролітичні	1	10	10
6	Конденсатори постійні	2	1	2
7	Резистори постійні	10	0,5	5
8	Індикатор	1	50	50
9	Датчик газу	1	150	150
10	Кнопка	3	10	30
11	Роз'єм	2	25	50
12	Зумер	1	20	20
13	Транзистори	1	20	20
				867

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

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

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$P_{\text{від}} = \frac{31}{60} \times 220 = 113,67 (\text{грн})$$

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

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

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

Таблиця 3.3- Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{\text{шт}, \text{хв.}}$	Розряд	Годинна тарифна ставка, (Сг),грн/год
1	Пайка	13	V	220
2	Регулювання	10	V	220
3	Складання	8	V	220
	Всього	31		

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

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

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

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = 113,67 \times 0,11 = 12,50 (\text{грн})$$

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

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

					26 КР 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (113,67 + 12,50) = 27,76(\text{грн})$$

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:

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{82}{100} \times (113,67 + 12,50) = 103,46 (\text{грн.})$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 82%);

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:

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

$$B_{\text{зв}} = \frac{128}{100} \times (113,67 + 12,50) = 161,5 (\text{грн.})$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 128%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 901,68 + (113,67 + 12,50 + 27,76) + 103,46 + 161,5 = 1320,57 (\text{грн.})$$

					26 КР 172.402.028.000.000 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	901,68
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	113,67
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	12,50
4	Відрахування на соціальні заходи	27,76
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	103,46
6	Загальновиробничі витрати	161,5
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1320,57
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	1051,61
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	264,96

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

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

$$Ц_{од.пр} = 1320,57 \times \frac{100 + 36}{100} = 1795,98 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 36%);

3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\Pi_p = (1795,98 - 1320,57) \times 1380 = 656065,8 \text{ (грн),}$$

					26 КР 172.402.028.000.000 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:

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

$$\text{ЧП} = 656065,8 - 656065,8 \times \frac{18}{100} = 537973,96 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$S_{повq} = 1320,57 \times 1380 = 1822386,6 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$R_{п} = \frac{537973,96}{1822386,6} \times 100\% = 29,52 \%$$

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

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

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

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

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

$$\Gamma\Pi = 537973,96 + 825 = 538798,96 \text{ (грн.)},$$

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 172.402.028.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за формулою:

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

$$\text{ЧТВ} = 489817,24 - 183300 = 306517,24 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ТВ} = \frac{538798,96}{(1 + 0,1)^1} = 489817,24 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ІП} = \frac{489817,24}{183300} = 2,67$$

					26 КР 172.402.028.000.000 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(Ток_{диск}) характеризує кількість років, за які будуть відшкодовані початкові інвестиції та розраховується за формулою:

$$\text{Ток}_{\text{диск}} = \frac{\text{ІІ}}{\text{ГП}_{\text{диск}}} \quad (3.24)$$

$$\text{Ток}_{\text{диск}} = \frac{183300}{489817,24} = 0,37\text{р}$$

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

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

$$\text{ГП}_{\text{диск}} = \frac{489817,24}{1} = 489817,24 \text{ (грн.)}$$

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.	1380
2	Собівартість виробу	грн./од.	1320,57
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1795,98
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	183300
5	Чистий прибуток	грн.	537973,96
6	Рентабельність виробу	%	29,52
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	306517,24
9	Індекс прибутковості	-	2,67
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,37

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
						Документація				
		A4			26 КР 172.402.028.000.000 ПЕЗ	Перелік елементів				
		A2			26 КР 172.402.028.000.000 ЕЗ	Схема електрична принципова				
		A1			26 КР 172.402.028.001.000 СК	Вузол друкований				
						Деталі				
Підпис і дата	Інв. № додл.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A2	1	26 КР 172.402.028.001.001	Плата друкована	1		
				БК	2	26 КР 172.402.028.001.002	Перемичка	2		
								Інші вироби		
					3		Датчик газу MQ-4 "Gravity"	1	B1	
								Конденсатори		
					5		NPO-100 нФ ±5% "Murata"	2	C2, C3	
Інв. № ориг.	Затверд.	Н.контр.	Зам. інв. №	6		ECAP-16 В-10 мкФ ±20% "Jamicon"	1	C1		
				8		Мікросхема ATMEGA8535-16AU "Microchip"	1	DD1		
				10		Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron"	1	HA1		
				12		Цифровий індикатор TOD-5263AMR-N "OASISTEK"	1	HG1		
								Резистори		
				14		MFP-Q,125-10 Ом ±10% "Yageo"	1	R2		
26 КР 172.402.028.001.000										
Зм. Арк. № докум. Підпис Дата										
Розрод. Успенський					Літ. Аркуш Аркушів					
Перевір. Василюшин					Н 1 2					
Н.контр. Задорожний					ВСП ТФК ТР-402					
Затверд.					м. Тернопіль					

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

Арк.
2

Формат		Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
					Документація		
A4				26 КР 172.402.028.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів		
A2				26 КР 172.402.028.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1	
A2				26 КР 172.402.028.004.000 СК	Складальне креслення	1	
					Складальні одиниці		
A1		1		26 КР 172.402.028.001.000 СК	Вузол друкований	1	
					Деталі		
БК		2		26 КР 172.402.028.004.001	Верхня кришка	1	
БК		3		26 КР 172.402.028.004.002	Нижня кришка	1	
БК		4		26 КР 172.402.028.004.003	Скло для індикатора	1	
БК		5		26 КР 172.402.028.004.004	Накладка під кнопку	3	
БК		6		26 КР 172.402.028.004.005	Ніжка	4	
					Інші вироби		
		7			Роз'єм 3-228 "Connfly"	1	XS1
					Стандартні вироби		
		8			Гвинт Г2,5-6dх5 ГОСТ 17473-80	4	
		9			Гвинт Г3,5-6dх35 ГОСТ 17475-80	4	
		10			Шайба 2,5 ГОСТ 10450-78	4	
				26 КР 172.402.028.004.000			

Техніко – економічні показники сигналізатора витoku газу.

