

Міністерство освіти і науки України
Відокремлений структурний підрозділ
«Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана
Пулюя»

(повне найменування вищого навчального закладу)
відділення телекомунікацій та електронних систем
(назва відділення)
циклова комісія телекомунікацій та радіотехніки
(повна назва циклової комісії)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи

фаховий молодший бакалавр
(освітньо-професійний ступінь)
на тему: Розробка конструкції вимірювача рівня CO₂

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)

_____ Смоляк М. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Василишин О.З.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

**Відокремлений структурний підрозділ
«Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»
Відділення телекомунікацій та електронних систем
Циклова комісія телекомунікацій та радіотехніки
Освітньо-кваліфікаційний рівень молодший спеціаліст
Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»
Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
Спеціалізація «Конструювання, виробництво та технічне обслуговування
радіотехнічних пристроїв».**

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

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

_____ Смоляк Максим Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи _____ Розробка конструкції вимірювача рівня CO₂_____

керівник кваліфікаційної роботи _____ Васишлин 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 Створення на підприємстві служби охорони праці.
 - 4.2 Загальні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату.
- 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)

Смоляк М.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Василишин О.З.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	8
Вступ. Призначення і область застосування радіоприладу.....	9
Розділ 1 Загальна частина	10
1.1 Розробка технічного завдання.....	10
1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу.....	11
1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз.....	12
РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	14
2.1 Розрахунково-конструкторська частина.....	14
2.1.1 Опис конструювання виробу. Обґрунтування виробу конструкційних матеріалів і покриттів.....	14
2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.....	15
2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази.....	30
2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.....	31
2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу.....	35
2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи.....	35
2.1.7 Розрахунок надійності проектного виробу.....	37
2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.....	38
2.2 Технологічна частина.....	39
2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології.....	39
2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки.....	40
2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів.....	42

					26.КР.172.402.026.00.000.ПЗ					
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Смоляк М. В.			Вимірювач рівня CO ₂			Літ.	Арк	Аркушів
Перевір.		Василишин							5	62
Реценз.								ВСП «ТФК ТНТУ» зр.ТР-402		
Н. Контр		Задорожний.								
Затверд.										

2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла.....	42
2.2.5 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.....	43
РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	44
3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень.....	46
3.2 Визначення собівартості спроектованого вироб.....	51
3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.....	54
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	55
4.1 Створення на підприємстві служби охорони праці.....	56
4.2 Загальні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату.....	58
Висновки.....	59
Перелік посилань.....	62
Додатки.	

АНОТАЦІЯ

Смоляк М.В. Розробив конструкцію вимірювача рівня CO₂ кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня молодший спеціаліст, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026.

Друкована плата пристрою є двосторонньою та виготовляється комбінованим методом. Габаритні розміри друкованої плати становлять 100 мм - 110 мм, що обрано з урахуванням технології виготовлення, компонування елементної бази та економічної доцільності.

Корпус даного пристрою виготовлений із пластмаси та складається з двох частин. Верхня та нижня кришки мають обтікаючу форму. До нижньої кришки за допомогою чотирьох шурупів кріпиться друкована плата, на котрій розміщені основні елементи схеми. Також за допомогою шурупів до неї кріпиться динамік для звукового оповіщення.

У місці з'єднань двох кришок фіксуються гніздо живлення ХРЗ. На нижній кришці присутні технічні отвори для роботи динаміка і вимірювача рівня CO₂. Верхня кришка має технологічні отвори під дисплей, а також отвори під кнопки та світлодіоди на платі. Габаритні розміри корпусу проєктованого приладу становлять 110 мм 105 мм 35 мм.

Ключові слова: мікроконтролер, керування, вимірювач CO₂, концентрація газу, сигналізатор, друкована плата, корпус приладу.

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ANNOTATION

Smolyak M.V. Developed the design of a CO₂ level meter 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 of the device is double-sided and is manufactured by a combined method. The overall dimensions of the printed circuit board are 100 mm - 110 mm, which is selected taking into account the manufacturing technology, layout of the element base and economic feasibility.

The case of this device is made of plastic and consists of two parts. The upper and lower covers have a streamlined shape. A printed circuit board is attached to the lower cover with four screws, on which the main elements of the circuit are placed.

A speaker for sound notification is also attached to it with screws. The XP3 power socket is fixed at the junction of the two covers. There are technical holes on the lower cover for the speaker and the CO₂ level meter. The upper cover has technological holes for the display, as well as holes for buttons and LEDs on the board. The overall dimensions of the case of the designed device are 110 mm 105 mm 35 mm.

Keywords: microcontroller, control, CO₂ meter, gas concentration, alarm, printed circuit board, device case.

					26 KP 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Питання концентрації вуглекислого газу в закритих приміщеннях сьогодні виходить далеко за межі простої цікавості екологів, перетворюючись на фундаментальний показник якості середовища, у якому ми проводимо більшу частину свого часу. Рівень CO₂ фактично виступає універсальним мірилом, що дозволяє комплексно оцінити не лише хімічний склад повітря, а й загальну ефективність роботи інженерних систем будівлі. Оскільки людина є природним джерелом цього газу, його накопичення стає чітким сигналом того, що вентиляційна система не справляється зі своїм першочерговим завданням - забезпеченням адекватного повітрообміну.

Варто розуміти, що вуглекислий газ ніколи не накопичується наодинці. Він завжди супроводжується цілим «шлейфом» непомітних супутників, таких як випари від меблів, побутової хімії чи будівельних матеріалів. Практика показує, що нам зовсім не обов'язково мати вдома лабораторію для вимірювання кожної окремої шкідливої речовини. Достатньо лише стежити за тим, щоб у кімнаті не було душно. Якщо ми забезпечуємо нормальний приплив свіжого повітря, щоб витіснити зайвий CO₂, разом із ним непомітно зникають і всі інші токсичні домішки, роблячи середовище чистим і безпечним для дихання.

Продовжуючи тему контролю за станом повітря, варто зауважити, що сучасний вимірювач CO₂ стає фактично «очима» мешканців будинку. Цей компактний прилад перетворює невидиму загрозу на зрозумілі цифри, стаючи головним інструментом для управління мікрокліматом. Крім того, такий пристрій є незамінним індикатором чистоти повітря від бактерій та вірусів. Це робить вимірювач CO₂ не просто технічною новинкою, а справжнім індикатором, який допомагає створити простір, де дихається легко, а імунітет не виснажується боротьбою з невидимими забруднювачами.

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 1 Загальна частина

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні дані проєктованого пристрою:

1. Напруга живлення приладу.....+5 В;
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. Датчик CO₂..... MH-Z19B
6. Світлова індикація..... Світлодіоди (зелений, жовтий, червоний)
7. Точність вимірювання:+5%
8. Тип датчика вологості:DHT11
9. Інтерфейс зв'язку з датчиком:I2C (TWI)
10. Принцип вимірювання CO₂.....(NDIR)
11. Дисплей..... WH-1602A LCD

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

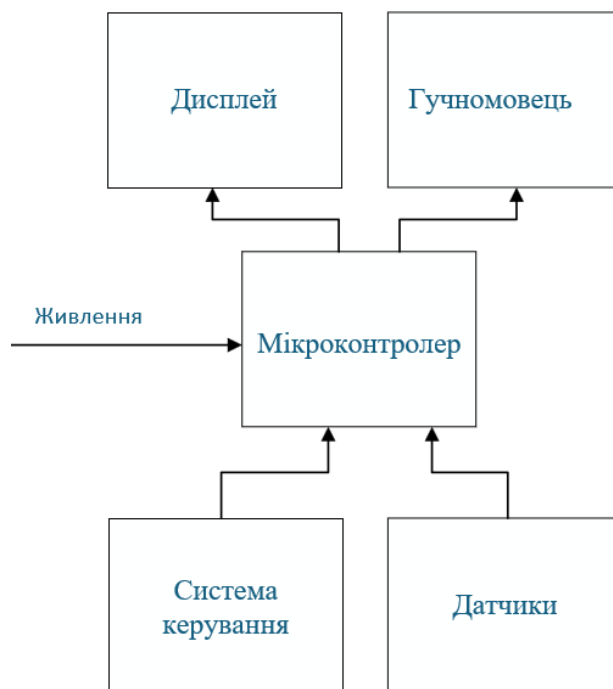


Рисунок 1.1 - Основні функціональні блоки

Живлення – Пристрій живиться від 5V мережевого живлення.

Система керування - За допомогою кнопок встановлюються нижні та верхні пороги концентрації CO₂, вмикається або вимикається гучномовець пристрою, встановлюється корекція для відносної вологості повітря.

Датчики – Збирають дані про довколишнє середовище рівень CO₂ температуру, вологість і передають їх на мікроконтролер.

Мікроконтролер - Обробляє дані отримані з датчика. Порівнює їх з нормальними. Відправляє дані на дисплей і гучномовець.

Гучномовець – Повідомляє при перевищенні допустимого рівня CO₂

Дисплей - Показує поточні значення концентрації CO₂, температури та відносної вологості в кімнаті, а також регульовані параметри пристрою в режимі «налаштування».

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

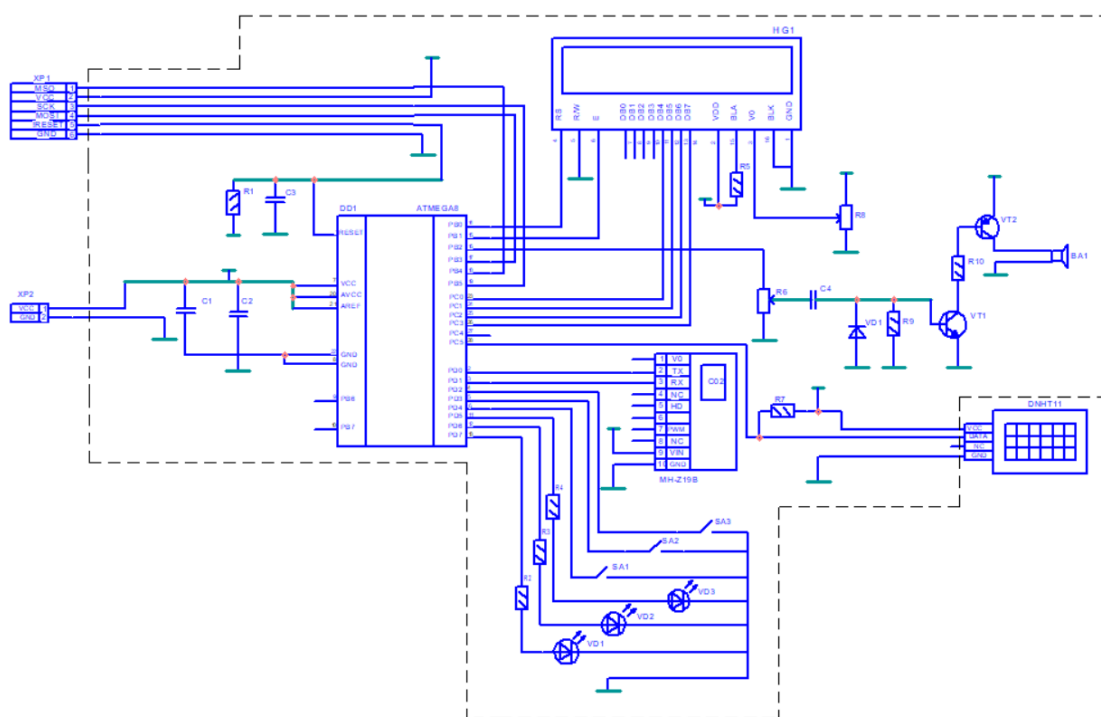


Рисунок 1.2 - Схема електрична принципова

Пристрій працює під керуванням мікроконтролера ATmega8, початкове скидання якого при увімкненні забезпечує ланцюг R1C3, а програмування здійснюється через роз'єм XP1.

Центральний мікроконтролер раз на 10 секунд синхронно опитує два датчики. Інфрачервоний датчик MH-Z19B передає дані про концентрацію CO₂ через інтерфейс UART у вигляді 9-байтового масиву, де другий і третій байти містять рівень газу, а останній - контрольну суму. Датчик DHT11 взаємодіє з мікроконтролером через послідовний однопровідний інтерфейс, лінія DATA якого підтягнута до живлення резистором R7.

У відповідь на запит він повертає 5 байтів із контрольною сумою та значеннями температури й вологості, які мікроконтролер програмно коригує на основі поправок, збережених в енергонезалежній пам'яті EEPROM.

Введення параметрів (порогів CO₂, гучності та корекції) здійснюється за допомогою кнопок SA1, SA2, SA3, які підключені безпосередньо до мікроконтролера.

Отриману та оброблену інформацію мікроконтролер виводить на рідкокристалічний дисплей WH-1602A. Крім того, мікроконтролер керує світлодіодами VD2, VD3, VD4, вмикаючи зелений, жовтий або червоний колір залежно від порівняння поточного рівня CO₂ із заданими порогами.

При перевищенні лімітів мікроконтролер генерує сигнал який через регульовальний резистор R6 надходить на підсилювач на транзисторах VT1 і VT2, що приводить у дію гучномовець BA1. Живлення всіх елементів схеми напругою 5V забезпечується через USB-роз'єм.

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 2 Спеціальна частина

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування виробу конструкційних матеріалів і покрить

Проектований вимірювач CO₂ має лаконічну та технологічну конструкцію, що складається з корпусу, друкованої плати та індикаторів, що спрощує його збірку й налагодження.

Корпус вимірювача рівня CO₂ виконаний у вигляді двох основних конструктивних частин: нижньої основи (корпусу) та верхньої кришки, що забезпечує зручність складання, обслуговування та технологічність виготовлення.

Для виготовлення корпусу обрано ABS-пластик або ударостійкий полістирол - ці легкі та міцні діелектрики мають стабільну густину і витримують температурні коливання.

Така конструкція дозволяє використовувати стандартні методи виготовлення, зокрема фрезерування або лиття під тиском, що забезпечує точність і повторюваність. Хоча пластмасові корпуси мають відносно невисоку теплопровідність, у даному випадку це не впливає на роботу пристрою через мале тепловиділення компонентів.

Завдяки цим особливостям приладу немає потреби у спеціальних засобах відведення тепла, наприклад радіаторів, але при цьому вентиляційні отвори призначені для справної роботи вимірювача CO₂ можуть виконувати побічну функцію охолодження приладу.

З точки зору технологічності форма деталей проста, що полегшує виготовлення. Більшість елементів є уніфікованими шурупні з'єднання, отвори стандартних діаметрів; забезпечено легкий доступ до внутрішніх компонентів для монтажу та обслуговування; конструкція адаптована під серійне виробництво (лиття пластмас або обробка на ЧПК).

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загалом корпус, володіє достатньою жорсткістю, зручністю складання та відповідністю вимогам технологічності і експлуатації.

Розташування елементів конструкції виконано таким чином, щоб забезпечити зручність складання, налагодження та обслуговування пристрою.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.

Конструкція виробу складається з корпусу, друкованого вузла, динаміка, та чотирьох гумових ніжок.

Корпус призначений для убезпечення внутрішніх електронних елементів від механічних ушкоджень, дії прямих сонячних променів, а також від проникнення пилу, які можуть погіршити роботу пристрою та викликати його несправність.

Окрім захисного призначення, корпус формує естетичний вигляд виробу й виконує функцію електробезпеки, запобігаючи можливому ураженню користувача електричним струмом. А також на верхній кришці написано призначення кнопок і світлодіодів.

Верхня кришка є плоскою панеллю з функціональними отворами: великим вирізом під дисплей та групою менших отворів під кнопки і індикатори. Що забезпечує зручність користування і не ускладнює виробництво пристрою.

На задній панелі корпусу передбачено круглий отвір для роботи динаміка три отвори з сторони термогідро датчика і датчика CO₂ отвір для входу живлення.

На передній панелі виконано отвори для системи індикації, три отвори для світлодіодного індикатора, а також три отвори для встановлення трьох кнопок управління пристрою. А також отвір для LCD-дисплею.

Матеріалом корпусу є пластмаса, що забезпечує достатню механічну міцність, невелику масу та привабливий зовнішній вигляд виробу. А також сприяє зниженню вартості пристрою.

Нижня частина має форму прямокутного контейнера з достатньою жорсткістю стінок, що забезпечує механічну міцність і захист внутрішніх компонентів.

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У ній передбачені монтажні стійки для кріплення друкованої плати та інших елементів, що дозволяє уникнути додаткових кріпильних деталей і спрощує складання. На боковій поверхні нижнього корпусу виконані отвори під роз'єми і вентиляційні отвори для датчика CO₂ і датчика вологості, знизу кришки присутні отвори для роботи динаміка, всі отвори обробляються стандартними свердлильними або фрезерними операціями, що підвищує технологічність.

Виготовлення корпусу в даному проекті здійснюється методом лиття пластмаси під тиском. Такий спосіб виробництва дозволяє отримати деталі складної форми з високою точністю, зменшити масу виробу та спростити технологічний процес виготовлення.

Друкована плата двостороння та виготовляється комбінованим методом.

Габаритні розміри друкованої плати у виробі 100 мм 110 мм, обрано з урахуванням технології виготовлення та економічної доцільності.

Плата має не складну прямокутну форму без складних конструктивних елементів, що дозволяє доцільно використовувати матеріали та знизити виробничі витрати. Розміри відповідають вимогам стандартів щодо співвідношення сторін і товщини, що забезпечує уніфікацію та спрощує технологічний процес виготовлення.

