

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 кодового замка на мікроконтролері ATmega
8535-16PI

Виконав: студент (ка) II курсу, групи ТР-403скСпеціальність: 172 «Електронні комунікації та
радіотехніка»Освітня програма: «Конструювання, виробництво та
технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв».

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Литвинюк Євген Сергійович

(прізвище та ініціали)

Керівник Іващук А.Д.

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

**Відокремлений структурний підрозділ
«Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»
Відділення телекомунікацій та електронних систем
Циклова комісія телекомунікацій та радіотехніки
Освітньо-професійний ступінь «фаховий молодший бакалавр»
Галузь знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»
Спеціальність 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»
Освітня програма «Конструювання, виробництво та технічне обслуговування
радіотехнічних пристроїв».**

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
Литвинюк Євген Сергійович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Розробка конструкції кодового замка на мікроконтролері ATmega 8535-16PI

керівник кваліфікаційної роботи Іващук Андрій Дмитрович,
(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 електронного пристрою

Розділ 1 Загальна частина

1.1. Розробка технічного завдання.

1.2. Вибір і опис структурної схеми виробу.

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

Розділ 2 Спеціальна частина

2.1. Розрахунково-конструкторська частина.

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

2.1.2. Обґрунтування вибору конструкції.

2.1.3. Опис і обґрунтування вибору елементної бази.

- 2.1.4. Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.
- 2.1.5. Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу.
- 2.1.6. Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності)
- 2.1.7. Розрахунок надійності проектного виробу.
- 2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.
- 2.2. Технологічна частина
 - 2.2.1. Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології.
 - 2.2.2. Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки.
 - 2.2.3. Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів.
 - 2.2.4. Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.
- Розділ 3 Економічна частина
 - 3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень
 - 3.2 Розрахунок собівартості продукції.
 - 3.3. Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.
- Розділ 4 Охорона праці
 - 4.1. Відповідальність посадових осіб за порушення законів, норм і правил охорони праці
 - 4.2. Оптимальні кліматичні умови
- Висновки
- Перелік посилань
- Додатки

Додаткові вказівки:

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

без виготовлення макета

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

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

7. Дата видачі завдання 27 квітня 2026 р.

Студент

_____ (підпис)

Литвинюк Є.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Іващук А.Д.
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....

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

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

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

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....

2.1 Розрахунково-конструкторська частина.....

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

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

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою.....

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

2.2 Технологічна частина.....

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

2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції.

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Литвинюк			Розробка конструкції кодовий замок на мікроконтролері АТmega 8535-16PI Пояснювальна записка	Лім.	Арк.
Перевір.		Іващук					
Рецензент						ВСП ТФК ТНТУ ТР-403 м. Тернопіль	
Н. Контр.		Задорожний					
Затверд.							

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

2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла.....

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

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....

3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

3.2 Розрахунок собівартості продукції.....

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

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....

4.1 Відповідальність посадових осіб за порушення законів, норм і правил охорони праці.....

4.2 Оптимальні кліматичні умови.....

ВИСНОВКИ.....

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....

ДОДАТКИ.....

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Литвинюк Є.С. Розробка конструкції кодовий замок на мікроконтролері ATmega 8535-16PI: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційний рівень молодший спеціаліст, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026.

Корпус даного пристрою виготовлений із пластмаси. Верхня та нижня кришки мають форму типу “корито”. До верхньої кришки кріпляться перемикач SA1 та кнопка SB8, також до верхньої кришки кріпиться друкована плата на котрій розміщенні основні елементи схеми, за допомогою чотирьох гвинтів та шайб. У місці з’єднань двох кришок кріпиться гніздо живлення приладу XS1. Верхня кришка має отвори під накладки під кнопки, а також місце для скла під індикатор. У корпусі передбаченні спеціальні кріпильні отвори. Габаритні розміри корпусу проектованого виробу 128мм*128мм*52мм.

Основним елементом у виробі є друкований вузол, який виготовляється комбінованим методом з двостороннього фольгованного склотекстоліту СФ2-35-ІКП (ГОСТ10316-78) товщиною 1,5мм. Габаритні розміри плати 125мм*85мм. Більшість елементів розташовані на одній стороні друкованої плати, на іншій стороні розташовані кнопки SB1-SB7, індикатори HG1-HG4.

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

Ключові слова: кодовий замок, мікроконтролер, програмування, пароль .

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Litvinuk E.S. Development of a code lock design on the ATmega 8535-16PI microcontroller: qualification work for obtaining the educational and qualification level of a junior specialist, in the specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026.

The case of this device is made of plastic. The upper and lower covers have a "trough" shape. The SA1 switch and SB8 button are attached to the upper cover, and the printed circuit board on which the main circuit elements are located is also attached to the upper cover using four screws and washers. The XS1 device power socket is attached to the junction of the two covers. The upper cover has holes for the button pad, as well as a place for a glass for the indicator. The case has special mounting holes. The overall dimensions of the case of the designed product are 128mm*128mm*52mm.

The main element in the product is a printed circuit board, which is manufactured by a combined method from double-sided foil-coated fiberglass SF2-35-IKP (GOST10316-78) with a thickness of 1.5 mm. The overall dimensions of the board are 125 mm * 85 mm. Most of the elements are located on one side of the printed circuit board, on the other side there are buttons SB1-SB7, indicators HG1-HG4.

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

Keywords: code lock, microcontroller, programming, password.

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Проектований кодовий замок призначений для обмеження доступу до об'єктів шляхом введення секретного цифрового коду та керування виконавчим механізмом (електромагнітним замком, соленоїдом тощо). Основною функцією пристрою є забезпечення контролю доступу, підвищення рівня безпеки та виключення несанкціонованого проникнення. Завдяки використанню мікроконтролера AVR, який має вбудовану FLASH, EEPROM та оперативну пам'ять, пристрій забезпечує збереження коду, його перевірку та гнучке програмне керування.

Кодовий замок виконує такі основні функції: введення та збереження секретного коду, перевірка введених даних, керування індикацією стану (відкрито/закрито), а також формування сигналу на відкривання замка при правильному введенні коду. Завдяки наявності периферії мікроконтролера (таймерів, портів введення-виведення, інтерфейсів зв'язку) забезпечується стабільна та надійна робота пристрою в реальному часі.

Область застосування даного виробу є досить широкою. Передусім це системи контролю доступу в житлових приміщеннях (квартири, приватні будинки), офісах, складських приміщеннях, гаражах та підсобних будівлях. Також подібні пристрої можуть використовуватись у промислових об'єктах, електронних шафах, сейфах, а також у навчальних та лабораторних установках для вивчення мікроконтролерної техніки.

Крім того, завдяки універсальності мікроконтролера, який має до 32 ліній введення-виведення, АЦП, таймери та інтерфейси зв'язку, кодовий замок може бути інтегрований у більш складні системи безпеки, такі як "розумний будинок", сигналізація або системи автоматизації.

