

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 барометра сигналізатора БС-4</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)

Галяс О.М.
(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**

_____ **Галяс Олексій Миколайович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи _____ **Розробка конструкції барометра сигналізатора БС-4**

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 Укладання колективного договору. Його зміст.
 - 4.2 Вплив параметрів мікроклімату на організм людини.
- 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)

Галяс О.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Василишин О.З.

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 172.402.010.000.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка конструкції барометра сигналізатора БС-4 Пояснювальна записка			Лім.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Галяс								
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 Укладання колективного договору. Його зміст.....

4.2 Вплив параметрів мікроклімату на організм людини.....

ВИСНОВКИ.....

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....

ДОДАТКИ.....

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Галяс О.М. Розробка конструкції барометра сигналізатора БС-4: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційний рівень молодший спеціаліст, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026.

Друкована плата двостороння та виготовляється комбінованим методом. Габаритні розміри друкованої плати у виробі 98мм*98мм, обрано з урахуванням технології виготовлення та економічної доцільності.

Індикатор HG1 розміщений на краю плати для зручності монтажу, світлодіоди HL1-HL4 зліва на платі для хорошої індикації, кнопки управління SB1-SB4 та SA1 знаходяться на нижній частині плати друкованої.

Корпус даного пристрою виготовлений із пластмаси. Верхня та нижня кришки мають форму типу “корито”. До верхньої кришки кріпиться друкована плата на котрій розміщені основні елементи схеми, за допомогою чотирьох гвинтів та шайб також кріпиться динамік за допомогою гайок та шайб. У місці з’єднань двох кришок кріпляться шпінт живлення XS1 та запобіжник FU1, також датчик вологості XP1 через втулку. Верхня кришка має отвори під кнопки та накладки під кнопки, а також місце для скла під індикатор та отвори під світлодіоди на платі. У нижній кришці передбачений спеціальний батарейний відсік для встановлення батарейок. Габаритні розміри корпусу проектного приладу 118мм*123мм*59мм.

Ключові слова: мікроконтроллер, керування, барометр, тиск, сигналізатор.

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Galias O.M. Development of the design of the BS-4 barometer signalizer: 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 printed circuit board is double-sided and manufactured by a combined method. The overall dimensions of the printed circuit board in the product are 98mm*98mm, selected taking into account the manufacturing technology and economic feasibility.

The HG1 indicator is placed on the edge of the board for ease of installation, the HL1-HL4 LEDs are on the left of the board for good indication, the SB1-SB4 and SA1 control buttons are located on the lower part of the printed circuit board.

The case of this device is made of plastic. The upper and lower covers have a “trough” shape. A printed circuit board is attached to the top cover, on which the main elements of the circuit are located, using four screws and washers, the speaker is also attached using nuts and washers. At the junction of the two covers, the XS1 power socket and the FU1 fuse are attached, as well as the XP1 humidity sensor through a sleeve. The top cover has holes for buttons and button covers, as well as a place for a glass for an indicator and holes for LEDs on the board. The bottom cover has a special battery compartment for installing batteries. The overall dimensions of the designed device are 118mm*123mm*59mm.

Keywords: microcontroller, control, barometer, pressure, alarm.

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Барометр-сигналізатор призначений для оперативного інформування метеочутливих людей про поточний рівень атмосферного тиску, а також про його вихід за встановлені межі та різкі зміни в режимі реального часу.

Користувач самостійно встановлює граничні значення тиску — мінімальний і максимальний пороги. У разі перевищення верхнього порогу або зниження тиску нижче мінімального, пристрій генерує переривчасті звукові сигнали та вмикає світлову індикацію «Поріг». Після трьох повторів звуковий сигнал вимикається, тоді як світлова індикація залишається активною до моменту повернення тиску в заданий діапазон.

Окрім цього, користувач може задати допустиму величину зміни атмосферного тиску за певний інтервал часу. Якщо за встановлений період тиск змінюється більше ніж на задану величину, пристрій активує звукову та світлову сигналізацію «Скачок». Як і в попередньому випадку, після трьох звукових сигналів звук вимикається, а світлова індикація працює до стабілізації тиску.

Також передбачена можливість введення коригувального коефіцієнта для узгодження показань приладу з еталонним барометром.

У налаштуваннях можна задати середнє (нормальне) значення атмосферного тиску для конкретної місцевості. Це значення використовується як базова лінія при побудові графіка змін тиску на головному екрані [1].

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні дані проєктованого пристрою:

1. Напруга живлення приладу.....+12В;
2. Температура нормальної роботи.....-10.....+40°C;
3. Відносна вологість87%;
4. Споживана потужність: у робочому режимі: до 100 мА, у режимі очікування: менше 20 мА;
5. Діапазон вимірювання атмосферного тиску: 300...1100 гПа (225...825 мм рт. ст.)
6. Одиниці відображення:мм рт. Ст.;
7. Точність вимірювання:±1 гПа ($\approx \pm 0,75$ мм рт. ст.);
8. Тип датчика тиску:BME280 / BMP280;
9. Інтерфейс зв'язку з датчиком:I2C (TWI).

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

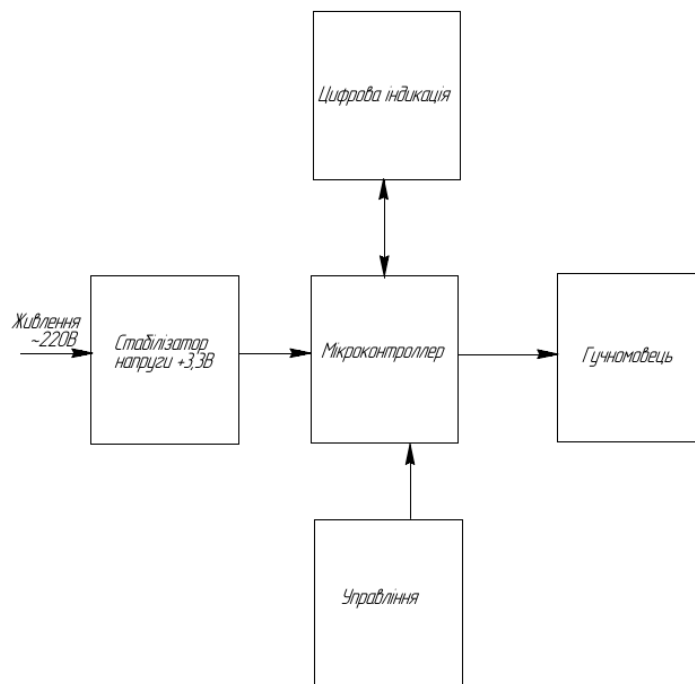


Рисунок 1.1- Схема електрична структурна

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні функціональні блоки:

- Живлення - пристрій може працювати від мережі ~ 220 В або від бортової мережі. Вхідна напруга стабілізується до рівня, необхідного для мікроконтролера та датчика.
- Стабілізатор напруги - формує постійне живлення $+3.3$ В для датчика та $+5$ В для мікроконтролера. Забезпечує захист від перепадів та шумів.
- Датчик атмосферного тиску BME/BMP280, вимірює абсолютний тиск у мм рт. ст.
- Мікроконтролер ATmega328P - обробляє дані з датчика. Порівнює значення з порогами (мінімальний/максимальний тиск). Визначає скачки тиску за заданий інтервал часу. Формує сигнали для індикації та звукового оповіщення.
- Цифрова індикація - відображає поточний тиск у мм рт. ст. Показує графік зміни тиску за останні 3 години. Може відображати середнє значення для конкретної місцевості.
- Звуковий сигналізатор генерує переривчасті сигнали при перевищенні порогів або різких скачках.

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Атмосферний тиск відображається у міліметрах ртутного стовпа (мм рт. ст.). Резистор R1 разом із конденсатором C1 забезпечують апаратне ски-дання мікроконтролера при подачі живлення. Конденсатори C2 і C5 виконують функцію фільтрації, захищаючи кола живлення від високочастотних перешкод і стрибків напруги.

Дані про тиск надходять із датчика BMP1 (типу BME/BMP280), керування яким здійснюється через інтерфейс TWI (I2C). Лінії інтерфейсу підтяг-

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нуті до живлення резисторами R8 і R9, які не встановлюються, якщо вже присутні на платі самого датчика.

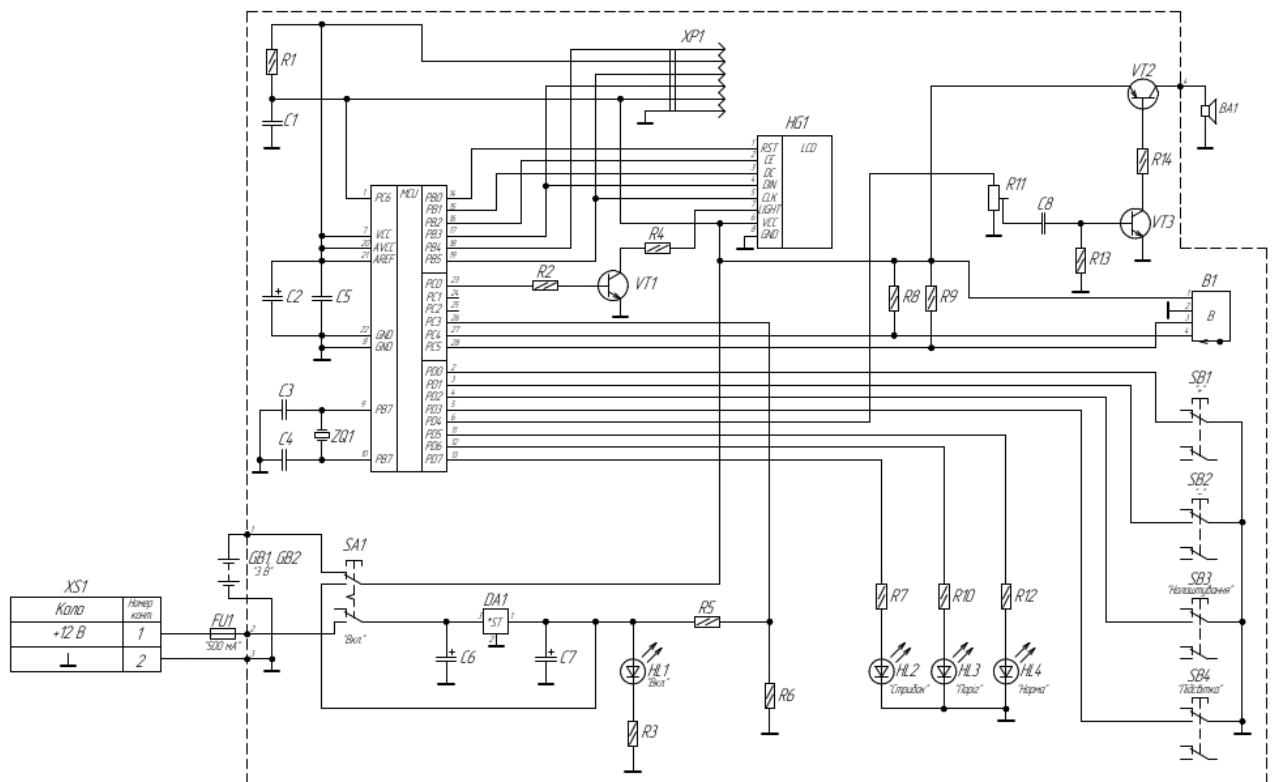


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

Для відображення інформації використовується рідкокристалічний дисплей Nokia 5110, на якому показується поточний тиск і параметри налаштувань.

Стан атмосферного тиску оперативно відображається світлодіодами HL2-HL4 («Скачок», «Поріг», «Норма»).

Звукова індикація реалізована за допомогою підсилювача низької частоти на транзисторах VT2–VT3 та гучномовця BA1. Рівень гучності регулюється змінним резистором R11.

Керування та налаштування пристрою здійснюється кнопками: SB3 («Налаштування»), SB1 («+»), SB2 («-»). Кнопка SB4 («Екран») викликає головний екран із поточним значенням атмосферного тиску.

Живлення пристрою можливе як від внутрішнього, так і від зовнішнього джерела. Внутрішнє живлення забезпечується двома батареями типу AA (3

В), а зовнішнє — від бортової мережі 12 В. Зниження напруги до необхідного рівня здійснюється стабілізатором на мікросхемі LM1117-3.3. Вибір джерела живлення виконується перемикачем SA1 [1].

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

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

Компонування проектного виробу виконано з урахуванням вимог ергономіки, технологічності виготовлення та зручності складання і подальшого обслуговування. Основні функціональні елементи розміщені на друкованій платі таким чином, щоб забезпечити мінімальну довжину з'єднувальних провідників, зменшення рівня перешкод та зручний доступ до органів керування і індикації.

Розташування індикатора, світлодіодів та кнопок керування узгоджено з конструкцією корпусу, що забезпечує їх правильне позиціонування відносно отворів у верхній кришці. Елементи, які потребують зовнішнього доступу (кнопки, індикатори, роз'єм живлення, датчик вологості), винесені до відповідних зон корпусу для зручності експлуатації. Внутрішні компоненти (друкована плата, динамік, допоміжні елементи кріплення) розміщені з урахуванням оптимального використання внутрішнього об'єму корпусу та забезпечення надійної фіксації.

Корпус виробу виконано у розбірній конструкції з верхньої та нижньої кришок типу «корито», що спрощує монтаж і обслуговування пристрою. Кріплення друкованої плати здійснюється за допомогою гвинтових з'єднань, що забезпечує достатню механічну міцність та стійкість до вібрацій.

Як конструкційний матеріал корпусу обрано пластмасу, що пояснюється її низкою переваг: малою масою, достатньою механічною міцністю, технологічністю лиття, а також добрими електроізоляційними властивостями. Використання пластмаси також дозволяє знизити собівартість виробу та забезпечити привабливий зовнішній вигляд.

Друкована плата виготовлена з фольгованого склотекстоліту, який характеризується високою механічною міцністю, термостійкістю та стабільністю

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електричних параметрів. Провідникові доріжки виконані з міді з захисним покриттям, що підвищує корозійну стійкість та надійність роботи виробу.

Для захисту металевих елементів кріплення використано оцинковане або нікельоване покриття, що запобігає корозії та подовжує термін служби виробу. Додатково можливе застосування лакового покриття друкованої плати для захисту від вологи та пилу, що підвищує надійність експлуатації пристрою в різних умовах.

Таким чином, обрані конструкційні матеріали та покриття забезпечують оптимальне поєднання надійності, технологічності виготовлення та економічної ефективності виробу.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Друкована плата двостороння та виготовляється комбінованим методом. Габаритні розміри друкованої плати у виробі 98мм*98мм, обрано з урахуванням технології виготовлення та економічної доцільності. Плата має просту прямокутну форму без складних конструктивних елементів, що дозволяє ефективно використовувати матеріали та знизити виробничі витрати. Її розміри відповідають вимогам стандартів щодо співвідношення сторін і товщини, що забезпечує уніфікацію та спрощує технологічний процес виготовлення.

Індикатор HG1 розміщений на краю плати для зручності монтажу, світлодіоди HL1-HL4 зліва на платі для хорошої індикації, кнопки управління SB1-SB4 та SA1 знаходяться на нижній частині плати друкованої.

Монтаж електрорадіоелементів у даному приладі виконано із застосуванням компонентів зі штировими виводами. Вони встановлені у наскрізні отвори друкованої плати з подальшим загинанням виводів, обрізанням у межах контактних площадок і паянням методом «хвилі припою». Така технологія забезпечує високу щільність монтажу, надійність електричних з'єднань та можливість розміщення більшої кількості компонентів на обмеженій площі плати [21].

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Корпус даного пристрою виготовлений із пластмаси. Верхня та нижня кришки мають форму типу “корито”. До верхньої кришки кріпиться друкована плата на котрій розміщенні основні елементи схеми, за допомогою чотирьох гвинтів та шайб також кріпиться динамік за допомогою гайок та шайб. У місці з’єднань двох кришок кріпляться шніздо живлення XS1 та запобіжник FU1, також датчик вологості XP1 через втулку. Верхня кришка має отвори під кнопки та накладки під кнопки, а також місце для скла під індикатор та отвори під світлодіоди на платі. У нижній кришці передбачений спеціальний батарейний відсік для встановлення батарейок. Габаритні розміри корпусу проектованого приладу 118мм*123мм*59мм.

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.

Конструкція корпусу даного пристрою забезпечує доступ до елементів, регулювання параметрів пристрою, а також здійснення контрольної-вимірювальних робіт. Апарат є зручним в користуванні [24].

У проектованому приладі при розробці друкованої плати реалізовано комплекс вимог до раціонального розміщення електрорадіоелементів. Зокрема, під час трасування плати забезпечено мінімальну довжину друкованих провідників, що дозволило зменшити втрати сигналів та вплив паразитних параметрів, а також підвищити стабільність роботи пристрою.

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інтегральні мікросхеми у виробі розміщено з урахуванням напрямку повітряних потоків — довшою стороною корпусу вздовж лінії обдуву, що сприяє ефективнішому охолодженню та стабільній роботі пристрою в різних режимах [21].

Таким чином, у проектованому приладі всі вимоги до розміщення електрорадіоелементів та компоновання друкованої плати реалізовано в повному обсязі, що забезпечило високу технологічність виготовлення, надійність роботи та ефективність функціонування пристрою [24].