Монтаж електрорадіоелементів в проектованому приладі проводиться із застосуванням уніфікованих компонентів. 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

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики LCD-016N002B-CFH-ET

Позиційне позначення	LCD1
Назва та тип компоненту	LCD-016N002B-CFH-ET
Виробник	Vishay Intertechnology
Критерії вибору	Кількість символів, кодова таблиця з кириличними символами, світлодіодні підсвічування зменшення споживання.
Параметри конструкції	див. рисунок 2.1
Параметри та характеристика	
Кількість символів	32 (2 x 16)
Напруга живлення на виводі VDD	5 В
Вхідна напруга	5 В
Струм споживання, типовий	20 мА
Колір свічення	жовто-зелений
Тип дисплея	STN

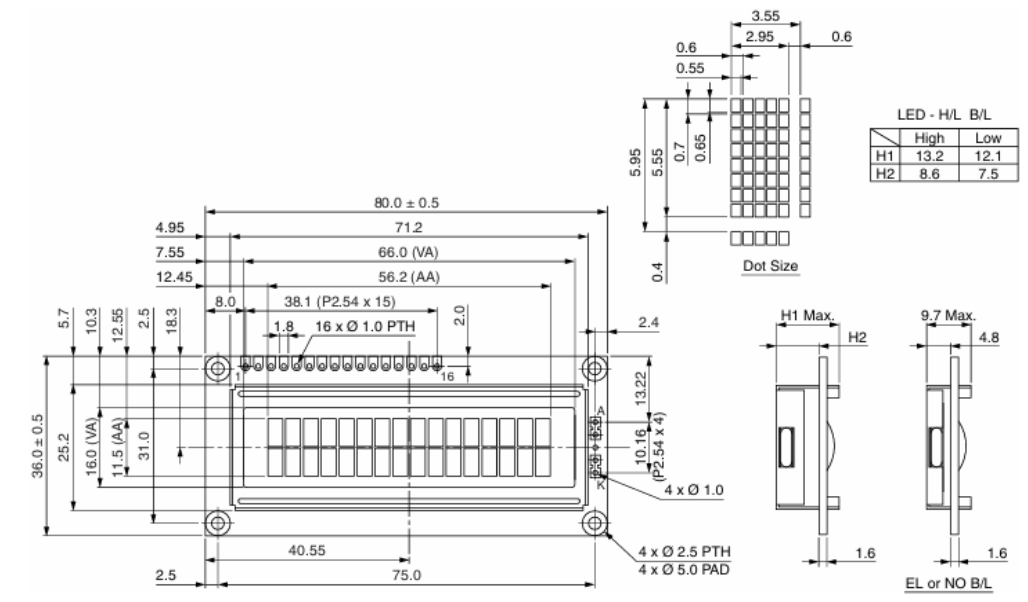


Рисунок 2.1 – Схема LCD Дисплей

Таблиця 2.2 - Технічна характеристика Кнопки Multimes

Позиційне позначення	SA1 SA2 SA3
Назва та тип компонента	Multimes
Виробник	MEC
Критерії вибору	Простий монтаж, проста конструкція, Хороший цикл натискань, легкодоступність.
Параметри конструкції	див. рисунок 2.2
Характеристики	
Максимальний струм	50 mA
Максимальна напруга	24 VDC
Опір контактів	< 100 МОм
Робочий хід	~0.5–1 мм
Сила натискання	~1.5–2.5 N
Ресурс натискань	100 000+ циклів
Корпус	10 × 10 мм
Тип монтажу	SMD (Surface Mount Device)
Захист	IP67

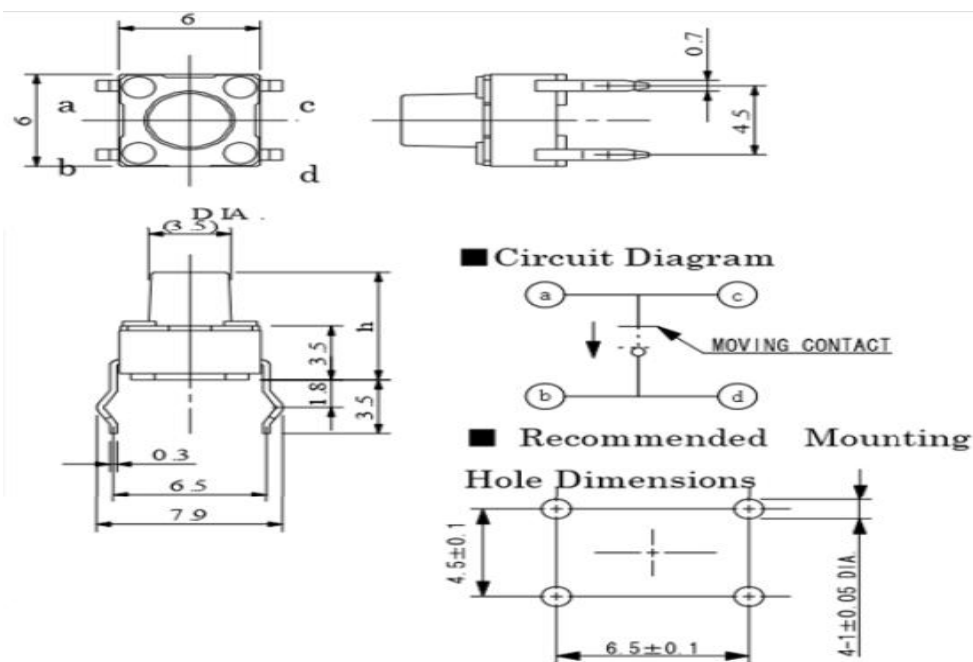


Рисунок 2.2 –Габаритні розміри кнопки Multimes

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ

Арк.

17

Таблиця 2.3 - Технічна характеристика резисторів

Позиційне позначення	R1, R6
Назва та тип компоненту	Резистор CFR-25JB-52
Виробник	YAGEO
Критерії вибору	Висока надійність, мала похибка, доступність
Параметри конструкції	див. рисунок 2.3
Параметри та характеристика	
Опір	4,7 кОм, 1 кОм, 10 кОм
Точність	$\pm 5\%$
Потужність (Ваттс)	0,25W, 1/4W
Робоча температура	$-55^{\circ}\text{C} \sim 155^{\circ}\text{C}$
Розмір	2.40mm x 6.30mm

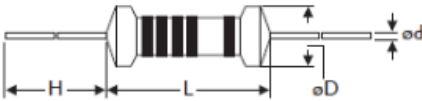
	Normal	Miniature	L	ψD	H	ψd
	MFP-12	MFP25S	3.4 ± 0.3	1.9 ± 0.2	28 ± 2.0	0.56 ± 0.05
	MFP204	-	3.4 ± 0.3	1.9 ± 0.2	28 ± 2.0	0.56 ± 0.05
	MFP-25	MFP50S	6.3 ± 0.5	2.4 ± 0.2	28 ± 2.0	0.65 ± 0.05
	MFP207	-	6.3 ± 0.5	2.4 ± 0.2	28 ± 2.0	0.65 ± 0.05
	MFP-50	MFP1WS	9.0 ± 0.5	3.3 ± 0.3	26 ± 2.0	0.65 ± 0.05
	MFP100	MFP2WS	11.5 ± 1.0	4.5 ± 0.5	35 ± 2.0	0.8 ± 0.05
	MFP200	MFP3WS	15.5 ± 1.0	5.0 ± 0.5	33 ± 2.0	0.8 ± 0.05

Рисунок 2.3 - Габаритні розміри резисторів 4,7 кОм, 1 кОм, 10 кОм

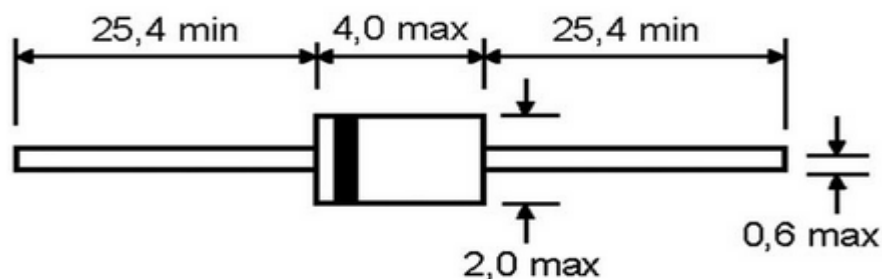


Рисунок 2.4 - Габаритні розміри діода 1N414

Таблиця 2.4 - Технічна характеристика діода 1N4148

Позиційне позначення	D1
Назва та тип компоненту	1N4448
Виробник	Taiwan Semiconductor
Критерії вибору	Висока надійність, мала похибка, доступність
Параметри конструкції	див. рисунок 2.4
Параметри та характеристика	
Діапазон робочих температур	-65...+175 C
Ємність переходу	4 пФ
Макс. прямий постійний струм	200 мА
Макс. зворотна напруга (постійна)	75 В
Макс. зворотна напруга (пікова)	100 В

Таблиця 2.5 - Технічні характеристики Свілодіода Red Emitting

Позиційне позначення	HL1 HL2 HL3
Назва та тип компоненту	Red Emitting Colour
Виробник	Avago technologies
Критерії вибору	Висока надійність, мала похибка, доступність
Параметри конструкції	див. рисунок 2.5
Параметри та характеристика	
Пряма напруга	2.0 В
Довжина хвилі	490 - 530 нм
Прямий струм	20 мА
Світловий потік	5000 мкд
Палітра кольорів	Зелений, Червоний, Жовтий
Корпус	5 мм

Package Dimensions

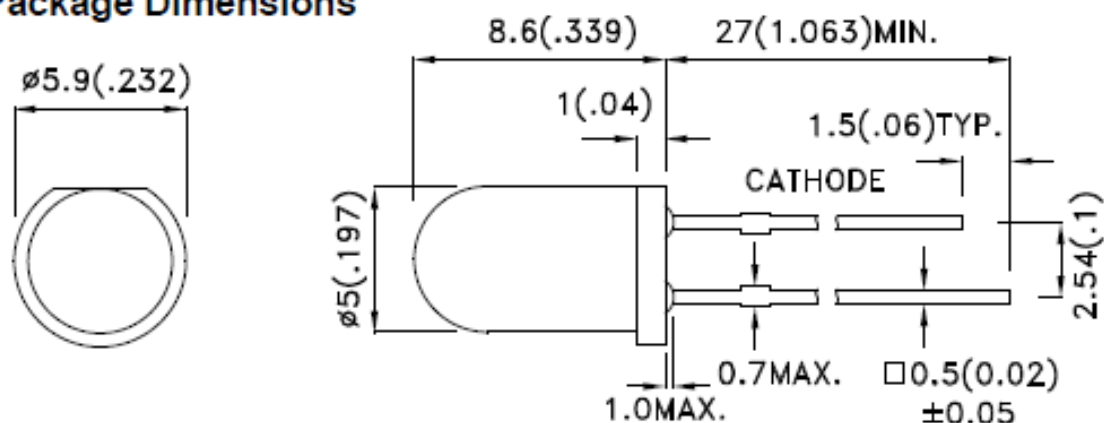


Рисунок 2.5 - Схема Світлодіод

Таблиця 2.6 – Технічні характеристики Датчика CO2MH-Z19B

Позиційне позначення	U1
Назва та тип компоненту	MH-Z19B NDIR CO2 Module
Виробник	Winsen Electronics Techno
Критерії вибору	Висока надійність, мала похибка, доступність
Параметри конструкції	див. рисунок 2.6
Параметри та характеристика	
Принцип вимірювання	NDIR
Робоча напруга	4.5 – 5.5 В
Середній струм споживання	60 мА
Рівень інтерфейсу	3.3 В (сумісний з 5 В)
Діапазон вимірювання	400 – 2000 ppm
Точність	+/-3% похибки
Час прогріву	3 хвилини
Робоча температура	0 – 50
Робоча вологість	0 – 95% RH (без конденсації)
Габарити	33 x 20 x 9 мм

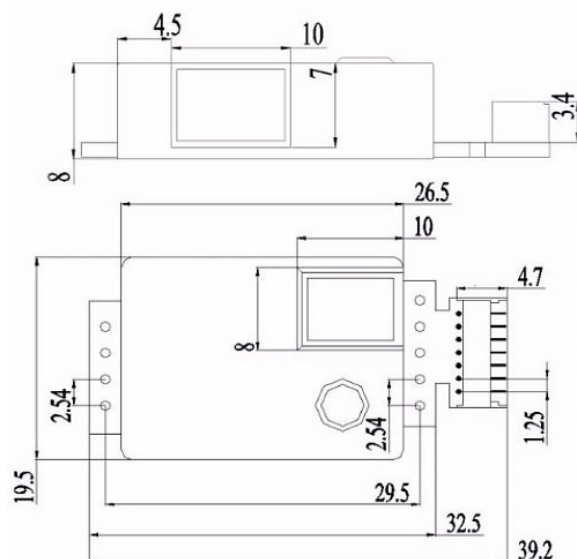


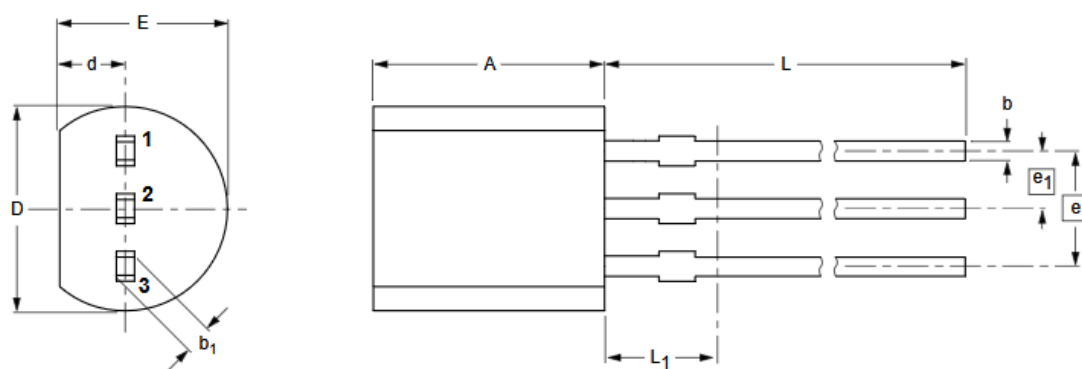
Рисунок 2.6 – Габаритні розміри датчик CO2MH-Z19B

Таблиця 2.7 - Технічна характеристика транзистор BC547B

Позиційне позначення	VT1
Назва та тип компоненту	Amplifier Transistors
Виробник	MOTOROLA
Критерії вибору	Висока надійність, мала похибка, доступність
Параметри конструкції	див. рисунок 2.7
Параметри та характеристика	
Тип провідності	NPN
Корпус	TO-92
Напруга колектор-емітер	45 В
Напруга колектор-баз	50 В
Напруга колектор-баз	6 В
Струм колектора (DC)	100 мА
Потужність розсіювання	500 мВт
Гранична частота	150 МГц
Діапазон температур	-65...+150 С

Таблиця 2.8 - Технічна характеристика транзистор BC557B

Позиційне позначення	VT2
Назва та тип компоненту	BC557B
Виробник	Motorola
Критерії вибору	Висока надійність, мала похибка, доступність
Параметри конструкції	див. рисунок 2.7
Параметри та характеристика	
Тип провідності	PNP
Корпус	TO-92
Напруга колектор-емітер	-45 В
Напруга колектор-баз	-50 В
Напруга емітер-база	-5 В
Струм колектора (DC)	-100 мА
Потужність розсіювання	500 мВт
Гранична частота	150 МГц
Діапазон температур	-65...+150 С

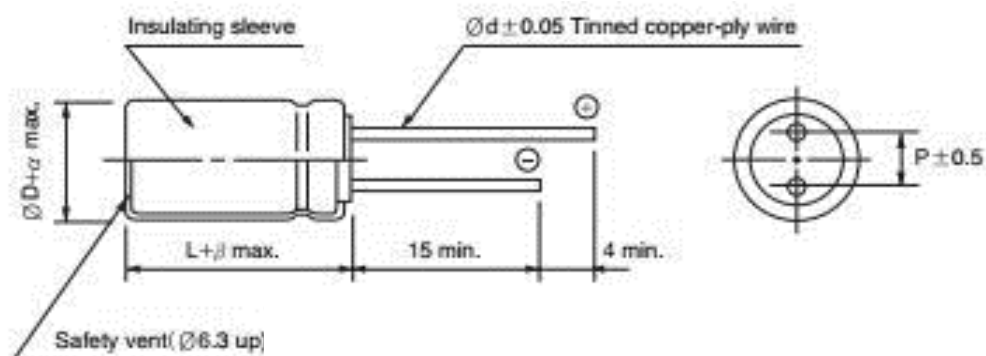


UNIT	A	b	b ₁	c	D	d	E	e	e ₁	L	L ₁ ⁽¹⁾
mm	5.2 5.0	0.48 0.40	0.66 0.56	0.45 0.40	4.8 4.4	1.7 1.4	4.2 3.6	2.54	1.27	14.5 12.7	2.5

Рисунок 2.7 – Габаритні розміри транзистор BC557B, C547B

Таблиця 2.9 - Технічна характеристика конденсатор 100 мкФ

Позиційне позначення	C1
Назва та тип компоненту	KEMET
Виробник	KEMET Electronics Corporation.
Критерії вибору	Висока надійність, мала похибка, доступність
Параметри конструкції	див. рисунок 2.8
Параметри та характеристика	
Діапазон напруги	10 - 450 В
Струм витоку	3 мкА
Допуск до пропускної здатності	$\pm 20\%$
Ємність	100 мкФ
Тангенс втрат,	0,1 - 0,24
Робоча температура	+85°C; +105°C



$\varnothing D$	5	6.3	8	10	12.5	16	18	20	22
P	2.0	2.5	3.5	5.0	5.0	7.5	7.5	10.0	10.0
$\varnothing d$	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	1.0
α	0.5							1.0	
β	1.5			2.0				3.0	

Рисунок 2.8 – Габаритні розміри конденсатор 100 мкФ

Таблиця 2.10 - Технічна характеристика АТмега8

Позиційне позначення	DD1
Назва та тип компоненту	Atmega 8
Виробник	Microchip Technology
Критерії вибору	Висока надійність, мала похибка, доступність
Параметри конструкції	див. рисунок 2.9
Параметри та характеристика	
Архітектура	8-бітний AVR RISC
Flash-пам'ять	8 КБ
SRAM (AWP	1 КБ
EEPROM	512 Байтів
Частота	16 МГц
Кількість I/O ліній	23
Робоча напруга	4.5V – 5.5V
Канали ШІМ	3 канали
Діапазон температур	-40°C до +85°C

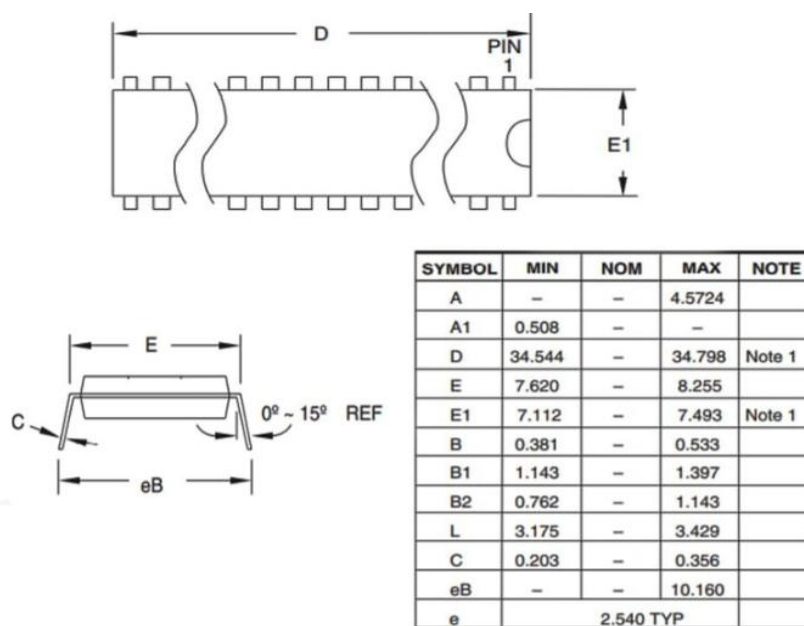


Рисунок 2.9 - Габаритні розміри АТмега8

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ

Арк.