Таким чином, проєктований кодовий замок є універсальним електронним пристроєм для організації контролю доступу, що поєднує надійність, гнучкість налаштування та можливість широкого практичного застосування [1].

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

1. Напруга живлення+5В;
2. Споживаний струм у черговому режимі становить.....50-150 мА;
3. Температура нормальної роботи.....0.....+50°C;
4. Відносна вологість89%;
5. Індикація.....семисигментний індикатор;
6. Введення інформації за допомогою клавіатури з8 кнопок;
7. Час активації виконавчого механізмуприблизно 5 секунд;
8. Кількість цифр секретного коду 4 розряди.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

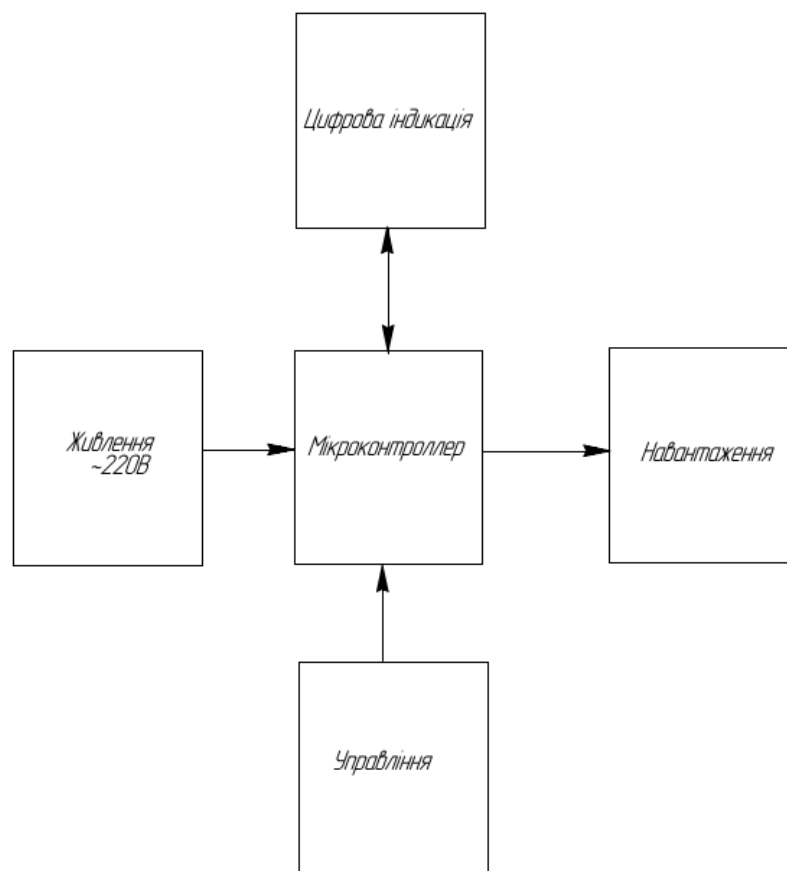


Рисунок 1.1-Схема електрична структурна

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пристрій реалізує функцію електронного замка з введенням цифрового коду та керуванням виконавчим механізмом. Основні функціональні блоки:

- Живлення $\sim 220V$ - забезпечує перетворення змінної напруги у стабілізоване постійне живлення (5 В) для мікроконтролера та периферії.

- Клавіатура - матриця кнопок (наприклад, 4×4), що використовується для введення цифрового коду. Сигнали з клавіатури надходять на порти мікроконтролера.

- Мікроконтролер ATmega8535 - центральний блок керування, який виконує: опитування клавіатури; збереження та перевірку введеного коду; формування сигналів для індикації; керування виконавчим механізмом (замком, реле, електромагнітом).

Цифрова індикація - світлодіодний дисплей або 7-сегментні індикатори для відображення введеного коду, стану замка (відкрито/закрито), повідомлень про помилки.

Управління - додаткові кнопки (наприклад, «Reset», «Enter»), що дозволяють підтвердити введення коду або скинути його.

Навантаження - виконавчий механізм: електромагнітний замок, реле чи мотор, який відкриває/закриває двері після правильного введення коду.

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Його функціонування досить просте: у пам'ять EEPROM мікроконтролера записується код, що складається з чотирьох десяткових цифр і вводиться за допомогою семикнопкової клавіатури. Для перевірки цей код можна зчитати в режимі читання. У робочому режимі пристрій перебуває в очікуванні введення коду. Після введення мікроконтролер записує його в оперативну пам'ять (ОЗП) та виконує побайтне порівняння з кодом, що зберігається в EEPROM. Якщо коди збігаються, протягом п'яти секунд формується сигнал на відкривання замка.