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1 - Конденсатор типу ЕСАР [2]

Позиційне позначення	C6-C7
Назва компонента	Конденсатор ЕСАР
Виробник	"Jamicon"
Критерії вибору	Ємність, струм, габарити
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга	16 В, 25В
Номінальна ємність	100 мкФ, 10мкФ
Допуск ємності	$\pm 20\%$
Розмір	13 x 13 x 20 мм
Робоча температура	-55 ... 105 ° С
Тангенс кута втрат	0,14%

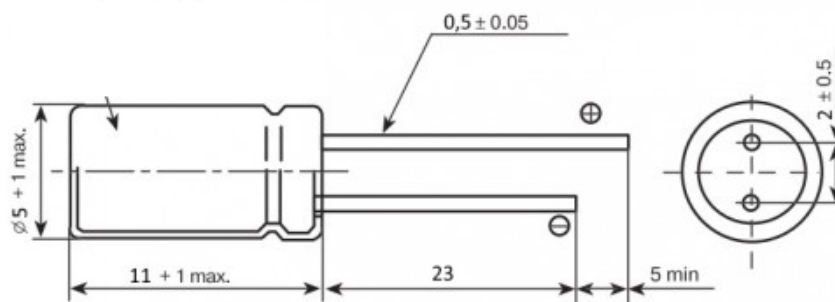


Рисунок 2.1- Габаритні розміри конденсатора типу ЕСАР

Таблиця 2.2 - Резисторів MFP [3]

Позиційне позначення	R1-R10,R12-R14
Назва компонента	резисторів MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність, напруга, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,125 Вт
діапазон номінальних опорів	$1 \dots 10 \cdot 10^6$ Ом
допустиме відхилення опору	$\pm 10\%$
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	$-60 \dots +70^\circ\text{C}$

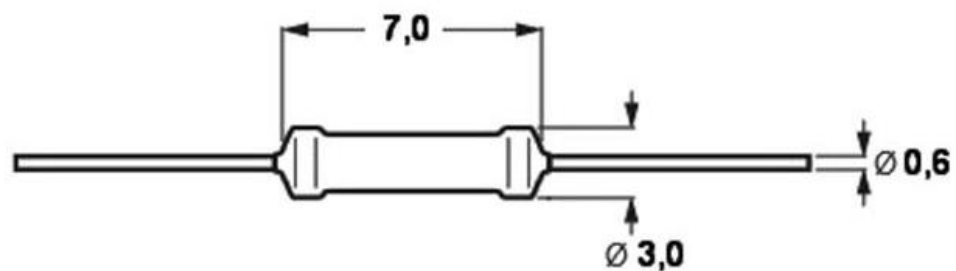


Рисунок 2.2 - Габаритні розміри резисторів MFP "Yageo"

Таблиця 2.3 - Конденсатор NPO [4]

Позиційне позначення	C1-5, C8
Назва компонента	Конденсатор NPO
Виробник	"Murata"
Критерії вибору	Напруга, струм, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50В
відхилення ємності від номінального значення	$\pm 10\%$;
інтервал робочих температур	$-40^\circ\text{C} \dots +100^\circ\text{C}$
відносна вологість	до 98%
група ТКЄ	H20
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ
діапазон тиску	6,6-2942гПа

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Позиційне позначення	R11
Назва компонента	Резистор 3329Н-1 "Bourns"
Виробник	"Bourns"
Критерії вибору	Лінійність, опір, розміри
Параметри конструкції	Див.рис.2.5
Параметри та характеристики	
номінальний опір	10 кОм
номінальне відхилення, %	10
максимальне постійна напруга	500
температурний коефіцієнт +/-	250
гранична вібрація	10 ... 500Гц, 0.75мм, 6г
інтервал робочих температур	-55 ... + 125
ударостійкість	390m / s2, 4000 циклів

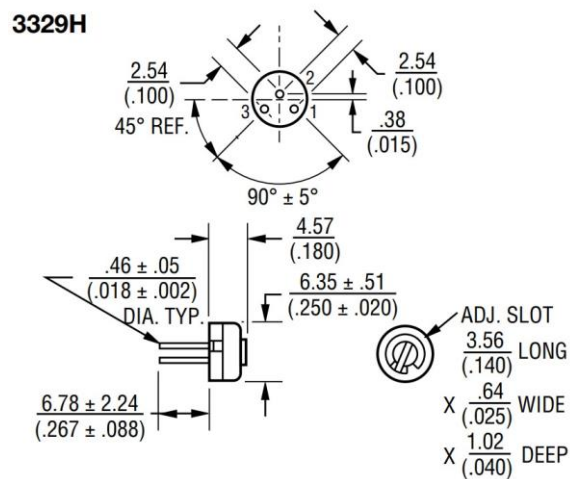


Рисунок 2.5 – Габаритні розміри резистора підстроювального 3329Н-1

Таблиця 2.6 - Перемикач PB22E06 "UAICHI" [7]

Позиційне позначення	SA1
Назва компонента	Перемикач PB22E06
Виробник	"UAICHI"
Критерії вибору	Розмір, принцип роботи, струм, напруга
Параметри та характеристики	
Кількість положень	2 стабільних положення з фіксацією
Максимальний струм (Imax)	50 мА
Максимальна напруга (Umax DC)	30 В
Корпус	6×6 мм
Кількість полюсів	2 (DPDT – двополюсний, двопозиційний)

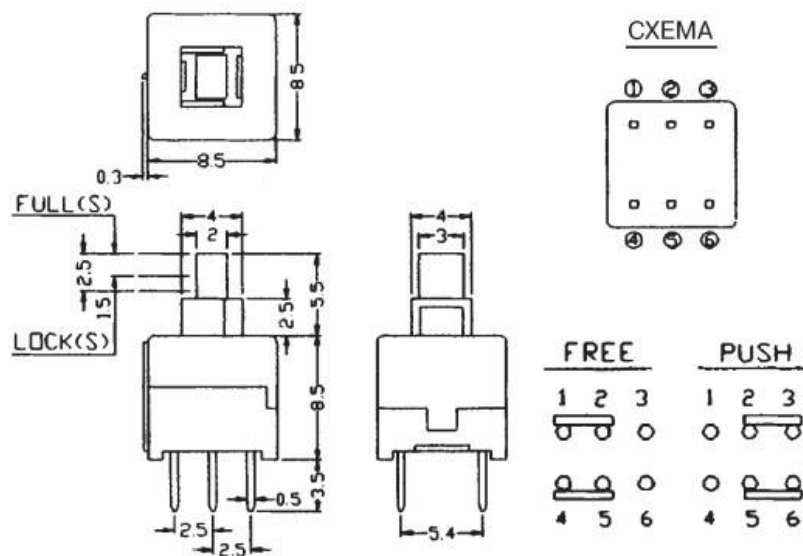


Рисунок 2.6 – Габаритні розміри перемикача PB22E06 "UAICHI"

Таблиця 2.7 - Перемикач PB22E07 "UAICHI" [8]

Позиційне позначення	SB1-SB3
Назва компонента	Перемикач PB22E07
Виробник	"UAICHI"
Критерії вибору	Розмір, принцип роботи, струм, напруга
Параметри та характеристики	
Корпус	7×7 мм, пластик
Тип	Кнопка без фіксації
Максимальний струм (Imax)	50 мА
Максимальна напруга (Umax DC)	30 В
Ресурс роботи	~10 000 циклів
Робоча температура	–25...+70 °С
Кількість контактів	6 pin

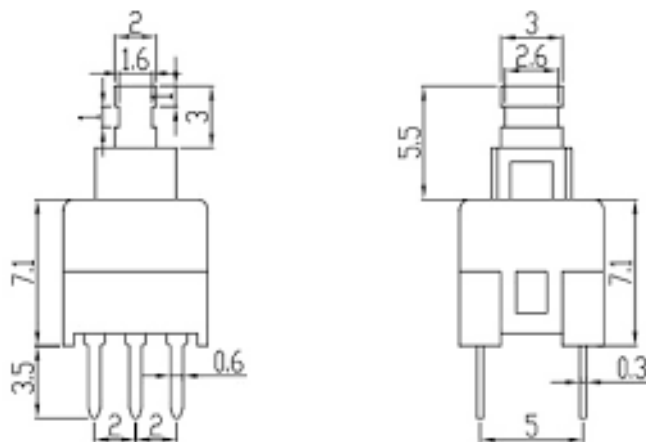


Рисунок 2.7 – Габаритні розміри перемикача PB22E07 "UAICHI"

Таблиця 2.8 - Мікросхема ATMEGA328-PU [9]

Позиційне позначення	DD1
Назва компонента	Мікросхема ATMEGA328-PU
Виробник	"Texas Instruments"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, принцип роботи
Параметри та характеристики	
Корпус	DIP-28
Робоча температура	-40...+85 °C
Споживання	~1 мА при 1 МГц, 1.8 В
Напруга живлення	1.8–5.5 В
Архітектура	AVR, 8-біт
Тактові частоти	до 20 МГц
Таймери/лічильники	3 (2×8-біт, 1×16-біт)

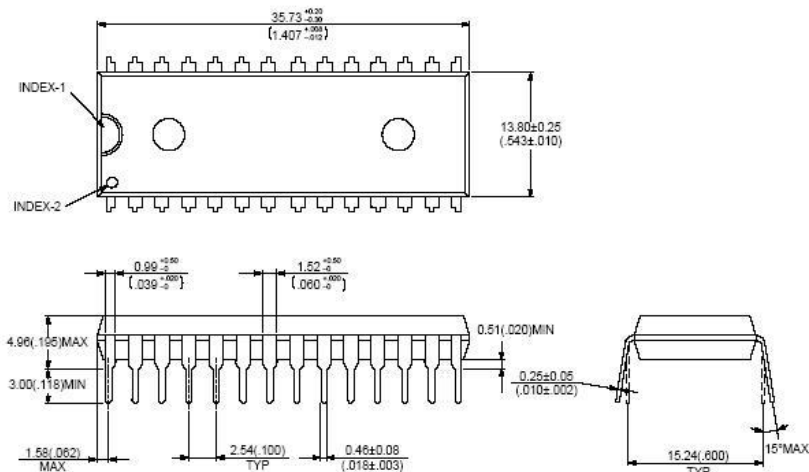
28-pin plastic DIP
(DIP-28P-M05)

Рисунок 2.8- Зовнішній вигляд мікросхеми ATMEGA328-PU

Таблиця 2.9 - Дисплей Nokia 5118 "Nokia" [10]

Позиційне позначення	HG1
Назва компонента	Дисплей Nokia 5118
Виробник	"Nokia"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, принцип роботи
Параметри та характеристики	
Напруга живлення	2.7–3.3
Споживання струму	~200 μA
Робоча температура	-25...+70 °C
Роздільна здатність	84 × 48 пікселів
Тип дисплея	Монохромний графічний LCD
Інтерфейс	SPI (послідовний)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ

Арк.

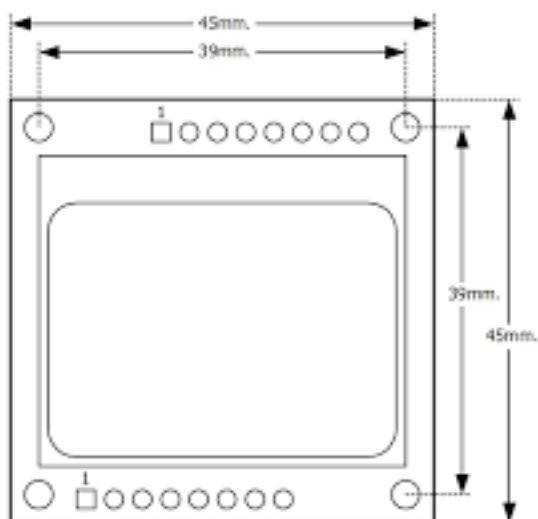


Рисунок 2.9 - Зовнішній вигляд дисплей Nokia 5118 "Nokia"

Таблиця 2.10 - Транзистор BC547A "LGE" [11]

Позиційне позначення	VT1,VT3
Назва компонента	Транзистор BC547A
Виробник	"LGE"
Критерії вибору	Тип, структура, струм, напруга, підсилення
Параметри та характеристики	
Структура	nnp
Макс. напр. к-е при заданому струмі до і розімкнутої ланцюга б. (Укео макс), В	45
Максимально допустимий струм до (Ік макс.)	0.1
Статичний коефіцієнт передачі струму h21е хв	200 ... 450
Гранична частота коефіцієнта передачі струму fгр.МГц	150
Максимальна потужність, що розсіюється, Вт	0.5
Корпус	to-92
Вага, г	0.3

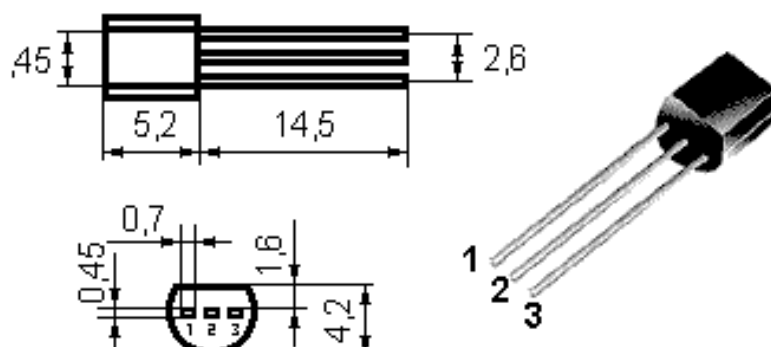


Рисунок 2.10 – Габаритні розміри транзистора BC547A

Таблиця 2.11 - Транзистор BC557A "LGE" [12]

Позиційне позначення	VT2
Назва компонента	Транзистор BC557A
Виробник	"LGE"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність
Параметри та характеристики	
Напруга колектор-емітер (V_{ce0})	100 В
Струм колектора (I_c)	10 А
Потужність розсіювання (P_d)	$\approx 75-100$ Вт
Температура переходу	до 150°C
Коефіцієнт підсилення	$\sim 20 - 100$
Гранична частота (f_T)	$\sim 4-8$ МГц
Тип	PNP

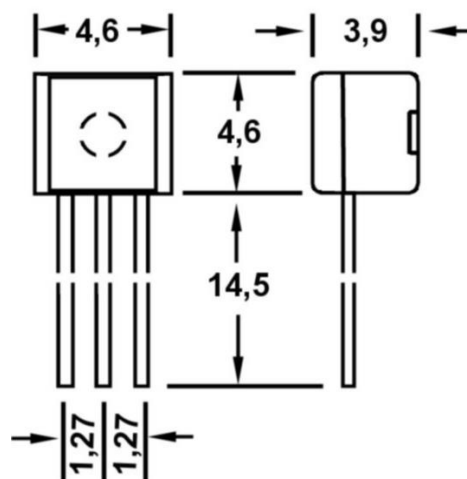


Рисунок 2.11 – Габаритні розміри транзистора BC557A "LGE"

Таблиця 2.12 - Запобіжник RB300-30-500мА-250В "ECE" [13]

Позиційне позначення	FU1
Назва компонента	Запобіжник RB300-30-3A-250В
Виробник	"ECE"
Критерії вибору	Розміри, напруга, струм, спрацювання
Параметри конструкції	див.рис.1.7
Параметри та характеристики	
Матеріал	кераміка
Номінальна напруга, В	240
Номінальний робочий струм, А	500мА
Контакти	циліндричні
Довжина корпусу, мм	30
Діаметр корпусу, мм	6.35
Робоча температура, С	-60 ... 100

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ

Арк.

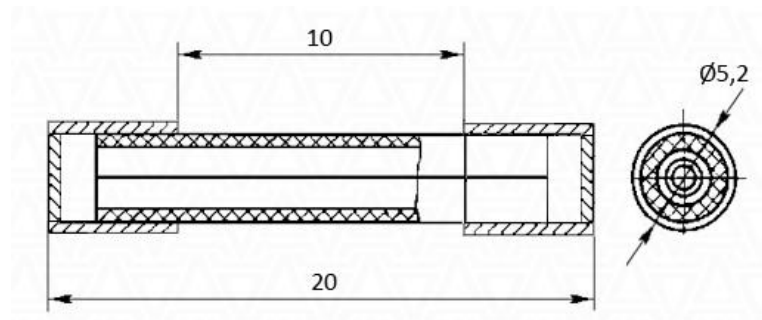


Рисунок 2.12 - Габаритні розміри запобіжника RB300-30-500mA-250V

Таблиця 2.13 - Світлодіод L-1503GT [14]

Позиційне позначення	HL1-HL4
Назва компонента	Світлодіод L-1503GT
Виробник	Kingbright
Критерії вибору	Розміри, кольорова гамма, яскравість
Параметри конструкції	Див.рис.2.13
Параметри та характеристики	
пряма напруга	1,9В
прямий струм	30mA
кут випромінювання	180°
колір свічення	червоний
довжина хвилі	660nm

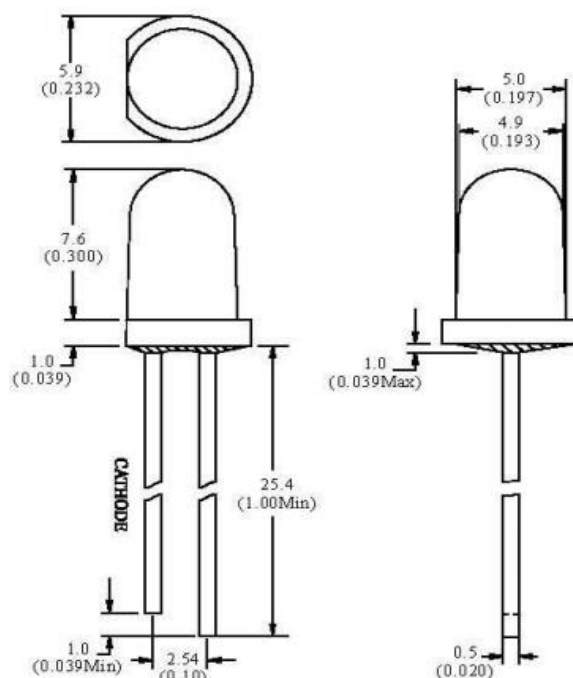


Рисунок 2.13 – Габаритні розміри світлодіода L-1503GT

Таблиця 2.14 - Кварцевий резонатор КХ-ЗНТ-32768 Гц "Geyer" [15]

Позиційне позначення	ZQ1
Назва компонента	Кварцевий резонатор HC-49S
Виробник	"Abrason"
Критерії вибору	Тактова частота, розміри, вхідна напруга
Параметри конструкції	див. рисунок 2.14
Параметри та характеристики	
Номинальна частота	32.768 кГц
Корпус	HC-49/U3H
Точність при +25 °C	±20...±30 ppm
Послідовний опір (ESR)	до 50–150 Ом
Робоча температура	–40...+85 °C
Ємність навантаження (CL)	стандартно 12–16 пФ