	Технічні показники			Економічні показники	
1	Напруга живлення вхідна	+5В	1	Річний обсяг виробництва	1380шт.
2	Струм споживання	180мА	2	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	183300 грн
3	Габаритні розміри	113*88 *40 мм	3	Чистий прибуток	537973,96 грн
4	Маса	0,2кг	4	Повна собівартість на виріб	1320,57 грн
5	Допустима вологість повітря	89%	5	Ціна одиниці виробу	1795,98 грн.
6	Відображення напруги з датчика в межах	0...5В	6	Рентабельність виробу	29,52%
7			7	Термін окупності	0,37р
8			8	Індекс продуктивності	2,67

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл																
Замість																
Підпис																
														Аркуш 5		
											26 КР 172.402.028.03.000			26 КР 172.402.028.03.118		
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документу							
Б	Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ	
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу				Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр	
01																
A 02	402		028	045	402028045 Автоматизована пайка										0,005	
Б 03		Установка пайки хвилею АРП М6.890.001														
004		Пайку проводити згідно ТТП 316530 (66шт)														
M05		Припой ПОС-61				ГОСТ 21931-76						180	100	0,2		
06		Флюс АТІ-120				ГОСТ 32142-82						120	100	0,33		
07		Спиртобензинова суміш				ГОСТ 443-76						120	100	0,33		
08																
A09	402		028	050	4020280050 Електромонтаж										0,004	
0 10		1. Рихтувати елементи згідно ТТП 315826 (24шт)														
11		2. Установити перемички поз.2(2шт) датчик газу поз.3(В1) згідно рис.7, цифровий індикатор поз.12(НГ1) згідно рис.4 згідно карти ескізів по														
12		3. Установити кнопки тактові поз.19(SB1...SB3) згідно рис.5 згідно карти ескізів по ТТП254681														
13	2	Перемичка				26 КР 172.402.028.001.002						796	100	200		
14	3	Датчик газу MQ-4				"Gravity"						796	100	100		
15	12	Цифровий індикатор TOD-5263AMR-N				"OASISTEK"						796	100	100		
16	19	Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180				"KLS"						796	100	300		
17		Пайку проводити згідно ТТП 316530														
18		Електропаяльник РТ 105278														

[illegible]

Дубл.								
Замість								
Підпис								

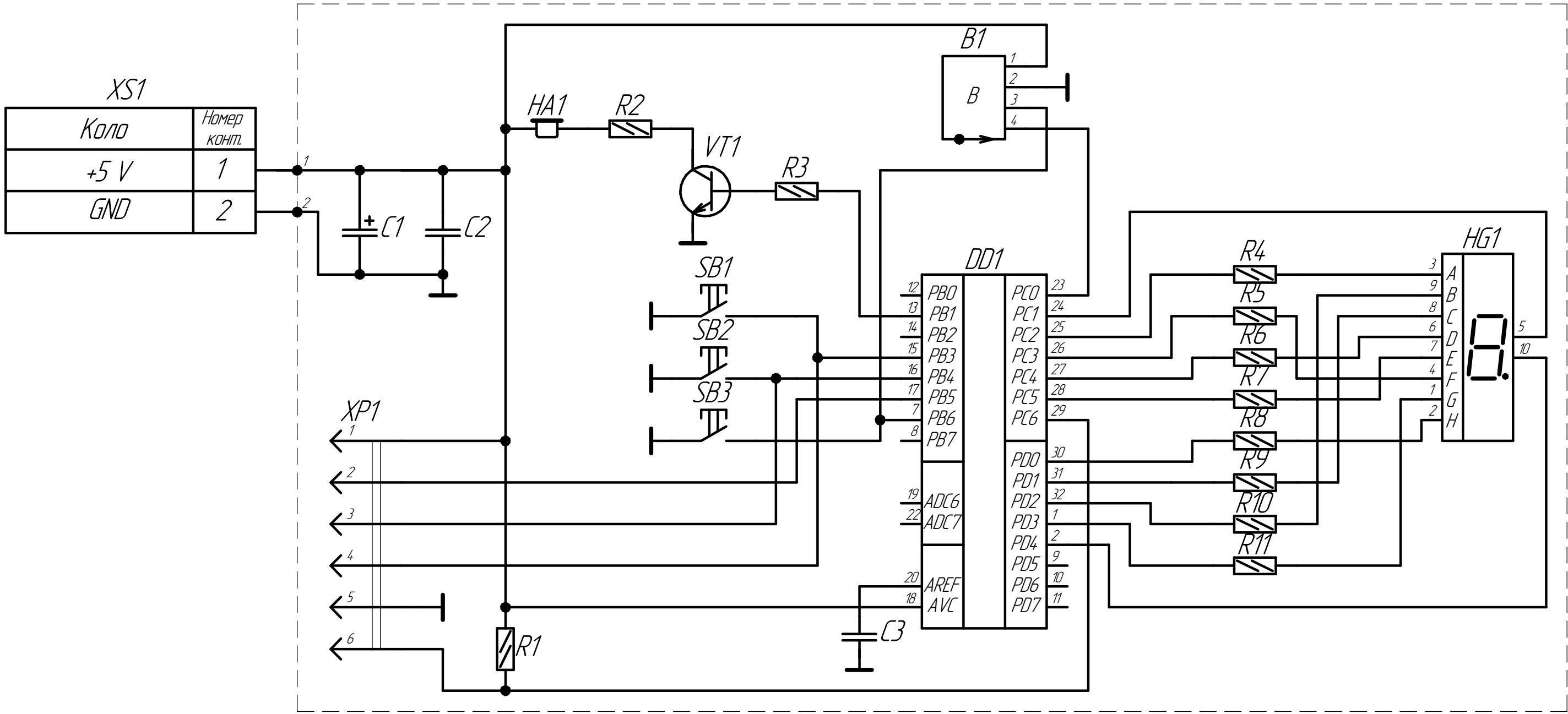
						Аркушів 7	Аркуш 7	
Розробив	Успенський			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.402.028.03.000		26 КР 172.402.028.03.118	
Перевірів	Василишин							
Нормував								
Затвердив								
Н. контр.	Задорожний							

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

Technical drawing of a mechanical part, likely a bracket or support. The main view shows a rectangular plate with a central circular hole and a smaller rectangular hole below it. Dimensions include 82mm for the height, 100mm for the width of the central hole, and 100mm for the width of the lower rectangular hole. There are also dimensions for the thickness of the plate (10mm) and the distance between mounting holes (100mm). The drawing includes several detail views (Fig. 1-9) showing different mounting configurations and cross-sections. A legend at the bottom right explains the symbols used in the drawing.