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

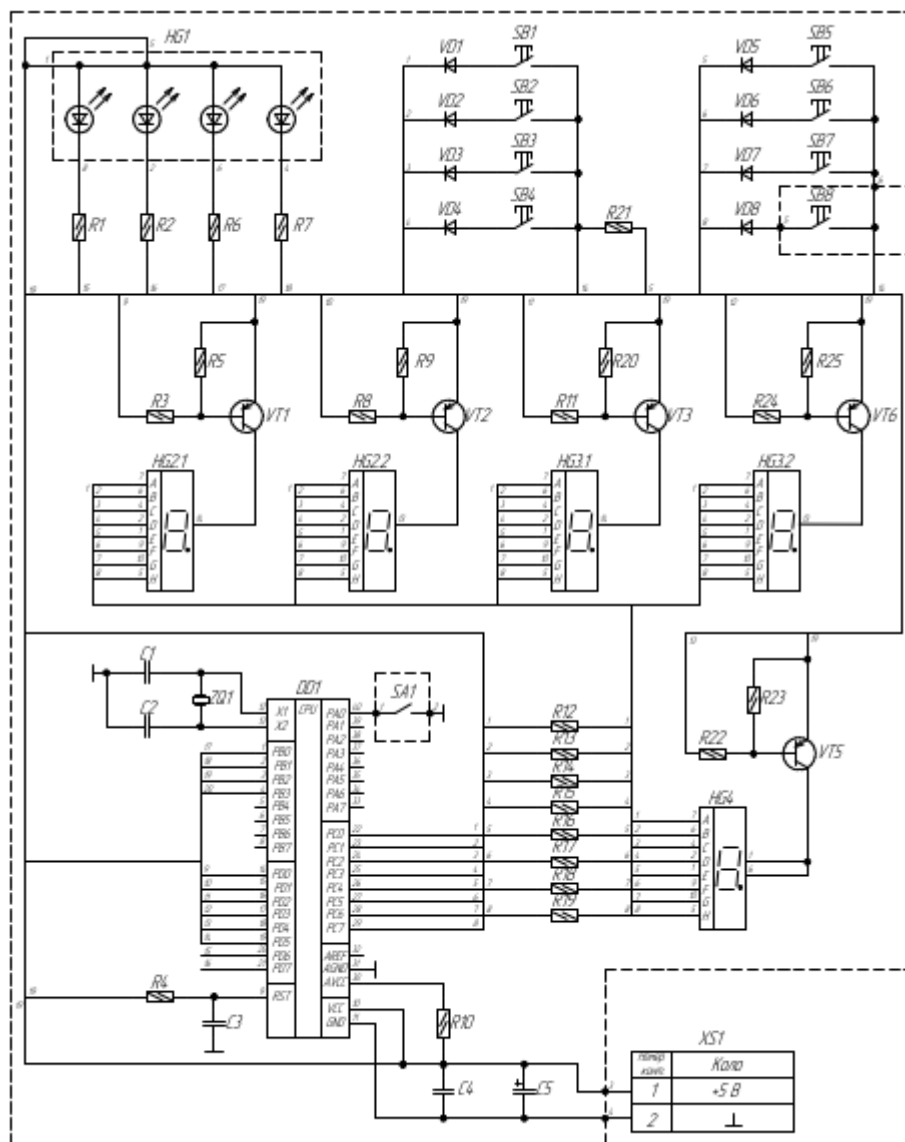


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

Процес введення коду може здійснюватися у двох режимах: відкритому та прихованому. У відкритому режимі кожне натискання кнопки відображається відповідною цифрою на дисплеї. У прихованому режимі замість введених цифр відображаються однакові заздалегідь задані символи.

Перемикання між цими режимами здійснюється спеціальним перемикачем. Для активації відображення коду достатньо натиснути будь-яку кнопку клавіатури.

Інтерфейс пристрою включає шкальний індикатор HG1, цифрові семисегментні індикатори HG2–HG4, перемикач SA1 та клавіатуру з кнопок

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ

Арк.

SB1–SB8. Кнопки SB1–SB7 відповідають цифрам від 1 до 7 і використовуються для введення коду. Кнопка SB8 (P) дозволяє по черзі перемикає три режими роботи: режим №1, №2 та №3, після чого цикл повторюється.

Індикатор HG1 відображає поточний режим роботи: перший елемент відповідає режиму №1, другий — режиму №2, третій — режиму №3. На п'ятирозрядному дисплеї (HG2, HG3) відображається стан замка: «3» означає, що замок закритий, а «0» — відкритий.

Перемикач SA1 визначає спосіб відображення введеного коду. У положенні «1» код показується на дисплеї, а в положенні «2» (прихований режим) — замість цифр відображаються спеціальні символи.

У режимі №1 (робочий режим) замок готовий до введення коду відкривання, якщо він попередньо записаний у EEPROM. Спочатку на дисплеї відображається «0000», активний перший елемент HG1, а індикатор HG4 показує «3» (замок закритий). Користувач вводить чотиризначний код кнопками SB1–SB7, і він відображається на дисплеї. Після кожного натискання мікроконтролер записує код у ОЗП і порівнює його з даними EEPROM. Якщо код правильний, активується механізм відкривання замка: на 5 секунд вмикається відповідний індикатор, HG4 показує «0», а на керуючому виході встановлюється сигнал відкривання. Після цього система повертається у початковий стан.

У режимі №2 (режим запису) відбувається збереження нового коду в EEPROM. На дисплеї відображається «0000», активний другий елемент HG1.

Користувач вводить новий код, який після натискання кнопок записується в EEPROM. Після завершення запису дисплей знову показує «0000».

У режимі №3 здійснюється перевірка записаного коду. Активний третій елемент HG1, а на дисплеї відображається збережений у EEPROM код.

З міркувань безпеки доступ до кнопки SB8 та перемикача SA1 має бути обмежений, що нескладно реалізувати конструктивно.

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основою пристрою є мікроконтролер DD1, який працює від зовнішнього кварцового резонатора ZQ1 з частотою 11,0592 МГц.

Порт PD використовується для керування динамічною індикацією, яка реалізована на транзисторах VT1–VT5 та індикаторах HG2–HG4. Резистори R12–R19 обмежують струм сегментів індикаторів, а керуючі сигнали подаються через порт PC.

Клавіатура підключена до виводу PD5 мікроконтролера, а індикатор HG1 — до порту PB через струмообмежувальні резистори R1, R2, R6, R7.

Після подачі живлення через RC-ланцюг (R1, C3) формується сигнал скидання мікроконтролера. При цьому на дисплеї відображається «0000», активується перший режим, а індикатор HG4 показує стан «закрито».

Живлення +5 В подається через роз'єм XS1, при цьому конденсатор C5 згладжує пульсації, а C4 виконує функцію блокування живлення мікроконтролера.

У програмному забезпеченні використовуються два типи переривань: Reset та переривання таймера T0. Після скидання ініціалізуються всі необхідні параметри: стек, таймери, порти та змінні. Таймер працює з коефіцієнтом поділу 64 і генерує переривання при переповненні.

В обробнику переривання таймера виконується опитування клавіатури, керування індикацією, запис і зчитування коду з EEPROM, перетворення даних для відображення на семисегментних індикаторах, а також керування виконавчим механізмом замка [1].

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

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

Компонування проектного виробу виконано за принципом раціонального розміщення функціональних вузлів у корпусі з метою забезпечення зручності монтажу, обслуговування та надійної експлуатації.

Основним несучим елементом є друкована плата, на якій розміщені всі основні радіоелементи схеми. Плата встановлюється всередині корпусу та кріпиться до верхньої кришки за допомогою чотирьох гвинтів і шайб, що забезпечує її жорстку фіксацію та зменшує вплив вібрацій.

Органи керування (перемикач SA1 та кнопка SB8) розташовані на верхній кришці корпусу для забезпечення зручного доступу користувача під час експлуатації пристрою. Кнопки SB1–SB7 та індикатори HG1–HG4 розміщені безпосередньо на друкованій платі з боку, зверненого до користувача, що дозволяє забезпечити компактність конструкції та мінімізувати довжину з'єднувальних провідників.

Гніздо живлення XS1 встановлене в зоні з'єднання верхньої та нижньої кришок корпусу, що забезпечує зручне підключення зовнішнього джерела живлення та підвищує надійність електричного контакту.

Корпус має прямокутну форму з габаритами $128 \times 128 \times 52$ мм, що забезпечує достатній внутрішній об'єм для розміщення всіх елементів та зручність складання виробу.

Корпус виробу виготовлений із пластмаси, що є обґрунтованим вибором з наступних причин:

- пластмаса має малу масу, що зменшує загальну вагу виробу;
- матеріал є достатньо міцним для побутових та лабораторних умов експлуатації;

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- забезпечує електроізоляційні властивості, що підвищує електробезпеку пристрою;

- легко піддається литтю, що дозволяє виготовляти корпус складної форми з мінімальними витратами;

- має добрі діелектричні властивості та стійкість до корозії.