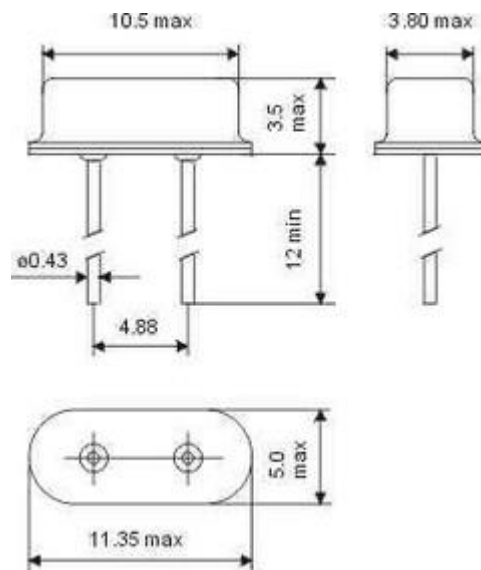


Рисунок 2.14 - Габаритні розміри кварцевого резонатора КХ-ЗНТ-32768 Гц

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

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



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

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

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

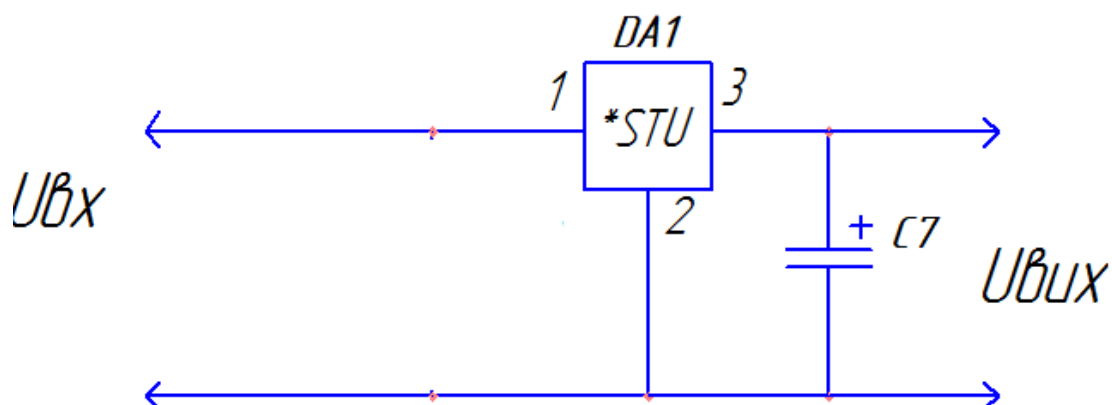


Рисунок 2.16 – Схема стабілізатора і конденсатора

Вибір ІМС виконується за заданими $U_{СТ ВИХ}$, $I_{СТ ВИХ \max}$, $K_{СТУ}$, γ , $R_{СТ ВИХ}$ із рисунку 2.19. Бажано віддавати перевагу тим ІМС, які працюють з меншою кількістю зовнішніх елементів. При цьому повинні виконуватися наступні умови

$$U_{ІМС ВИХ} \geq U_{СТ ВИХ}$$

$$I_{ІМС ВИХ \max} \geq I_{Н \max}$$

$$K_{ІМС СТУ} \geq K_{СТУ}$$

Таблиця 2.16 - Параметри стабілізаторів

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

Було обрано стабілізатор LM1117T-3.3/NOPB "ST Microelectronics", який має параметри такі як в КР142ЕН5А.

Незалежно від типу обраної ІМС визначаємо наступні параметри

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

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

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

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

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

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

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

Можливі граничні значення ККД

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

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

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

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

Передбачається, що струм споживаний стабілізатором є малим

$$I_{CT\ ВИХ} \equiv I_{CT\ BX}.$$

Визначення ємності конденсатора за формулою:

$$C_0 = \frac{H}{rK_{I\ 0}} \quad (2.6)$$

де C_0 – ємність, мкФ;

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

r – опір, Ом.

$$C_0 = \frac{30}{10 \cdot 0,03} = 100(\text{мкФ})$$

Розраховуємо робочу напругу:

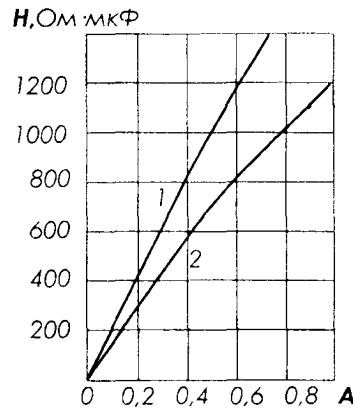


Рисунок 2.17 – Графік для визначення коефіцієнта Н:

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

$$U_{роб} = 1,4 \cdot 11 = 15,4(\text{В})$$

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

Вибираємо електролітичний конденсатор типу ЕСАР-16 В-100 мкФ $\pm 20\%$ "Jamicon" номінальною ємністю 100 мкФ та на робочу напругу 16 В.

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 [21]:

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

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_{\text{д}} * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом.мм}^2}{\text{м}} * 0,2\text{А} * 0,4\text{м}}{0,5\text{В} * 0,035\text{м}} = 0,1\text{мм} \quad (2.9)$$

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

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

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

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

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

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

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

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

$d_{E2} = 1,0$ – для кнопок SB1-SB4, перемикача SA1, мікросхеми DA1, резистора R11.

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

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

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

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

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

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

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

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

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

де: Δd - допуск на отвір.

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

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

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

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

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

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

Максимальний діаметр контактної площадки:

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

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

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

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

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

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

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

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

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

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

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

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

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

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

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Оцінка теплових режимів роботи проектного виробу виконується з метою визначення умов нормальної експлуатації елементів схеми та забезпечення їх роботи в допустимих температурних межах.

Основними джерелами тепловиділення у пристрої є електронні компоненти, що споживають найбільшу потужність, зокрема стабілізатор живлення (за наявності), мікроконтролер, світлодіоди індикації та динамік під час роботи. Додаткове тепловиділення може виникати в елементах живлення при максимальному навантаженні пристрою.

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розсіювання тепла здійснюється переважно шляхом природної конвекції всередині корпусу та теплопровідності через елементи кріплення до друкованої плати і корпусу. Корпус пристрою виготовлений із пластмаси, яка має низьку теплопровідність, тому основне відведення тепла відбувається через повітряний об'єм усередині виробу та вентиляційні отвори (за їх наявності).

Компонування елементів на друкованій платі виконано з урахуванням теплових режимів: найбільш тепловиділяючі елементи розміщені з урахуванням можливості вільної циркуляції повітря та віддалені від чутливих до перегріву компонентів. Це дозволяє уникнути локального перегріву та забезпечити рівномірний розподіл температури по платі.

Згідно з технічними характеристиками елементної бази, допустимий діапазон робочих температур більшості компонентів становить від -20°C до $+70^{\circ}\text{C}$ (або відповідно до паспортних даних конкретних елементів). Проведена оцінка показує, що при нормальних умовах експлуатації температура елементів не перевищує допустимих значень, що забезпечує надійну роботу виробу без застосування примусового охолодження.

Таким чином, тепловий режим проектного пристрою є стабільним, а конструкція забезпечує достатнє відведення тепла в умовах природної вентиляції.

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

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

працювати в даний момент часу. Середнє напруження до відмови знаходять при перевірці великої кількості виробів. Чим більше значення ТСР, тим краща надійність виробу.

Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [19]:

Таблиця 2.17 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{\text{нопр}}$	$I_{\text{відм}} * 1e-06$	$K\text{-сть} * K_{\text{нав}} \text{ від} * 1e-06$
1	Мікросхеми	2	1	0,03	0,06
2	Світлодіоди	4	0,35	0,7	0,98
3	Індикатор	1	1	20	20
4	Конденсатори електролітичні	2	0,4	2,4	1,92
5	Конденсатори керамічні	6	0,1	1,4	0,84
6	Резистори постійні	13	0,42	0,8	4,368
7	Друківана плата	1	1	0,1	0,1
8	Пайки	147	1	0,02	2,94
9	Кнопка	4	1	2,2	8,8
10	Резистор підстроювальний	1	0,42	5	2,1
11	Гнізда	2	1	0,02	0,1
12	Динамік	5	1	6,5	6,5
13	Датчик	1	1	7,3	7,3
14	Батарейка	2	1	30	60
15	Перемикач	1	1	0,05	0,05
16	Запобіжник	1	1	0,5	0,5
17	Резонатор кварцевий	1	1	0,2	0,2
18	Транзистори	3	0,35	4	4,2

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атмосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 0.000136428 1/год

Середня наработка до відмови: 7329.9 год.

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.998637$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.986450$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.872469$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.255565$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.000001$

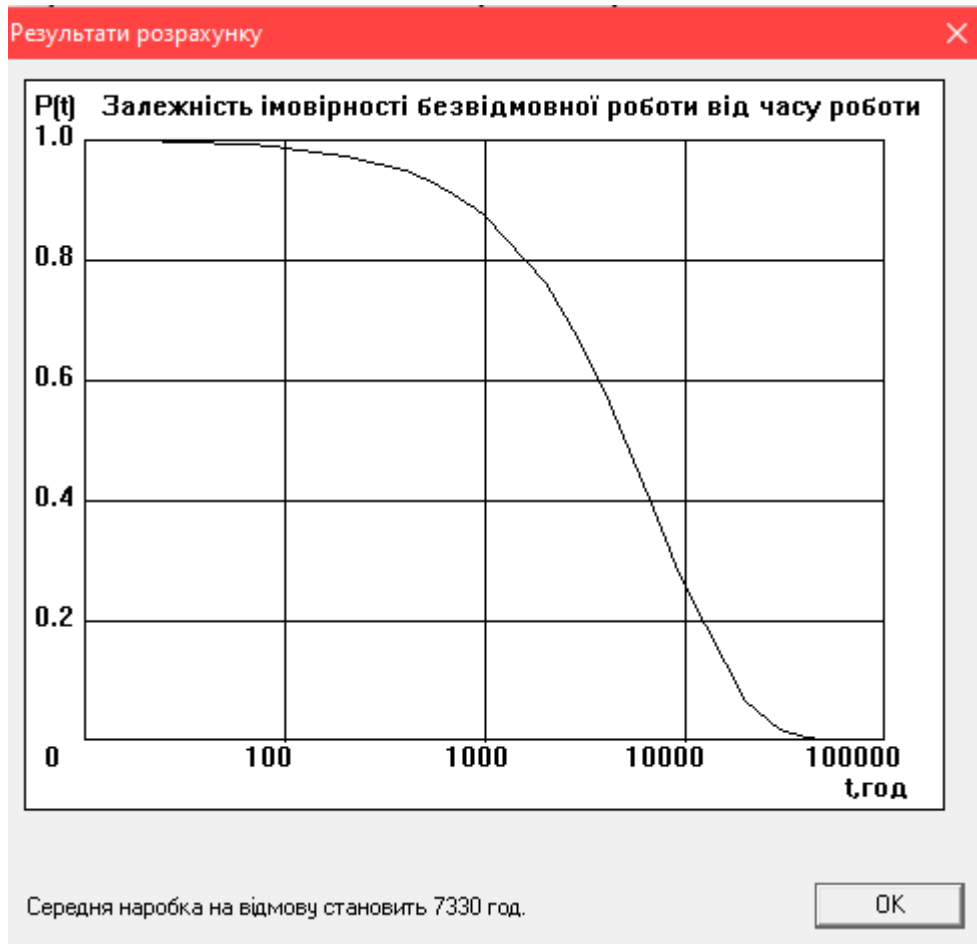


Рисунок 2.18 - Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 7330 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

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

Техніко-економічний аналіз конструкції проектного виробу виконується з метою оцінки доцільності обраних конструктивних рішень, матеріалів та технології виготовлення з точки зору собівартості, надійності та технологічності виробництва.

Конструкція виробу побудована на основі друкованої плати двостороннього виконання, що дозволяє зменшити кількість монтажних проводів, підвищити щільність компонування та спростити процес складання. Використання друкованого монтажу забезпечує високу повторюваність виробів та зниження трудомісткості виробництва, що позитивно впливає на собівартість.

В якості конструкційного матеріалу корпусу застосовано пластмасу, яка є економічно вигідною завдяки низькій вартості сировини та можливості масового лиття. Це дозволяє знизити витрати на виготовлення корпусних деталей у порівнянні з металевими аналогами, а також зменшити масу виробу.

Елементна база обрана з урахуванням доступності та широкого поширення на ринку, що забезпечує низьку закупівельну вартість компонентів та спрощує ремонт і заміну елементів. Стандартизація компонентів також зменшує витрати на постачання та складське зберігання.

Технологічність конструкції підвищується за рахунок використання гвинтових з'єднань, модульного розміщення елементів та доступності вузлів для монтажу і обслуговування. Це скорочує час складання виробу та знижує витрати на виробничі операції.

Загалом, обрана конструкція виробу забезпечує оптимальне співвідношення між технічними характеристиками та економічними витратами. Вона є технологічно доцільною для серійного виробництва та характеризується невисокою собівартістю при збереженні необхідного рівня надійності та функціональності.

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить 12В, а струм споживання 0,2А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=12*0,2= 2,4 \text{ (Вт)} \quad (2.19)$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу

Проектований виріб виконано на основі двосторонньої друкованої плати, виготовленої комбінованим методом. Габаритні розміри плати становлять 98×98 мм, що обрано з урахуванням технологічних можливостей виробництва та економічної доцільності.

Розміщення елементів на платі виконано з урахуванням зручності монтажу та експлуатації. Індикатор HG1 встановлено на краю плати для забезпечення кращої видимості. Світлодіоди HL1–HL4 розташовані у лівій частині плати для зручної індикації станів пристрою. Кнопки керування SB1–SB4 та SA1 розміщені у нижній частині друкованої плати, що забезпечує ергономічний доступ до елементів керування.

Корпус пристрою виготовлений із пластмаси та складається з верхньої і нижньої кришок, що мають форму типу «корито». Друкована плата кріпиться до верхньої кришки за допомогою чотирьох гвинтів і шайб. Також до верхньої частини корпусу кріпиться динамік, який фіксується гайками та шайбами.

У місці з'єднання верхньої та нижньої кришок встановлено роз'єм живлення XS1 і запобіжник FU1. Датчик вологості XP1 виведено назовні через спеціальну втулку для забезпечення коректної роботи.

Верхня кришка має отвори для кнопок із декоративними накладками, вікно під індикатор та отвори для світлодіодів, розташованих на платі. У нижній кришці передбачено батарейний відсік для встановлення елементів живлення.

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальні габаритні розміри корпусу пристрою становлять 118×123×59 мм.

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

Технологічність конструкції проектного виробу оцінюється з точки зору зручності виготовлення, складання, монтажу та подальшого обслуговування. Конструкція виробу побудована на основі друкованої плати, що забезпечує високу повторюваність монтажу та мінімізацію ручних операцій під час складання.

Розміщення елементів на платі виконано таким чином, щоб забезпечити вільний доступ до місць пайки та монтажу, а також виключити можливість помилок при складанні. Використання стандартних корпусних елементів та уніфікованих роз'ємів підвищує технологічність виробу та спрощує процес його виробництва.

Конструкція корпусу є розбірною, що дозволяє здійснювати швидкий доступ до внутрішніх елементів без пошкодження виробу. Кріплення друкованої плати та інших вузлів виконано за допомогою гвинтових з'єднань, що є простим і технологічним рішенням для серійного та дрібносерійного виробництва.

Загалом, конструкція виробу характеризується високим рівнем технологічності, оскільки не потребує складного спеціалізованого обладнання для складання та допускає використання стандартних виробничих процесів.

Для виготовлення та складання виробу використовується стандартний набір слюсарно-монтажного та радіомонтажного інструменту.

Під час монтажу електронних компонентів застосовуються:

- паяльна станція або електричний паяльник;
- припій та флюс для монтажу радіоелементів;
- пінцет для встановлення дрібних компонентів;

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- кусачки та бокорізи для обрізання виводів;
- монтажні голки або викрутки для позиціонування елементів.

Для складання корпусу виробу використовуються:

- набір викруток (хрестові та плоскі);
- гайкові ключі або торцеві головки;
- дріль або шуруповерт (за потреби при підготовці отворів);
- вимірювальний інструмент (лінійка, штангенциркуль).

У якості технологічної оснастки можуть використовуватися:

- монтажні фіксатори для друкованої плати;
- тримачі плат під час пайки;
- антистатичні килимки та браслети для захисту електронних

компонентів.

Застосування стандартного інструменту та оснастки дозволяє знизити собівартість виготовлення виробу та забезпечує можливість його складання без використання спеціалізованого обладнання.

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

Виготовлення друкованої плати розроблюваного виробу виконується за двосторонньою комбінованою технологією, яка включає як механічні, так і хімічні операції обробки мідного шару. Використання такого підходу дає змогу отримати високу точність формування провідникового рисунка, забезпечити надійність електричних з'єднань і реалізувати щільне компонування радіоелементів.

На початковому етапі технологічного процесу підготовлюється заготовка з фольгованого діелектрика. Після цього поверхня мідного шару очищається та готується до нанесення захисного покриття згідно з заданою топологією плати. Формування провідникової структури здійснюється методом фотолітографії

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

або із застосуванням трафаретного захисту з подальшим видаленням незахищеної міді шляхом травлення.

Після завершення процесу травлення виконується свердління отворів під монтаж і міжшарове з'єднання. Для забезпечення електричного контакту між шарами застосовуються металізовані отвори, що підвищує надійність конструкції та дозволяє розміщувати складні електричні схеми в обмеженому просторі.

На завершальному етапі друкована плата проходить очищення від залишків технологічних матеріалів, після чого на провідникові доріжки наноситься захисне покриття, яке запобігає окисненню міді та збільшує термін служби виробу.

Основою плати є фольгований склотекстоліт типу FR-4, який відзначається високою механічною міцністю, термостійкістю та стабільними діелектричними характеристиками. Мідний шар забезпечує мінімальний електричний опір провідників і високу надійність з'єднань.

У процесі виготовлення застосовуються допоміжні матеріали та речовини, зокрема:

- фоторезисти або спеціальні плівки для формування захисного рисунка;
- травильні розчини (хлорне залізо, персульфат натрію тощо);
- флюси та припої для подальшого монтажу компонентів;
- очищувальні засоби, такі як ізопропіловий спирт, для видалення забруднень;
- захисні лакофарбові матеріали для ізоляції та захисту провідників.

Застосування двосторонньої комбінованої технології дозволяє отримати компактну конструкцію друкованої плати з високою щільністю монтажу та підвищеною експлуатаційною надійністю, що повністю відповідає вимогам до проектного пристрою.