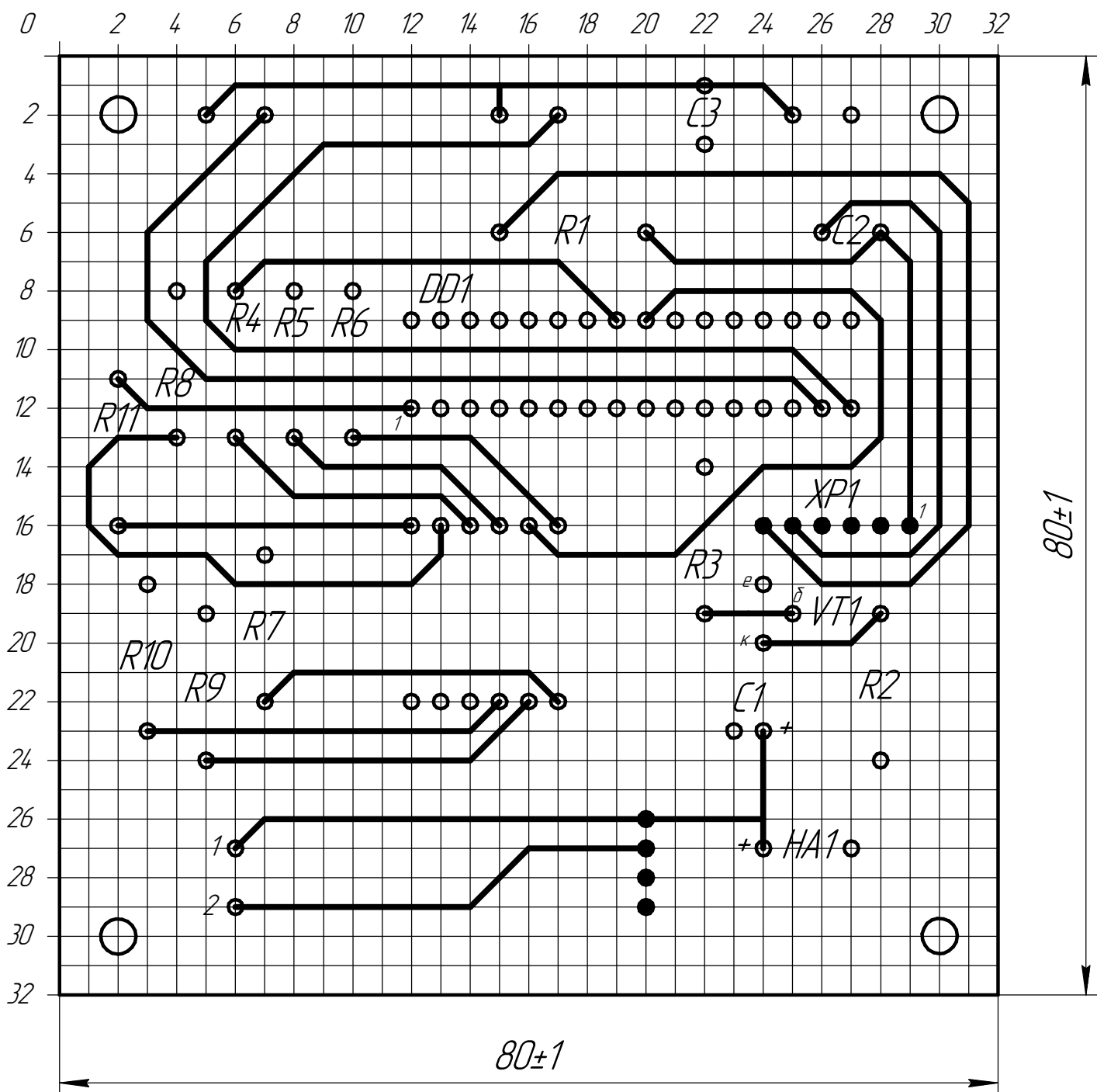
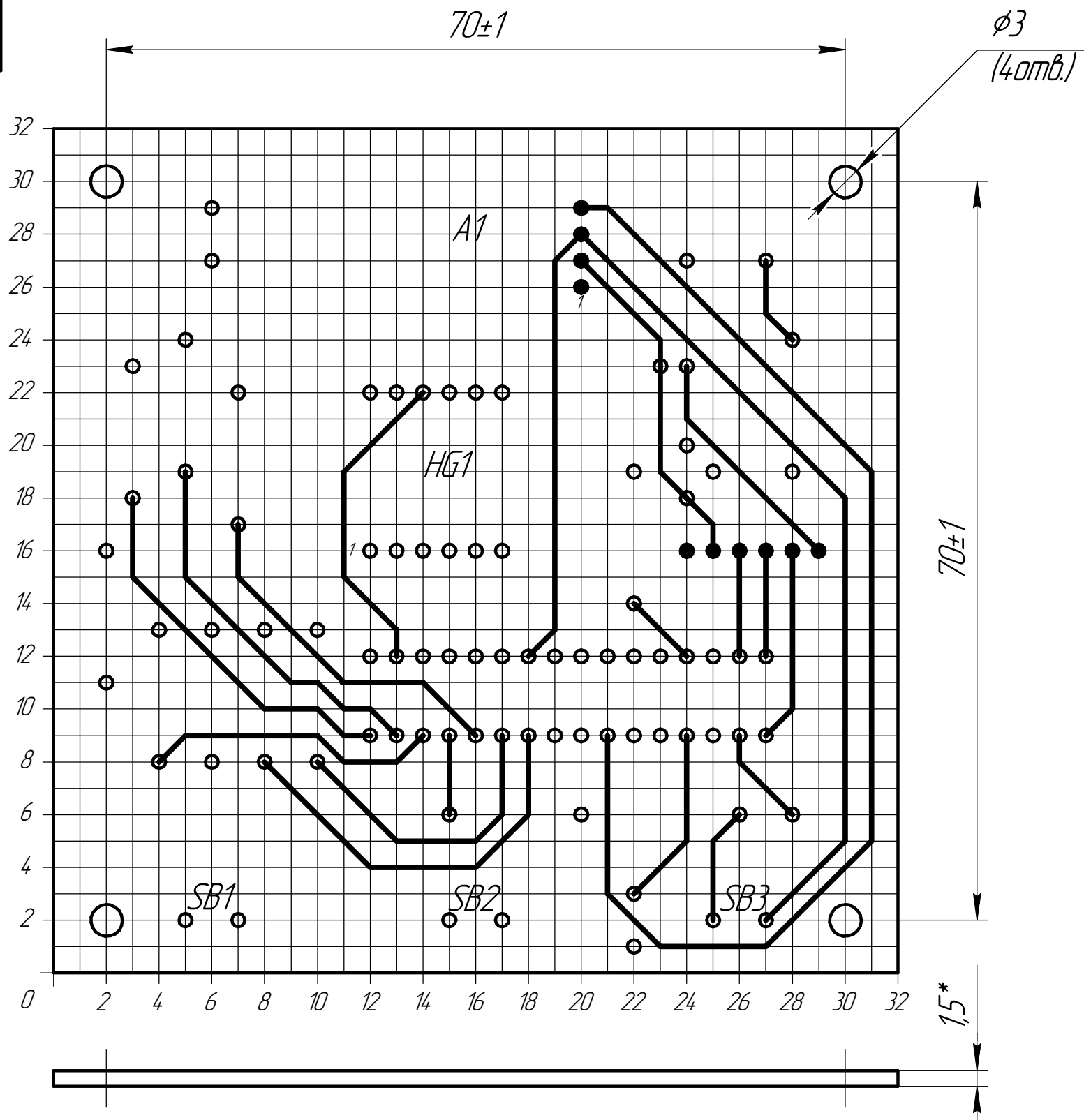
1. Форма для штампа.
2. Числовий і буквенний елементи позначення з кваліфікацією: СМ - 25 мм елементи, встановлені в корпусі; ОП - 25 мм елементи, встановлені в корпусі; К - 25 мм елементи, встановлені в корпусі; Т - 25 мм елементи, встановлені в корпусі; ПЗ - 25 мм елементи, встановлені в корпусі; ШТ - 25 мм елементи, встановлені в корпусі; ВНТР - 25 мм елементи, встановлені в корпусі; КВ - 25 мм елементи, встановлені в корпусі; ОН - 25 мм елементи, встановлені в корпусі; ОВ - 25 мм елементи, встановлені в корпусі; СПП - 25 мм елементи, встановлені в корпусі; КОВД - 25 мм елементи, встановлені в корпусі; КР - 25 мм елементи, встановлені в корпусі; УТ - 25 мм елементи, встановлені в корпусі; Р - 25 мм елементи, встановлені в корпусі; Прф - 25 мм елементи, встановлені в корпусі; СМ. - 25 мм елементи, встановлені в корпусі.