Друкована плата виготовлена з двостороннього фольгованого склотекстоліту СФ2-35-ІКП (ГОСТ 10316-78) товщиною 1,5 мм. Вибір цього матеріалу обумовлений:

- високою механічною міцністю;

- стабільними електроізоляційними властивостями;

- термостійкістю при пайці радіоелементів;

- надійністю у довготривалій експлуатації.

Для друкованих провідників використовується мідна фольга з подальшим захисним покриттям, що запобігає окисленню та підвищує надійність електричних з'єднань.

Контактні площадки можуть додатково покриватися олов'яно-свинцевим або безсвинцевим припоєм, що:

- покращує паяльність;

- захищає мідь від корозії;

- забезпечує стабільність електричного контакту.

Зовнішні елементи корпусу зазвичай не потребують складних покриттів, оскільки пластмаса сама по собі є стійкою до корозії. За необхідності може застосовуватись декоративне фарбування або текстурування поверхні для покращення естетичного вигляду виробу.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Корпус даного пристрою виготовлений із пластмаси. Верхня та нижня кришки мають форму типу “корито”. До верхньої кришки кріпляться перемикач SA1 та кнопка SB8, також до верхньої кришки кріпиться друкована

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

плата на котрій розміщенні основні елементи схеми, за допомогою чотирьох гвинтів та шайб. У місці з'єднань двох кришок кріпиться гніздо живлення приладу XS1. Верхня кришка має отвори під накладки під кнопки, а також місце для скла під індикатор. У корпусі передбаченні спеціальні кріпильні отвори. Габаритні розміри корпусу проєктованого виробу 128мм*128мм*52мм.

Основним елементом у виробі є друкований вузол, який виготовляється комбінованим методом з двостороннього фольгованого склотекстоліту СФ2-35-ІКП (ГОСТ10316-78) товщиною 1,5мм. Габаритні розміри плати 125мм*85мм. Більшість елементів розташовані на одній стороні друкованої плати, на іншій стороні розташовані кнопки SB1-SB7, індикатори HG1-HG4.

У виробі застосовано комбінований метод виготовлення друкованої плати, що обумовлено її двосторонньою структурою. Суть методу полягає у формуванні провідників шляхом травлення фольгованого діелектрика з подальшою металізацією отворів електрохімічним способом.

Під час розробки виробу особливу увагу приділено його компоновці, оскільки вона значною мірою визначає зовнішній вигляд, конструктивне виконання, зручність експлуатації та ремонтпридатність пристрою.

Корпус виробу є важливою складовою, що впливає на експлуатаційні та техніко-економічні характеристики. Його конструкція забезпечує мінімізацію паразитних зв'язків між елементами схеми, що досягається раціональним розміщенням радіоелементів [14].

Конструкція корпусу є жорсткою та міцною, що забезпечує надійний захист внутрішніх компонентів від механічних впливів як під час експлуатації, так і при транспортуванні. Передбачено зручний доступ до всіх складових для проведення огляду, обслуговування та ремонту.

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструкція виробу забезпечує мінімальні габарити та масу, що враховано на етапі розробки друкованого вузла. Корпус також виконує захисну функцію, запобігаючи потраплянню пилу та вологи всередину пристрою.

Передбачено можливість регулювання параметрів, виконання контрольно-вимірювальних робіт та забезпечено зручність у користуванні пристроєм.

Під час розміщення електрорадіоелементів на друкованій платі дотримано таких принципів:

- мінімізовано довжину друкованих провідників;
- елементи, що нагріваються, не розміщуються поблизу інтегральних мікросхем;
- уникається розташування критично важливих елементів у центрі плати;
- забезпечено належний теплообмін для елементів, що нагріваються;
- передбачено зручний доступ до регульованих компонентів;
- забезпечено доступ до точок кріплення друкованого вузла;
- інтегральні мікросхеми орієнтовані довшою стороною вздовж напрямку повітряних потоків.

У процесі компонування друкованого вузла забезпечено оптимальну щільність розміщення компонентів та мінімізовано паразитні електричні взаємозв'язки між елементами, що позитивно впливає на технічні характеристики виробу. Взаємне розташування компонентів сприяє технологічності складання та налаштування пристрою [15].

Монтаж елементів зі штировими виводами виконано шляхом встановлення їх в отвори друкованої плати з подальшим загинання виводів під кутом приблизно 60° та обрізанням у межах контактних площадок. Паяння здійснено методом хвилі припою, що забезпечує підвищену щільність монтажу та можливість розміщення більшої кількості компонентів на одній платі.

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1 - Конденсатор типу ЕСАР [2]

Позиційне позначення	C5
Назва компонента	Конденсатор ЕСАР
Виробник	"Jamicon"
Критерії вибору	Ємність, струм, габарити
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга	16 В
Номінальна ємність	10 мкФ
Допуск ємності	$\pm 20\%$
Розмір	13 x 13 x 20 мм
Робоча температура	-55 ... 105 ° С
Тангенс кута втрат	0,14%

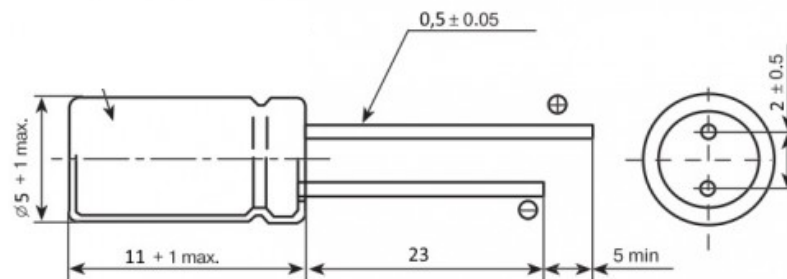


Рисунок 2.1 - Габаритні розміри конденсатора типу ЕСАР

Таблиця 2.2 - Резисторів MFP [3]

Позиційне позначення	R1-R25
Назва компонента	резисторів MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність, напруга, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,125 Вт
діапазон номінальних опорів	$1 \dots 10 \cdot 10^6 \text{ Ом}$
допустиме відхилення опору	$\pm 10\%$
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	-60.....+70°C

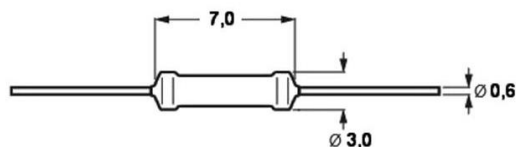


Рисунок 2.2 - Габаритні розміри резисторів MFP "Yageo"

Таблиця 2.3 - Конденсатор NPO [4]