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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:

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{2}{2 + 39} = 0,1 \quad (2.20)$$

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

$$K_{\text{А.М}} = \frac{H_{\text{А.М}}}{H_{\text{М}}} = \frac{46}{147} = 0,31 \quad (2.21)$$

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

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

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

$$K_{\text{М.П.ЕРЕ}} = \frac{H_{\text{М.П.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{29}{39} = 0,74 \quad (2.22)$$

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

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

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{\text{ПОВТ.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = 1 - \frac{33}{39} = 0,2 \quad (2.23)$$

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

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

$$K_{\text{ЗАСТ.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ОР.ЕРЕ}}}{H_{\text{Т.ЕРЕ}}} = 1 - \frac{39}{39} = 0 \quad (2.24)$$

де $H_{\text{Т.ОР.ЕРЕ}}$ кількість типорозмірів оригінальних ЕРЕ у виробі

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

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

$$K_{\text{ВСТ.Р}} = 1 - \frac{H_{\text{ВСТ.Р}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = 1 - \frac{9}{39} = 0,76 \quad (2.25)$$

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

Коефіцієнт прогресивності Формоутворення $K_{\text{Ф}}$ деталей визначається за формулою:

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

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

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0,1*1 + 0,31*1 + 0,74*0,75 + 0,2*0,5 + 0*0,310 + 0,76*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,5 \quad (2.27)$$

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

Відношення $K/K_{\text{н}}$ повинно задовольняти умову:

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

Маршрутно-операційна технологія складання включає в себе наступні кроки:

- установка друкованого вузла у верхню частину корпусу;
- кріплення друкованого вузла до верхньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів;
- установка динаміка у верхню частину корпусу;
- кріплення динаміка до верхньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів;
- кріплення гнізд та накладок під кнопку;
- кріплення скла під індикатор;
- кріплення датчика вологості та запобіжника;
- 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;

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- формування виводів ЕРЕ;
- лудження виводів ЕРЕ;
- встановлення ЕРЕ;
- автоматизована пайка хвилею припою;
- рихтування;
- регулювання;
- лакування;
- технічний контроль [21].

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

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

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

Вартість будівель розраховується за формулою:

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

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

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

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

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

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

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

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

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 172.402.010.000.000 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 172.402.010.000.000 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 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$B_M = 918 \times 1,04 = 954,72 \text{ (грн.)}$$

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.;

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

Таблиця 3.2- Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	100	100
2	Кришка нижня	1	75	75
3	Кришка верхня	1	75	75
4	Мікросхема	2	50	100
5	Конденсатори електролітичні	49	10	40
6	Конденсатори постійні	9	1	9
7	Резистори постійні	18	0,5	9
8	Світлодіод	4	10	40
9	Модуль вологості	1	150	150
10	Батареї	2	20	40
11	Роз'єм	2	30	60
12	Перемикач	3	30	90
13	Транзистори	3	10	30
14	Дисплей	1	100	100
				918

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 ($B_{о.з.пл.}$):

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$P_{\text{від}} = \frac{33}{60} \times 220 = 121 (\text{грн})$$

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

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

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

Таблиця 3.3- Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{\text{шт}},$ хв.	Розряд	Годинна тарифна ставка, $(C_{\text{г}}),$ грн/год
1	Пайка	15	V	220
2	Регулювання	10	V	220
3	Складання	8	V	220
	Всього	33		

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

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

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

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = 121 \times 0.11 = 13,31 (\text{грн})$$

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

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (121 + 13,31) = 25,55 \text{ (грн)}$$

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

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

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

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{88}{100} \times (121 + 13,31) = 118,19 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 88%);

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

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

$$V_{\text{зв}} = \frac{196}{100} \times (121 + 13,31) = 263,25 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 196%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 954,72 + (121 + 13,31 + 25,55) + 118,19 + 263,25 = 1496,02 \text{ (грн.)}$$

					26 КР 172.402.010.000.000 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	954,72
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	121,00
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	13,31
4	Відрахування на соціальні заходи	25,55
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	118,19
6	Загальновиробничі витрати	263,25
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1496,02
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	1114,58
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	381,44

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

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

$$Ц_{одпр} = 1496,02 \times \frac{100 + 24}{100} = 1855,06 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 24%);

3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\Pi_p = (1855,06 - 1496,02) \times 950 = 341088 \text{ (грн),}$$

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\text{ЧП} = 341088 - 341088 \times \frac{18}{100} = 279692,16 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$S_{повq} = 1496,02 \times 950 = 1421219 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$P_{п} = \frac{279692,16}{1421219} \times 100\% = 19,68 \%$$

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

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

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

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

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

$$\Gamma П = 279692,16 + 825 = 280517,16 \text{ (грн.)},$$

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

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

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

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$\text{ЧТВ} = 255015,6 - 183300 = 71715,6 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ТВ} = \frac{280517,16}{(1 + 0,1)^1} = 255015,6 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ІП} = \frac{255015,6}{183300} = 1,39$$

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ІІ- індекс прибутковості інвестицій.

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

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

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

$$T_{ок_{диск}} = \frac{183300}{255015,6} = 0,72р$$

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

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

$$GP_{диск} = \frac{255015,6}{1} = 255015,6 \text{ (грн.)}$$

де t - кількість років інвестування.

Підсумки вищенаведених розрахунків доцільно звести в табл. 3.5

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

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний обсяг виробництва виробу:	од.	950
2	Собівартість виробу	грн./од.	1496,02
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1855,06
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	183300
5	Чистий прибуток	грн.	279692,16
6	Рентабельність виробу	%	19,68
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	71715,6
9	Індекс прибутковості	-	1,39
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,72

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Укладання колективного договору. Його зміст.

Трудові відносини між працівником і підприємством регулюються не тільки законодавством, трудовим договором, контрактом, а й колективним договором. Усі підприємства, які використовують найману працю і мають права юридичної особи, незалежно від форм власності й господарювання повинні укласти колективний договір. На жаль, багато з них, особливо підприємства малого бізнесу, недооцінюють його значення, а деякі зовсім не укладають колективного договору, що є грубим порушенням законодавства.

Таке становище може тривати роками, поки не настане час комплексної перевірки або не виникне трудовий конфлікт, наслідки якого можуть бути катастрофічними. Необхідно обов'язково оформити колективний договір, тоді можна уникнути ще однієї прикрості — адміністративного штрафу. Згідно з Кодексом України про адміністративні правопорушення ухиляння від участі в переговорах щодо укладення, зміни або доповнення колективного договору, угоди, умисне порушення встановленого законодавством строку початку переговорів або незабезпечення роботи комісій з представників сторін чи примирних комісій у визначений сторонами переговорів строк тягнуть за собою накладення штрафу на посадових осіб підприємства від трьох до десяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян.

Ненадання особами, які представляють власників або уповноважені ними органи, інформації, необхідної для ведення колектив-

них переговорів і здійснення контролю за виконанням колективних договорів, угод, тягне за собою накладення штрафу від одного до п'яти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян. Порушення чи невиконання зобов'язань щодо колективного договору, угоди особами, які представляють власників або уповноважені ними органи, тягне за собою накладення штрафу від 50 до 100 неоподатковуваних мінімумів доходів громадян.

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Колективний договір — це угода між власником або уповноваженим ним органом (особою), з одного боку, та одним чи кількома профспілковими або іншими уповноваженими на представництво трудовим колективом органами, а в разі відсутності таких органів — представниками трудящих, обраними й уповноваженими трудовим колективом — з іншого. Він укладається з метою регулювання виробничих, трудових, соціально-економічних відносин і узгодження інтересів трудящих, власників та уповноважених ними органів.

Укладенню колективного договору передують колективні переговори. Право на ведення переговорів і укладення колективних договорів, угод від імені найманих працівників надається професійним спілкам, об'єднанням профспілок в особі їх виборних органів або іншим представницьким організаціям трудящих, наділеним трудовими колективами відповідними повноваженнями.

Будь-яка зі сторін не раніше ніж за три місяці до закінчення строку дії колективного договору, угоди письмово повідомляє інші сторони про початок переговорів. На новоствореному підприємстві колективний договір укладається за ініціативою однієї зі сторін у тримісячний строк після реєстрації підприємства. Друга сторона протягом семи днів повинна розпочати переговори.

Порядок ведення переговорів та склад робочої комісії з підготовки проектів колективного договору, угоди визначаються сторонами та оформляються відповідним протоколом. Робоча комісія готує проект колективного договору, угоди і приймає рішення, яке оформляється відповідним протоколом.

Якщо під час переговорів сторони не дійшли згоди з незалежних від них причин, то складається протокол розбіжностей, до якого вносяться остаточно сформульовані пропозиції сторін про заходи, необхідні для усунення цих причин, а також про строки відновлення переговорів. Протягом трьох днів

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

складання протоколу розбіжностей сторони проводять консультації, формують зі свого складу примирну комісію, у разі ж недосягнення згоди звертаються до посередника, обраного сторонами.

Примирна комісія або посередник у термін до семи днів розглядає протокол розбіжностей і ухвалює рекомендації по суті спору. Після схвалення проекту колективного договору загальними зборами (конференцією) трудового колективу його підписують уповноважені представники сторін не пізніше ніж через п'ять днів з моменту схвалення, якщо інше не встановлено зборами (конференцією) трудового колективу.

Колективний договір набирає чинності з дня його підписання представниками сторін або з терміну, зазначеного в ньому. Особи, які беруть участь у переговорах як представники сторін, а також спеціалісти, запрошені для участі в роботі комісій, на період переговорів і підготовки проекту звільняються від основної роботи зі збереженням їхнього середнього заробітку та віднесенням цього часу до трудового стажу. Всі витрати, пов'язані з участю у переговорах і підготовці проекту, компенсуються в порядку, передбаченому законодавством про працю, колективним договором, угодою.

Зміст колективного договору визначається сторонами в межах їх компетенції. Колективний договір містить такі положення:

- зміни в організації виробництва та праці;
- забезпечення продуктивної зайнятості;
- нормування й оплата праці: встановлення форм, системи, розмірів заробітної плати та інших видів трудових виплат (доплат, надбавок, премій тощо);
- встановлення гарантій компенсацій, пільг;
- участь трудового колективу у формуванні, розподілі й використанні прибутку підприємства, установи (якщо це передбачено статутом);
- режим роботи, тривалості робочого часу і відпочинку;
- умови та охорона праці;

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- гарантія діяльності профспілкових чи інших представницьких організацій трудящих;
- забезпечення житлово-побутового, культурного, медичного обслуговування, організації оздоровлення і відпочинку працівників;
- можливі додаткові гарантії та пільги працівникам, не передбачені законодавством.

Важливим інструментом менеджменту трудових ресурсів є штатний розпис. Затверджується він, як правило, керівником або власником підприємства і визначає кількість штатних одиниць, а також розмір оплати праці. На практиці досить часто підприємство приймає працівників на ту чи іншу посаду, а бухгалтер здійснює нарахування заробітної плати на підставі наказу або договору без штатного розпису, в якому такий перелік посад визначається. Або, наприклад, приймається працівник на посаду, якої немає в штатному розпису. Бухгалтер не має права брати до виконання документи про прийняття працівника на ту чи іншу посаду, якщо перелік посад не затверджений (варіант, коли штатний розпис відсутній) або коли в штатному розписі такої посади не передбачено.

Штатний розпис повинен бути затверджений, у ньому має зазначатися посада, на яку приймається працівник, і вона повинна бути вакантною. Лише в цьому разі бухгалтер має право брати до виконання документи про зарахування працівника на ту чи іншу посаду і здійснювати нарахування заробітної плати такому працівникові.

4.2 Вплив параметрів мікроклімату на організм людини.

Суттєвий вплив на стан організму працівника, його працездатність здійснює мікроклімат у виробничих приміщеннях – умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням.

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мікроклімат виробничих приміщень визначаються за такими параметрами:

- температурою повітря в приміщенні, °С;
- відносною вологістю повітря, %;
- рухливістю повітря, м/с;
- інтенсивністю теплового (інфрачервоного) випромінювання, Вт/м³.

Всі ці параметри поодиночі, а також у комплексі впливають на фізіологічну функцію організму — його терморегуляцію і визначають самопочуття. Температура людського тіла повинна залишатися постійною у межах 36-37°С незалежно від умов праці.

Терморегуляцією називається властивість організму людини підтримувати тепловий баланс із навколишнім середовищем. При зміні зовнішніх умов середовища терморегуляція в організмі людини відбувається за рахунок посилення або послаблення фізіологічних процесів, що обумовлюють теплоутворення в організмі, а також впливають на тепловіддачу тіла людини в оточуюче середовище.

Нормальне протікання фізіологічних процесів, а отже і хороше самопочуття можливе лише тоді, коли тепло, що виділяється організмом людини, постійно відводиться в навколишнє середовище. Мікрокліматичні умови, за яких це має місце вважаються найкращими. Кількість тепла, що утворюється в організмі людини залежить від фізичних навантажень, а рівень тепловіддачі — від мікрокліматичних умов, головним чином, температури повітря.

Віддача тепла організмом людини в навколишнє середовище здійснюється трьома основними способами (шляхами): конвекцією, випромінюванням та випаровуванням вологи з поверхні шкіри. При температурі повітря нижчої за температуру шкіри людини втрати тепла організмом відбуваються, переважно, за рахунок конвекційного і радіаційного переносу тепла. Якщо температура поверхні тіла дорівнює температурі

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оточуючого повітря або вища за неї, то тепловтрати тіла відбуваються лише за рахунок випаровування вологи. Разом з потом організм втрачає воду, вітаміни, мінеральні солі, внаслідок чого він обезводнюється, порушується обмін речовин.

Вологість повітря істотно впливає на віддачу тепла випаровуванням. Через високу вологість (більше 75 %) випаровування утруднюється і віддача тепла зменшується. Зниження вологості покращує процес тепловіддачі випаровуванням. Однак надто низька вологість (менше 25 %) викликає висихання слизових оболонок верхніх дихальних шляхів та погіршує їх захисні функції.

На конвективний теплоперенос впливає різниця між температурою шкіри людини і оточуючого людину повітря, а також стан шкіри та швидкість переміщення повітря вздовж поверхні шкіри, тобто рухливість повітря. Людина відчуває дію повітря вже при швидкості руху 0,1 м/с. Переміщуючись вздовж шкіри людини, повітря здуває насичений водяною парою і перегрітий шар повітря, що обволікає людину, і тим самим сприяє покращенню самопочуття. При великих швидкостях повітря і низькій його температурі зростають втрати тепла конвекцією, що веде до переохолодження організму людини. Різкі коливання температури в приміщенні, яке продувається холодним повітрям (протяг), значно порушують терморегуляцію організму і можуть викликати простудні захворювання. У жарких виробничих приміщеннях при температурі рухомого повітря до 35°C рух повітря сприяє збільшенню віддачі тепла організмом. З підвищенням температури рухоме гаряче повітря саме буде віддавати своє тепло тілу людини, викликаючи його нагрівання.

Нормальне теплове самопочуття людини виникає при умові, що тепловиділення повністю сприймаються оточуючим середовищем, тобто має місце тепловий баланс.

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Здатність організму людини змінювати температуру шкіри (під одягом її середня температура 30...34°C, а на окремих відкритих ділянках вона може знижуватись до 20°C і нижче), а також зволожуватися за рахунок дії потових залоз, забезпечує регулювання теплообміну між тілом людини і оточуючим середовищем. Ця здатність організму і є терморегуляцією.

При температурі повітря більше 30°C порушується терморегуляція організму, що може привести до його перегріву. Підвищується температура тіла, настає слабкість, головний біль, шум у голові. Як наслідок, може статися тепловий удар якщо роботи проводяться на ділянці, що опромінюється сонцем, або іншим джерелом тепла.

Можливості організму пристосовуватись до метеорологічних умов значні, однак не безмежні. Верхньою межею терморегуляції людини, що знаходиться у стані спокою, прийнято вважати +31°C при відносній вологості 85 % або +40°C при відносній вологості 30 %. При виконанні фізичної роботи ця межа значно нижча.

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Барометр сигналізатора БС-4». 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 98×98мм 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 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Барометр сигналізатора БС-4 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.joyta.ua/4334-avtomaticheskij-poliv-rastenij-v-teplice-i-sadovom-uchastke-svoimi-uakami/> (дата звернення 10.02.2026).
2. Конденсатор типу ЕСАР [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. Мікросхема LM1117T-3.3/NOPB "ST Microelectronics" [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. Резистор 3329H-1 "Bourns" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://car-led.org/ua/p31490203-chervonij-semisegmentnij-led.html> (дата звернення 15.02.2026).
7. Перемикач PB22E06 "UAICHI" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/cls7-ts6601-13.0-180> (дата звернення 15.02.2026).
8. Перемикач PB22E07 "UAICHI" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://hardelectronics./diod-1n4148.html> (дата звернення 15.02.2026).
9. Мікросхема ATMEGA328-PU [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 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Дисплей Nokia 5118 "Nokia" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/b41828a6225m007>(дата звернення 15.02.2026).
11. Транзистор BC547A "LGE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.tme.eu//details/b37979-g5102/kondensatory-keramicheskie-tht-50v/>(дата звернення 15.02.2026).
12. Транзистор BC557A "LGE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/>(дата звернення 15.02.2026).
13. Запобіжник RB300-30-500мА-250В "ECE" [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).
14. Світлодіод L-1503GT [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.chipdip./product/kls7-ts6601-13.0-180>(дата звернення 15.02.2026).
15. Кварцевий резонатор КХ-ЗНТ-32768 Гц "Geyer" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<http://hardelectronics./diod-1n4148.html>(дата звернення 15.02.2026).
16. Роз'єм DS-025B "Dragon City Industries" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://electronoff.ua/good/tranzistor-bc556b-pnp-65v-0-1a-korpus-to-92.php>(дата звернення 15.02.2026).
17. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2016
18. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Конструювання РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018
19. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguua.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

23. 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

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

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

26. Штогрин П.І. Навчальний посібник "Altium Designer 10 для початківців" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2022

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

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

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

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

33. 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.

34. 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.

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

36. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzgzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ0S4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ.*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRIb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNlWHAzWWxZWlJTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0Z1M3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2024).