24

Таблиця 2.11 - Технічна характеристика конденсатора 0,1 мкФ

Позиційне позначення	C2, C3C4
Назва та тип компоненту	KD2
Виробник	Electronics Corporation
Критерії вибору	Висока надійність, мала похибка, доступність
Параметри конструкції	див. рисунок 2.10
Параметри та характеристика	
Розмір	0,1мкФ
Товщина	+/- 10%
Номинальна напруга	50V
Робоча температура	-55°C ~ 125°C
Точність	+/- 10%
Ємність	100 нФ

Таблиця 2.12 - Технічна характеристика SPI програматора

Позиційне позначення	XP1
Назва та тип компоненту	Serial Peripheral Interface
Виробник	Cypress Semicon Corporation
Критерії вибору	Висока надійність, мала похибка,
Параметри конструкції	див. рисунок 2.11
Параметри та характеристика	
Робоча напруга	3.3 В або 5 В
Тактова частота SPI	від 8 кГц до 1.5 МГц
Максимальний струм живлення	До 500 мА
Підтримка мікроконтролерів	IDC-10
Роз'єм підключення	ATmega8, ATtiny, AT90

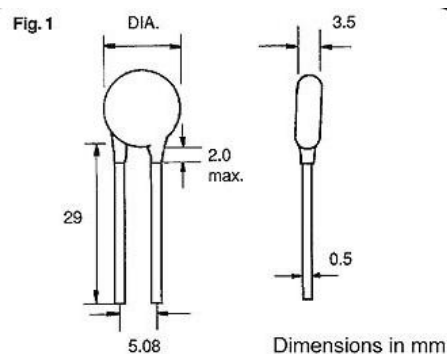


Рисунок 2.10 - Габаритні розміри конденсатора



1	Vcc	GND	2
3	CS	CLK	4
5	MISO	MOSI	6
7	Vpp/Acc	I/O3	8

Рисунок 2.11 – Габаритні розміри SPI програматора

Таблиця 2.13 – Технічна характеристика динаміка

Позиційне позначення	BA1
Назва та тип компоненту	MS3070
Виробник	Big SYP
Критерії вибору	Висока надійність, мала похибка, доступність
Параметри конструкції	див. рисунок 2.12
Параметри та характеристика	
Ефективний робочий діапазон частот	315-12500 Гц
Частота основного резонансу	315±50 Гц
Гранична потужність (пікова)	3 Вт
Номінальна електричний опір	4 Ом
Рівень характеристичної чутливості	90 ±3 дБ
Маса	45 г
Розміри	69.8×30.8×14.8 мм
Нерівномірність АЧХ	9 дБ

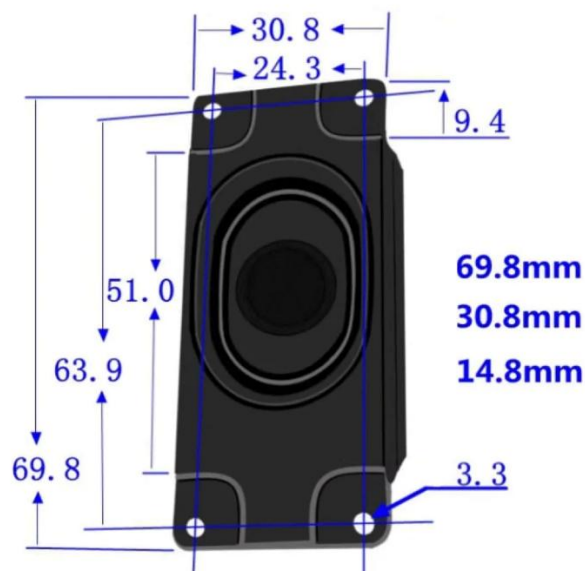


Рисунок 2.12 - Габаритних розмірів дигаміка

Таблиця 2.14— Технічна характеристика Термогідро датчика

Позиційне позначення	U2
Назва та тип компоненту	DHT11
Виробник	Guangz Aosong Electronic
Критерії вибору	Висока надійність, мала похибка, доступність
Параметри конструкції	див. рисунок 2.13
Параметри та характеристика	
Напруга живлення	3.3 – 5.5 V
Діапазон вимірювання вологості	20% – 90% RH
Точність вимірювання вологості	±5% RH
Діапазон вимірювання температури	0°C – +50°C
Точність вимірювання температури	±2°C
Роздільна здатність (дискретність)	1% / 1°C
Період опитування (мінімальний)	1 c
Струм споживання (середній)	0.2 mA – 0.5 mA
Струм у режимі очікування	100 мкА – 150 мкА

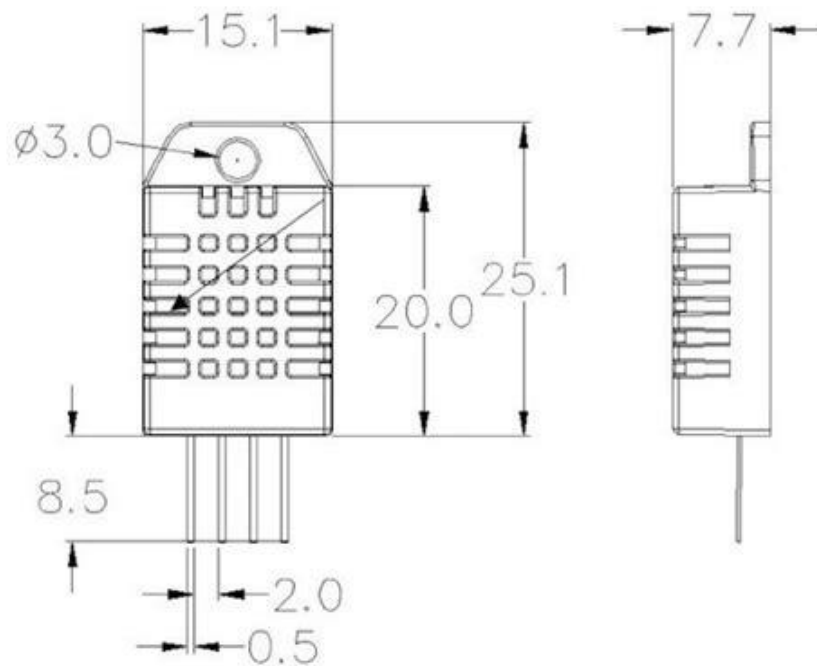


Рисунок 2.13 – Габаритні розміри Термогідро датчика

Таблиця 2.15 – Роз’єм живлення DC power jack

Позиційне позначення	XP3
Назва та тип компонента	Роз’єм живлення DC Power Jack DC-005
Виробник	Chinadaier
Критерії вибору	Використовується для підключення зовнішнього джерела живлення постійного струму до пристрою; обраний через поширений стандарт роз’єму 5.5×2.1 мм,
Параметри конструкції	див рис 2.14
Параметри та характеристики	
Стандарт штекера	5.5 мм × 2.1 мм
Номінальна напруга	до 30 В DC
Номінальний струм	до 3 А
Робоча температура	–30...+70 °С

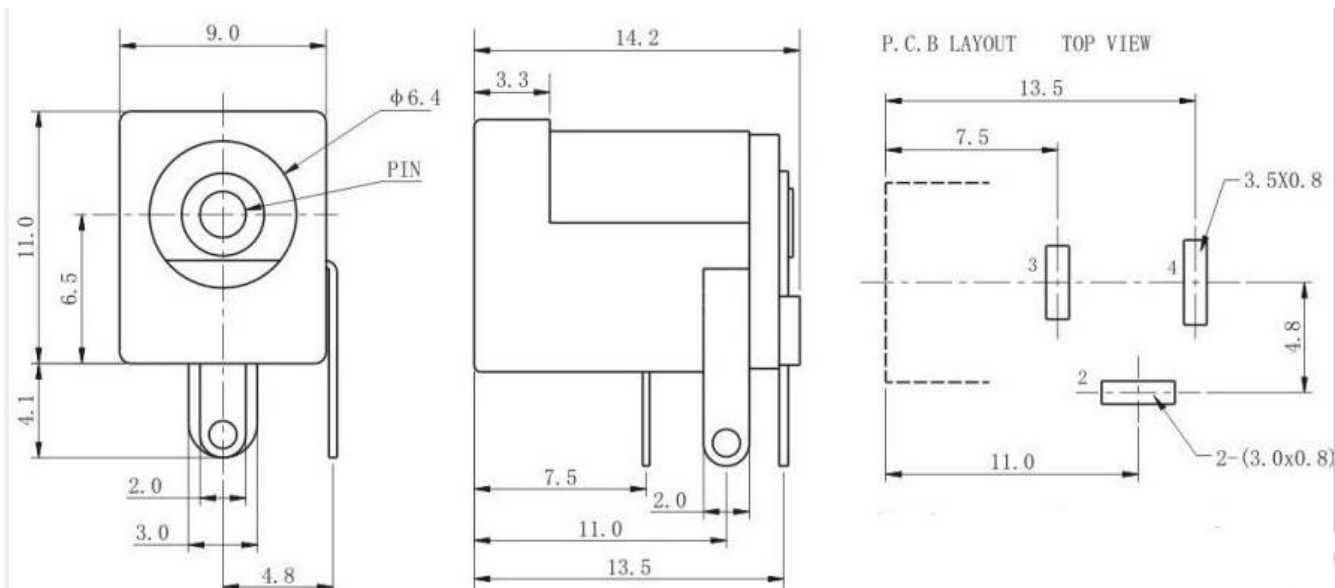


Рисунок 2.14 - Габаритні розміри роз'єму живлення DC power jack

Таблиця 2.16 – Технічні характеристики з'єднувач PLS

Позиційне позначення	XP2
Назва та тип компонента	Штирьовий з'єднувач PLS (Pin Header)
Виробник	Fischer Elektronik
Критерії вибору	обраний для зручного з'єднання друкованої плати з іншими модулями або провідниками; основними критеріями вибору є стандартний крок контактів 2,54 мм, вертикальне розташування штирів та простота монтажу на друковану плату
Параметри конструкції	див. рисунок 2.15
Параметри та характеристики	
Крок контактів	2,54 мм
Кількість рядів	1
Кількість контактів	до 40
Максимальний струм	до 1–3 А на контакт
Робоча температура	–40...+105 °С

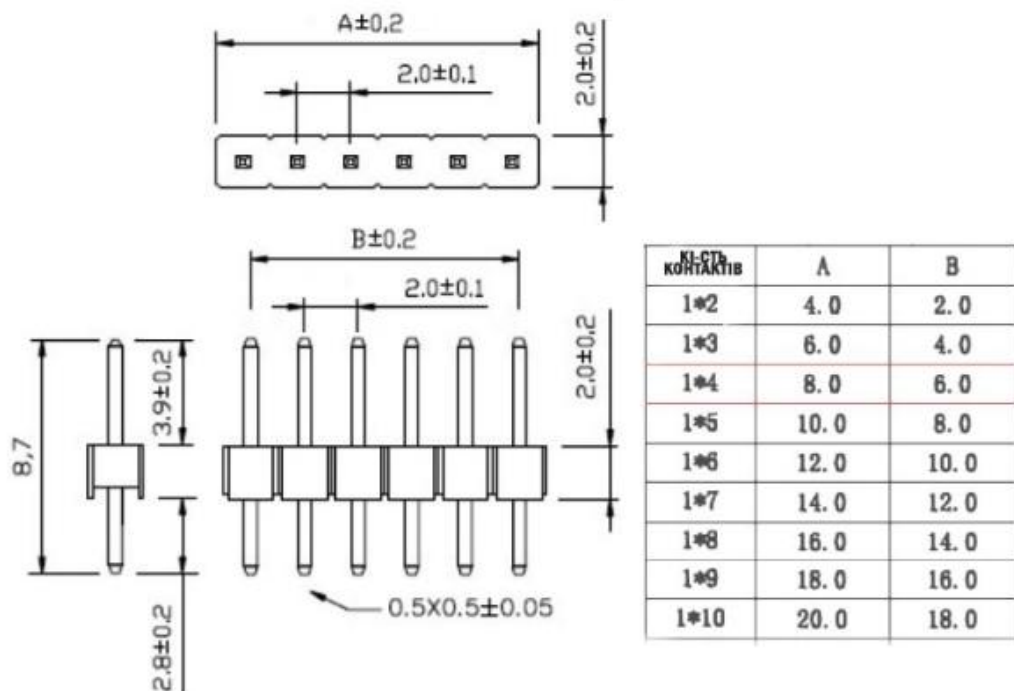


Рисунок 2.15 – Габаритні розміри з'єднувача PLS

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Вузол скидання

Цей ланцюжок забезпечує затримку сигналу скидання під час увімкнення живлення (Power-on Reset), щоб напруга живлення встигла стабілізуватися до запуску МК.

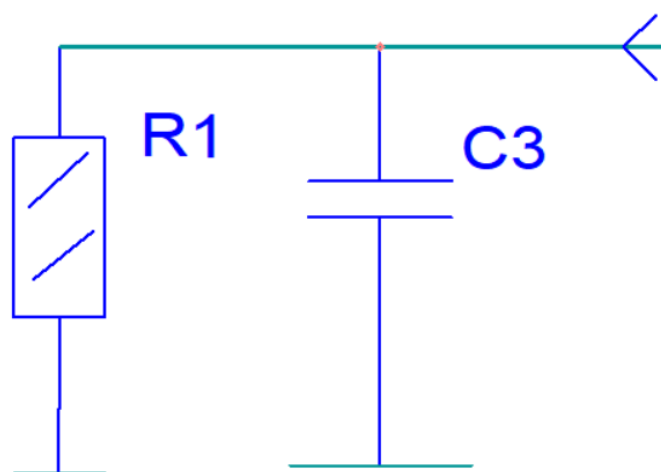


Рисунок 2.16 – Схема вузла скидання

Для розрахунку вузла скидання необхідно знайти сталу часу r за формулою:

$$r = R_1 \times C_3$$

$$1 \text{ кОМ} \times 0.1 \text{ мФ} = 0.1 \text{ мс} \quad (2.1)$$

Таким чином ми визначили тривалість імпульсу скидання для приладу

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок друкованого монтажу

Друкована плата має двосторонню структуру з металізованими отворами, що забезпечує компактне розміщення елементів і підвищує щільність монтажу.

У чотирьох кутах плати розташовані круглі отвори. Вони призначені для кріплення плати всередині корпусу або на стійки.

На платі присутні 118 стандартних монтажних отворів і три отвори під живлення. На передній частині плати ближче до центру розміщена система керування приладу кнопки SA1 SA2 SA3. Зверху дисплей HG1, що займає верхню третину плати. Праворуч від кнопок розміщені світлодіодна індикація статусу HL1 HL2 HL3. Між дисплеєм і кнопками розміщений мікроконтролер DD1.

З зворотної сторони плати з ліва розміщені стандартні елементи (резистори, конденсатори, діод) в нижній частині біля отворів розміщені датчики CO₂ і вологості.

Розрахунок друкованого монтажу складається з трьох етапів: розрахунок по змінному і постійному струму і конструктивно-технологічний.

Розрахунок здійснюється в такій послідовності: 1. Виходячи з технологічних можливостей виробництва вибираємо метод виготовлення і клас точності друкованої плати (ОСТ 4.010.022 – 85). 2. Визначаємо мінімальну ширину друкованого провідника , мм., по постійному струму для кіл живлення і заземлення:

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{дон}} \cdot t} \quad (2.2)$$

де $I_{\max}$ – максимальний постійний струм, який протікає в провідниках. Визначається із аналізу принципової схеми. $I_{\max} = 1.5\text{A}$

Для комбінованого позитивного методу виготовлення $j_{\text{дон}}=40 \text{ А/мм}^2$.

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

t – товщина провідника, t= 35мкм

$$b_{min 1} = \frac{1.5}{40 \cdot 0,035} = 1.31 \text{ мм}$$

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

$$b_{min 2} = \frac{\rho \cdot I_{max}}{t \cdot U_{доп}} \quad (2.3)$$

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

l – довжина провідника, м. Приймаємо l = 0,20 м.

$U_{доп}$ – допустиме падіння напруги, визначається з аналізу принципової схеми і не повинно перевищувати 5% від напруги живлення мікросхем і не більше запасу завадостійкості мікросхем. $U_{доп} = 0,25\text{В}$.

$$b_{min 2} = \frac{0,0175 \cdot 1,5 \cdot 0,20}{0,035 \cdot 0,25} = 0,038 \text{ мм}$$

4. Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d:

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r \quad (2.4)$$

де: d_E – максимальний діаметр виводу встановлюваного ЕРЕ

$\Delta d_{н.в.}$ – нижнє граничне відхилення від номінального діаметру монтажного отвору; $\Delta d_{н.в.} = 0,1\text{мм}$.

r – різниця між мінімальним діаметром отвору і максимальним діаметром виводу ЕРЕ, r=0,2мм.

$$d_{(R)} = 0,6 + 0,1 + 0,2 = 0,9 \text{ (мм.)}$$

$$d_{(BC557)} = 0,6 + 0,1 + 0,2 = 0,9 \text{ (мм.)}$$

$$d_{(BC547)} = 0,6 + 0,1 + 0,2 = 0,9 \text{ (мм.)}$$

$$d_{(ATMEGA8)} = 0,5 + 0,1 + 0,2 = 0,8 \text{ мм.)}$$

$$d_{(LCD)} = 0,6 + 0,1 + 0,2 = 0,9 \text{ (мм.)}$$

$$d_{(PLS)} = 0,7 + 0,1 + 0,2 = 1 \text{ (мм.)}$$

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{(Multimec)}=0,7+0,1+0,2=1 \text{ (мм.)}$$

$$d_{(CFR)}=0,7+0,1+0,2=1 \text{ (мм.)}$$

$$d_{(DHT11)}=0,5+0,1+0,2=0,8 \text{ (мм.)}$$

$$d_{(HS1602)}=0,7+0,1+0,2=1 \text{ (мм.)}$$

Приймаємо такі стандартні діаметри отворів; 0,9, 1.1 (мм)

5. Розраховуємо діаметр контактних площадок:

$$D_{\min}=D_{1\min}+1.5h_{\Phi} \quad (2.5)$$

де: h_{Φ} – товщина фольги 0,035 мм

$D_{1\min}$ - мінімальний ефективний діаметр площадки:

$$D_{1\min}=2 \frac{b_M+d_{\max}}{2+\delta d+\delta p} \quad (2.6)$$

де b_M 0,1– відстань від краю просвердленого отвору до краю контактної площадки;

δ_d 0,08 і δ_p 0,20– допуски на розташування отворів і контактних площадок

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

$$d_{\max}=d+\Delta d+0.1 \quad (2.7)$$

де: Δd – допуск на отвір 0,05мм

$$d_{\max 1}=0,9+0,05+0,1=1,05 \text{ мм;}$$

$$d_{\max 2}=1,1+0,05+0,1=1,25 \text{ мм;}$$

$$D_{1\min 1}=2 \frac{0.1+1,05}{2+0.8+0.20} = 1.6$$

$$D_{1\min 2}=2 \frac{0.1+1,25}{2+0.8+0.20} = 1,7$$

$$D_{\min 1}=1,6+1,5 \cdot 0,035+0,08=1,73 \text{ мм;}$$

$$D_{\min 2}=1,7+1,5 \cdot 0,035+0,08=1,83 \text{ мм;}$$

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D_{\max}=D_{\min}+0.08 \quad (2.8)$$

$$D_{\max 1}=1,73+0,08=1,81 \text{ мм};$$

$$D_{\max 2}=1,83+0,08=1,91 \text{ мм};$$

6. Визначаю ширину провідників:

Мінімальна:

$$b_{\min}=b_{1\min}+1.5h_{\Phi}+0.08 \quad (2.9)$$

де $b_{1\min}=0,18\text{мм}$ – мінімальна ефективна ширина провідника.

$$b_{\min}=0,18+1,5\cdot 0,035+0,08=0,31 \text{ мм};$$

максимальна ефективна ширина провідника.

$$b_{\max}=b_{\min}+(0.02\dots 0.06) \quad (2.10)$$

$$b_{\max}=0,31+0.04= 0,35\text{мм}$$

7. Визначаю мінімальну відстань між елементами провідного малюнку.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою

$$S_{1\min}=L_0-\frac{D_{\max}}{2\delta p}+\frac{d_{\max}}{2+\delta l} \quad (2.11)$$

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів 2,5мм

δl – допуск на розташування провідників

$$S_{1\min 1}=2,5-(1,81/2,2)+(0,35/2,1)=1,5\text{мм}$$

$$S_{1\min 2}=2,5-(1,91/2,2)+(0,35/2,1)=1,6\text{мм}$$

Мінімальна відстань між двома контактними площадками

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

$$S_{2\min 1}=2,5-(1,81+2 \cdot 0.20) =0,29 \text{ мм};$$

$$S_{2\min 2}=2,5-(1,91+2 \cdot 0.20) =0,39 \text{ мм}.$$

Мінімальна відстань між двома провідниками

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

$$S_{3\min 1}=2,5-(1,81+2 \cdot 0.1) =0,4 \text{ мм};$$

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{3\min 2}=2,5-(1,91+2 \cdot 0.1)=0,3 \text{ мм.}$$

В результаті розрахунків ми маємо такі данні 0,9 мм для конденсаторів KEMET та KD2 ,діода1N4148, транзистора BC557, BC547 і світлодіода LCD.