Позиційне позначення	C1-C4
Назва компонента	Конденсатор NPO
Виробник	"Murata"
Критерії вибору	Напруга, струм, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50В
відхилення ємності від номінального значення	±10%;
інтервал робочих температур	-40°C...+100°C
відносна вологість	до 98%
група ТКЄ	H20
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ
діапазон тиску	6,6-2942гПа

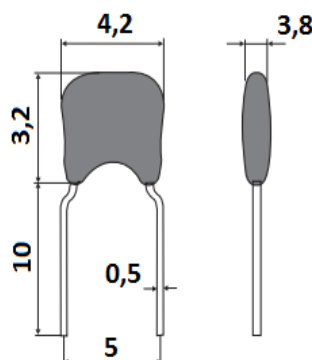


Рисунок 2.3 - Габаритні розміри конденсатора NPO

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

Позиційне позначення	SB1-SB8
Назва компонента	Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180
Виробник	"KLS"
Критерії вибору	Розмір, принцип роботи, струм, напруга
Параметри та характеристики	
Робоча напруга, В	12
Робочий струм, А	0.05
Розмір, мм	6x6
Висота / довжина кнопки з штовхачем (до контактів), мм	9.5
Висота / довжина штовхальника, мм	6

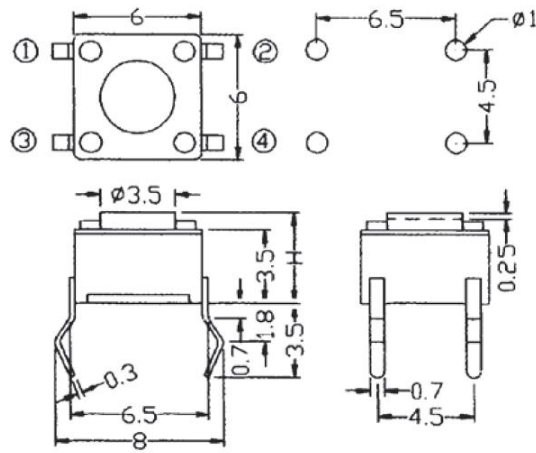


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри кнопки KLS7-TS6601-13.0-180

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

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

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

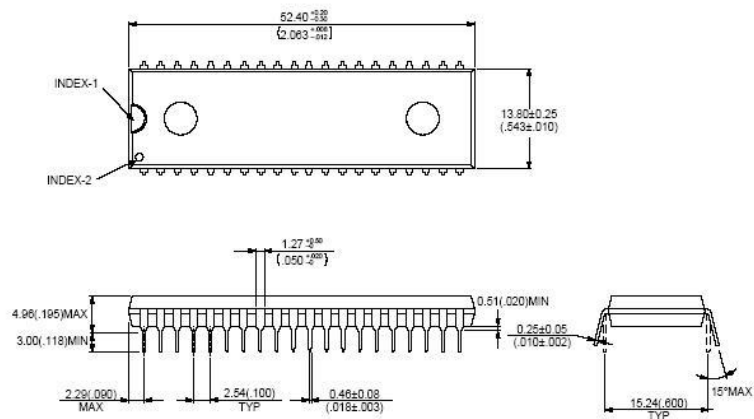


Рисунок 2.5 - Габаритні розміри мікросхеми ATMEGA8535-16AU

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.6 - Цифровий індикатор DA56-11GWA "Kingbright" [7]

Позиційне позначення	HG2, HG3
Назва компонента	Цифровий індикатор DA56-11GWA
Виробник	"Kingbright"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, принцип роботи
Параметри та характеристики	
Тип дисплея	символьний РК-дисплей
Формат	20 символів × 4 рядки (20×4)
Напруга живлення (Vcc)	5 В
Споживаний струм	~1–2 мА (без підсвічування)
Кількість виводів	16
Робоча температура	приблизно –20...+70 °С
Тип монтажу	through-hole (вивідний)



Рисунок 2.6 - Зовнішній вигляд індикатора DA56-11GWA "Kingbright"

Таблиця 2.7 - Цифровий індикатор HDSP-F501 "Broadcom" [8]

Позиційне позначення	HG4
Назва компонента	Цифровий індикатор HDSP-F501
Виробник	"Broadcom"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, принцип роботи
Параметри та характеристики	
Пряма напруга (Vf):	~1.8 – 2.2 В
Колір світіння:	червоний
Прямий струм (If):	10–20 мА
Максимальний струм сегмента:	до 25 мА
Напруга зворотна:	до 5 В
Довжина хвилі: приблизно	625–635 нм
Кут огляду:	~60–100°
Робочий діапазон:	–40°С ... +85°С
Тип підключення:	загальний анод
Кількість розрядів:	1

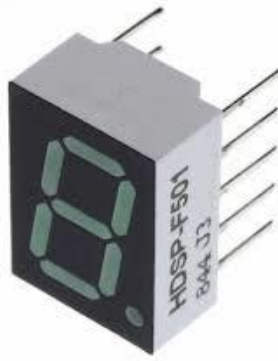


Рисунок 2.7 - Зовнішній вигляд індикатора HDSP-F501 "Broadcom"

Таблиця 2.8 - Перемикач A14B1K11 "EMAS" [9]

Позиційне позначення	SA1
Назва компонента	Перемикач A14B1K11
Виробник	"EMAS"
Критерії вибору	Розмір, принцип роботи, струм, напруга
Параметри та характеристики	
Робоча напруга постійна, В	12
Функціональне призначення	перемикач клавішний
Колір	червоний
Кількість контактів в контактній групі	3
Кількість контактних груп	1
Алгоритм роботи	on-on
Робоча напруга, В	12
Робочий струм, А	20
Максимальне напруження, В 1500 в перем.тока протягом	1 хв
Вага, г	10

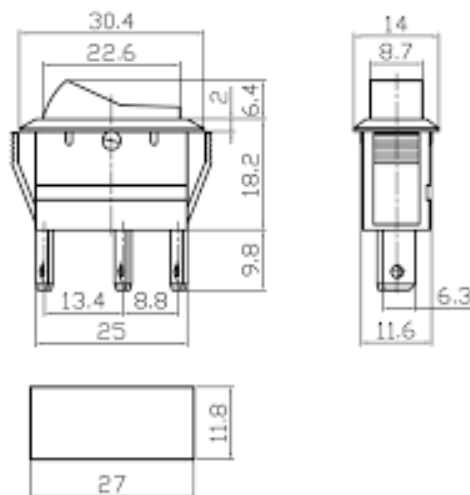


Рисунок 2.8 – Габаритні розміри перемикача A14B1K11

Таблиця 2.9 - Діод 1N4148 [10]

Позиційне позначення	VD1-VD8
Назва компонента	Діод 1N4148
Виробник	"Diotec"
Критерії вибору	Струм, корпус, напруга пробою
Параметри та характеристики	
Потужність розсіювання	0.5 Вт
Мінімальна напруга стабілізації	9.4 В
Максимальна напруга стабілізації	10,6 В
Статичний опір R _{ст}	-55 ... 105 °С
Максимальний струм стабілізації I _{ст.Макс}	40мА
Робоча температура	-55 ... 200 °С
Корпус	do35