26 КР 172.402.028.001.000 ЕЗ



						26 КР 172.402.028.001.000 ЕЗ						
						Сигналізатор витоку газу			Лист	Маса	Масштаб	
Зм.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		Н			Н	-	-	
Розроб.	Успенський					Перевір.			Архив		Архив	
Т.контр.									1			
Н.контр.	Задорожний								ВСП ТФК ТР-402			
Затверд.									м. Тернопіль			
						Копіював			Формат		А2	

26 КР 172.402.028.001.001

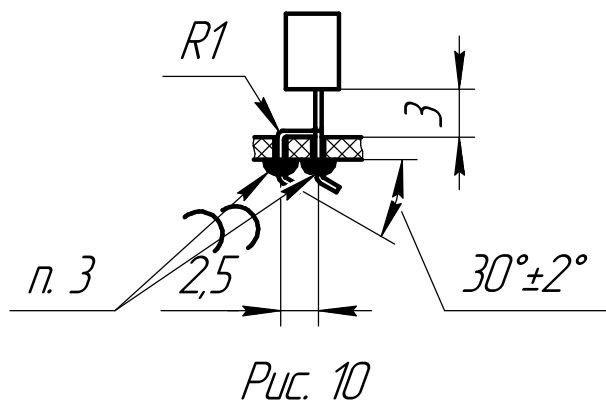
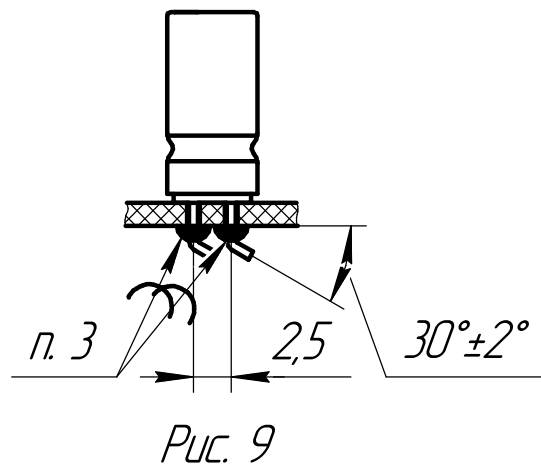
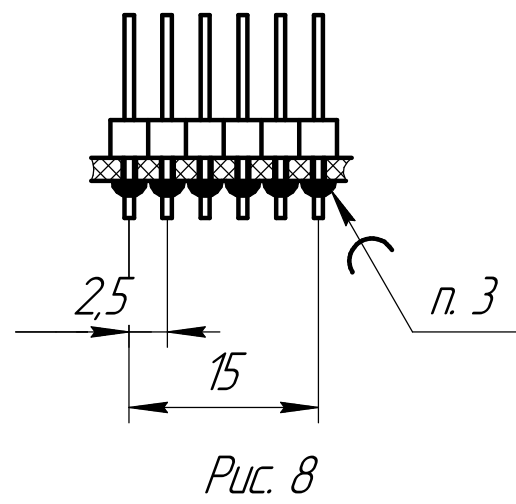
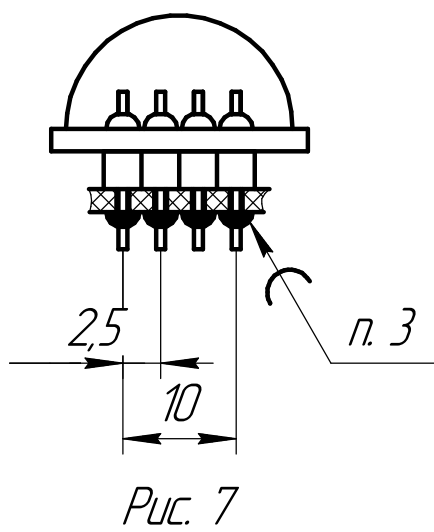
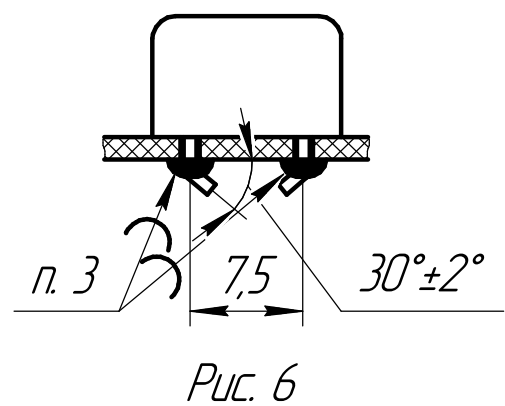