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

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А Друкована плата

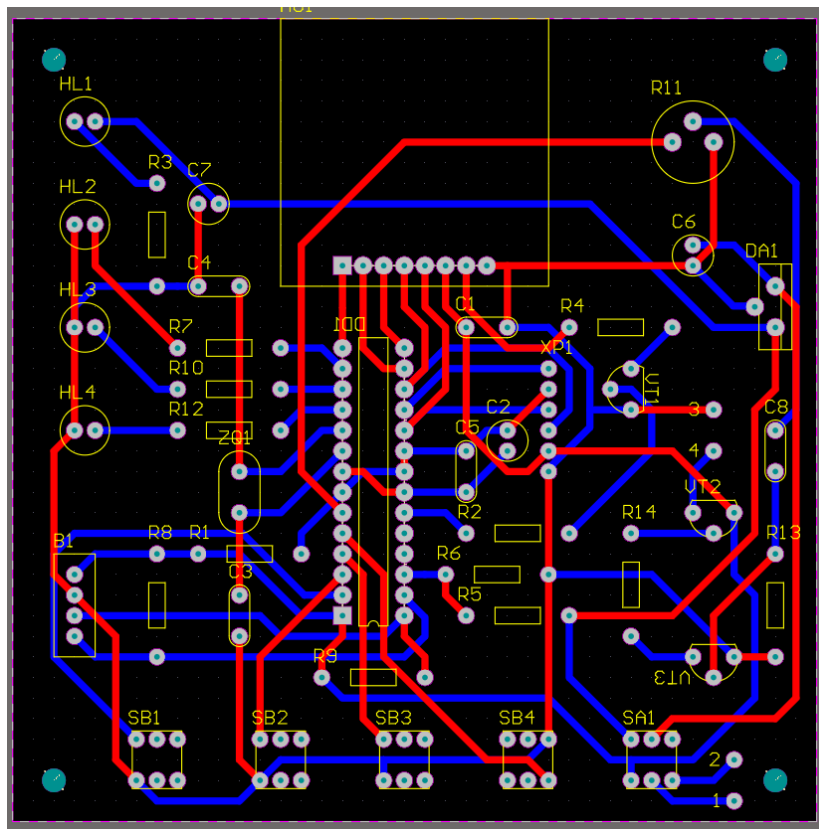


Рисунок А.1 – Друкована плата

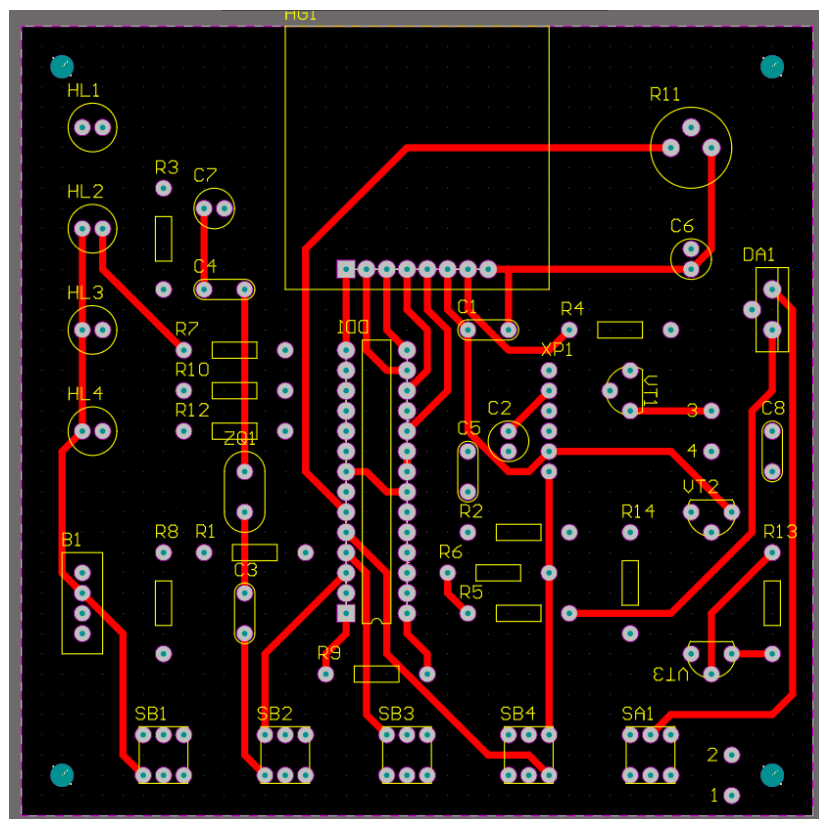


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Тор

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

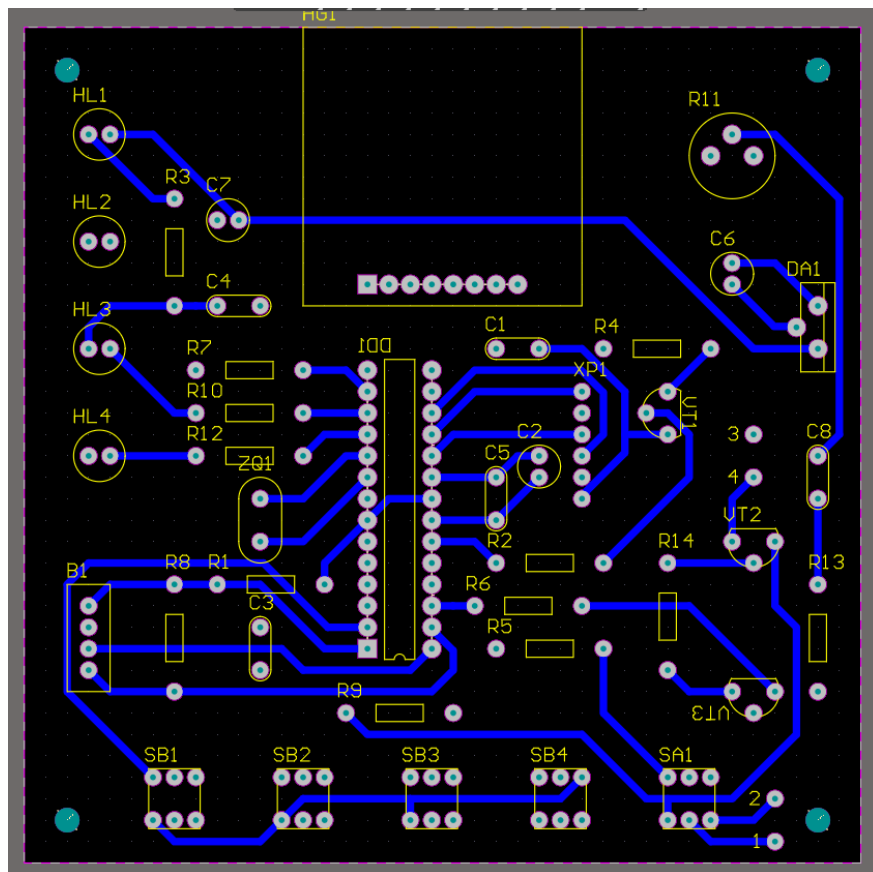


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Bottom

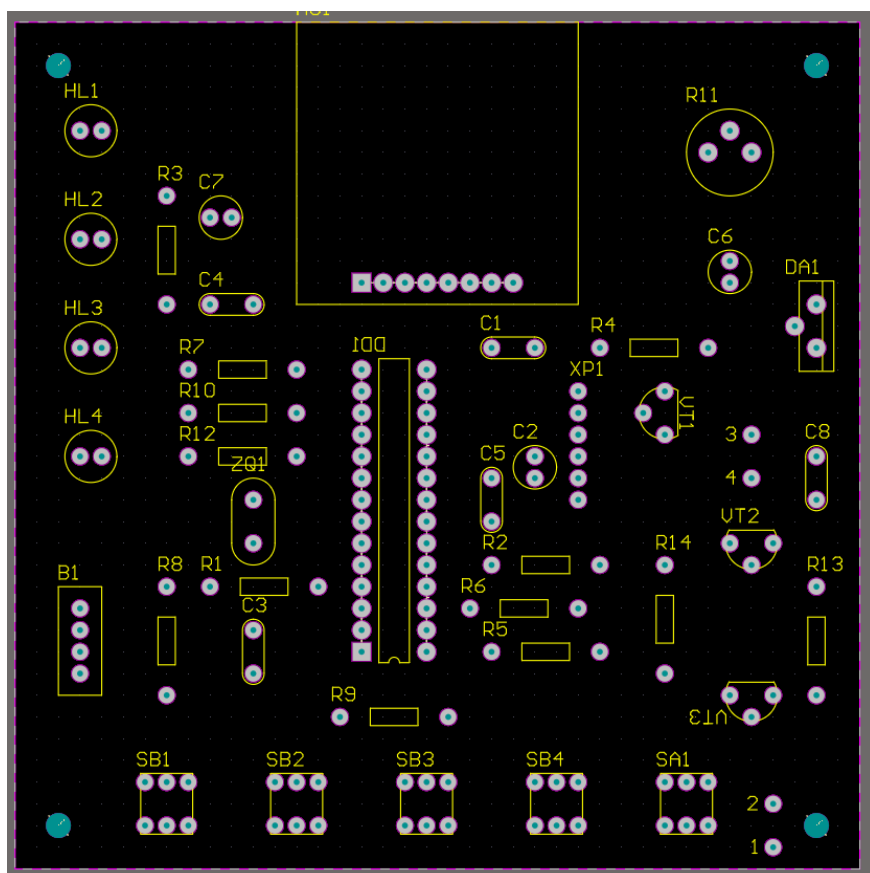


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ

Арк.

Додаток Б 3D модель пристрою

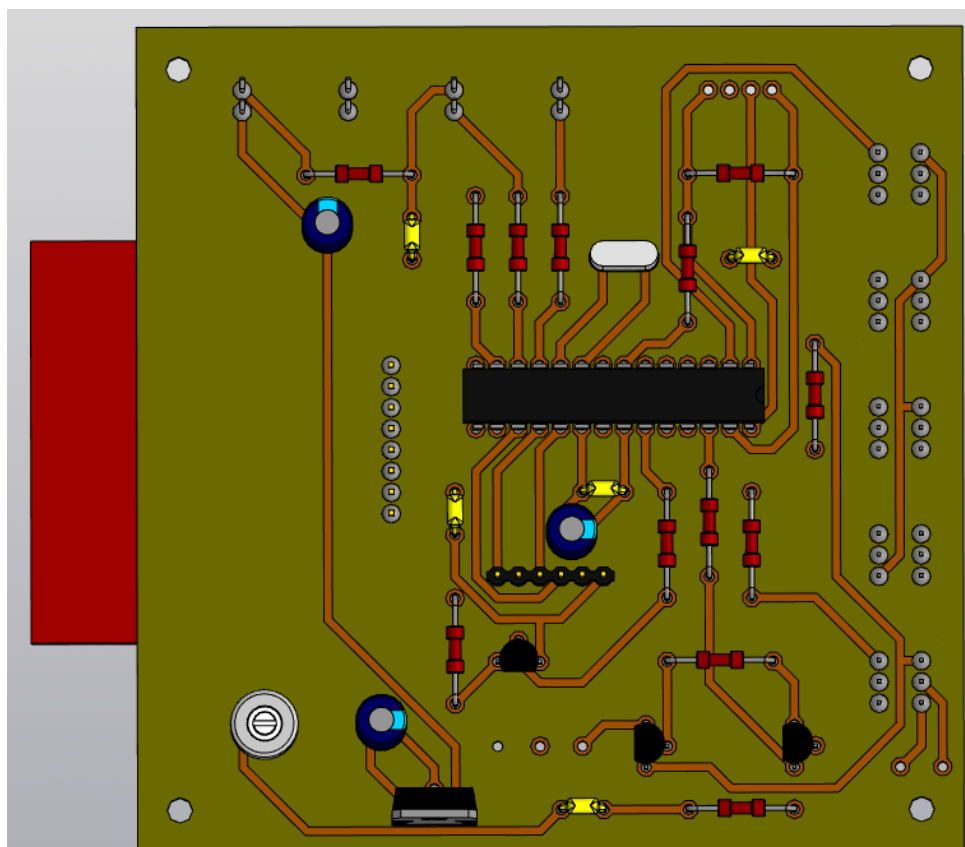


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкований

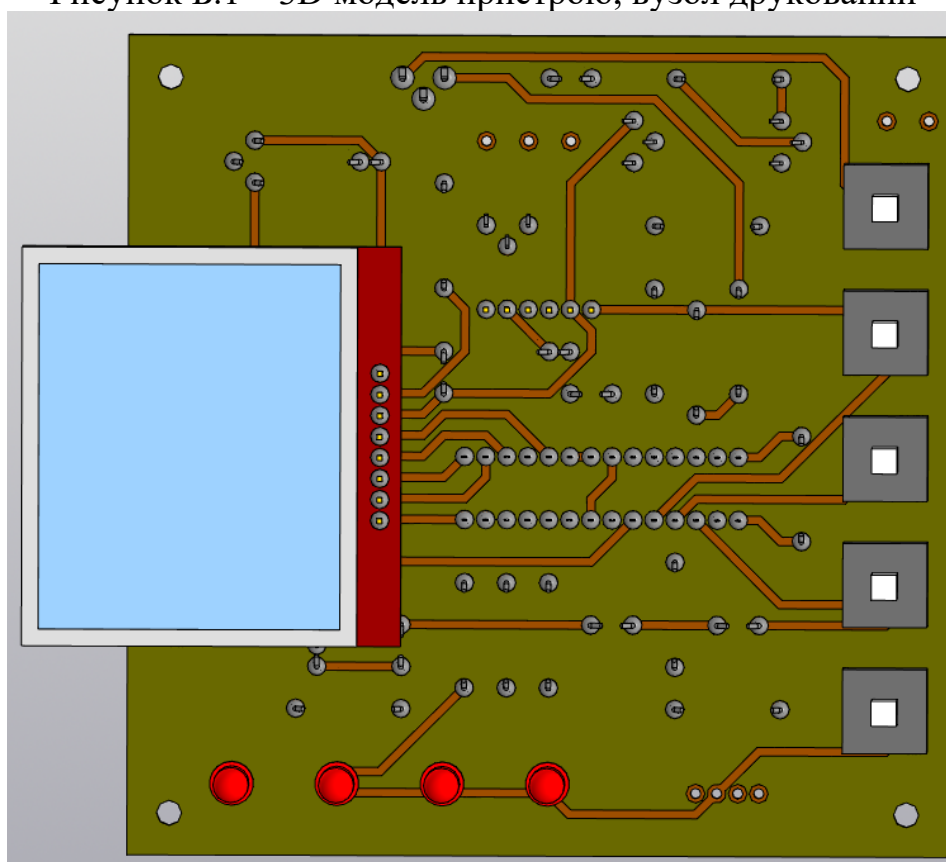


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкований знизу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ

Арк.