0,8 мм для термогідро датчика DH11 і мікроконтролера Atmega8. 1мм для дисплею HS1602 для резистора CFR, кнопки Multimes і з'єднувачів PLS.

Мінімальна ширина друкованих провідників становить 0,31 мм, максимальна - 0,35 мм, що визначено відповідно до обраного класу точності та технологічних обмежень виготовлення.

Мінімальні відстані між елементами провідного малюнку становлять: між провідником і контактною площадкою – 1.5...1,6 мм, між двома контактними площадками – 0,29...0,39 мм, між двома провідниками – 0.3...0,4 мм.

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Загалом проєктований прилад не володіє великою потужністю чи великою навантажкою на обчислюючі ресурси у корпусі передбачено вентиляційних отворів, для вимірювача CO₂ і динаміка, які можуть виконувати функцію протягу і охолодження приладу за потреби оскільки потужність пристрою невелика і радіоелементи не виділяють значної кількості тепла. Окремих охолоджувальних елементів по типу радіатора, чи конструктивних рішень не потрібно.

Основними джерелами тепловиділення у приладі є електронні компоненти, що споживають найбільшу потужність, зокрема, мікроконтролер, світлодіоди індикації та динамік під час роботи.

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

Підвищене тепловиділення може виникати в елементах живлення при максимальному навантаженні пристрою.

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.7 Розрахунок надійності проектного виробу

Розрахунки проводились в програмі NAD_Release

Розрахунок надійності.

Вхідні дані:

№	Назва групи елементів	К-сть	Кпопр	Івідм*1e-06	К-сть*Кнав
1	Транзистори	2	0.35	4	2.8
2	Мікросхеми	1	1	0.1	0.1
3	Діоди малої потужності	1	0.35	0.7	0.245
4	Світлодіоди	3	1	4	12
5	Конденсатори	3	0.49	2	2.94
6	Резистори постійні 0.125 - 0.5 В	5	0.42	0.8	1.68
7	Резистори і 1.0 - 2.0 Вт	2	0.42	2	1.68
8	Резистори недротяні змінні	2	0.42	5	4.2
9	Вимірювальні прилади	2	1	7.3	14.6
10	Друківана плата	1	1	0.1	0.1
11	Роз'єм	2	1	0.05	0.1

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 4.0445e-005 1/год

Середня наробка до відмови: 24724.9 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999596$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.995964$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.960362$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.667344$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.017518$

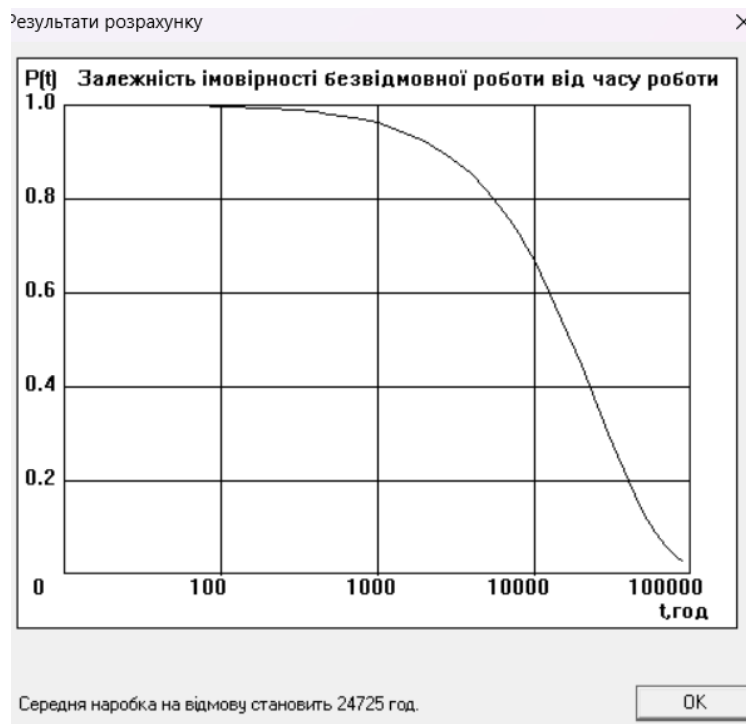


Рисунок 2.17 – Залежність надійності до часу експлуатації приладу

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

Для виготовлення приладу використовуються загальнодоступні елементи в корпусах, що дозволяє уникнути складного обладнання при монтажі. Компонентна база - резистори CFR-25, конденсатори KEMET та KD2, мікроконтролери ATmega8, Друкована плата розмірами 100×110 мм виготовляється стандартним комбінованим методом із застосуванням легко доступних і поширених матеріалів, що значно знижує витрати на виробництво та спрощує налагодження виробу.

Для виготовлення корпусу пристрою було обрано сучасні полімерні матеріали.

Застосування пластику замість металевих сплавів є виправданим рішенням завдяки дешевизни матеріалу та високій продуктивності методу лиття під тиском. Це дало змогу не лише полегшити загальну вагу апарату, а й кардинально зменшити фінансові інвестиції в інструментальне виробництво корпусу.

Формування технічного завдання відбувалося за принципом максимальної доступності. Інтеграція стандартних і широко доступних на ринку радіодеталей гарантує мінімальні витрати на етапі закупівель, оптимізує логістичні процеси, а також спрощує подальше сервісне обслуговування чи модульний ремонт приладу в умовах експлуатації.

Високі показники виробничої технологічності досягаються завдяки блочно-модульній компоновці, застосуванню надійних різьбових з'єднань (шурупів) та забезпеченню вільного доступу до ключових функціональних вузлів. Це дозволяє оптимізувати конвеєрні процеси та знизити загальну трудомісткість операцій.

Підсумовуючи сукупність низької собівартості та простоти виготовлення робить конструкцію економічно доцільною, запропонований комплекс конструкторсько-технологічних рішень демонструє збалансоване поєднання експлуатаційної надійності, функціональних можливостей та фінансових витрат. Спроектований виріб підходить і відповідає до вимог впровадження в масове виробництво.

Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Він мало потужний без проблем з перегріванням і немає енергозатрат цих елементів. Його напруга живлення становить 5В, а струм споживання 0,2А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I \times U=5 \times 0,2= 1 \text{ (Вт)} \quad (2.16)$$

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу.

Вибір типу технології.

Друкована плата двостороння та виготовляється комбінованим методом.

Габаритні розміри друкованої плати у виробі 100 мм 110 мм, обрано з урахуванням технології виготовлення та економічної доцільності.

Плата має не складну прямокутну форму без складних конструктивних елементів, що дозволяє доцільно використовувати матеріали та знизити виробничі витрати. Розміри відповідають вимогам стандартів щодо співвідношення сторін і товщини, що забезпечує уніфікацію та спрощує технологічний процес виготовлення.

Монтаж електрорадіоелементів в проектованому приладі проводиться із застосуванням уніфікованих компонентів. 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

Конструкція виробу складається з корпусу, друкованого вузла, динаміка, накладок на кнопки управління, та чотирьох гумових ніжок.

Корпус призначений для убезпечення внутрішніх електронних елементів від механічних ушкоджень, дії прямих сонячних променів, а також від проникнення пилу, які можуть погіршити роботу пристрою та викликати його несправність.

Окрім захисного призначення, корпус формує естетичний вигляд виробу й виконує функцію електробезпеки, запобігаючи можливому ураженню користувача електричним струмом. А також на верхній кришці написано призначення кнопок і світлодіодів.

Верхня кришка є плоскою панеллю з функціональними отворами: великим вирізом під дисплей та групою менших отворів під кнопки і індикатори. Що забезпечує зручність користування і не ускладнює виробництво пристрою.

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На задній панелі корпусу передбачено круглий отвір для роботи динаміка три отвори з сторони термогідро датчика і датчика CO₂ отвір для входу живлення.

На передній панелі виконано отвори для системи індикації, три отвори для світлодіодного індикатора, а також три отвори для встановлення трьох кнопок управління пристроєм. А також отвір для LCD-дисплею.

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

Умовах крупносерійного виробництва найбільш ефективним є метод лиття під тиском. Процес розпочинається з підготовки та подачі полімерних гранул у бункер ливарної машини, де вони розплавляються в нагрівальній камері. Далі рідкий пластик впорскується у прес-форму, де після охолодження набуває остаточного вигляду. Завершується цикл вийманням готової деталі та, за потреби, її фінішною обробкою.

Після видалення захисного металу та промивання, плата набуває остаточного вигляду. Такий комбінований підхід гарантує високу надійність електричних з'єднань, що є принциповим для коректного функціонування вимірювальних систем на базі мікроконтролерів.

Пайка електро радіо елементів виконується паяльником або методом хвильової пайки, що забезпечує високу якість електричних з'єднань та надійність роботи пристрою. Пайка проводиться послідовно спочатку припаяти малогабаритні компоненти резистори постійні, мало ємнісні конденсатори. Після них змінні резистори, конденсатори великої ємності, лампочки, кнопки, мікроконтролер. Тоді паяти роз'єми живлення, роз'єм PSL. В останю чергу паяти елементи великих габаритів дисплей, датчики.

Складання виробу проводиться по етапно:

1. Встановлення елементів на друкований вузол.
2. Підключення роз'ємів живлення та сигнальних.
3. Встановлення елементів індикації і керування.

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Монтаж друкованого вузла в корпус.
5. Контроль працездатності пристрою.

Для конструкції виробу використовуються стандартні монтажні інструменти: паяльна, пінцети, викрутки, кусачки та вимірювальні прилади. Виконання монтажу не використовує складного спеціального обладнання.

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

Комбінований метод виготовлення передбачає поєднання субтрактивної технології (травлення мідного шару) з подальшою металізацією отворів і формуванням провідників, що дозволяє отримати високу точність топології та якісні міжшарові з'єднання.

Плата друкована виготовляється із двостороннього фольгованого склотекстоліту товщиною 1,5 мм. Даний матеріал володіє хорошою механічною міцністю, хорошими електричними параметрами і стійкий до температури при пайці.

Технологія створення друкованого вузла для даного проекту базується на процесів адгезійного осадження металу та вибіркового витравлювання фольги. Робота розпочинається з механічної підготовки двобічного склотекстоліту, у якому формується сітка перехідних та монтажних отворів. Оскільки основа є ізолятором, внутрішні поверхні каналів активують шляхом тонкошарового хімічного міднення, що створює первинний електричний місток між площинами заготовки.

Наступна фаза передбачає експонування топології майбутньої схеми. За допомогою світлочутливого полімеру на поверхні створюється захисна маска, яка залишає відкритими лише зони майбутніх трас та отворів. Саме ці незахищені ділянки піддаються електрохімічному нарощуванню, де під дією струму товщина мідного шару збільшується до цільових значень.

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для подальшого захисту сформованого малюнка на нього наноситься тимчасовий шар металорезисту, зазвичай на основі олова, який слугуватиме бар'єром під час агресивного хімічного впливу.

Заключний етап полягає у звільненні заготовки від залишків фоторезисту та зануренні її у розчин для травлення. Хімікати розчиняють тонку базову фольгу на незахищених ділянках, тоді як доріжки та металізовані переходи залишаються недоторканими під олов'яним панциром.

2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

При проектуванні плати враховано технологічні обмеження: ширина провідників і зазори між ними обрані відповідно до можливостей виробництва, що знижує ризик браку. Розміщення елементів виконане з урахуванням автоматизованого монтажу: компоненти орієнтовані в одному напрямку, забезпечені необхідні технологічні відступи для паяння та контролю якості.

Передбачено монтажні отвори для кріплення плати в корпусі, які мають стандартні діаметри та ізольовані контактні площадки, що запобігає коротким замиканням. Також реалізовано контактні площадки для підключення датчика CO₂, джерела живлення, та інших елементів з урахуванням мінімізації довжини сигнальних ліній і зниження рівня завад.

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 шурупів;
- установка динаміка у нижню частину корпусу;

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- кріплення динаміка до нижньої частини корпусу за допомогою чотирьох шурупів;
- кріплення гнізд та накладок під кнопку;
- кріплення датчика вологості та CO₂;
- фіксація кришок за допомогою чотирьох шурупів та ніжок

Маршрутно-операційна технологія складання друкованого вузла

включає в себе наступні кроки:

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

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЯНА 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; рекомендовано – $80 \div 100 \text{ €/м}^2$ за рік). При цьому вартість передавальних пристроїв включається в орендну плату будівель.

Вартість будівель розраховується за формулою [1]:

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

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

$C_{\text{буд}}$ – орендна плата за 1 м^2 будівлі, грн./ м^2 ;

$S_{\text{буд}}$ – площа будівлі, м^2 .

$$V_{\text{буд}} = 1500 \text{ грн./м}^2$$

$$S_{\text{буд}} = 100 \text{ м}^2$$

$$V_{\text{буд}} = 1500 \times 100 = 150\,000$$

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

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

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 150\,000 + 75\,000 = 225\,000$$

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

$$V_{\text{обл}} = 150\,000 \times 0,5 = 75\,000$$

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де K_o – коефіцієнт, що враховує вартість обладнання ($K_o=0,4\div 0,6$).

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[1] :

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

$$V_{\text{інстр}} = 75\,000 \times 0,02 \times 1,1 = 1\,650$$

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[1] :

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

$$V_{\text{інв}} = 75\,000 \times 0,03 \times 1,1 = 2\,475$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

$$\Pi = 225\,000 + 1\,650 + 2\,475 = 229\,125$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою [1]:

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

$$A = 2\,475 \times 0,25 = 618$$

$$A = 1\,650 \times 0,25 = 412$$

де $S_{\text{бал}}$ - балансова вартість основних фондів, грн. (для розрахунку приймають величину вартості основних фондів, що розрахована за формулами 2.4– 2.5 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%).

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1 - Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

з/п	Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, тис. грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, тис.
	Інструменти та прилади	1 650	412
	Виробничий та господарський інвентар	2 475	618
	Всього:	4 125	1 031

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

1) Витрати матеріалів на одиницю продукції визначають за формулою [3] :

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

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

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

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

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

Розрахунки слід звести в табл.2

Табл.2 - Розрахунок витрат на основну заробітну плату основних робітників

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	2	3	4	5
1	KEMET-16B-100мкФ	1	98	98
2	KD2-100нФ	3	17	51
3	ATMEGA8	1	645	645
4	CFR-25-0,125-1 кОм	5	5	25
5	CFR-25-0,125-4,7 кОм	2	8	16
6	CFR-25-0,125-10кОм	3	9	27
7	BC557B-PNP-45B	1	4	4
8	BC547B-NPN-45	1	4	4
9	1N4448-DO35-100B	1	3	3
10	LED-Grean-2B-30мА	1	2	2
11	LED-Red-2B-30мА	1	2	2
12	LED-Yelov-2B-30мА	1	2	2
13	Multimec3C10×10мм	3	10	30
14	PLS-1x40-2,54мм	2	7	14

1	2	3	4	5
15	DC-005-5.5x2.1мм	1	6	6
16	LCD016N002B-CFH-ET	1	320	320
17	MH-Z19B NDIR CO2	1	480	480
18	DHT11	1	5	5

$$B_m = (98 + 51 + 645 + 25 + 16 + 27 + 4 + 4 + 3 + 2 + 2 + 2 + 30 + 14 + 6 + 320 + 480 + 5) \times 1.04 = 1\,803,36$$

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

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

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

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

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

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

Таблиця 3 - Розрахунок основної заробітної плати.

№ з/п	Назва операції	$T_{шт.}$, хв	Розряд	Тарифна ставка	Відрядна розцінка
	Установка ЕРЕ	10	IV	180	30
	Електромонтаж	15	IV	180	45
	Регулювання	5	IV	180	15
	Тех контроль	5	IV	180	15
	Всього	40			105

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4) Витрати на додаткову заробітну плату працівників ($V_{\text{дод.з.пл.}}$):
приймаються в розмірі 11% від основної заробітної плати виробничих працівників і розраховують за формулою [3]:

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

$$V_{\text{дод.з.пл.}} = 105 \times 0.11 = 11,55$$

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 [3]:

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

$$C_{\text{в.с.з.}} = 0.22 \times (105 + 11,55) = 25,641$$

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:

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

$$V_{\text{уео}} = 0.69 \times (105 + 11,55) = 80,419$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається $50 \div 100\%$);

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

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

плату з відрахуванням на соціальні заходи управлінських працівників, спеціалістів, обслуговуючого персоналу, охорону праці, тощо. Вказані витрати розраховують за формулою:

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

$$B_{зв} = 1.2 \times (105 + 11,55) = 139,86$$

де $\alpha_{зв}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 60-200%).

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

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

$$S_{вир} = 1\,803,36 + 142,191 + 80,419 + 139,86 \\ = 2\,165$$

На підставі розрахованих вище даних складають калькуляцію собівартості одиниці продукції (однієї деталі) та запланованого випуску. Калькуляція собівартості представлена в табл. 4

Таблиця 4 Калькуляція собівартості Вимірювача рівня CO₂

№ з/п	Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.
1	2	3
1	Витрати матеріалів	1 803,36
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	105
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	11,55
4	Відрахування на соціальні заходи	25,641
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	80,419
6	Загальновиробничі витрати	139,86
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		4 390.97

1	2	3
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	1 945
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	2 246

8. Ціна одиниці продукції(одного виробу) розраховується за формулою[3] :

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

$$Ц_{одпр} = 4\,191 \times 1,29 = 5\,406,39$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (рекомендовано 20-30%);

3.3. Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою [2]:

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

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

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

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

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

$$П_r = (5\,406,39 - 4\,191) \times 1040 = 1\,264\,005,6$$

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою [2]:

$$ЧП = П_r - П_r \times \frac{\Pi_n}{100}, \quad (2.17)$$

$$ЧП = 1\,264\,005,6 - (1\,264\,005,6 \times 0,18) = 1\,036\,484$$

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

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою [2]:

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

$$S_{\text{повв}} = 4\,191 \times 1040 = 4\,358\,640$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою [2]:

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

$$P_{\text{п}} = \frac{1\,036\,484}{4\,358\,640} \times 100\% = 23,78\%$$

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

$S_{\text{повв}}$ - собівартість всього виробництва, грн.

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

5) Сума чистих грошових надходжень від інвестицій розраховується за формулою [2]:

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

$$ГП = 1\,036\,484 + 1\,031 = 1\,037\,515$$

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

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

6) Загальний абсолютний ефект від реалізації інвестицій характеризує чиста теперішня (дисконтована) вартість проекту, яка розраховується за формулою [2]:

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

$$\text{ЧТВ} = 864\,595 - 229\,125 = 635\,470$$

де ЧТВ - чиста теперішня вартість проекту, грн.;

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

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

Теперішню вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту обчислюють за формулою [2] :

$$ТВ = \sum_{i=1}^n \frac{\Gamma\Pi_t}{(1+r)^t} \quad (3.22)$$

$$ТВ = \frac{1\,037\,515}{(1 + 0,2)^1} = 864\,595$$

де $\Gamma\Pi_t$ - 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, $t = 1,2, \dots, n$ (приймається з розрахунку виконання умови $ТВ > \Pi$).

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 [5] :

$$\Pi = \frac{ТВ}{\Pi} \quad (3.23)$$

$$\Pi = \frac{864\,595}{229\,125} = 3,7$$

де Π - індекс прибутковості інвестицій.