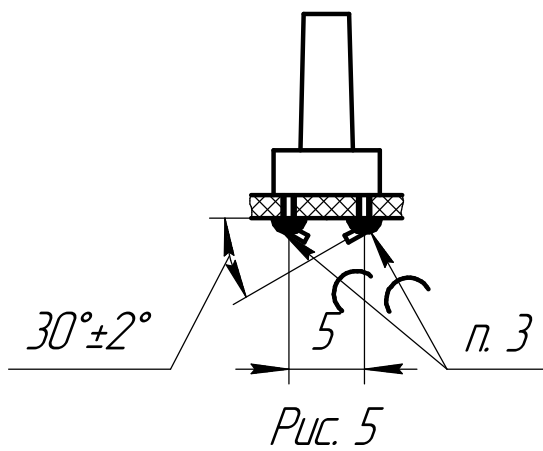
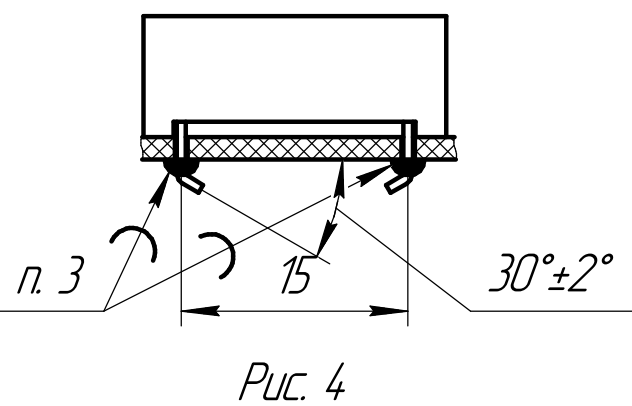
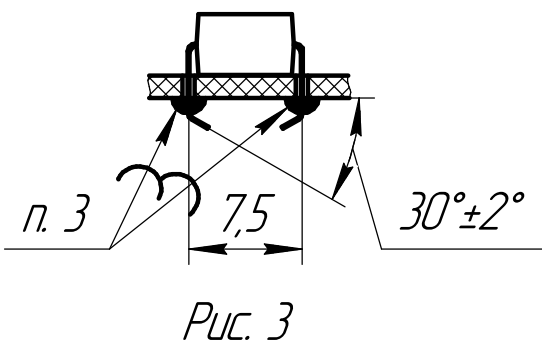
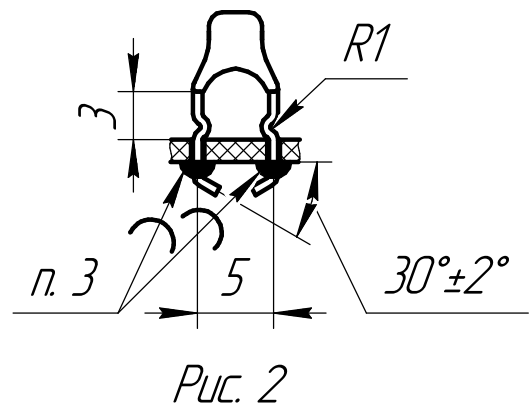
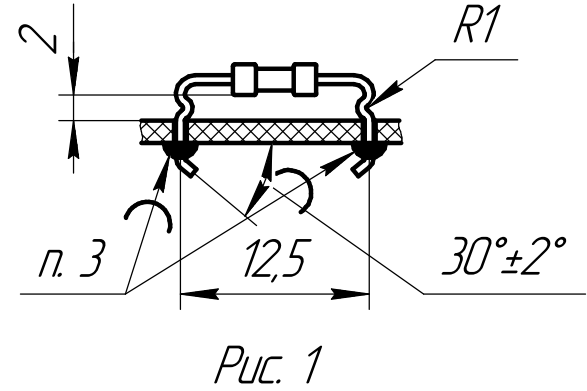
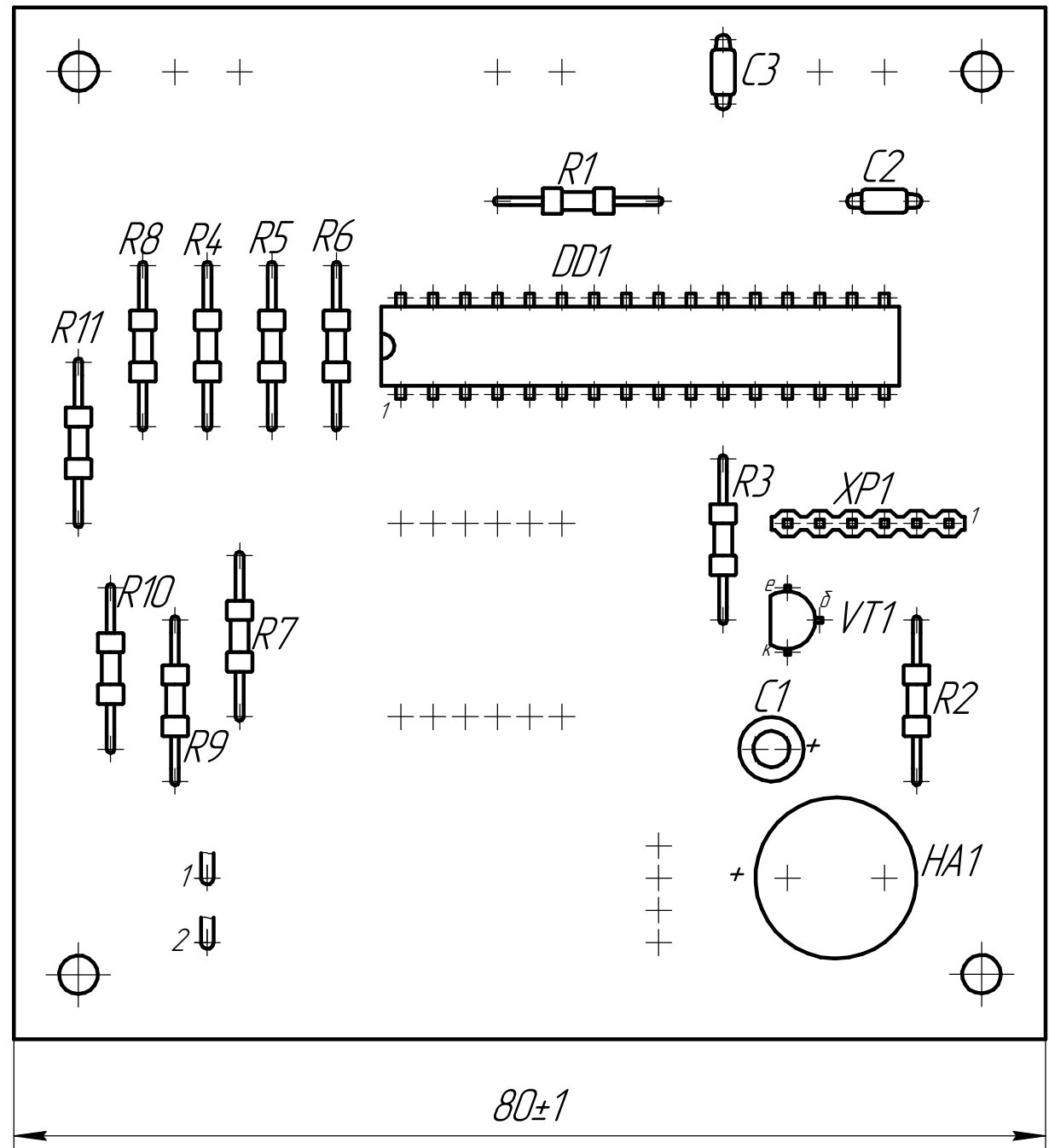
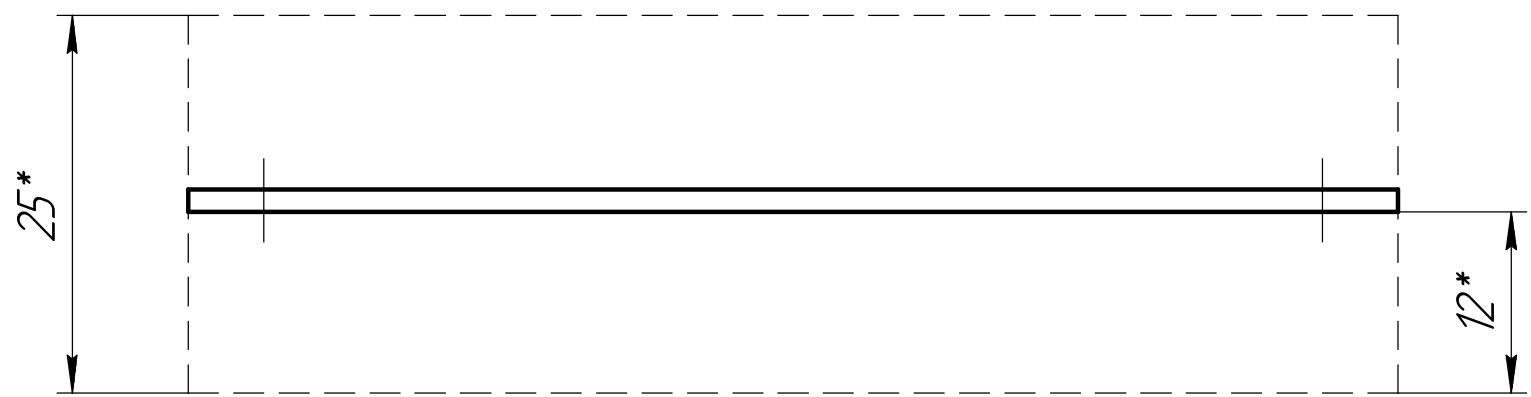
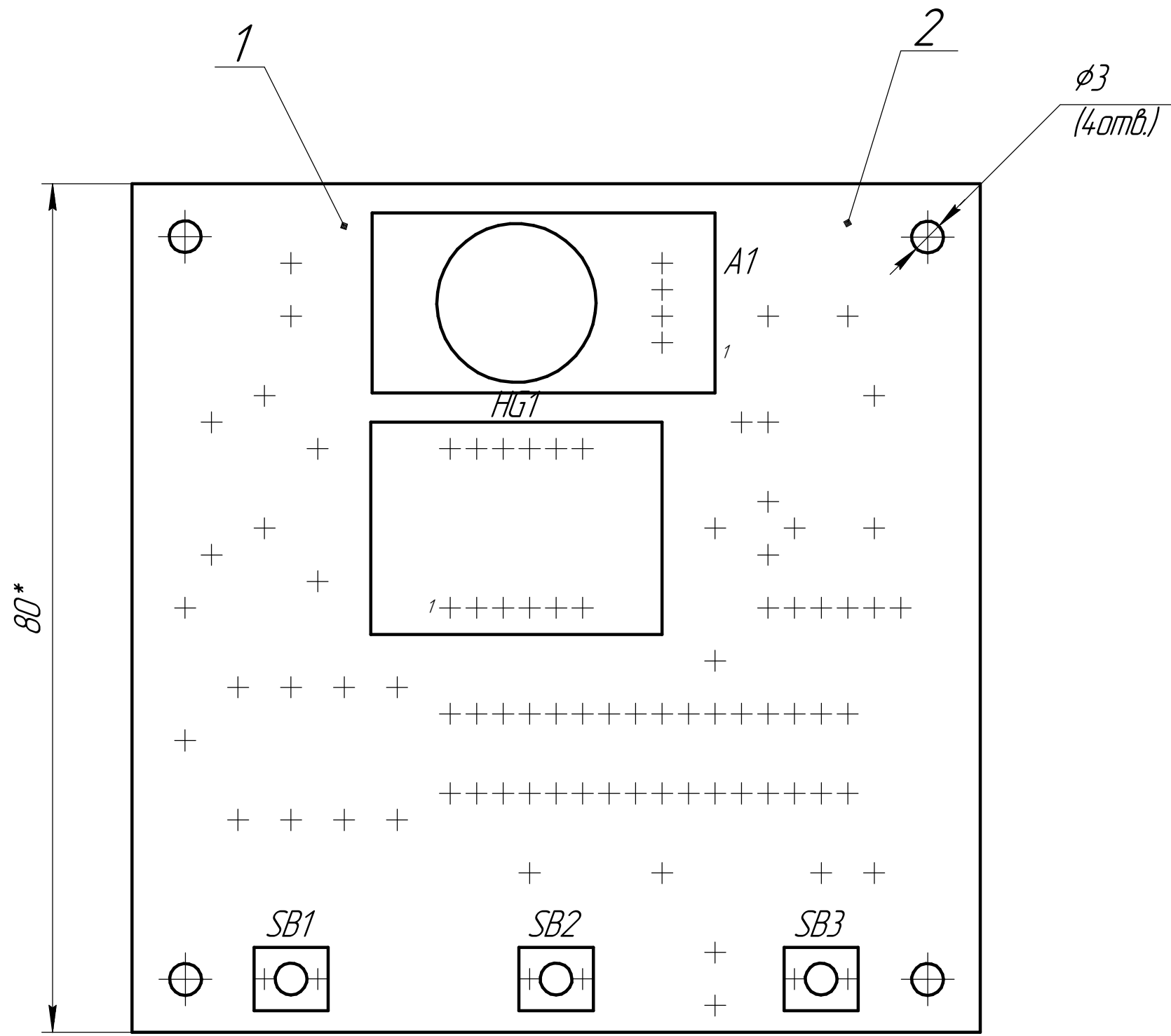