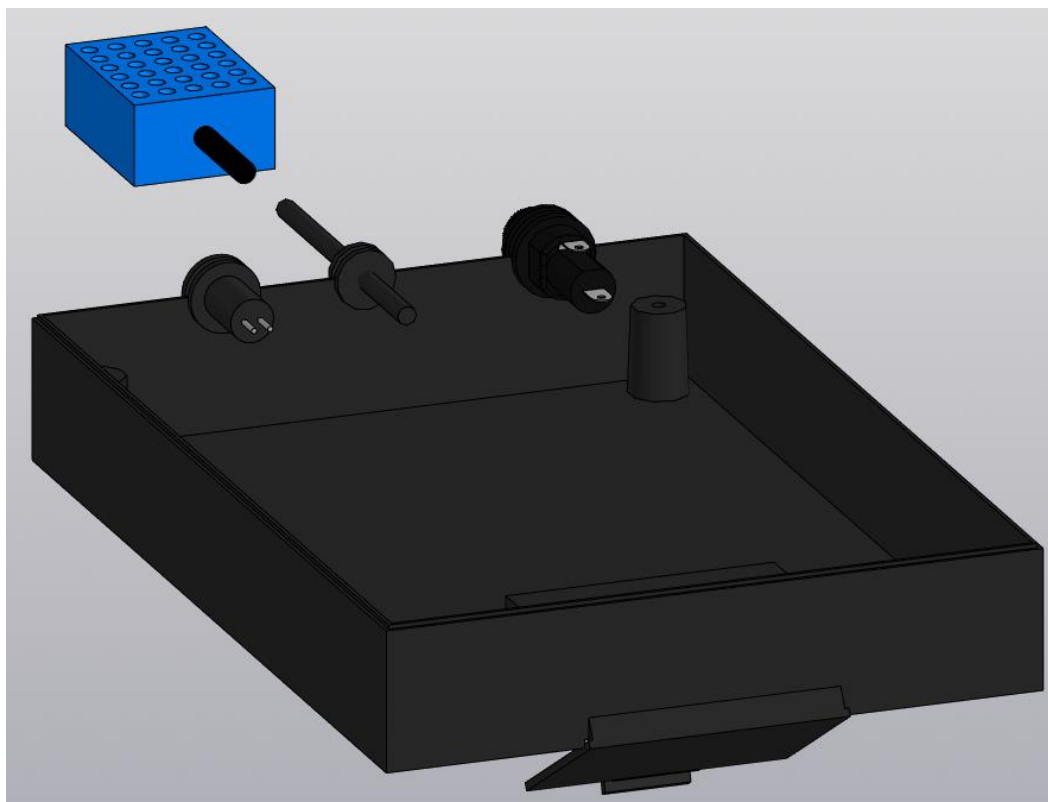


Рисунок Б.3— 3D модель пристрою, нижня кришка

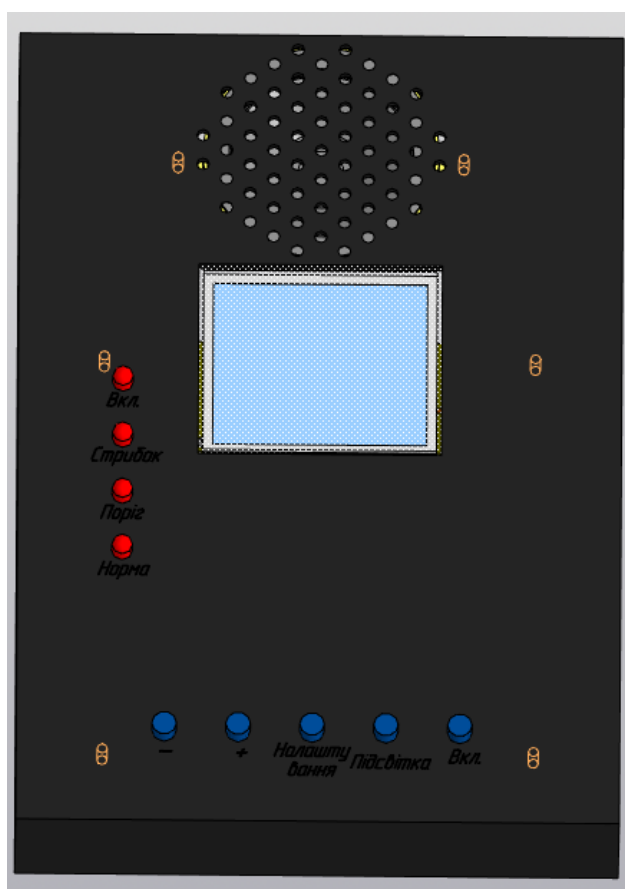


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, верхня кришка

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

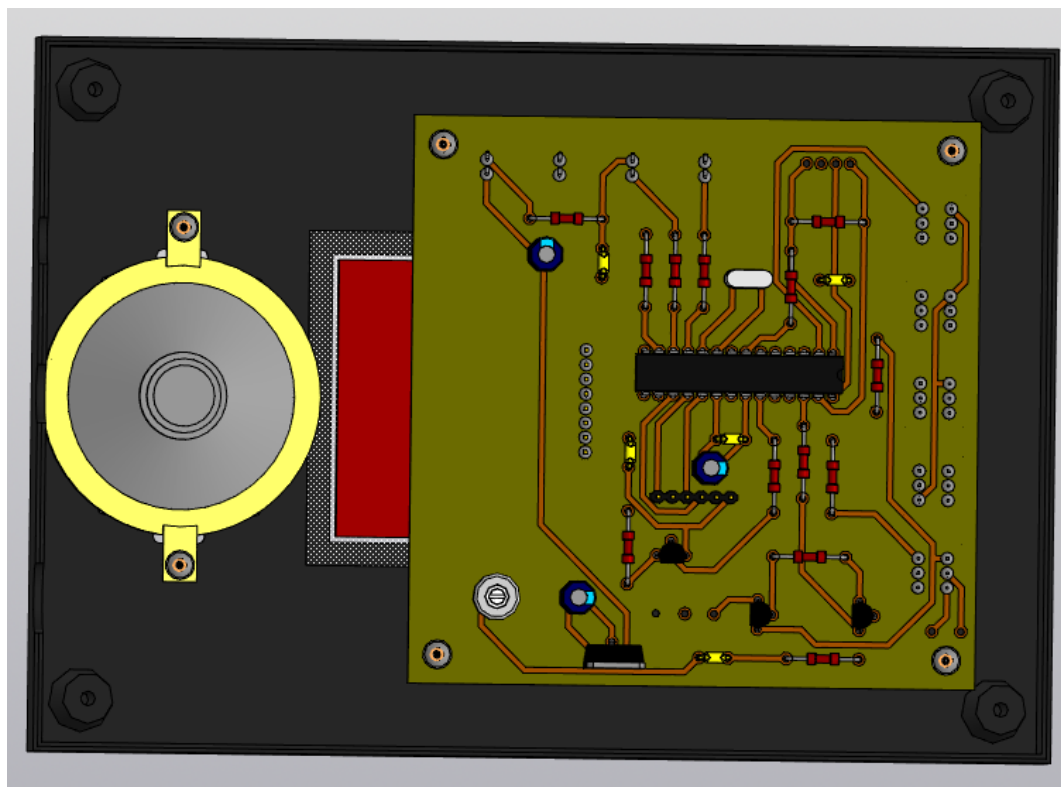


Рисунок Б.5– 3D модель пристрою, верхня кришка знизу

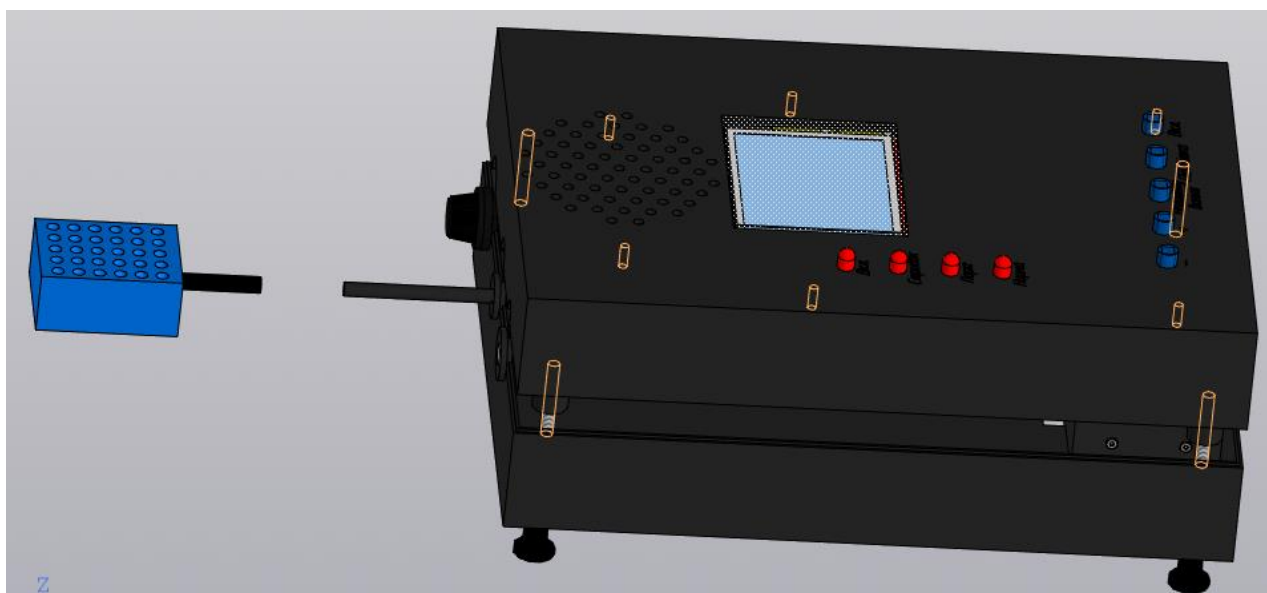


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

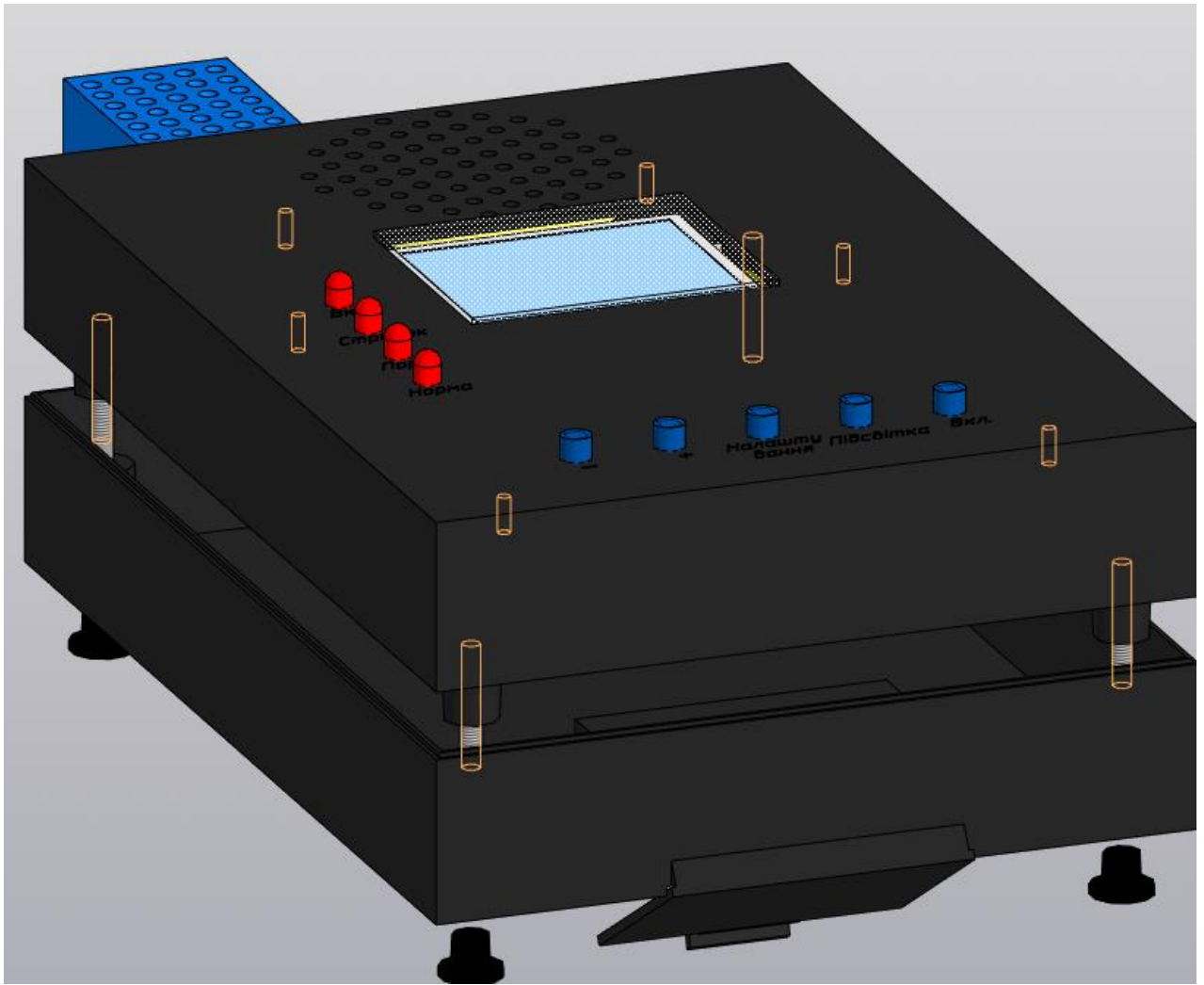
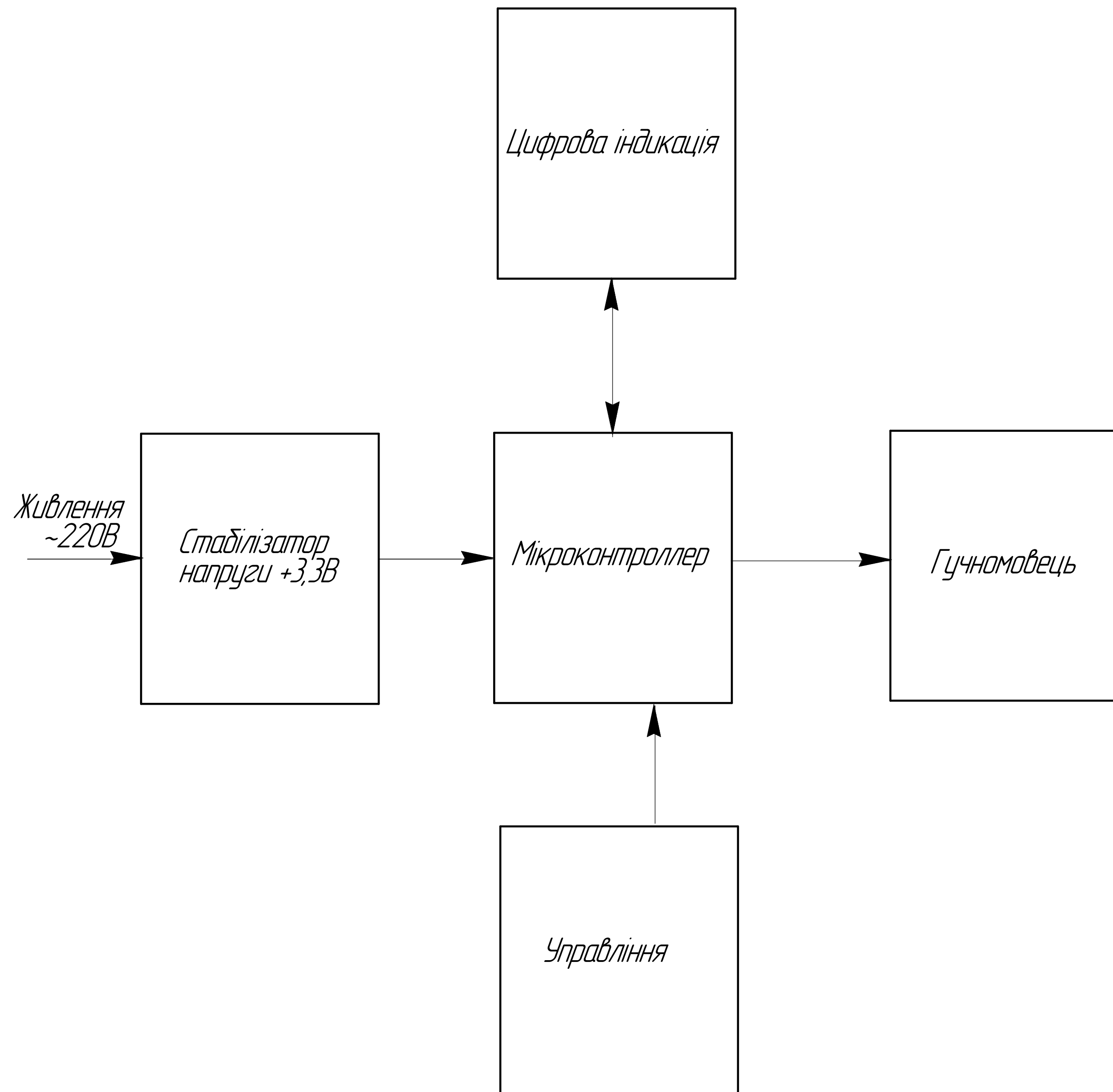


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

					26 КР 172.402.010.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



						26 КР 172.402.010.001.000 Е1		
						Барометр сигналізатора БС-4		
Зм.	Арж.	№ докum.	Підпис	Дата	Схема електрична структурна	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.	Галаєс					-	H	-
Перевір.	Василишин							
Т.контр.						Аржущ	Аржущів 1	
Рецензент						ВСП ТФК ТНТУ ТР-402		
Н.контр.	Задорожний					м. Тернопіль		
Затверд.								

Перш. викорис.	Довід. №	Поз. познач.	Найменування				Кіл.	Примітка		
		B1	Модуль вологості BME280 "Adafruit Industries"				1			
		BA1	Динамік FBF23-1T, 8 Ом, 0.5Вт "FBELE"				1			
		Конденсатори								
		C1	NPO-0,1 нФ ±5% "Murata"				1			
		C2	NPO-100 нФ ±5% "Murata"				1			
		C3, C4	NPO-33 нФ ±5% "Murata"				2			
		C5	NPO-0,1 нФ ±5% "Murata"				1			
		C6	ECAP-25 В-10 мкФ ±20% "Jamicon"				1			
		C7	ECAP-16 В-100 мкФ ±20% "Jamicon"				1			
Підпис і дата	Інв. № дубл.	C8	NPO-0,1 нФ ±5% "Murata"				1			
		Мікросхеми								
		DA1	LM1117T-3.3/NOPB "ST Microelectronics"				1			
		DD1	ATMEGA328-PU "Texas Instruments"				1			
		FU1	Запобіжник 522.1300-500 мА-250В "ECE"				1			
		GB1...GB2	Батерея MN1500/A316/AA "Duracell"				2			
		HL 1...HL 4	Світлодіод L-1503GT "Kingbright"				4			
		HG1	Дисплей Nokia 5118 "Nokia"				1			
		Резистори								
Інв. № ориг.	Зам. інв. №	26 КР 172.402.010.001.000 ПЕЗ								
		Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
		Розрод.	Галяс							
		Перевір.	Василишин							
		Барометр сигналізатора БС-4					Літ.	Аркцш	Аркцшів	
							н	1	2	
							ВСП ТФК ТР-402			
							м. Тернопіль			
		Н.контр.	Задорожний							
		Затверд.								

26 КР 172.402.010.001.000 ЕЗ

Перш використ.

Додат. №

Підпис і дата

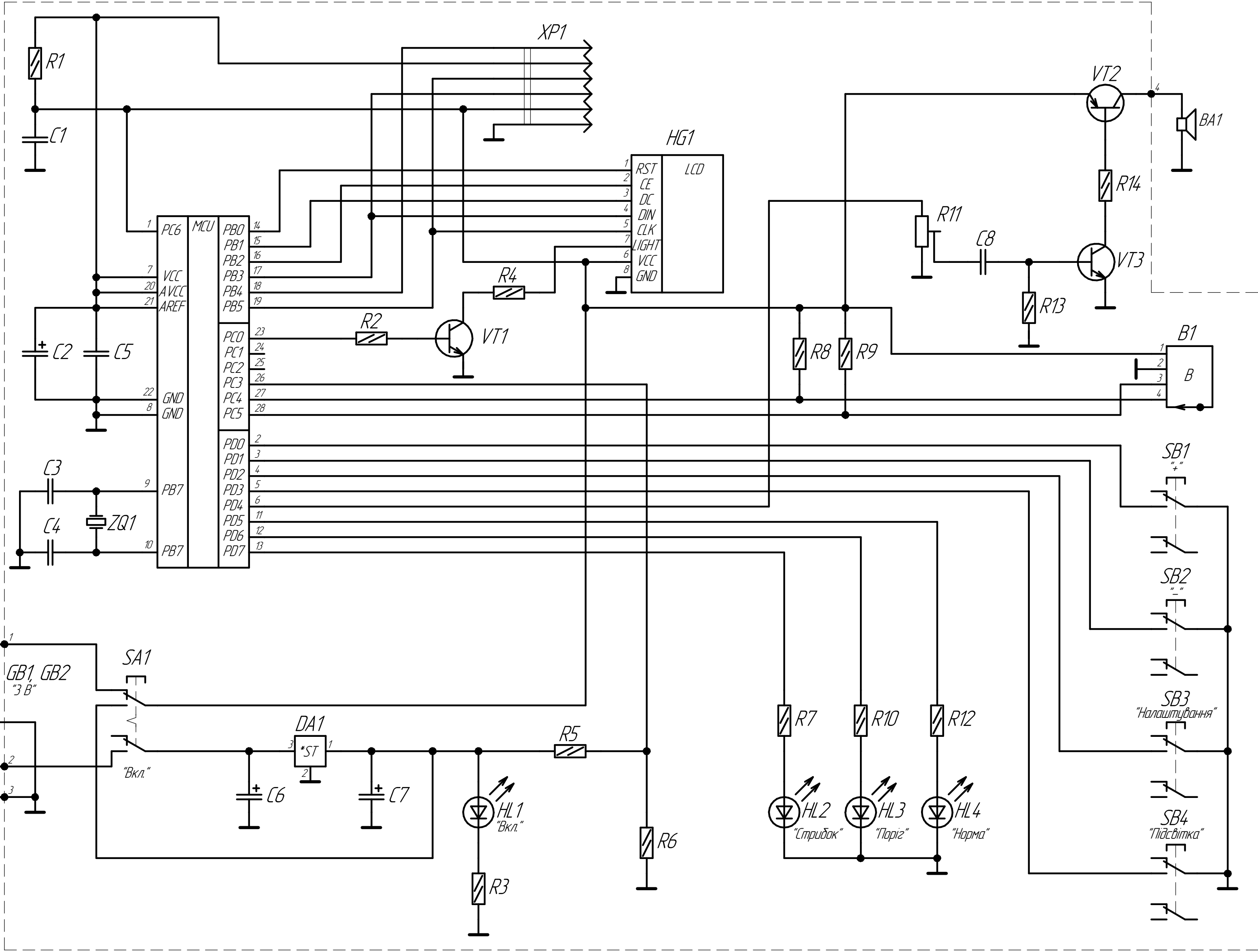
Інв. № змін.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № змін.