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Дисконтований термін окупності інвестицій($T_{\text{диск}}$) характеризує кількість років, за які будуть відшкодовані початкові інвестиції та розраховується за формулою [5]:

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

$$T_{\text{диск}} = \frac{229\,125}{288\,198} = 0,7$$

де $\text{ГП}_{\text{диск}}$ - середньорічна величина дисконтованих грошових потоків [5]:

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

$$\text{ГП}_{\text{диск}} = \frac{864\,595}{3} = 288\,198$$

де t - кількість років інвестування.

Підсумки вищенаведених розрахунків доцільно звести в табл. 5

Таблиця 5 - Показники оцінки економічної ефективності використання елементів виробничо-ресурсного потенціалу

№з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний обсяг виробництва виробу:	од.	1040
2	Собівартість виробу	грн./од.	4 191
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	5 406
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	229 125
5	Чистий прибуток	грн.	1 036 484
6	Рентабельність виробу	%	23,78
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	635 470
9	Індекс прибутковості	-	3,7
10	Дисконтований термін окупності	Років	0,7

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Створення на підприємстві служби охорони праці

Організовуючи діяльність малого підприємства, керівництво зазвичай чітко усвідомлює, що безпека персоналу є суворою вимогою законодавства та основою стабільної роботи компанії. Оскільки чисельність штату в малому бізнесі не перевищує п'ятдесяти осіб, закон не зобов'язує роботодавця створювати окремий повноцінний структурний підрозділ. Проте функції служби охорони праці все одно мають бездоганно виконуватися, тому підприємство обирає один із доступних та найбільш оптимізованих форматів.

Коли кількість офіційно працевлаштованих працівників становить від двадцяти до сорока дев'яти осіб, виконання цих обов'язків зазвичай покладається на діючого співробітника компанії у порядку сумісництва.

У випадках, коли колектив є зовсім невеликим - менше двадцяти людей - керівник має право виконувати ці функції особисто або укласти договір із зовнішнім сертифікованим фахівцем на умовах аутсорсингу. Незалежно від обраної моделі, відповідальна особа підпорядковується безпосередньо директору підприємства. Така вертикаль гарантує, що питання безпеки та збереження життя людей матимуть найвищий пріоритет і не залежатимуть від поточних виробничих чи фінансових планів інших менеджерів.

Процес побудови системи охорони праці на малому підприємстві реалізується через кілька послідовних етапів:

По-перше, керівництво видає розпорядчий наказ про призначення відповідальної особи або про залучення стороннього спеціаліста. Одночасно затверджується локальне Положення про охорону праці, яке адаптує державні стандарти під конкретну специфіку та масштаби діяльності фірми.

По-друге, організовується обов'язкове профільне навчання. Формальний підхід тут неприпустимий, тому призначений співробітник, або сам керівник, якщо він бере ці функції на себе проходить підготовку в спеціалізованому навчальному центрі та підтверджує свої знання перед комісією за участю представника Держпраці. Надалі ця процедура повторюється кожні три роки.

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

По-третє, на підприємстві налагоджується щоденна профілактична робота. Вона включає обов'язкове проведення вступних інструктажів для нових колег, контроль за належним використанням засобів захисту, регулярне ведення журналів обліку та підтримання належного рівня пожежної й електробезпеки в приміщеннях.

Для малого підприємства такий підхід є не лише виконанням нормативних вимог держави, а й надійним інструментом мінімізації правових ризиків, захисту бізнесу від штрафів та створення безпечного робочого середовища для всього колективу.

4.2 Загальні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату

На підприємствах, де використовується електронна техніка, підтримка оптимальних параметрів мікроклімату є невід'ємною складовою технологічного процесу та забезпечення надійності виробництва. Відхилення температури, вологості або рівня запиленості можуть призвести до пошкодження чутливих компонентів, збоїв у роботі обладнання та зниження якості готової продукції. Саме тому нормалізація мікроклімату в таких умовах потребує комплексного підходу, що поєднує інженерні рішення, організаційні заходи та постійний моніторинг.

Одним із ключових аспектів є регулювання температурного режиму. Електронні компоненти, особливо високочастотні пристрої та мікропроцесори, виділяють значну кількість тепла під час роботи. Надмірне нагрівання призводить до зміни електричних характеристик, прискорення процесів старіння матеріалів і, врешті-решт, до відмови обладнання. Для вирішення цієї проблеми застосовуються системи кондиціонування повітря, які не лише охолоджують приміщення, а й підтримують стабільну температуру без різких коливань. У виробничих зонах з високою щільністю електронного обладнання часто використовують прецизійні кондиціонери, здатні підтримувати температуру з точністю до десятих часток градуса.

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Окрім того, важливу роль відіграє організація тепловідведення безпосередньо від джерел нагрівання - радіатори, вентилятори примусового охолодження та системи рідинного охолодження дозволяють локалізувати теплові потоки та запобігати їхньому негативному впливу на суміжні пристрої.

Вологісний режим потребує не менш ретельного контролю. Надмірна вологість повітря створює сприятливі умови для корозії металевих контактів, витоків струму по поверхнях діелектриків та виникнення грибкових уражень ізоляційних матеріалів. Навпаки, занадто сухе повітря сприяє накопиченню статичної електрики, яка може призвести до пробоя напівпровідникових структур.

Для підтримки оптимальної відносної вологості використовують зволожувачі та осушувачі повітря, інтегровані в загальну систему вентиляції. У критично важливих зонах, де працюють високочутливі електронні компоненти, застосовують адсорбційні осушувачі, які здатні знижувати вологість до рівнів, недоступних для традиційних холодильних агрегатів.

Системи вентиляції та кондиціонування відіграють центральну роль у формуванні мікроклімату. Припливно-витяжна вентиляція забезпечує необхідний повітрообмін, видаляє тепло та забруднення, що утворюються в процесі виробництва. У чистих приміщеннях, характерних для виробництва електроніки, використовують спеціалізовані фільтраційні системи, які затримують навіть найдрібніші частинки пилу. Високоєфективні фільтри тонкого очищення, зокрема HEPA-фільтри, здатні вловлювати частинки розміром до 0,3 мікрона, що критично важливо для запобігання забрудненню контактних площадок та міжшарових з'єднань. При цьому організація повітряних потоків має бути такою, щоб уникати утворення зон застою та перепадів тиску, які могли б спричинити неконтрольоване переміщення забруднювачів.

Персонал проходить навчання з правил роботи в умовах, де ризик електростатичного пошкодження є підвищеним, а робочі місця обладнуються іонізаторами повітря, які нейтралізують статичні заряди.

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Моніторинг та автоматизація завершують архітектуру системи підтримки мікроклімату. Сучасні підприємства впроваджують мережі датчиків, що відстежують температуру, вологість, тиск та рівень забрудненості повітря в режимі реального часу.

Ці дані надходять до автоматизованих систем управління, які коригують роботу кліматичного обладнання без втручання оператора. Такий підхід не лише підвищує точність підтримки заданих параметрів, а й дозволяє прогнозувати можливі відхилення та вживати превентивних заходів. Архівування даних моніторингу створює базу для аналізу трендів та оптимізації енергоспоживання, що набуває дедалі більшого значення в ефективності виробництва.

Таким чином, нормалізація мікроклімату на підприємствах з використанням електроніки являє собою багатогранний процес, що інтегрує теплотехнічні, вентиляційні, та фільтраційні рішення. Успіх цього процесу залежить від збалансованості інженерних систем, дисципліни персоналу та застосування сучасних засобів автоматизації, що разом створюють надійне середовище для безперебійної роботи складної електронної техніки.

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок: В даній кваліфікаційній роботі було розглянете питання контролю рівня CO₂ в замкненому приміщенні. В результаті розробки спроектований прилад є вимірювачем рівня CO₂. В основу розробки покладено використання мікроконтролера архітектури AVR, а саме моделі ATmega8, яка забезпечила необхідну обчислювальну потужність для обробки сигналів з вимірювальних датчиків. Вибір головного вимірювального компонента припав на інфрачервоний сенсор типу MH-Z19B, що дозволило досягти стабільних показників та точності моніторингу повітряного середовища. Окрім базової функції визначення концентрації CO₂, архітектура пристрою була доповнена можливостями вимірювання кліматичних параметрів за допомогою датчика DHT11, що значно розширило аналітичний потенціал системи.

Під час конструкторського етапу було створено друковану плату в середовищі EasyEDA Pro, де враховувалися технологічні допуски на розміщення провідників та оптимальні розміщення елементів з урахуванням технологічності. Розроблена 3D модель для візуальної демонстрації роботи воробу. Підсумком роботи став завершений проект надійного та економічно доцільного вимірювача, який повністю відповідає вимогам для особистого моніторингу стану повітря в будинку або виробничих приміщень. Всі поставлені на початку проектування завдання були виконані, а отримані результати підтверджують ефективність обраних інженерних рішень.

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Василюшин О.З. Методичні вказівки до виконання графічної частини комплексного курсового проекту для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2020
2. Василюшин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Конструювання РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018
3. Василюшин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2016
4. Василюшин О.З. Методичні вказівки до виконання практичної роботи "Конструктивний розрахунок друкованого монтажу" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018.
5. Штогрин П.І. Методичні вказівки "Розробка 3D-моделей радіоелементів" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017.
6. Мікроконтролер [ATmega8/L datasheet](#) дата посилання 28.05.26
7. Конденсатор 100 нФ [K10-17Б 0.1 мкФ X7R,10%, 0805, Конденсатор керамический выводной – купить оптом и в розницу](#) дата посилання 28.05.26
8. Конденсатор 100 мкФ [Конденсатор электролитический 100 мкФ – AS ENERGI](#) дата посилання 28.05.26
9. DC Power Jack [5.5mm X 2.1mm DC Power Jack Socket Panel Mount PCB Through-Hole Connector](#) дата звернення 28.05.26
10. LCD дисплей [lcd016n002bcfhct.pdf](#) дата посилання 28.05.26
11. Резистор 10 к Ом [CFR-25JB-52-10K YAGEO | Resistors | DigiKey](#) дата посилання 28.05.26
12. Резистор 1 к Ом [CFR-25JB-52-1K YAGEO | Resistors | DigiKey](#) дата посилання 28.05.26
13. Резистор 4,7 к Ом [RLR07C4701GSB14 Vishay Dale | Resistors | DigiKey](#) дата посилання 28.05.26

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

14. Світлодіод [Standard LED: Red Emitting Colour | PDF | Spectral Line | Color](#)
дата посилання 28.05.26
15. Транзистор BC557B [BC557B Datasheet\(PDF\) - Motorola, Inc](#) дата посилання 28.05.26
16. Транзистор BC547B [BC547B Datasheet\(PDF\) - Motorola, Inc](#) дата посилання 28.05.26
17. Дачик CO2 [MH-Z19B datasheet by | SnapMagic Search](#) дата посилання 28.05.26
18. SPI Програматор [Component - SPI V2.20 Datasheet](#) дата посилання 28.05.26
19. Діод [Технічний лист 1N4148 \(PDF\) - NXP Semiconductors](#) дата посилання 28.05.26
20. Термометр гідрометр [dht.pdf](#) дата посилання 28.05.26
21. Кнопка [KAT2. 2002](#) дата посилання 28.05.26
22. Динамік [MS3070 динаміки | 3Вт, 4Ω, JST ХН 2.54-04Р комплект 2шт](#)
дата звернення 28.05.26
23. З'єднання PLS [ПОЗ'ЄМ з'єднувальний PLS-10 на плату, штекер прямий](#)
дата звернення 28.05.26
24. Гетьман О.О. Економіка підприємства: Навч. посіб. для студентів вузів. К.: ЦНЛ, 2006. - 488 с.
25. Економіка підприємства: Навч. посіб. для студентів вузів/ А.В.Шегда та ін. - К.: Знання, 2005. - 431 с.
26. Економіка підприємства в 2-х томах. За ред. Покропивного С.Ф. Київ: "Хвиля-Прес", 1995, 1 т - 393 с., 2 т - 280 с.
27. Економіка підприємства: Навч. посіб. для студентів вузів / А.В. Шегда та ін. - К.: Знання, 2005. - 431 с.
28. Економіка підприємства Грещак М.Т., Колот В.М., Наливайко А.П. та інші за ред. Покропивного С.Ф. Київ, 2001. - 528с.
29. Закон України «Про оподаткування прибутку підприємств» від 22.05.1997 № 283/97 - ВР (з подальшими змінами і доповненнями).

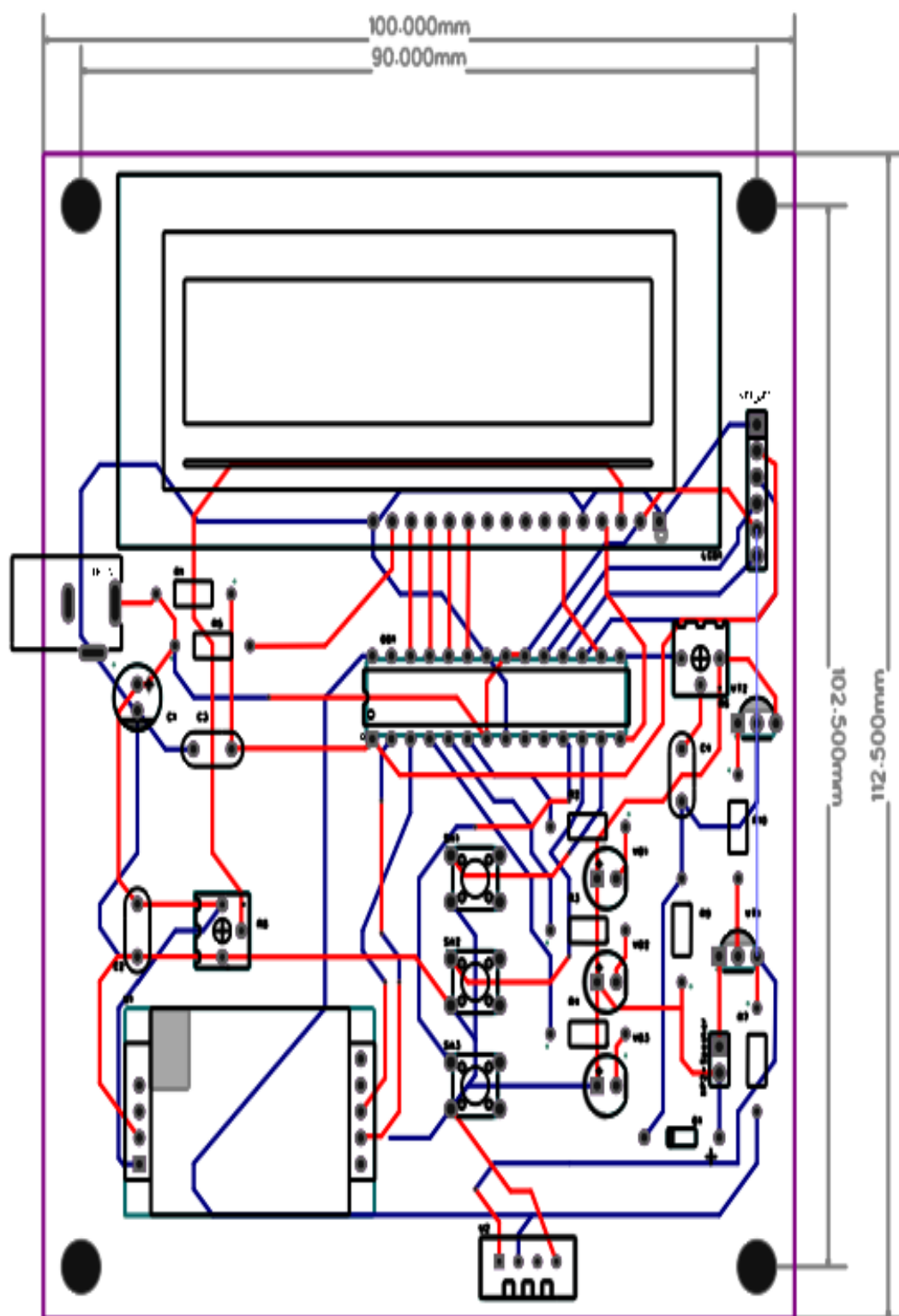
					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

30. Круш П.В. Капітал та основні засоби підприємства: Навч. посіб. - К.: ЦНЛ, 2005. - 186 с.
31. Примає Т.О. "Економіка підприємства" Київ: "Вікар", 2003. 219с.
32. Семенов Г.А. та ін. Економіка підприємства: Навч. посіб. для студентів вузів - 2-е видання - К.: ЦНЛ, 2005. - 328 с.
33. Сідун В. А. Економіка підприємства: Навч. посіб. для студентів вузів, К.: ЦНЛ, 2006. - 356 с.

					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А – загальний вигляд друкованої плати



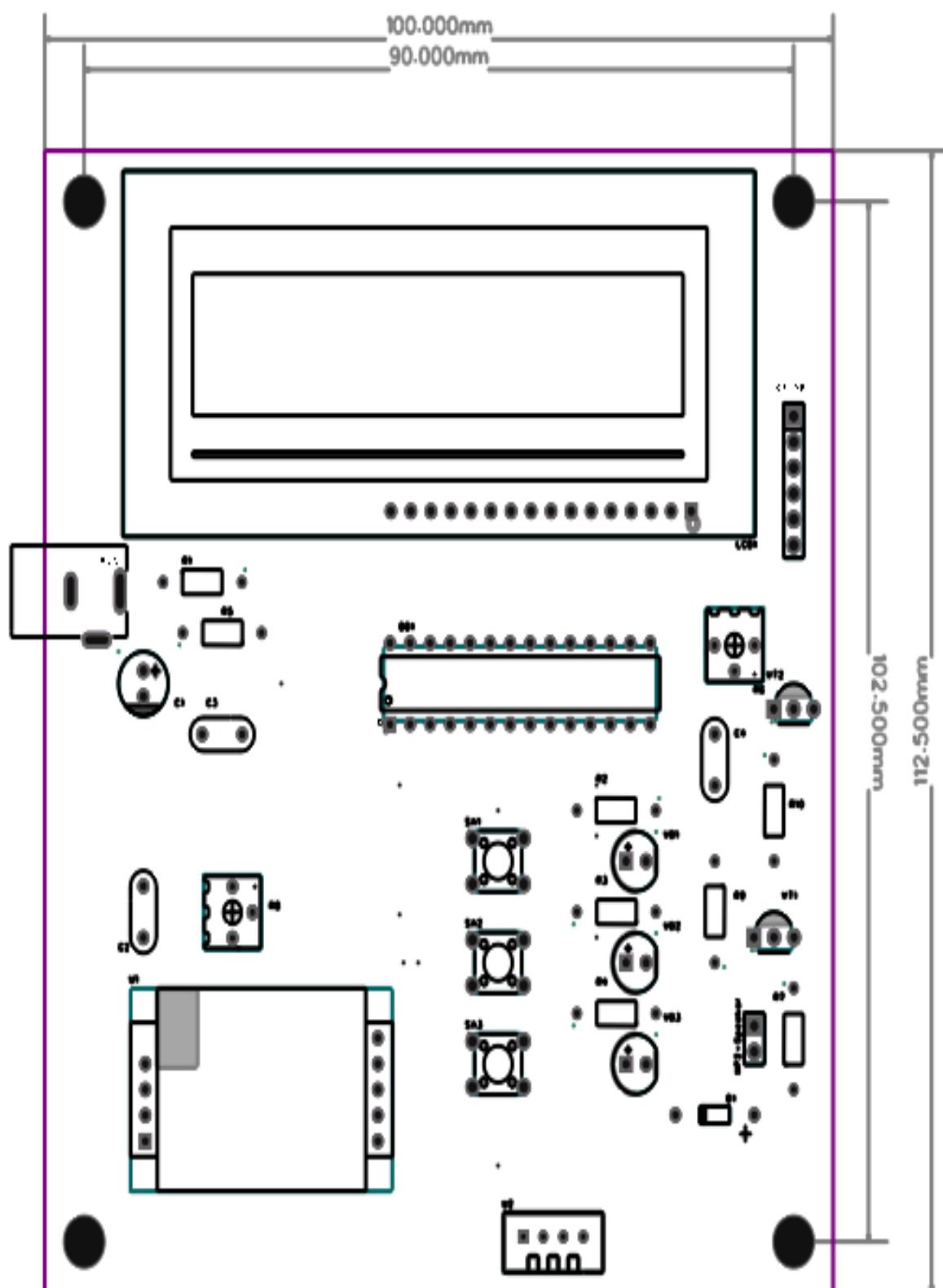
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ

Арк.