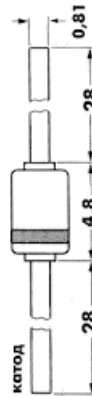


Рисунок 2.9 – Габаритні розміри діода 1N4148

Таблиця 2.10 - Транзистор BC557 "LGE" [11]

Позиційне позначення	VT1-VT5
Назва компонента	Транзистор BC557
Виробник	"LGE"
Критерії вибору	Тип, структура, струм, напруга, підсилення
Параметри та характеристики	
Тип транзистора	NPN
Максимальна напруга колектор-емітер (V _{ce})	до 40 В
Максимальна напруга емітер-база (V _{eb})	до 6 В
Імпульсний струм	до 800 мА
Коефіцієнт підсилення струму (h _{FE}):	приблизно 100–300
Частота переходу (f _T):	~250 МГц
Максимальна розсіювана потужність	~500 мВ
Корпус	ТО-92
Температурний діапазон	приблизно -55...+150 °С

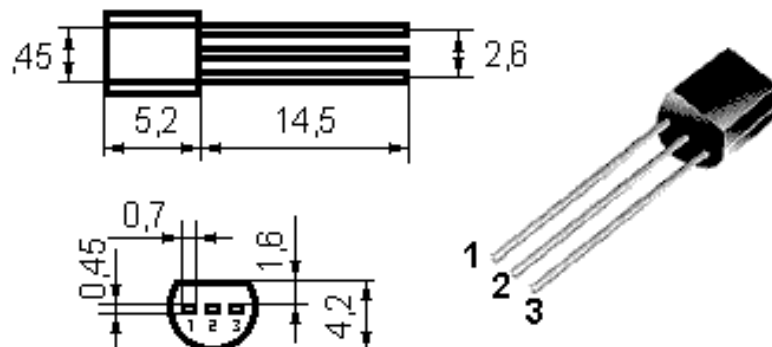


Рисунок 2.10 – Габаритні розміри транзистора BC557 "LGE"

Таблиця 2.11 - Кварцевий резонатор КХ-ЗНТ-11.0592 Гц "Geyer [12]

Позиційне позначення	ZQ1
Назва компонента	Кварцевий резонатор КХ-ЗНТ-11.0592 Гц "Geyer"
Виробник	"KDS"
Критерії вибору	Тактова частота, розміри, вхідна напруга
Параметри конструкції	див. рисунок 1.11
Параметри та характеристики	
Частота:	11.0592 МГц
Серійний опір (Rs):	<50 Ом
Робочий діапазон температур:	-20°C ... +70°C
Ємність навантаження (Load Capacitance, CL):	18–20 пФ
Призначення:	формування тактового сигналу для мікроконтролера

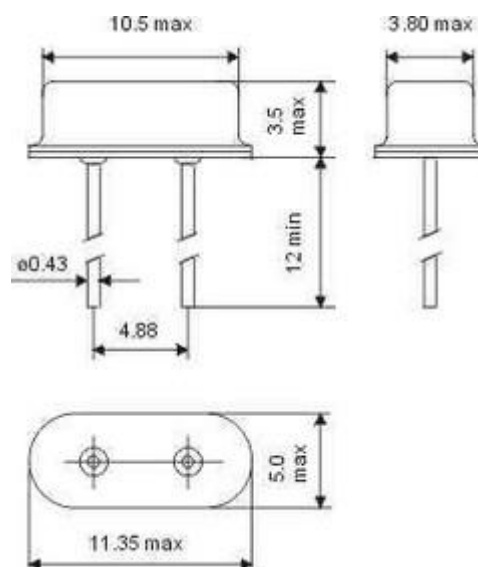


Рисунок 2.11 - Габаритні розміри кварцового резонатора КХ-ЗНТ-11.0592 Гц

Таблиця 2.12 - Роз'єм DS-025B "Dragon City" [13]

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



Рисунок 2.12 - Зовнішній вигляд роз'єму DS-025B "Dragon City"

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Схема електрична принципова транзисторного ключа зображена на рисунку 2.13 [34].

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

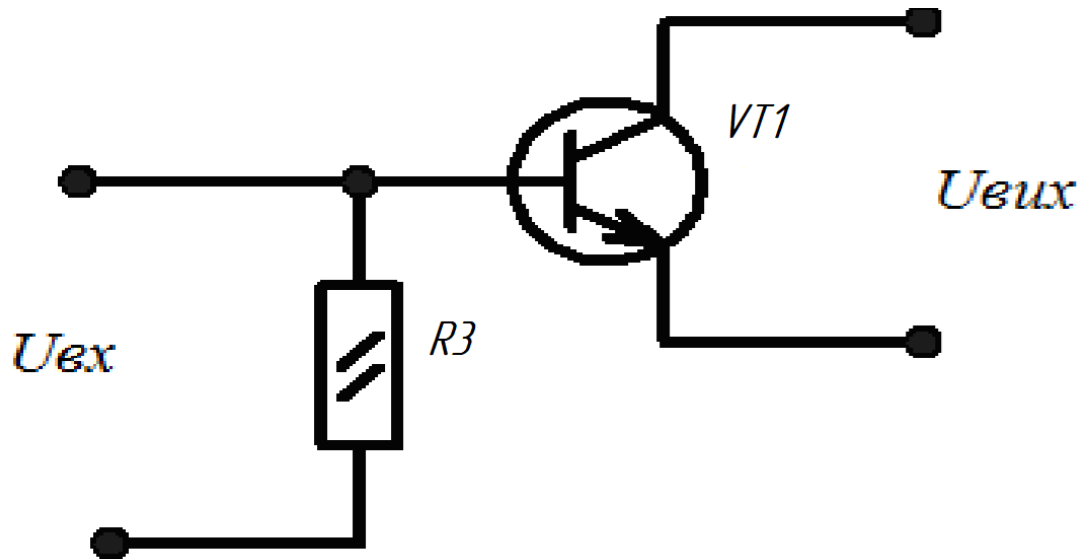


Рисунок 2.13 - Схема електрична принципова транзисторного ключа

Розрахуємо параметри транзисторного ключа при наступних умовах:

$$U_{ж}=25В;$$

$$R_H=1,5 \text{ кОм};$$

$$U_y=\pm 12В;$$

Транзистор BC557 виробник фірми "LGE".