Коло	Номер конт.
+12 В	1
⏏	2



26 КР 172.402.010.001.000 ЕЗ						Барометр сигналізатора БС-4			Лит.	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		Схема електрична принципова			Н	-	-
Розроб.	Галас	Василишин							Архив	Архив	1
Перевір.	Т.контр.	Задорожний							ВСП ТФК ТР-402		
Н.контр.	Затверд.								м. Тернопіль		
Копіював									Формат А2		

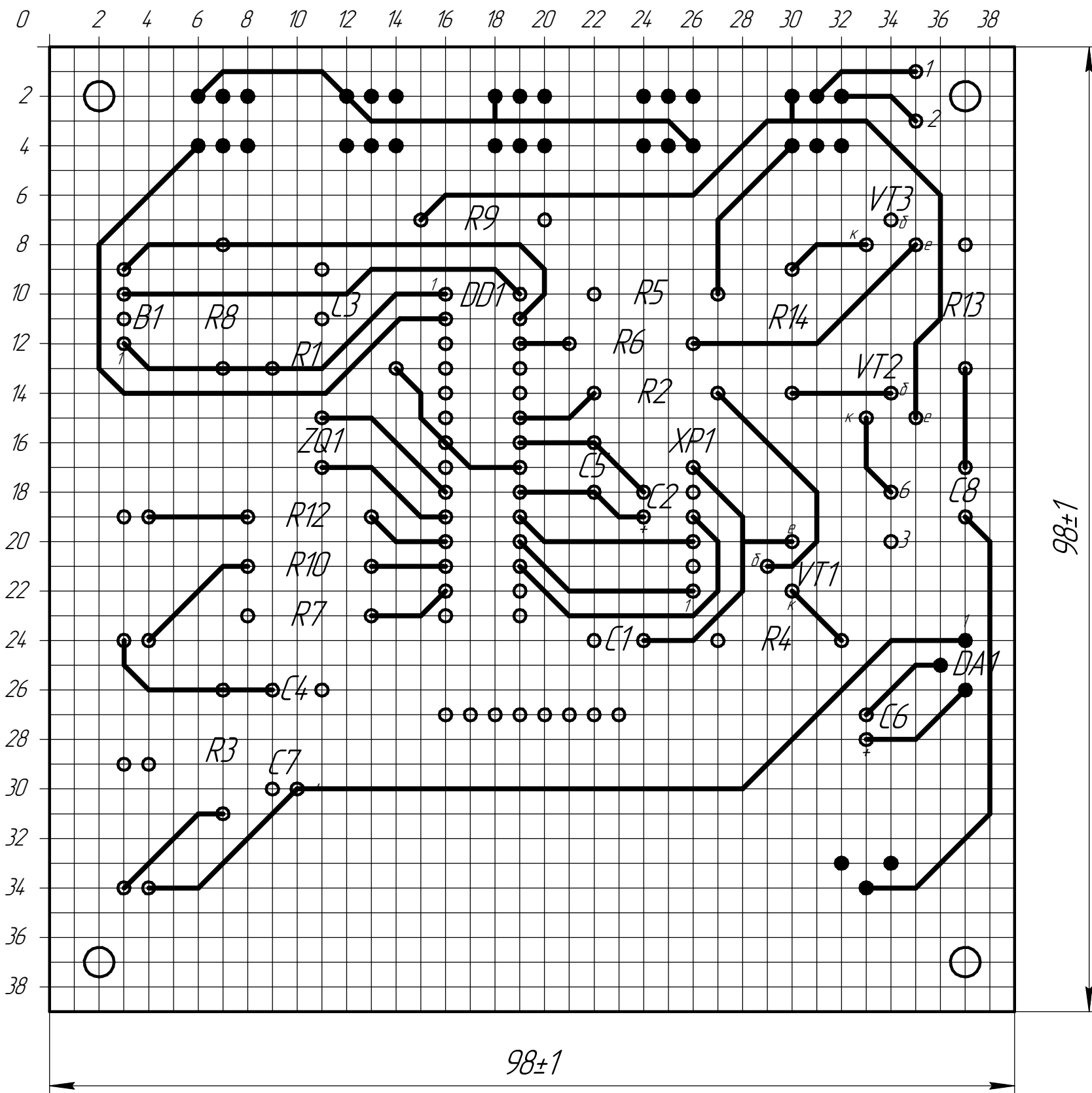
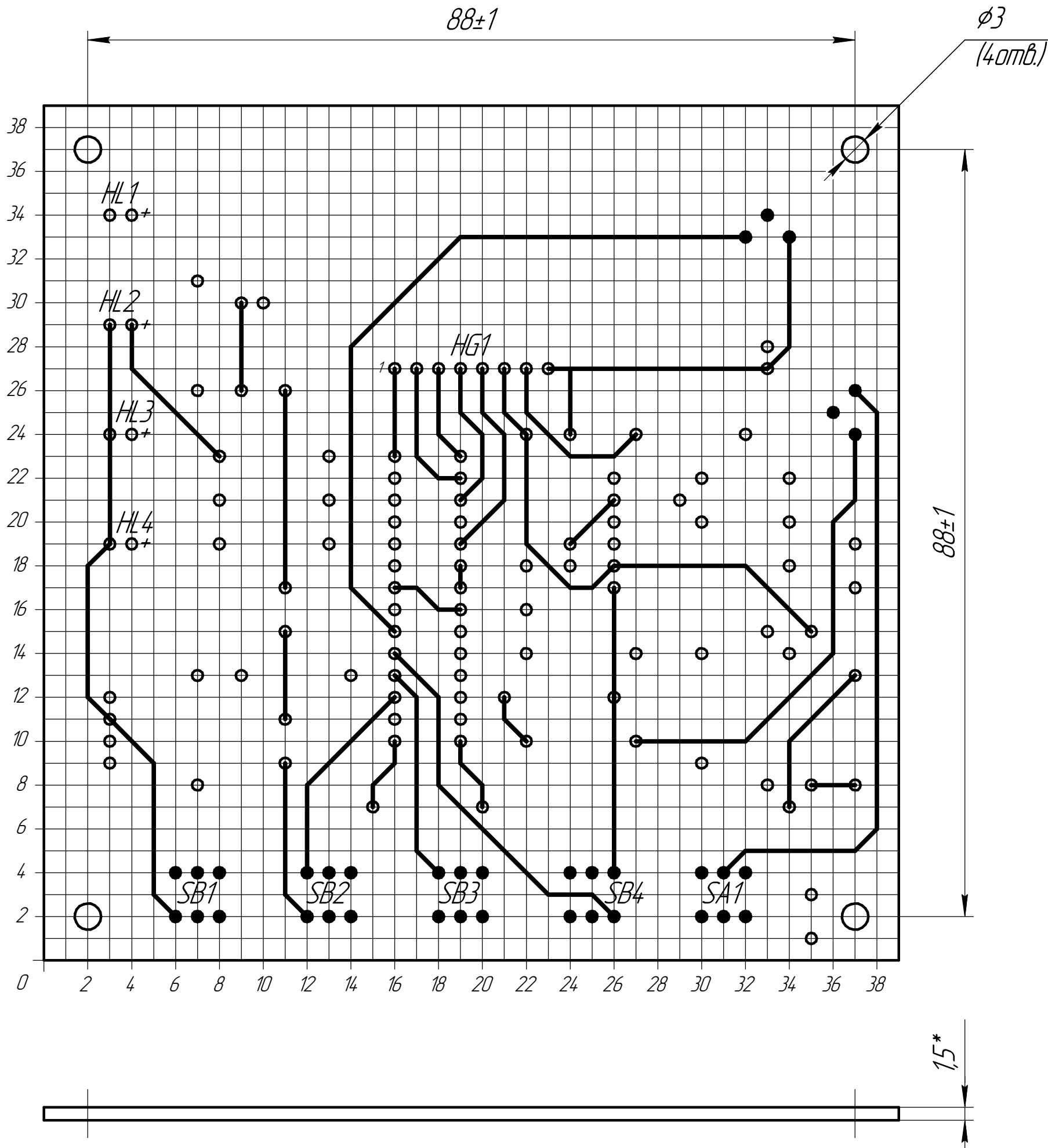
Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
						Документація				
		A4			26 КР 172.402.010.000.000 ПЕЗ	Перелік елементів				
		A2			26 КР 172.402.010.000.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1			
		A1			26 КР 172.402.010.001.000 СК	Вузол друкований	1			
						Деталі				
Підпис і дата	Інв. № додл.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.402.010.001.001	Плата друкована	1		
				БК	2	26 КР 172.402.010.001.002	Перемичка	4		
								Інші вироби		
					3		Модуль волозості BME280 "Adafruit Industries"	1	B1	
							Конденсатори			
					5		NPO-0,1 нФ ±5% "Murata"	3	С1,С5,С8	
					6		NPO-33 нФ ±5% "Murata"	2	С3, С4	
Інв. № ориг.	Затверд.	Н.контр.	Задорожний	7		NPO-100 нФ ±5% "Murata"	1	С2		
				8		ECAP-25 В-10 мкФ ±20% "Jamicon"	1	С6		
				9		ECAP-16 В-100 мкФ ±20% "Jamicon"	1	С7		
							Мікросхеми			
					11		ATMEGA328-PU "Texas Instruments"	1	DD1	
					12		LM1117T-3.3/NOPB "ST Microelectronics"	1	DA1	
					14		Світлодіод L-1503GT "Kingbright"	4	HL 1...HL 4	
26 КР 172.402.010.001.000										
Зм. Арк. № докум. Підпис Дата										
Розрод. Галяс					Лім. Аркцш Аркцшів					
Перевір. Василюшин					Н 1 2					
					ВСП ТФК ТР-402					
					м. Тернопіль					
					Копіював Формат А4					

Інв. № орду.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № докл.	Підпис і дата

[illegible]

Таблиця отворів

Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
⊕	0,8	є	2,0	111	
⦿	1,0	є	2,2	36	

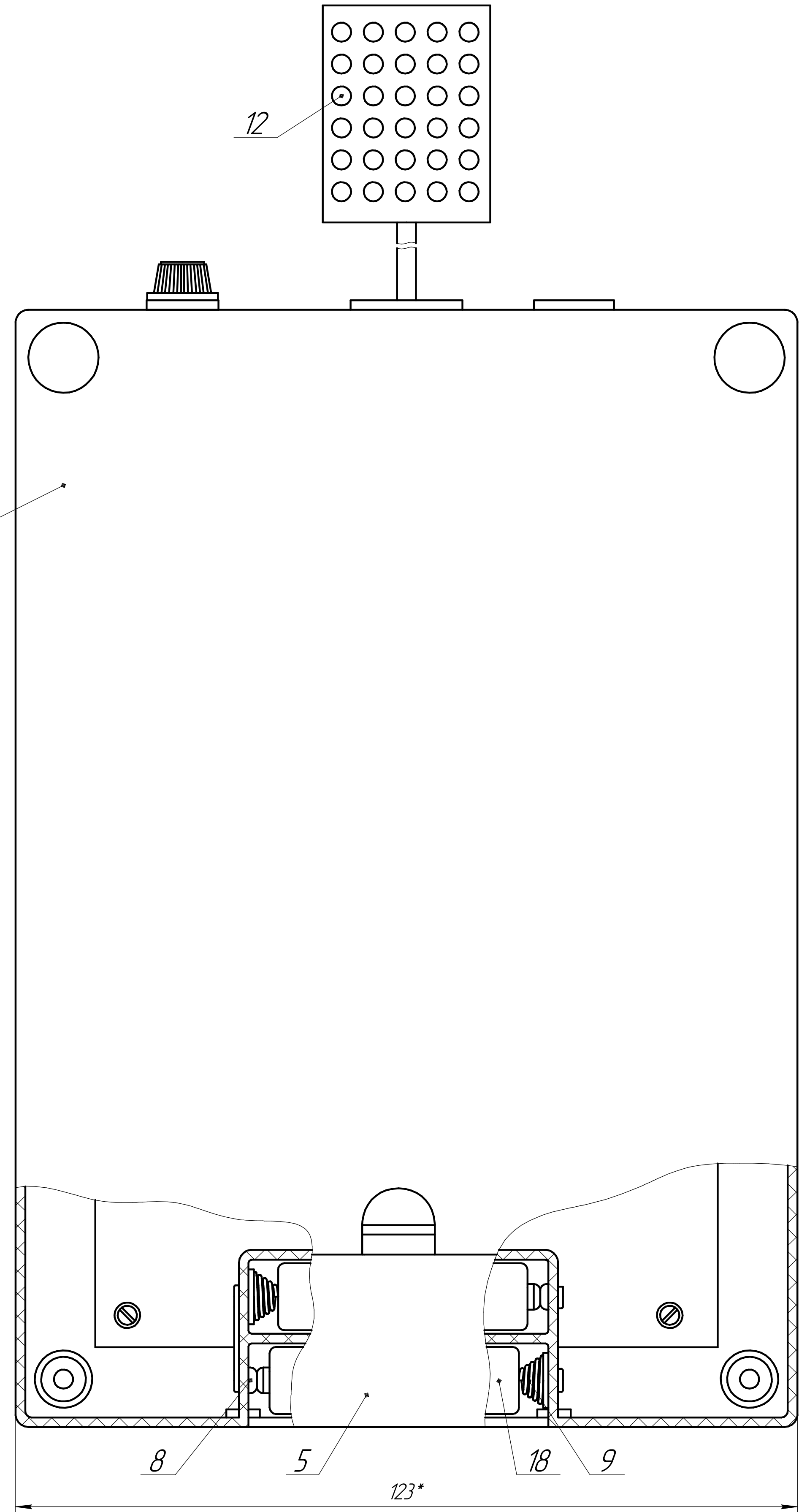
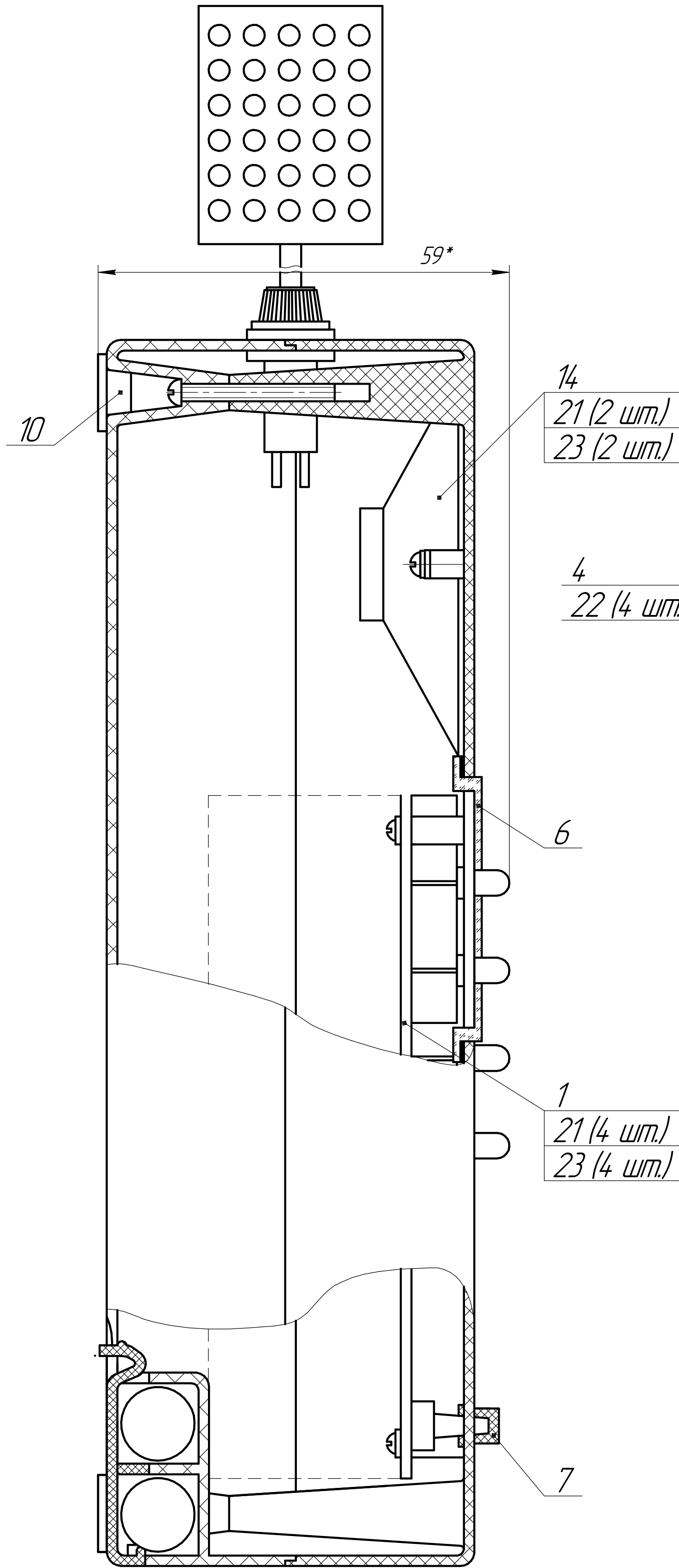
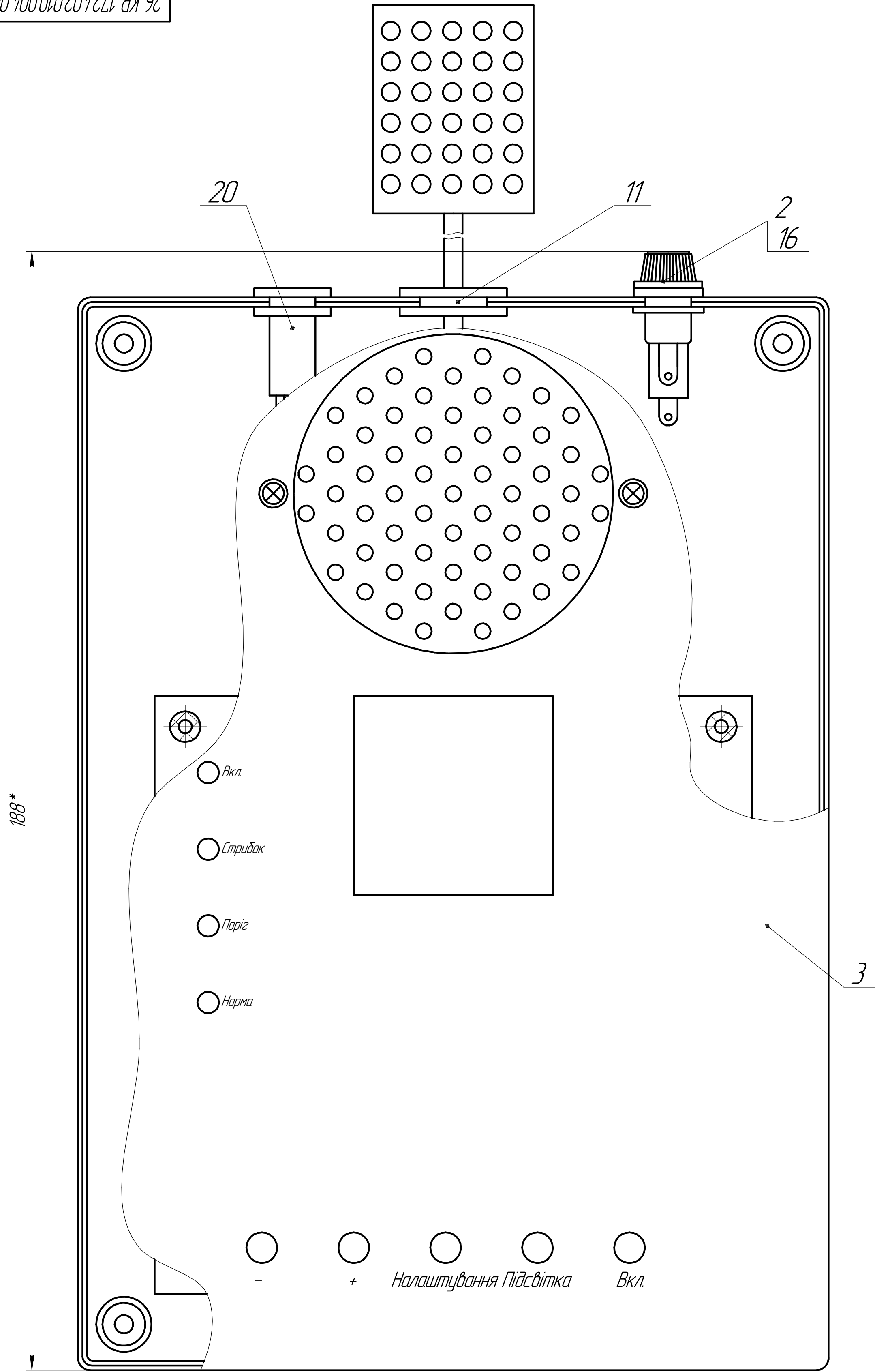