2

Додаток Б –Елементи друкованої плати



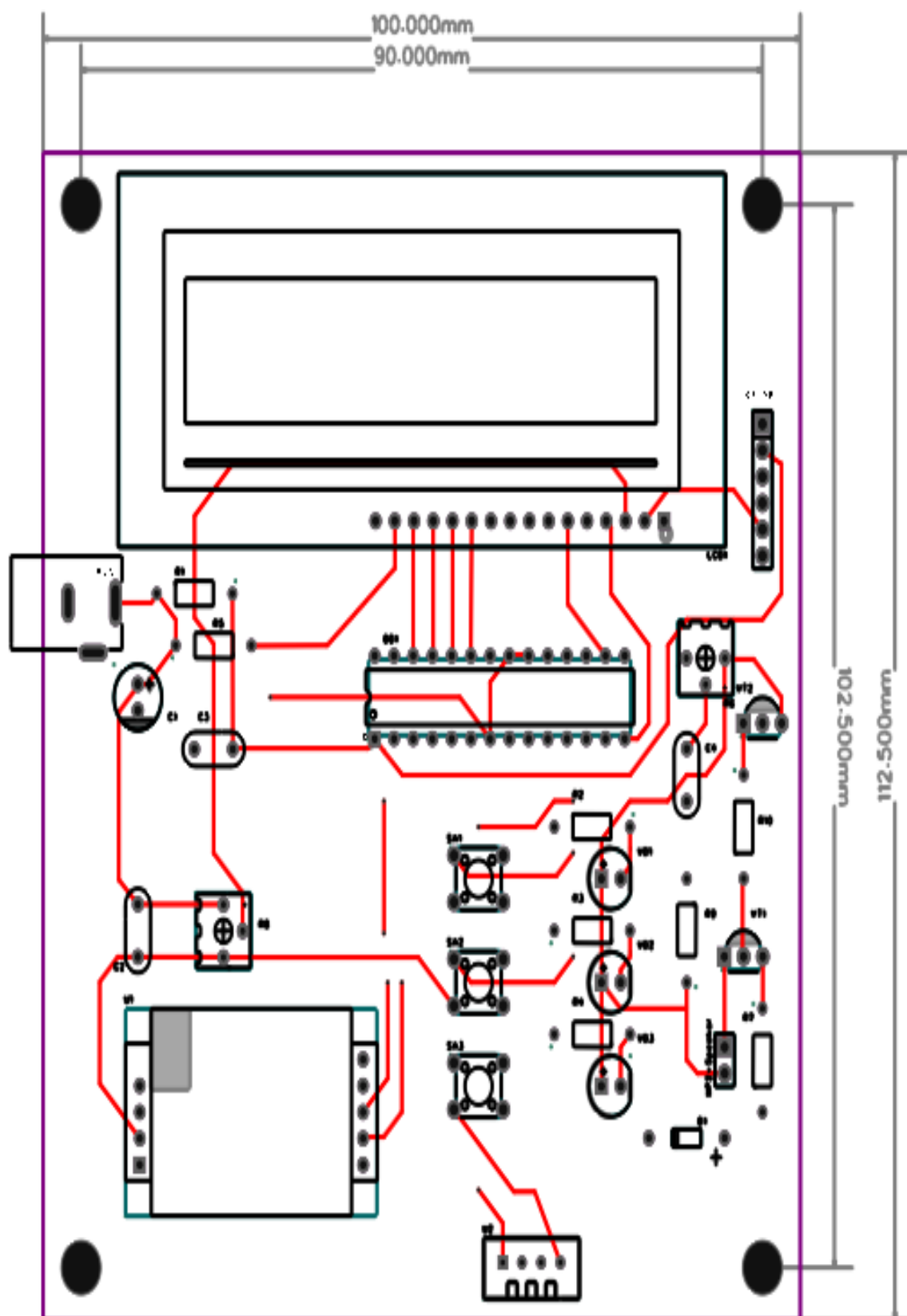
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ

Арк.

3

Додаток В – Верхні доріжки друкованої плати



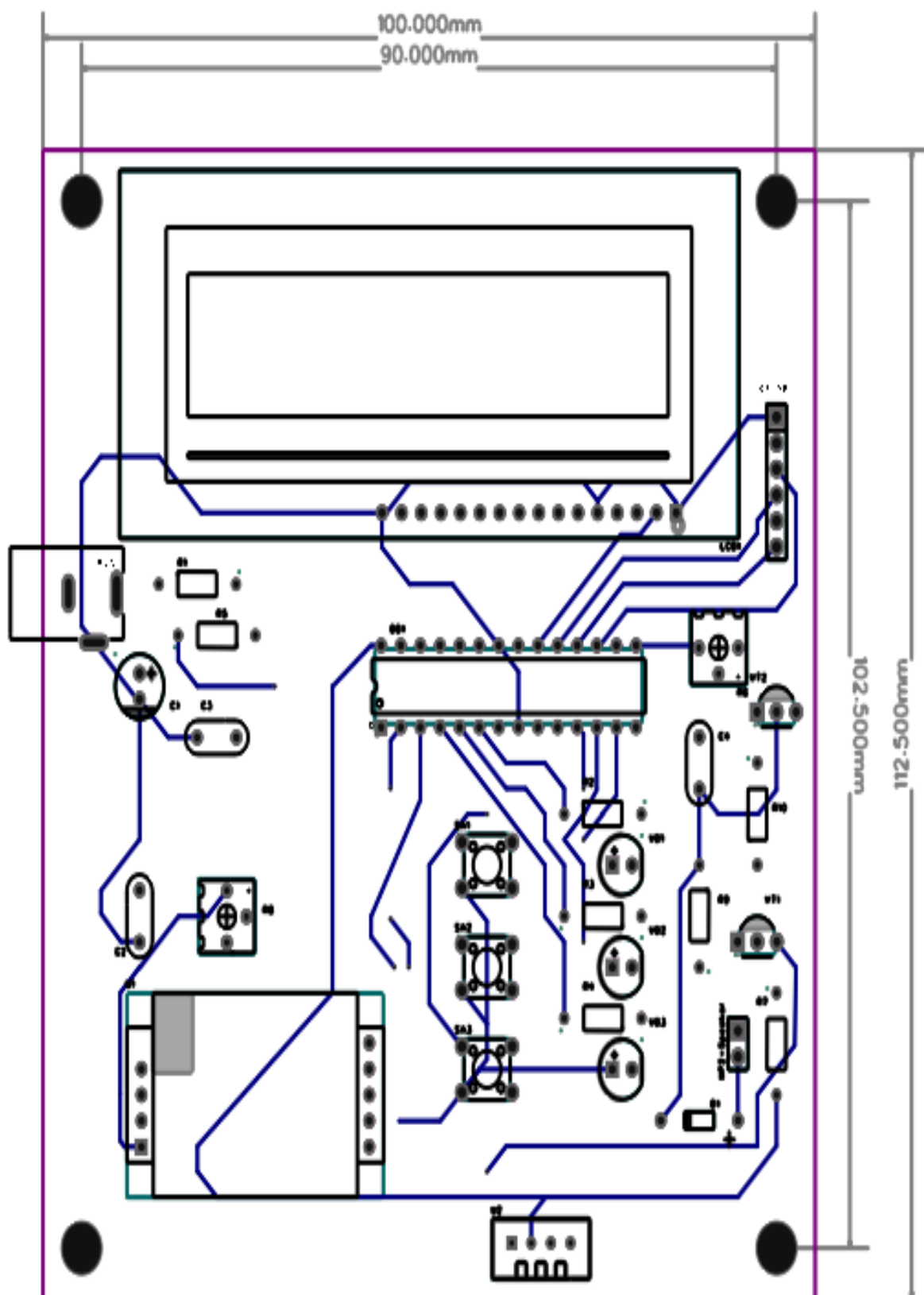
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ

Арк.

4

Додаток Г – Нижні доріжки друкованої плати



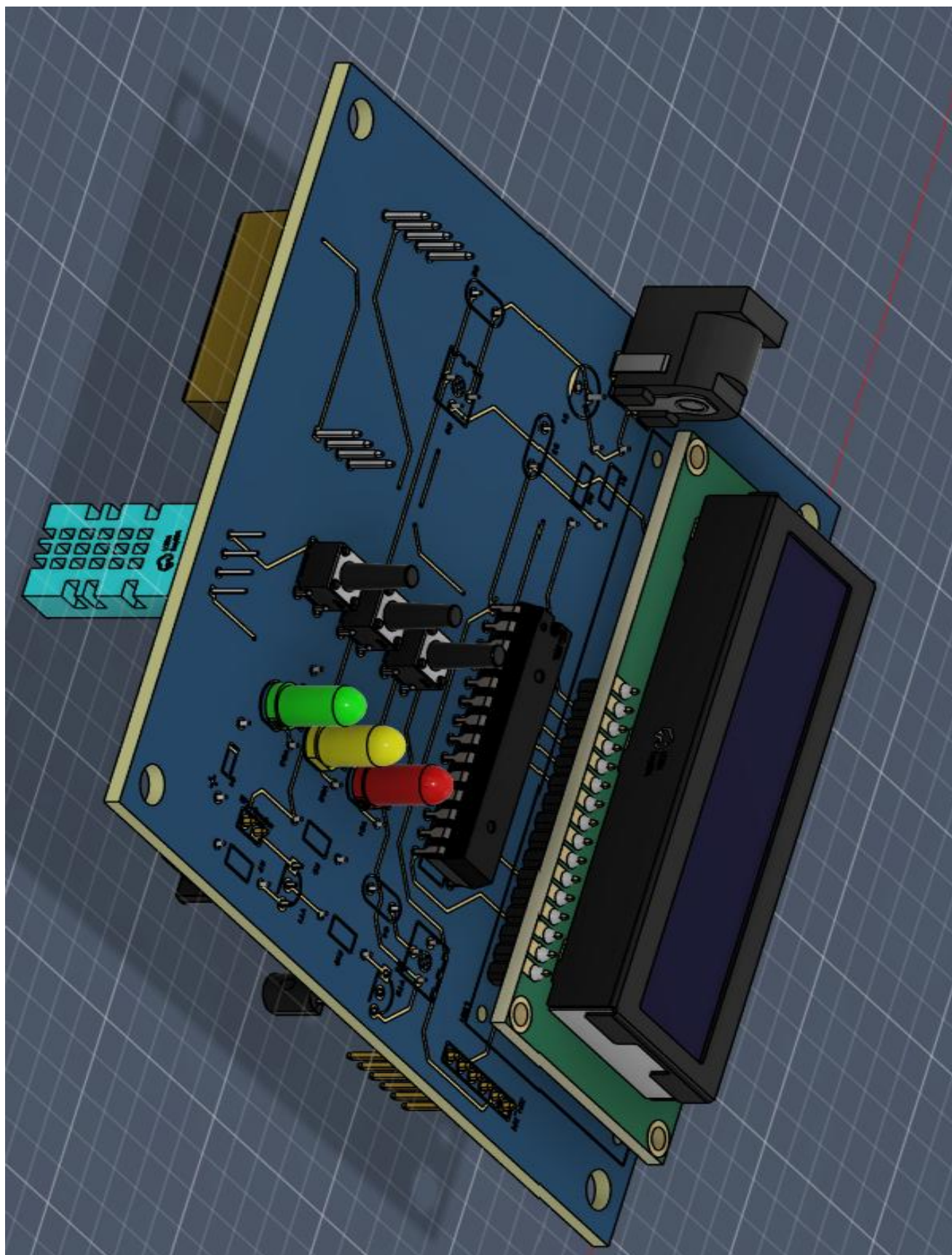
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ

Арк.

5

Додаток Д - 3D модель друкованої плати вимірювача рівня CO_2



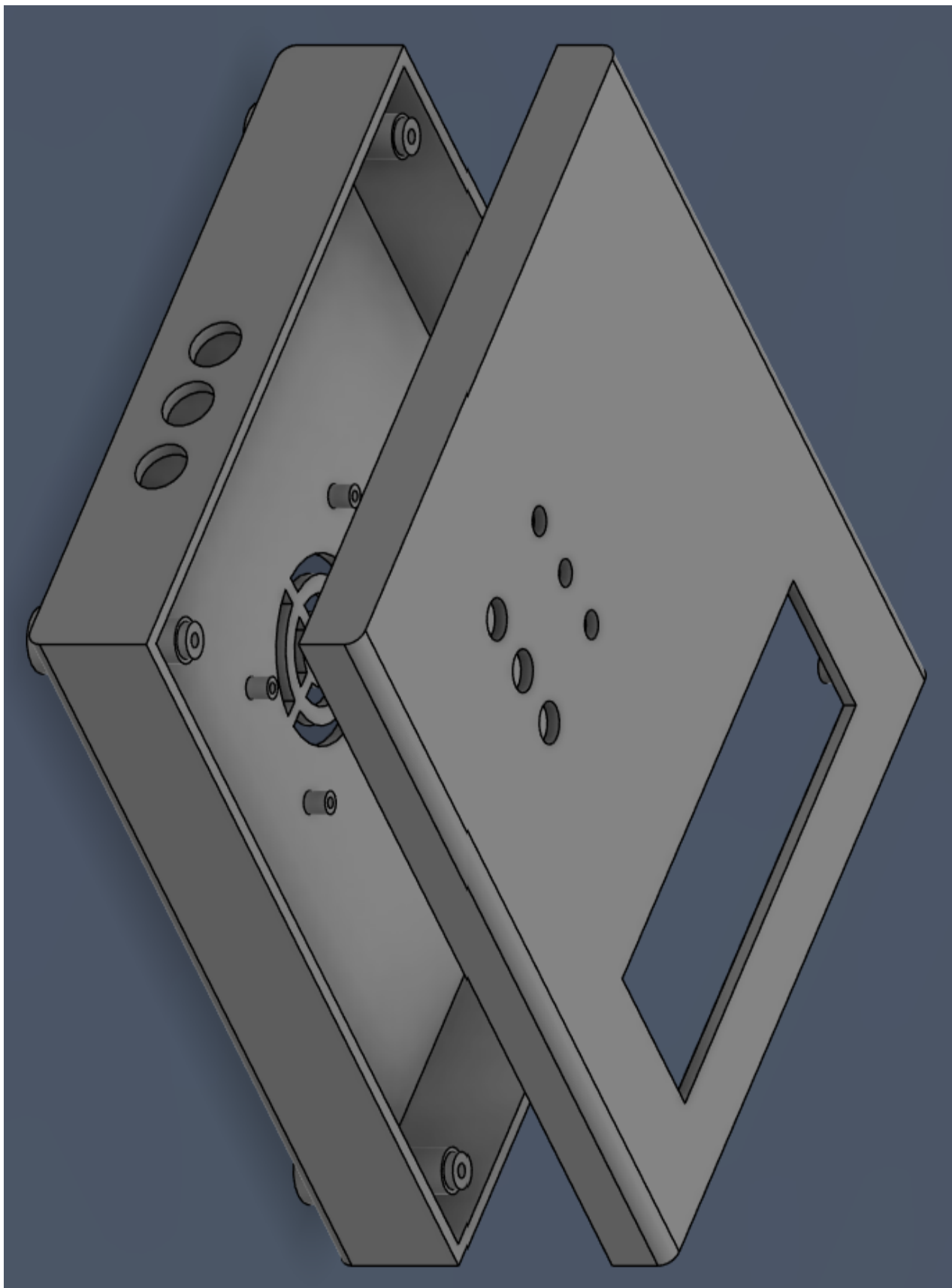
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ

Арк.

6

Додаток Е - 3D моделі нижньої та верхньої кришок корпусу



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ

Арк.

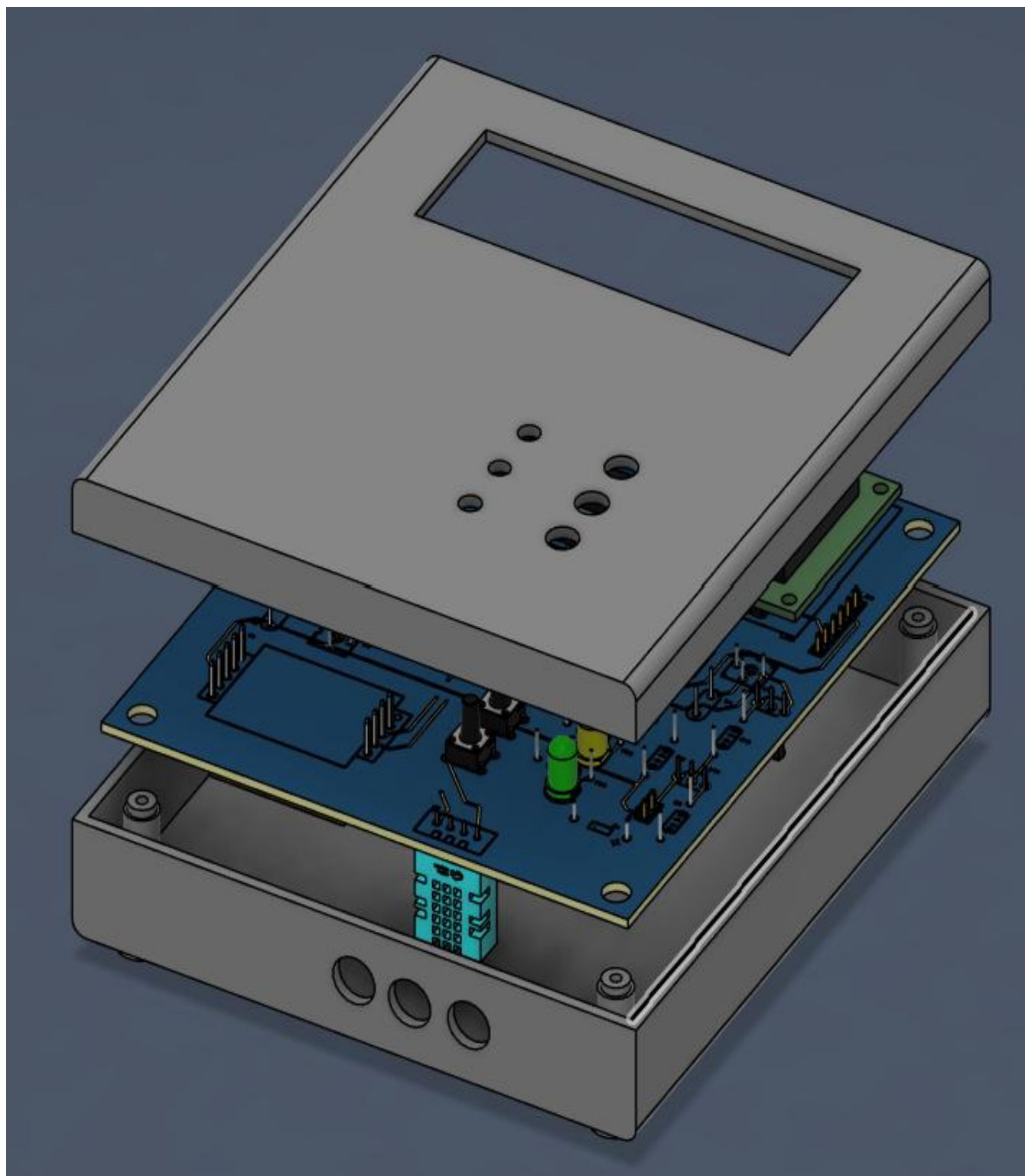
7

Додаток Є - 3D модель вимірювача CO₂ в зібраному вигляді



					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Ж - 3D моделі вимірювача CO₂ в режимі рознесення компонентів