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

$$U_{60}=0,6В;$$

$$R_{нас}=0,1 \text{ Ом};$$

$$r_6=1,5 \text{ кОм};$$

$$I_{к0}=0,1 \text{ А};$$

$$I_{к03В}=25 \text{ мА};$$

$$R_{6e}=10 \text{ Ом}.$$

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

$$I_{к.нас.} = \frac{U_{ж}}{R_H}, \quad (2.1)$$

де: R_H – опір навантаження;

$U_{ж}$ – напруга живлення;

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Опір управляючого резистора, який забезпечує включення транзистора:

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

де: U_y – напруга управління транзистором;

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

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

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

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

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

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

Схема електрична принципова RC-фільтра зображена на рисунку 2.14.

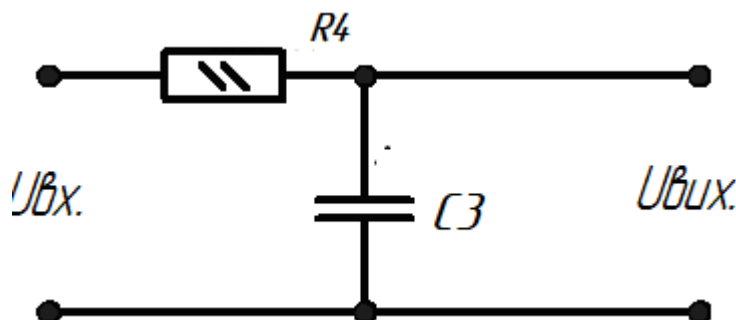


Рисунок 2.14- Схема електрична принципова RC-фільтра

1. Вихідні дані для проведення розрахунку:

$$C = 0,1\mu\text{кФ}$$

$$F_c = 10\text{кГц}$$

2. Розрахунок частоти зрізу проводиться за формулою:

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$f_c = \frac{1}{2\pi CR}, \quad (2.4)$$

де C – ємність конденсатора;

R – опір резистора;

Оскільки частота зрізу нам відомо, вона становить 10кГц, то розрахуємо тільки опір резистора.

3. Розрахунок опору резистора:

$$R = \frac{1}{2\pi C f_c}, \quad (2.5)$$

де f_c – частота зрізу, становить 10кГц.

$$R = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,1 \cdot 10} = 7,5 \text{ кОм}$$

Вибираємо резистор з опором 560 Ом та потужністю розсіювання 0,125 Вт. MFP-0,125-7,5 кОм 10% "Yageo"

$$R4 = 75 \text{ кОм}$$

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Вибрано комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85 [21].

Визначаємо мінімальну ширину друкованого провідника, мм., по постійному струму для кіл живлення і заземлення [13]:

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{доп}} \cdot t} = \frac{0,2 \text{ А}}{48 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2} \cdot 0,035 \text{ м}} = 0,2 \text{ мм} \quad (2.6)$$

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

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

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$b_{min2} = \frac{\rho * I_{max} * l}{U_d * t} = \frac{0,0175 \frac{Ом \cdot мм^2}{м} * 0,2A * 0,4м}{0,5В * 0,035м} = 0,1мм \quad (2.7)$$

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

$L = 0,5м$ – довжина провідника,

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

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r \quad (2.8)$$

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

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

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

$d_{E2} = 1,0$ - для індикаторів HG1-HG4.

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

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

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{min} = D_{1min} + 1,5hf + 0,03 \quad (2.9)$$

де: hf – товщина фольги; D_{1min} – мінімальний ефективний діаметр площадки;

$$D_{1min} = 2 \left(b_m + \frac{d_{max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (2.10)$$

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

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

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

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

$$d_{max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad (2.11)$$

де: Δd - допуск на отвір.

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

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

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

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

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

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

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{max} = D_{min} + (0,02 \dots 0,06) \quad (2.12)$$

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

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

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

$$b_{min} = b_{1min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.13)$$

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

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

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{1min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{max}}{2} + \delta p \right) + \left(\frac{d_{max}}{2} + \delta 1 \right) \right] \quad (2.14)$$

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

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

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta_1) \quad (2.16)$$

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

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

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

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Тепловий режим роботи проектованого виробу є одним із важливих факторів, що впливає на його надійність, стабільність параметрів та довговічність елементної бази.

У процесі роботи електронного пристрою основним джерелом тепловиділення є напівпровідникові елементи, мікросхеми, резистори та інші компоненти друкованої плати, які споживають електричну потужність і частину її перетворюють у тепло. Загальна теплова потужність виробу є відносно невеликою, що характерно для пристроїв подібного функціонального призначення.

Відведення тепла від елементів здійснюється за рахунок природної конвекції повітря всередині корпусу, а також теплопровідності через друковану плату та корпусні елементи. Корпус виробу виконаний із пластмаси, яка має

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

невисоку теплопровідність, тому основним шляхом тепловідведення є циркуляція повітря через конструктивні зазори та отвори корпусу.

Друкована плата, виготовлена з склотекстоліту, має достатню термостійкість і здатна витримувати робочі температури, що виникають при пайці та експлуатації елементів. Розміщення елементів на платі виконано таким чином, щоб найбільш теплонавантажені компоненти мали можливість віддавати тепло у навколишнє середовище без локального перегріву сусідніх елементів.

Оскільки габарити корпусу (128 × 128 × 52 мм) забезпечують певний внутрішній об'єм повітря, це сприяє рівномірному розподілу температури всередині виробу та зменшенню теплових піків. Додатково використання кріплення друкованої плати до корпусу дозволяє частково відводити тепло через точки механічного контакту.

Попередня оцінка теплового режиму показує, що при нормальних умовах експлуатації температура елементів не перевищує допустимих значень, встановлених для стандартної елементної бази (зазвичай до +70...+85 °С для більшості електронних компонентів). Це забезпечує стабільну роботу пристрою без необхідності застосування примусової вентиляції або додаткових охолоджувальних елементів.

У цілому тепловий режим виробу є сприятливим і відповідає вимогам надійної експлуатації електронної апаратури в умовах природного охолодження.

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою

Надійність характеризується рядом розрахункових показників, найбільш важливими з яких є інтенсивність відмов, середнє напрацювання до відмови, імовірність безвідмовної роботи. Надійність – це властивість виробу виконувати задані функції в певних умовах експлуатації при збереженні значень основних параметрів в заданих межах. Імовірність безвідмовної роботи

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вказує на те, яка частина виробів із заданої їх кількості буде працювати безвідмовно протягом заданого часу. Інтенсивністю відмов називають кількість відмов за одиницю часу, що приходить на один виріб, який продовжує працювати в даний момент часу. Середнє напрацювання до відмови знаходять при перевірці великої кількості виробів. Чим більше значення ТСР, тим краща надійність виробу.