- Плата повинна відповідати ГОСТ 23752-79.
- *Розмір для довідок.
- Клас точності 4 по ГОСТ 23751-86.
- Крок координатної сітки 2,5 мм.
- Плату виготовити кам'янованим методом.
- Параметри отворів дивись в таблиці.
- Мінімальна ширина провідників не менше 1 мм.
- Мінімальна відстань між провідниками 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 діля ТУ 29-02-889-88 шрифтом 2,5 Пр 41 ГОСТ 26.020-80.
- Інші вимоги по ОСТ 4.ГО.005.051.

					26 КР 172.402.010.001.001							
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата	Плата друкована					Лит	Маса	Масштаб
										Н		
					Архив		Архив		1			
Нконтр.	Задорожний				СФ2-35-15КП					ВСТ ТФК ТР-402		
Затверд.					ГОСТ 10316-78					м. Тернопіль		
					Копія					Формат А1		

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
						Документація		
		A4			26 КР 172.402.010.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів		
		A2			26 КР 172.402.010.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1	
		A1			26 КР 172.402.010.004.000 СК	Складальне креслення	1	
						Складальні одиниці		
Підпис і дата	Інв. № докл.	A1	1	26 КР 172.402.010.001.000 СК	Вузол друкований	1		
		БК	2	26 КР 172.402.010.001.001	Тримач для запобіжника	1		
						Деталі		
		БК	3	26 КР 172.402.010.004.001	Верхня кришка	1		
		БК	4	26 КР 172.402.010.004.002	Нижня кришка	1		
		БК	5	26 КР 172.402.010.004.003	Кришка батарейного відсіку	1		
		БК	6	26 КР 172.402.010.004.004	Скло для дисплея	1		
		БК	7	26 КР 172.402.010.004.005	Накладка для кнопки	5		
Зам. інв. №	Підпис і дата	БК	8	26 КР 172.402.010.004.006	Контакт А	2		
		БК	9	26 КР 172.402.010.004.007	Контакт Б	2		
		БК	10	26 КР 172.402.010.004.008	Ніжка	4		
		БК	11	26 КР 172.402.010.004.009	Втулка	1		
						Інші вироби		
			12			Модуль вологості BME280 "Adafruit Industries"	1	B1
Інв. № ориг.	Підпис і дата		14			Динамік FBF23-1T, 8 Ом, 0.5Вт "FBELE"	1	BA1
26 КР 172.402.010.004.000								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розрод.	Галяс				Літ.	Аркцш	Аркцшів	
Перевір.	Василишин				Н	1	2	
Н.контр.	Задорожний				Барометр сигналізатора БС-4			
Затверд.					ВСП ТФК ТР-402			
					м. Тернопіль			

26 КР 172.402.010.004.000 СК



1. * Розміри для довідок.
2. Електромонтаж здійснювати згідно з 26 КР 172.402.010.001.000 ЕЗ припоєм припоєм ПОС-40 ГОСТ 21931-76.
3. Інші технічні вимоги по ОСТ 4.ГО.070.015.

26 КР 172.402.010.004.000 СК					
Барометр сигналізатора БС-4					
Складальне креслення					
м. Тернопіль					
Формат А1					
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата	Лист
Розроб.	Голов.	Голов.	Голов.	Голов.	Голов.
Перевір.	Василишин				
Т.контр.					
Н.контр.	Задорожний				
Затверд.					
Лист				Маса	Масштаб
Н				0,3	2:1
Архив				Архив	1
ВСП ТФК ТР-402					

[illegible]

[illegible]

Дубл																
Замість																
Підпис																
														Аркуш 3		
											26 КР 172.402.010.001.000			26 КР 172.402.010.001.000		
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документа							
Б	Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ	
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу				Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр	
01																
02																
03																
04																
05	402		010	035	402010035 Залудження											
06		Тігель РД424231														
07		Лудити згідно ТТП532685 (97шт)														
08		Пінцет		РТ 235641												
09		Припой ПОС-61			ГОСТ 21931-76							180	100	0,29		
10		Флюс АТІ-120			ГОСТ 32142-86							120	100	0,5		
11																
12	402		010	040	402010040 Установка ЕРЕ											
13		Установку ЕРЕ проводити по ОСТ 4.010.030-81 з кроком координатної сітки 2,5мм (23шт)														
14		1. Установити резистори поз.18(R14)поз.19(R4)поз.20(R2,R3,R5,R7,R10,R12,R13)поз.21(R8,R9)поз.23(R1,R6) згідно рис.1 поз.22(R11) згідно рис.2														
15		2. Установити мікросхеми поз.11(DD1), згідно рис.5 поз.12(DA1) згідно рис.6 згідно карти ескізів, по ТТП 254681														
16		3. Установити транзистори поз.28(VT1,VT3) поз.29(VT2) згідно рис.7 кварц поз.33(ZQ1) згідно рис.3 згідно карти ескізів, по ТТП 254681														
17		4. Установити конденсатори поз.5(C1,C5,C8) поз.6(C3,C4)поз.7(C2) згідно рис.3 поз.8(C6) поз.9(C7) згідно рис.4 згідно карти ескізів, по ТТП 254681														
18		5. Установити роз'єм поз.31(XP1) згідно рис.10 згідно карти ескізів по ТТП325234														

Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
																Аркуш 4			
												26 КР 172.402.010.001000				26 КР 172.402.010.001000			
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		Кусачки		РТ 145532															
02		Пінцет		РТ 265641															
03	1	Плата друкована								26 КР 172.402.010.001001						796	100	100	
04	5	Конденсатори		NPO-0,1 нФ ±5%						"Murata"						796	100	300	
05	6	Конденсатори		NPO-33 нФ ±5%						"Murata"						796	100	200	
06	7	Конденсатори		NPO-100 нФ ±5%						"Murata"						796	100	100	
07	8	Конденсатори		ECAP-25 В-10 мкФ ±20%						"Jamicon"						796	100	100	
08	9	Конденсатори		ECAP-16 В-100 мкФ ±20%						"Jamicon"						796	100	100	
09	11	Мікросхема		ATMEGA328-PU						"Texas Instruments"						796	100	100	
10	12	Мікросхема		LM1117T-3.3/NOPB						"ST Microelectronics"						796	100	100	
11	18	Резистори		MFP-0,125-91 Ом ±10%						"Yageo"						796	100	100	
12	19	Резистори		MFP-0,125-220 Ом ±10%						"Yageo"						796	100	100	
13	20	Резистори		MFP-0,125-1кОм ±10%						"Yageo"						796	100	700	
14	21	Резистори		MFP-0,125-4,7кОм ±10%						"Yageo"						796	100	100	
15	22	Резистори		3329H-1-10 кОм						"Bourns"						796	100	100	
16	28	Транзистори		BC547A						"LGE"						796	100	100	
17	29	Транзистори		BC557A						"LGE"						796	100	100	
18	31	Роз'єм		1-1123723-6						"TE Connectivity"						796	100	100	

[illegible]

Дубл																
Замість																
Підпис																
													Аркуш 6			
											26 КР 172.402.010.001.000		26 КР 172.402.010.001.000			
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції			Позначення документау								
Б	Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ	
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу				Позначення. код					СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр		
01																
02																
03	402		010	050	402010050 Електромонтаж											
004		1. Рихтувати елементи згідно ТТП 315826 (50шт)														
05		2. Установити та запаяти перемички поз.2(2шт) на плату поз.1 згідно карти ескізів по ТТП 254681														
06		3. Установити та запаяти світлодіод поз.14(HL1-HL4) на плату поз.1 згідно рис.9 дисплей поз.16(HG1) згідно рис.11 згідно карти ескізів по ТТП														
07		4. Установити та кнопку перемикачі поз.25(SA1) поз.26(SB1...SB4) на плату поз.1 згідно рис.8 згідно карти ескізів по ТТП 254681														
08		Паїку проводити згідно ТТП 316530														
09		Електропаяльник РТ 105278														
10		Пінцет РТ 235641														
11	2	Перемичка			26 КР 172.402.010.001.002						796	100	200			
12	14	Світлодіод			L-1503GT			"Kingbright"				796	100	400		
13	16	Дисплей			Nokia 5118			"Nokia"				796	100	100		
14	25	Перемикач			PB22E06			"RUICHI"				796	100	100		
15	26	Перемикач			PB22E07			"RUICHI"				796	100	400		
М16		Припой ПОС-61			ГОСТ 2131-76							180	100	0,15		
17		Флюс АТ-120			ГОСТ 32142-82							120	100	0,25		
18		Спиртобензинова суміш			ГОСТ 443-76							120	100	0,25		

[illegible]

Дубл.																						
Замість																						
Підпис																						
														Аркушів 4		Аркуш 1						
Розробив		Галяс							ВСП ТФК ТНТУ			26 КР 172.402.010.001 СК						26 КР 172.402.010.001				
Перевірів		Василишин							Барометр сигналізатора БС-4										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	402		010	005	402.010.01 Комплектування															0,005		
03					Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (42шт)																	
04																						
05	402		010	010	402.010.02 Слюсарно-складальна															0,005		
06					Пневмоверт РТ 532964																	
07					Складання проводити по ТТП 231587(33шт)																	
08					1. Кріпити друкований вузол поз.1 до верхньої кришки поз. 3 гвинтами поз.21 (4шт) через шайбу поз.23 (4шт) згідно карти ескізів по ТТП																	
09					2. Кріпити скло під індикатор поз.6(1шт) накладку під кнопки поз.7(5шт) на верхню кришку поз. 3 контакти А та контакти Б поз.7 та поз.8 згідно карти																	
10					3. Кріпити роз'єм поз.20(XS1) запобіжник поз.16(FU1)в тримач запобіжника поз.2 модуль вологості поз.12 через втулку поз.11 згідно карти ескізів																	
11					4. Кріпити динамік поз.14 до верхньої кришки поз. 3 гвинтами поз.21 (2шт) через шайбу поз.23 (2шт) батарею поз.18(GB1,GB2) в кришку нижню поз.4																	
12	1	Вузол друкований									26 КР 172.402.010.001.000 СК							796	100	100		
13	2	Тримач для запобіжника									26 КР 172.402.010.004.001							796	100	100		
14	3	Кришка верхня									26 КР 172.402.010.004.001							796	100	100		

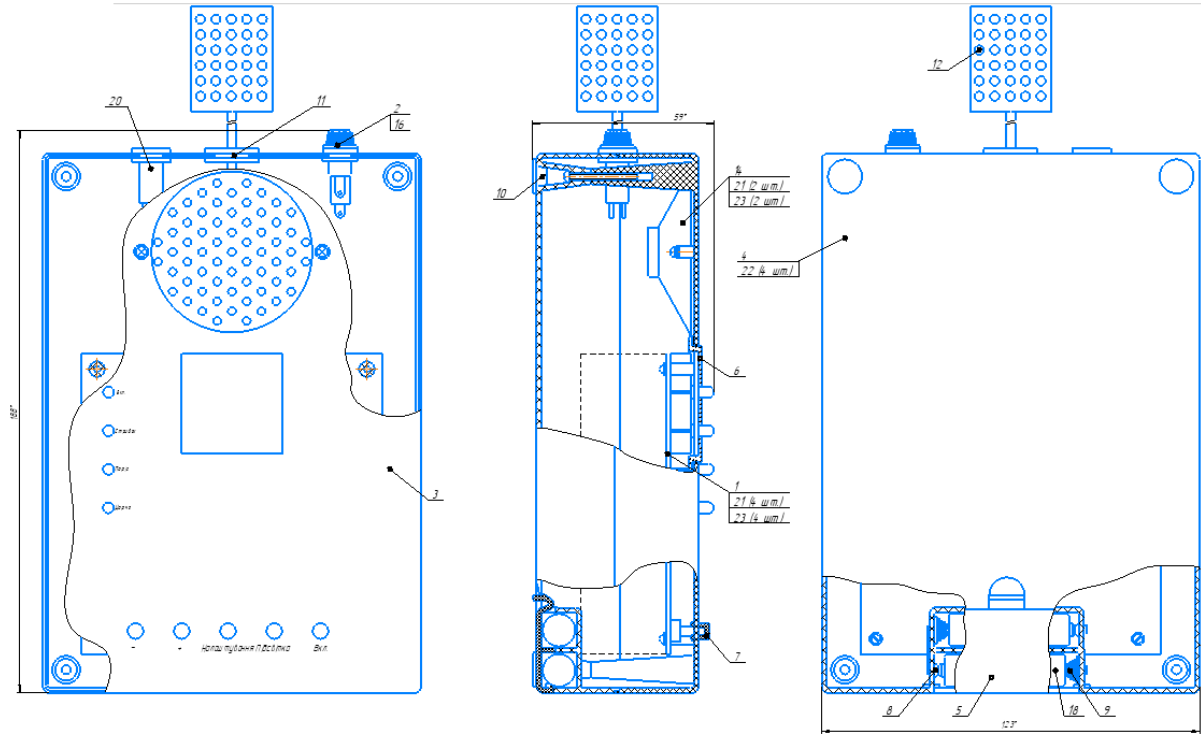
[illegible]

[illegible]

Дубл.								
Замість								
Підпис								

						Аркушів 4	Аркуш 4	
Розробив	Галяс			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.402.010.001 СК		26 КР 172.402.010.001	
Перевірів	Василишин			Барометр сигналізатора БС-4				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	



1 - розміри для з'ясування
2 - розміри для з'ясування
3 - розміри для з'ясування

Техніко – економічні показники барометра сигналізатора БС-4

	Технічні показники			Економічні показники	
1	Напруга живлення вхідна	+12В	1	Річний обсяг виробництва	950шт.
2	Струм споживання	100мА	2	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	183300 грн
3	Габаритні розміри	123*188 *59 мм	3	Чистий прибуток	279692,16 грн
4	Маса	0,3кг	4	Повна собівартість на виріб	14 96,02 грн
5	Допустима вологість повітря	87%	5	Ціна одиниці виробу	1855,06 грн.
6	Вимірювання атмосферного тиску	225...825 мм рт.ст	6	Рентабельність виробу	19,68%
7	Точність вимірювання	±1 мм рт.ст.	7	Термін окупності	0,72р
8			8	Індекс придатковості	1,39