					26 КР 172.402.026.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інв. № орг.	Підпис і дата	Взамін інв. №	Інв. № дудл.	Підп. і дата

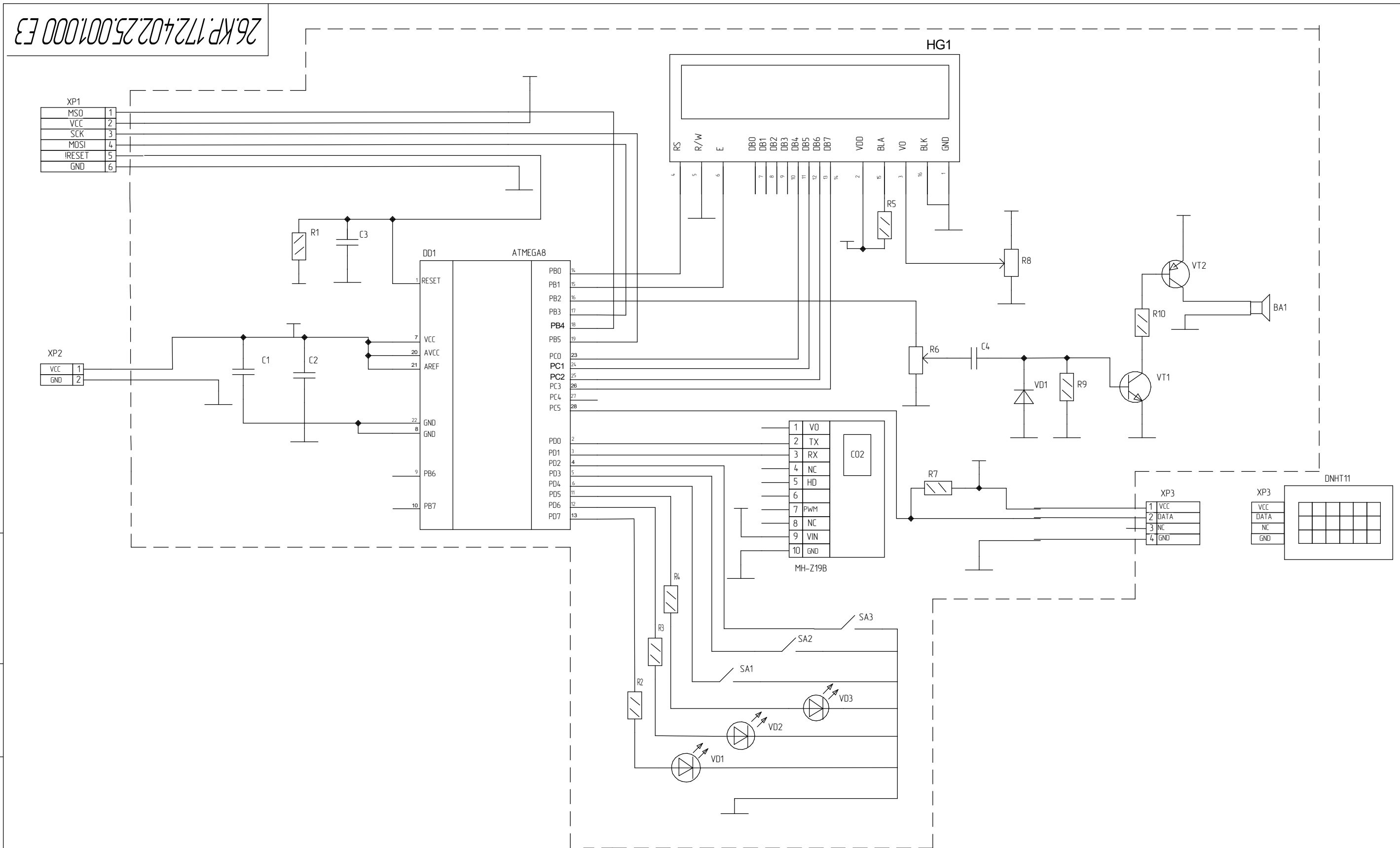
26 КР 172.402.25.000.000.E1



					26 КР 172.402.25.000.000.E1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вимірювач рівня CO2 Структурна схема	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.	Смоляк М					Н	-	0,93
Перевір.	Василишин							1:1
Т. контр.						Арк.	Аркушів	1
Н. контр.	Задорожний				ВСП ТФК ТНТУ ім. І. Пулюя Тр-402 м. Тернопіль			
Затв.					Копіював Формат А3			

Поз. позна	Найменування				Кіл.	Примітка
	<u>Конденсатори</u>					
C1	KEMET-16B-100мкФ ±20% "KEMET Electronics"				1	
C2-C4	KD2-100нФ ±10% "Electronics Corporation"				3	
	<u>Мікросхеми</u>					
DD1	ATMEGA8 "ATMEL Corporation"				1	
	<u>Резистори</u>					
R1-R5	CFR-25-0,125-1 кОм ±10% "YAGEO"				5	
R6,R7	CFR-25-0,125-4,7 кОм ±10% "YAGEO"				2	
R8-R10	CFR-25-0,125-10 кОм ±10% "YAGEO"				3	
	<u>Транзистори</u>					
VT1	BC557B-PNP-45B-0,1A "Motorola"				1	
VT2	BC547B-NPN-45B-0,1A "Motorola"				1	
	<u>Діоди</u>					
VD1	1N4448-DO35-100B-0,2A "Taiwan Semiconductor"				1	
	<u>Світлодіоди індикаторні</u>					
HL1	LED-Green-2B-30мА "Avago technologies"				1	
HL2	LED-Red-2B-30мА "Avago technologies"				1	
					26.KP.172.402.026.000.001 ПЕЗ	
Змн	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		
Розроб.		Смоляк М.			Вимірювач рівня CO ₂	
Перевір.		Василишин				
Реценз.						
Н. Контр.		Задорожний				
Затверд.						
					Перелік елементів	
					Літ	Аркуш
						1
						2
					ВСП «ТФК ТНТУ»	
					м. Тернопіль	

Поз. позна	Найменування				Кіл.	Примітка
HL3	LED-Yellow-2B-30mA "Avago technologies"				1	
	<u>Кнопки</u>					
SA1-SA3	Multimes 3C-10 × 10 мм-50 mA "MEC"				3	
	<u>SPI програматор</u>					
XP1	Serial Peripheral Interface "Cypress Semicon Corporation"				1	
	<u>Роз'єми</u>					
XP2	PLS-1x40-2,54мм-THT-3A "Fischer Elektronik"				1	
XP3	DC-005-5.5x2.1мм-30B-3A "Chinadaier"				1	
	<u>Дисплей</u>					
HG1	LCD016N002B-CFH-ET "Vishay Intertechnology"				1	
	<u>Датчик CO₂</u>					
U1	MH-Z19B NDIR CO2 "Winsen Electronics Techno"				1	
	<u>Термогідро датчик</u>					
U2	DHT11 "Guangzhou Aosong Electronic Co"				1	
					26.KP.172.402.026.000.001 ПЕЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
					Арк	
					2	



№№, № груп.	Підпис і дата	Взаміні №№, №	№№, № зусл.	Підп. і дата

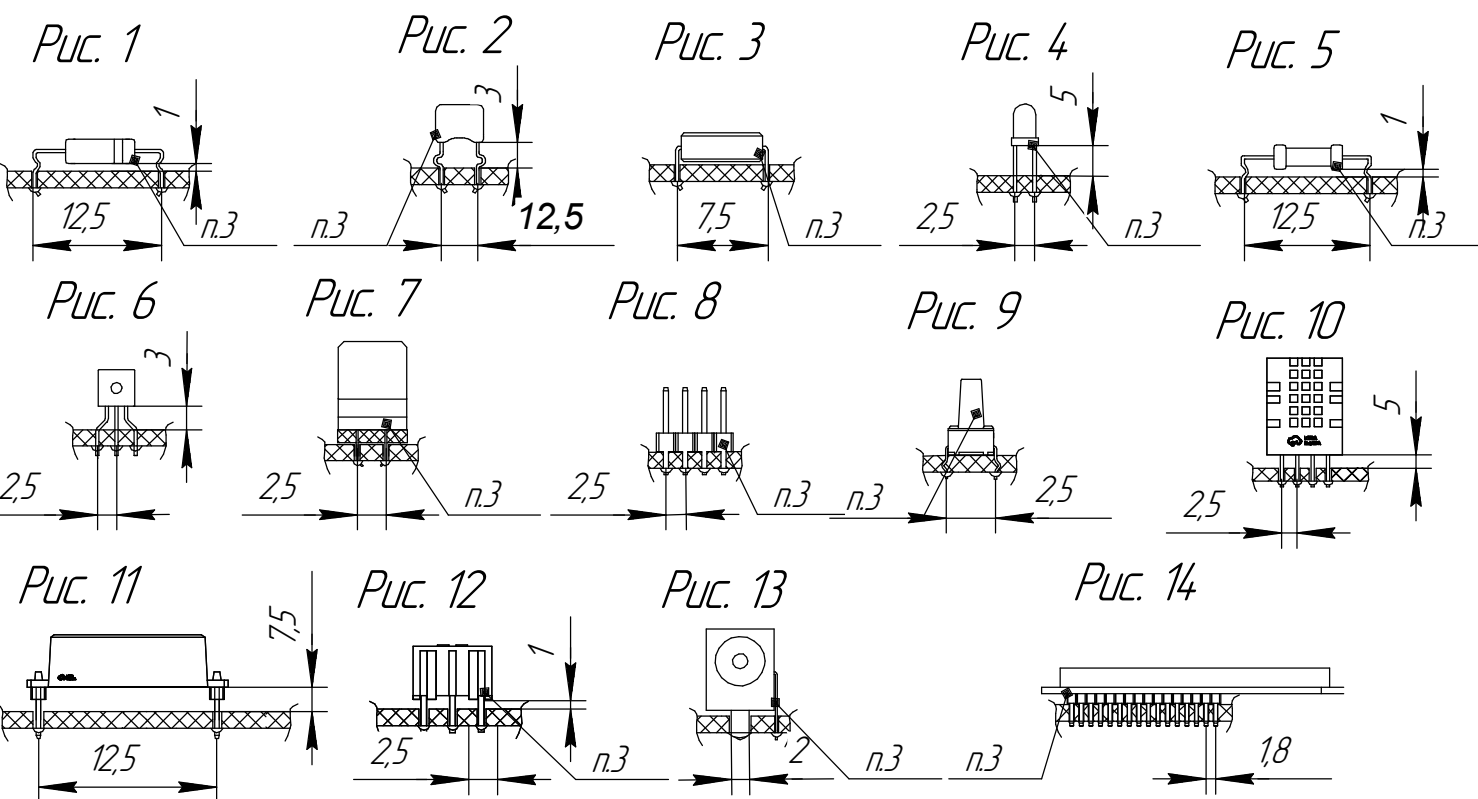
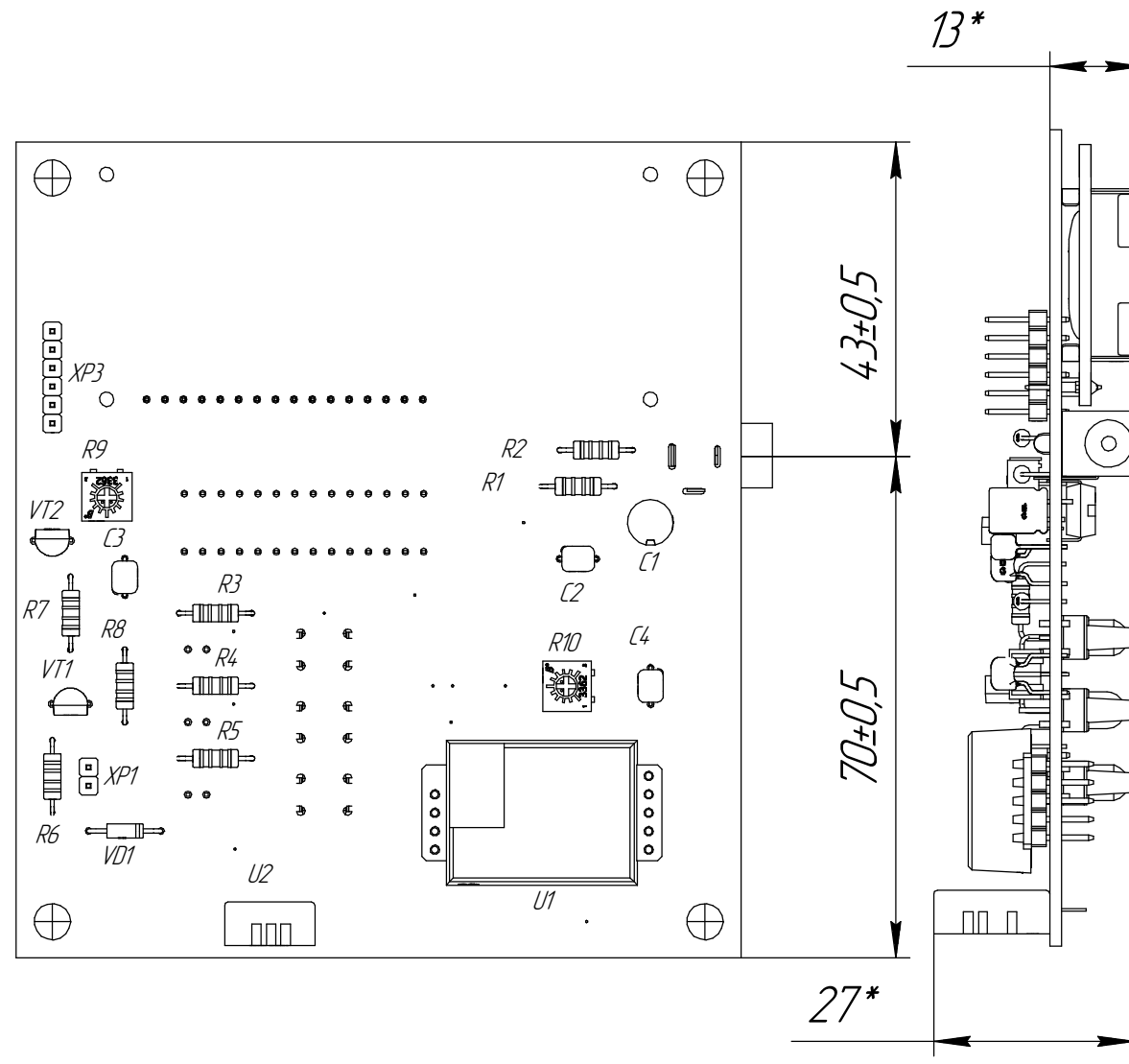
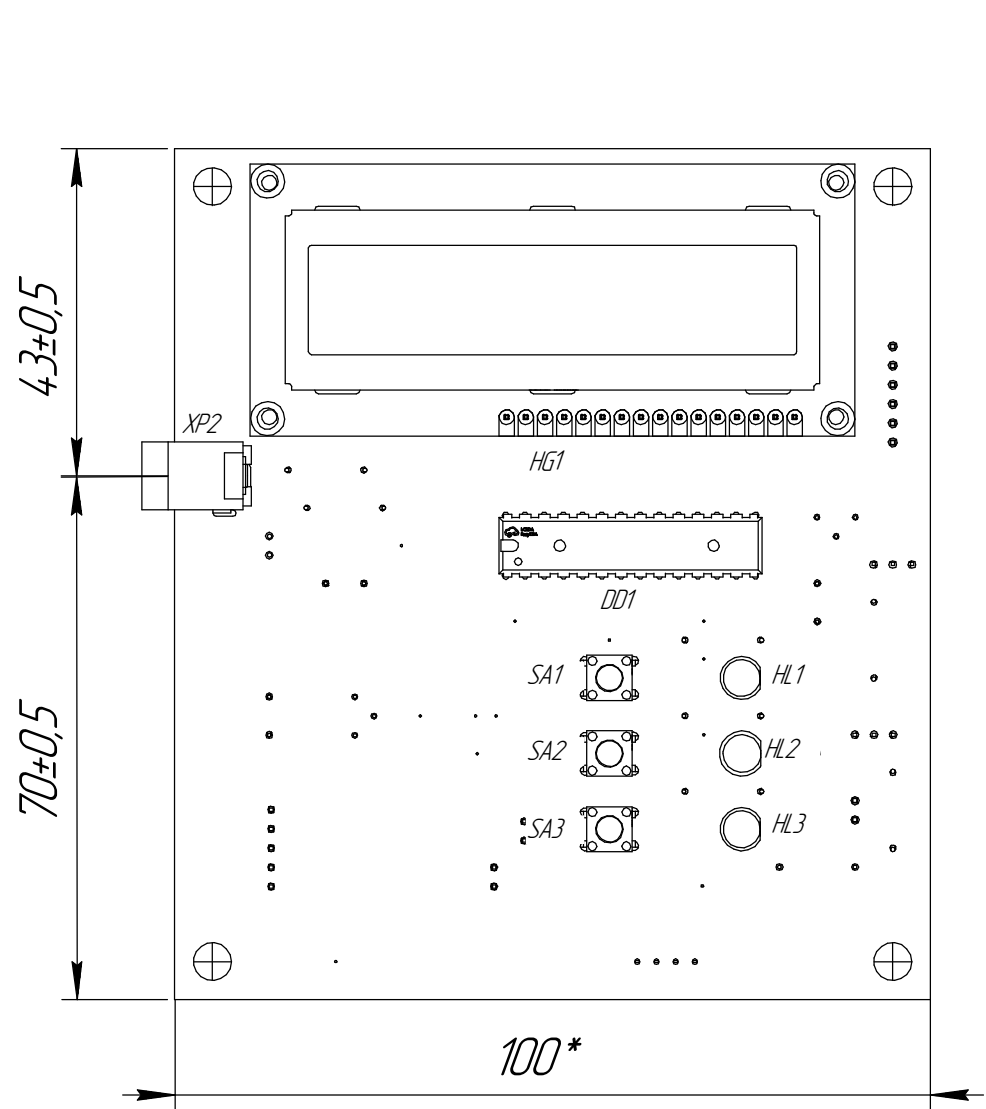
					26.KP.172.402.25.001.000 E3					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вимірювач рівня CO2 Схема електрична принципова	Лім.		Маса	Масштаб	
Розроб.	Смоляк М.					Н	-	-	-	1:1
Перевір.	Василишин									
Т. контр.										
					Арк.		Аркушів 1			
Н. контр.	Задорожний				ВСП ТФК ТНТУ ім. І. Пулюя ТР-402 м. Тернопіль					
Затв.										