Таблиця отворів

Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
⊕	0,8	Є	2,0	80	
⊙	1,0	Є	2,2	10	

- 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 сторони провідного шару покрити компаундом на основі ЕД-22 ГОСТ 19587-76.
- Плату маркувати фарбою ТНПФ-01 біла ТУ 29-02-889-88 шрифтом 2,5 Пр 41 ГОСТ 26.020-80.
- Інші вимоги по ОСТ 4.ГО.005.051.

26 КР 172.402.028.001.001						Плата друкована			Лит.	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		Н			0,03	2:1	
Розроб.	Успенський					Архив	Архив	1			
Перевір.	Василишин					ВСП ТФК ТР-402					
І.контр.	Задорожний					м. Тернопіль					
Інв. № ориг.						Копіявав					
Інв. № дубл.						Формат А2					
Зам. інв. №											
Підпис і дата											
Підпис і дата											
Перш. викорис.											

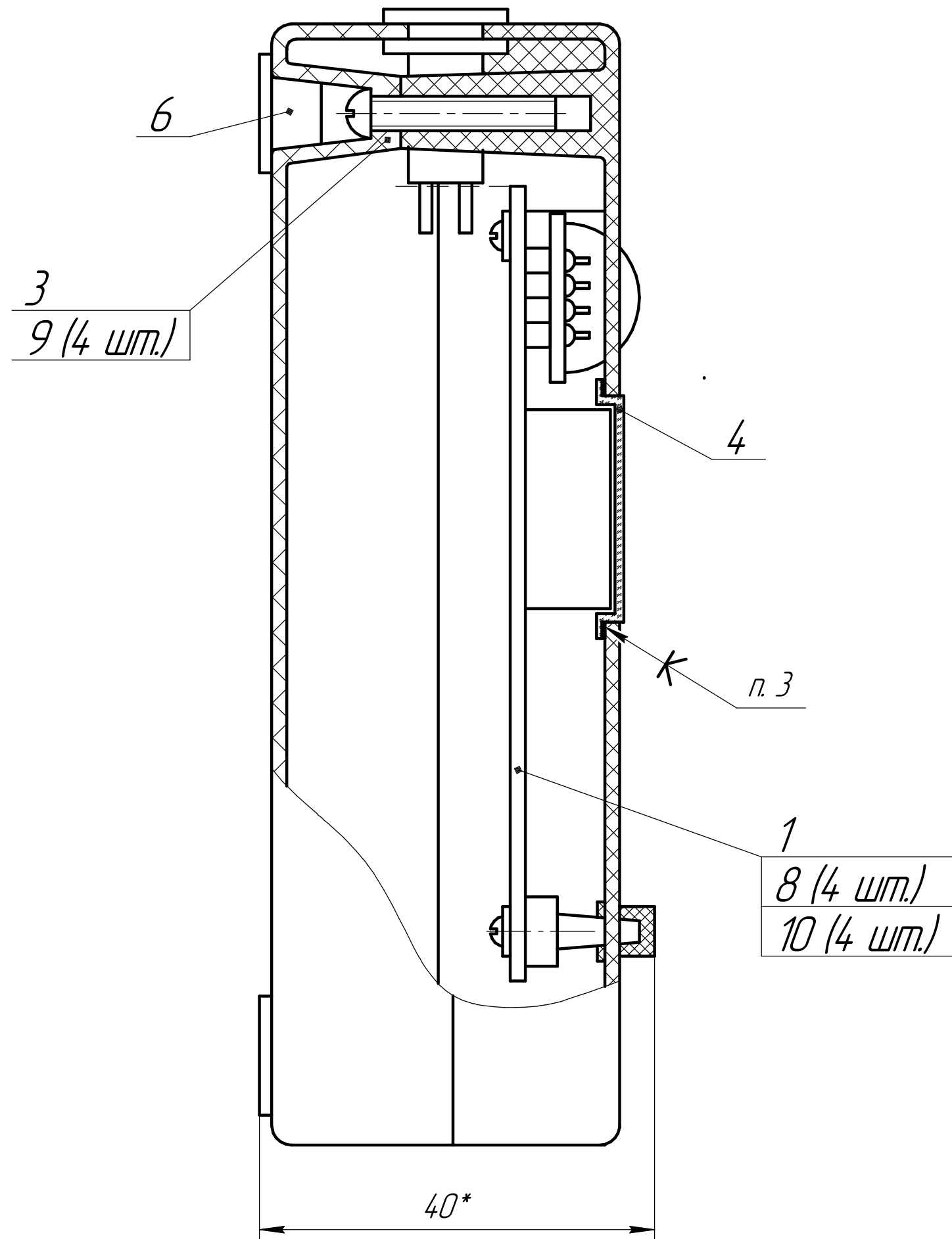
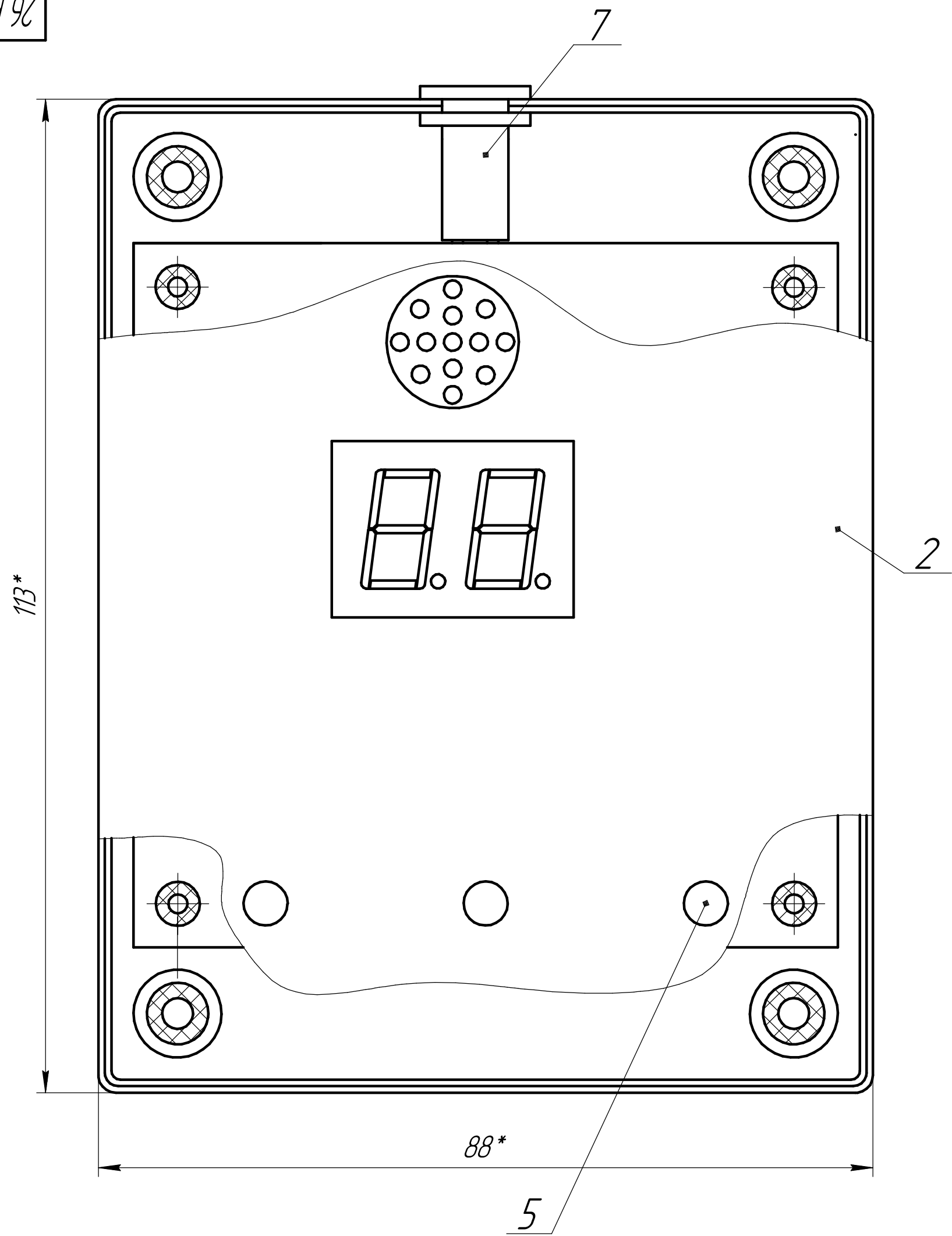


- *Разміри для довідок.
- Установку і формування елементів проводити з кроком координатної сітки 2,5 мм. Елементи формувати (установка і формування елементів на рисунках показані в масштабі 2:1): R1..R11 – на рис. 1; C2, C3 – на рис. 2; DD1 – на рис. 3; HG1 – на рис. 4; SB1..SB3 – на рис. 5; HA1 – на рис. 6; A1 – на рис. 7; XP1 – на рис. 8; C1 – на рис. 9; VT1 – на рис. 10.
- 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 ГОСТ 4000.015.

				26 КР 172.402.028.001.000 СК					
				Вузол друкований			Лист	Маса	Масштаб
							Н	0,06	2:1
				Складальне креслення			Аркши		1
							ВСП ТФК ТР-402		
							м. Тернопіль		
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.	Успенський								
Перевір.	Василишин								
Т.контр.									
Н.контр.	Задорожний								
Затверд.									

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

26 КР 172.402.028.004.000 СК



1. * Розміри для довідок.
2. Електромонтаж здійснювати згідно з 26 КР 172.402.028.001.000 ЕЗ припоєм припоєм ПОС-40 ГОСТ 21931-76.
3. Клеїти клеєм MAPEI ADESILEX G19.
4. Інші технічні вимоги по ОСТ.4.ГО.070.015.

						26 КР 172.402.028.004.000 СК				
						Сигналізатор витоку газу	Лит.	Маса	Масштаб	
Зм.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата			Н	0,3	2:1	
Розроб.		Успенський								
Перевір.		Василишин								
Т.контр.							Аркш	Аркшів	1	
Н.контр.		Задорожний					ВСП ТФК ТР-402			
Затверд.							м. Тернопіль			