Формат	Зона	Познач.	Позначення	Назва	К-сть	Примітки
				<u>Документація</u>		
			26.KP.172.402.026.00.001 E3	Схема електрична		
			26.KP.172.402.026.00.001 ПЕ	Перелік елементів		
			26.KP.172.402.026.00.003 СК	Вузол друкований		
				Деталі		
		1	26.KP.172.402.026.00.002 СК	Плата друкована	1	
				<u>Інші вироби</u>		
				<u>Конденсатори</u>		
		2		KEMET-16В-100мкФ ±20%	1	C1
		3		"KEMET Electronics"		
				KD2-100нФ ±10%	3	C2-C4
				"Electronics Corporation"		
				<u>Мікросхеми</u>		
		4		ATMEGA8 «ATMEL corporation»	1	DD1
				<u>Резистори</u>		
				CFR-25 "YAGEO"		
		5		CFR-25-0,125-1 кОм ±10%	5	R1-R5
		6		CFR-25-0,125-4,7 кОм±10%	2	R6,R7
		7		CFR-25-0,125-10 кОм±10%	3	R8-R10
				CFR-25JB-52 ±10%		
				<u>Транзистори</u>		
		8		BC557B-PNP-45В-0,1А	1	VT1
				26.KP.172.402.026.00.003 СК		
Змн	Арк	№ документ.	Підпис	Дата	Вузол друкований	
Розробив	Смоляк М.					
Перевірів	Василишин					
Рецензія						
Н.контракту	Задорожний					
Затвердив						
					Літ	Аркуш
						2
					ВСП ТФК ТНТУ	
					ТР-402	
					м. Тернопіль	

Форма	Зона	Позн	Позначення	Назва	К-сть	Примітки
		8		BC557B "Motorola"		
		9		BC547B-PNP-45B-0,1A	1	VT2
				BC557B "Motorola"		
				Діоди		
				1N4448 "TaiwanSemiconductor"		
		10		1N4448-DO35-100B-0,2A	1	VD1
				<u>Світлодіоди індикаторні</u>		
		11		LED-Grean-2B-30mA	1	HL1
				LED-Grean "Avago technologies"		
		12		LED-Red-2B-30mA	1	HL2
				LED- Red "Avago technologies"		
		13		LED-Yellow -2B-30mA	1	HL3
				LED- Yellow "Avago technologies"		
				<u>Кнопки</u>		
		14		Multimes 3C-10 × 10 мм-50 mA	3	SA1-SA3
				Multimes "MEC"		
				<u>SPI програматор</u>		
		15		Serial Peripheral Interface	1	XP1
				"Cypress Semicon Corporation"		
				<u>Роз'єми</u>		
		16		DC-005-5.5x2.1мм-30B-3A	1	XP2
				DC-005 "Chinadaier"		
		17		PLS-1x40-2,54мм-THT-3A	1	XP3
				PLS "Fischer Elektronik"		
Змн	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	26.KP.172.402.026.000.003 СК	
						Арк
						2

[illegible]

2026.KP.172.402.025.00.003.CK



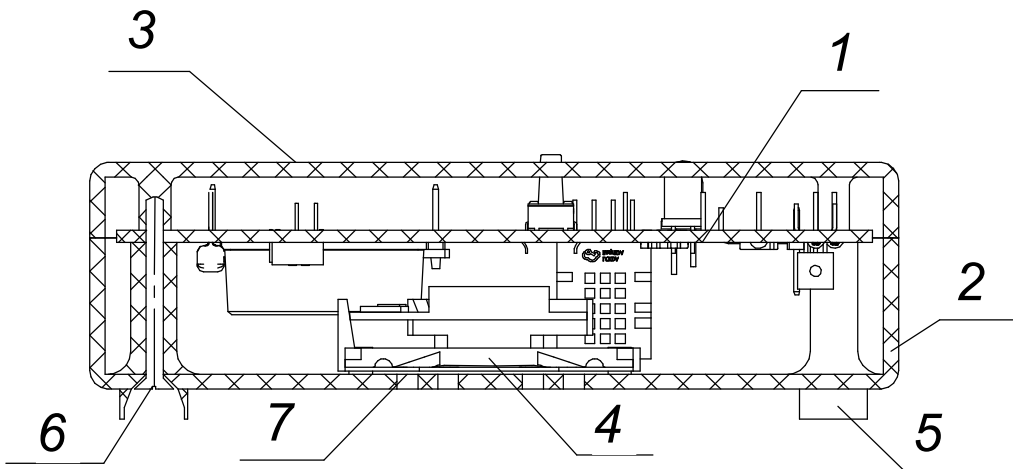
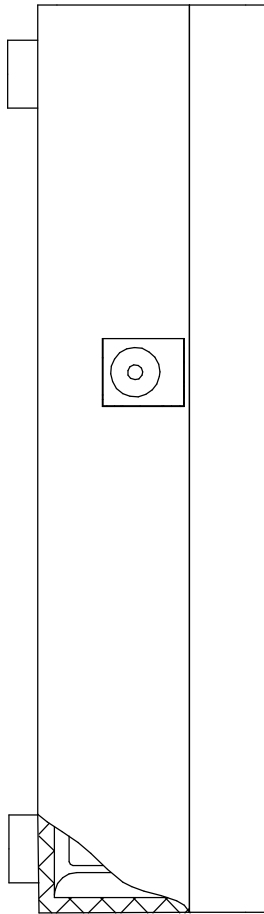
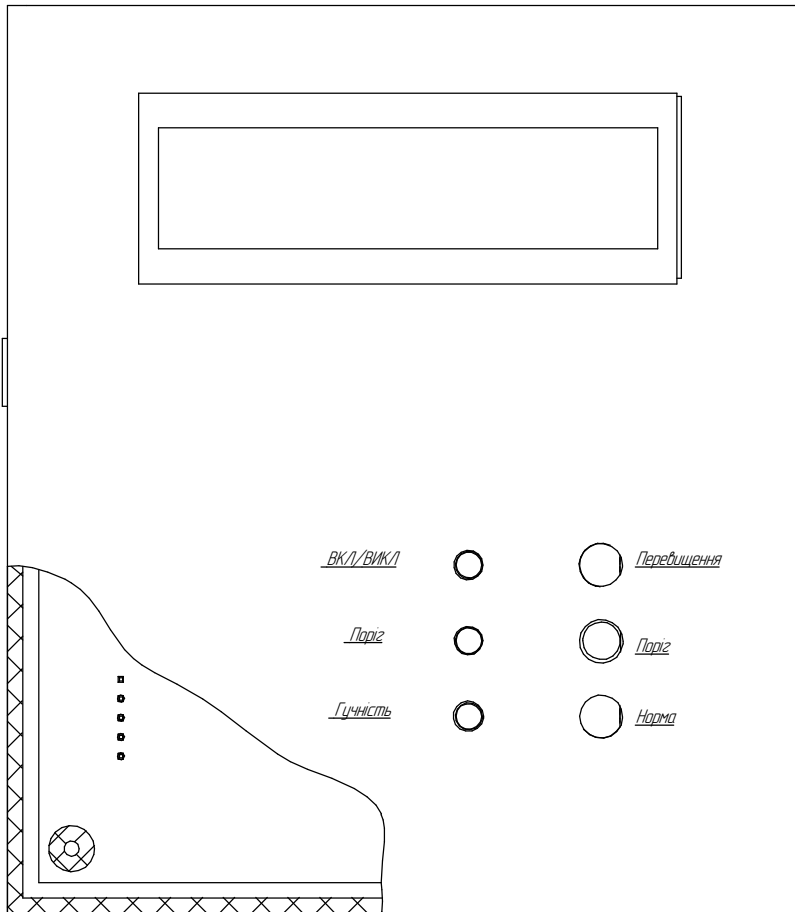
1. Розміри для довідок.*
2. Установку EPE провести по ОСТ4.010.030-81 крок координатної сітки 2,5мм. Елементи встановлювати: R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8 згідно рис.5 HL1, HL2, HL згідно рис.4 SA1, SA2, SA3 згідно рис.9 VD1 згідно рис.1 C2, C3, C4 згідно рис.2 C1 згідно рис.7 XP1, XP2 згідно рис.8 VT1, VT2 згідно рис.6 DD1 згідно рис.3 U1 згідно рис.11 U2 згідно рис.10 R9, R10 згідно рис.12 XP3 згідно рис.13 HG1 згідно рис.14
3. Паяти ПОС-61 ГОСТ21931-764.
Покрити лаком АК-113 ТУ29-02-1126-86
5. Позначення елементів показані умовно
6. Інші технічні вимоги по ОСТ4.ГО.070.015

26.KP.172.402.025.00.003.CK					Вузол-друкований		
Складальне креслення					Літ.	Маса	Масштаб
						0,01	1:1
					Арк.	Аркушів	1
					ВСП ТФК ТНТУ ім. І. Пулюя		
					Тр-402		
					м. Тернопіль		
					Формат А3		

Копіював

[illegible]

26 КР 172.402.025.000.004 СК



1 * Розміри для довідок.
2. Електромонтаж здійснювати по схемі
електричній принциповій 26.КР.172.402.25.000.001 ЕЗ

					26 КР 172.402.025.000.004 СК					
					Вимірювач рівня CO2	Літ.	Маса	Масштаб		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Н	-	-	0,92	1:1
Розроб.		Смоляк М				Складальне креслення				
Перевір.		Василишин								
Т. контр.										
Н. контр.		Задорожний			ВСП ТФК ТНТУ ім. І. Пулюя					
Затв.					Тр-402					
					м. Тернопіль					

[illegible]

©ChIP																			
Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
												Аркуш 2							
												26 КР 172.402.026.00.003СК			26 КР 172.402.026.00.003СК				
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 вимр			
A01		402		025	020	402.028.030 Захист (157шт)										0,02			
O02			Захист проводити згідно ТТП 245789																
T03			Дозатор латексу РТ 145792																
M04			Латекс										180	100	0,01				
05																			
A06		402		025	025	402.026.035 Сушка										0,005			
Б07			Шафа сушильна РД 345218																
O08			Сушку проводити згідно ТТО 654781																
09																			
A10		402		025	030	402.028.040 Залудження(157шт)													
Б11			Тігель РД 424231																
O12			Лудити згідно ТТП 532685																
T13			Пінцет РТ235641																
M14			Припой ПОС-61				ДСТУ 14.29.14.2005						180	100	0,594				
15			Флюс АТІ-120				ДСТУ 19113						180	100	0,594				
16																			
A17		402		025	035	402.026.045 Установка ЕРЕ													
18																			
©ChIP																			

Дубл																					
Замість																					
Підпис																					
																				Аркуш 3	

Замість																							
Підпис																							
																Аркуш 4							

Замість																								
Підпис																								
																Аркуш 5								
												26 КР 172.402.026.00.003СК			26 КР 172.402.026.00.003СК									
												26 КР 172.402.026.00.003СК			26 КР 172.402.026.00.003СК									
												26 КР 172.402.026.00.003СК			26 КР 172.402.026.00.003СК									
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			Пайку проводити згідно ТТП 316530																					
02			Припой ПОС-61							ДСТУ 14.29.14.2005							180	100	0,068					
03			Флюс АТИ-120							ДСТУ 19113							180	100	0,068					
04																								
05		402		25	045	402.26.045 Електромонтаж																		
06			Викрутка РД 532964																					
07			Рихтувати елементи згідно ТТП 315826 (30шт)																					
08		1.	Установити світлодіоди поз. 13 (HL11) згідно рис. 4, згідно карти ескізів по ТТП 254681																					
09		2	Установити світлодіоди поз. 14 (HL2) згідно рис. 4, згідно карти ескізів по ТТП 254681																					
10		3	Установити світлодіоди поз. 15 (HL3) згідно рис. 4, згідно карти ескізів по ТТП 254681																					
11		4.	Установити кнопки поз. 16 (SA1,SA2,SA3) згідно рис., згідно карти ескізів по ТТП 254681																					
12		5.	Установити живлення поз. 17 (XP2) згідно рис.13, згідно карти ескізів по ТТП 254681																					
13		6.	Установити дисплей поз. 19 (HG1) згідно рис.14, згідно карти ескізів по ТТП 254681																					
14		7.	Установити термогідро датчик поз.21 (U1) згідно рис.10, згідно карти ескізів по ТТП 254681																					
15		8.	Установити датчик CO ₂ поз. 20 (U2) згідно рис.11, згідно карти ескізів по ТТП 254681																					
16			Пайку проводити згідно ТТП 316530 (110шт)																					
17			Паяльник РТ105230																					
18			Кусачки РТ145532																					

Дубл																																							
Замість																																							
Підпис																																							
																								Аркуш 6															
																																</							

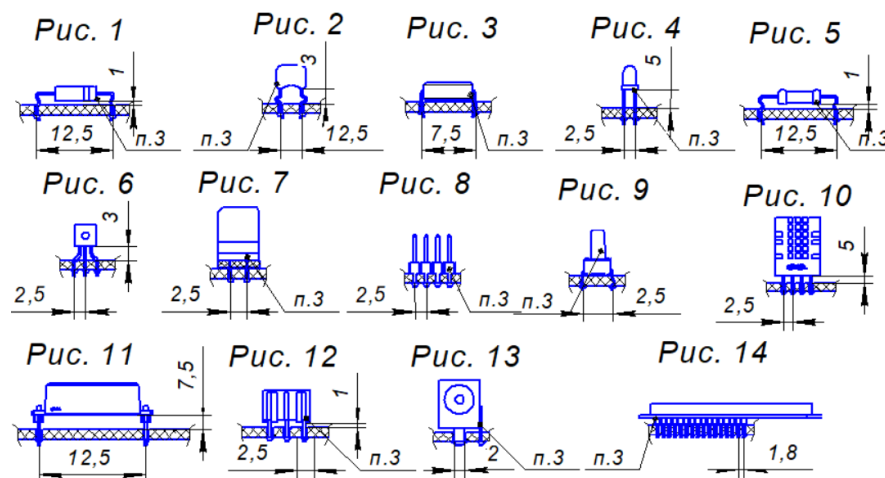
Розробив	Смоляк М.			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.402.026.00.003СК		26 КР 172.402.026.00.003СК
Перевірів	Василишин						

Нормував				Вузол друкований			
Затвердив							
Н. контр.	Задорожний						

A					Код, назва операції	Позначення документу
---	--	--	--	--	---------------------	----------------------

Б	Код, назва обладнання	СМ.	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
---	-----------------------	-----	------	---	----	----	------	----	----	----	------	------

К-М	Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу	Позначення, код	СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР
-----	--	-----------------	-----	----	----	----	------

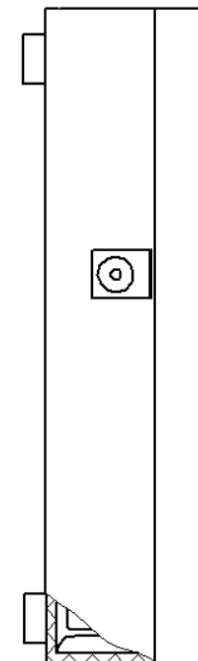
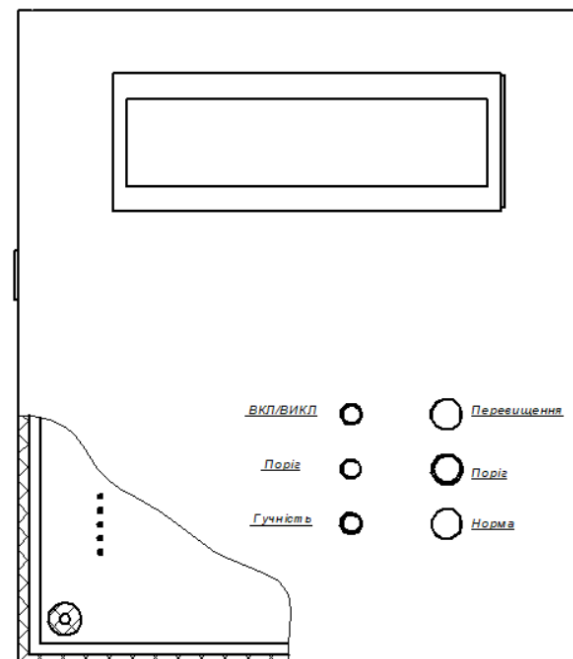
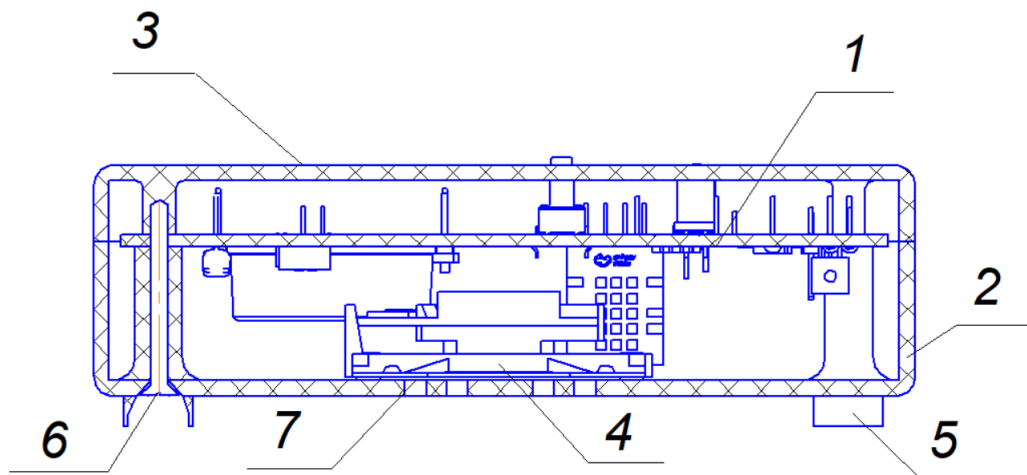


Дубл.																	
Замість																	
Підпис																	
												Аркушів 3		Аркуш 1			
Розробив	Смоляк М.В					ВСП ТФК ТНТУ			26 КР 172.402.026.00.004 СК					26 КР 172.402.026.00.004 СК			
Перевірів	Василишин																
Нормував																	
Затвердив																	
Н. контр.	Задорожний																
Вимірювач рівня CO2																	
А	Цех	Діл	РМ	Опе	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																	
02	Охорона навколишнього середовища згідно інструкції МВЯ790831																
03																	
А 04	402		25	005	402.26.01 Комплектування												0,017
О 05	Комплектування проводиться згідно ТТО 644081																
06																	
А 07	402		028	010	402.25.02 Слюсарно-складальна												0,010
Б 08	Викрутка акумуляторна РД 532964																
О 09	Складання проводити по ТТП 231587																
10	1. Кріпити динамічну голівку поз.4 до нижньої кришки поз.2, шурупами поз.7(4шт), згідно карти ескізів																
11	2. Кріпити нижню кришку поз.2 до ніжок поз.5(4шт) шурупами поз.6(4шт)																
12	3. Кріпити друкований вузол поз.1 до нижньої кришки поз.2, шурупами поз.6(4шт), згідно карти ескізів																
13	4. Кріпити нижню кришку поз.2 до верхню кришку поз.3 до згідно карти ескізів																
14																	

Дубл.							
Замість							
Підпис							

						Аркушів 3	Аркуш 3
Розробив	Смоляк М.			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.402.026.00.004 СК		26 КР 172.402.026.00.004 СК
Перевірів	Василишин						
Нормував				Вимірювач рівня CO ₂			
Затвердив							
Н. контр.	Задорожний						

A					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	



Техніко-економічні показники вимірювача рівня CO₂

№	Технічні показники	Значення	Од. Вим.	№	Економічні показники	Значення	Од. Вим.
1	Напруга живлення	5	В	1	Річний обсяг виробництва виробу:	1040	од.
2	Максимальний струм	150	мА	2	Собівартість виробу	4191,00	грн./од.
3	Максимальна вихідна потужність аудіо	1	Вт	3	Ціна одиниці виробу	5406,00	грн./од.
4	Габаритні розміри	100x110	мм	4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	229125	грн.
5	Вага	0,3	кг	5	Чистий прибуток	1036484	грн.
				6	Рентабельність виробу	23,78	%
				7	Чиста теперішня вартість проекту	635470	грн.
				8	Індекс прибутковості	3,7	-
				9	Дисконтований термін окупності інвестицій	0,7	років