Оскільки відмови та відновлення працездатності є випадковими подіями в тому змісті, що місце та час їх виникнення неможливо прогнозувати точно, надійність кількісно оцінюється імовірнісними характеристиками. Імовірність безвідмовної роботи (ІБР) елементу $p(t)$ або системи $p_c(t)$ – це імовірність того, що в межах заданого напрацювання t при визначених умовах експлуатації не виникне жодної відмови. Інтенсивність відмов $\lambda(t)$ – умовна щільність імовірності виникнення відмов пристрою, що визначається для певного моменту часу при умові, що до цього моменту відмови не виникали. Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [16]:

Таблиця 2.13 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{\text{нопр}}$	$I_{\text{відм}} * 1e-06$	$K\text{-сть} * K_{\text{нав від}} * 1e-06$
1	Мікросхеми	1	1	0,03	0,03
2	Діоди	8	0,35	0,7	1,96
3	Індикатори	4	1	20	80
4	Конденсатори електролітичні	1	0,4	2,4	0,96
5	Конденсатори керамічні	4	0,1	1,4	0,56
6	Резистори постійні	25	0,42	0,8	8,4
7	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
8	Пайки	199	1	0,02	3,98
9	Кнопка	8	1	2,2	17,6
10	Кварцевий резонатор	1	1	0,2	0,2
11	Гнізда	1	1	0,05	0,05
12	Транзистори	5	0,35	4	7
13	Перемикач	1	1	0,5	0,5

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 0.00012131 1/год

Середня наробка до відмови: 8243.3 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.998788$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.987942$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.885759$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.297274$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.000005$

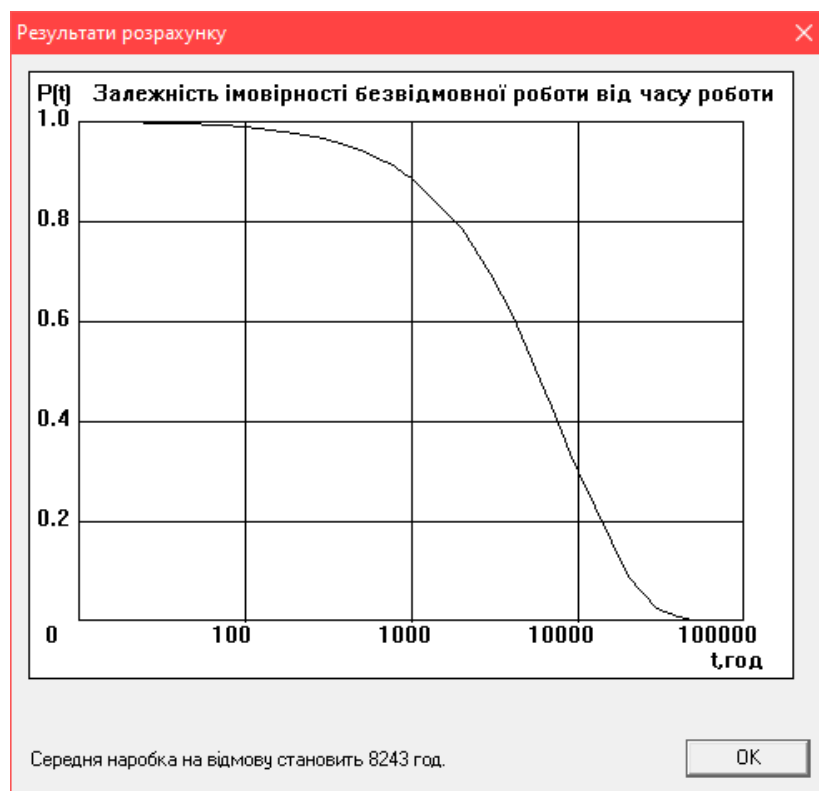


Рисунок 2.15 - Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 8243 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Техніко-економічний аналіз конструкції проектного виробу проводиться з метою оцінки доцільності прийнятих конструктивних рішень, вибору матеріалів, а також визначення ефективності виробу з точки зору витрат на виготовлення та подальшу експлуатацію. Конструкція виробу є раціональною та відповідає сучасним вимогам до електронної апаратури невеликої складності. Корпус пристрою виконаний із пластмаси, що забезпечує достатню механічну міцність при малій масі, добрі електроізоляційні властивості, простоту виготовлення методом лиття у прес-формах та можливість серійного виробництва з невисокою собівартістю. Основним функціональним вузлом є друкована плата, виготовлена з двостороннього фольгованого склотекстоліту, що дозволяє зменшити габарити виробу, підвищити щільність монтажу, скоротити кількість з'єднувальних провідників і підвищити надійність роботи пристрою. Компонування елементів виконано компактно та логічно, що спрощує процес складання, обслуговування і ремонту виробу. Органи керування винесені на верхню панель корпусу, що підвищує зручність експлуатації.

З технологічної точки зору конструкція виробу є достатньо простою, оскільки при її виготовленні використовуються стандартні матеріали, уніфіковані радіоелементи та друкований монтаж, відсутні складні механічні вузли, а процес складання не потребує дорогого або спеціалізованого обладнання. Це значно спрощує технологію виготовлення і зменшує трудомісткість виробничого процесу. Економічна ефективність конструкції забезпечується застосуванням недорогих і доступних матеріалів, мінімальною кількістю деталей корпусу, використанням друкованого монтажу замість об'ємного монтажу, а також скороченням часу складання виробу. Завдяки цьому зменшуються витрати на виробництво і підвищується рентабельність виготовлення.

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У підсумку можна зробити висновок, що техніко-економічні показники конструкції є позитивними, оскільки виріб має просту конструкцію, є технологічним у виготовленні, економічно доцільним та придатним для серійного виробництва і практичного використання.

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

$$P=I*U=0,2*5=1 \text{ (Вт)} \quad (2.17)$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу

Складання та монтаж проектного електронного виробу здійснюються з урахуванням конструктивних особливостей корпусу та розташування основних функціональних вузлів.

Корпус пристрою виконаний із пластмаси та складається з двох частин — верхньої та нижньої кришок типу «корито». Така конструкція забезпечує зручність складання, доступ до внутрішніх елементів, а також захист електронних компонентів від механічних пошкоджень і зовнішніх впливів.

Габаритні розміри корпусу становлять 128 × 128 × 52 мм. У корпусі передбачені спеціальні кріпильні отвори, які забезпечують надійне з'єднання його частин та фіксацію внутрішніх елементів.

На верхній кришці корпусу розміщуються органи керування пристроєм: перемикач SA1 та кнопка SB8. Також у верхній частині передбачені отвори під декоративні накладки кнопок і місце для встановлення захисного скла індикатора. У місці стику верхньої та нижньої кришок встановлюється гніздо живлення XS1, що забезпечує підключення пристрою до джерела живлення.

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основним функціональним елементом виробу є друкований вузол (друкована плата). Вона виготовлена з двостороннього фольгованого склотекстоліту марки СФ2-35-ІКП (ГОСТ 10316-78) товщиною 1,5 мм. Габаритні розміри плати становлять 125 × 85 мм.

Розміщення елементів на платі виконано комбінованим способом: більшість радіоелементів встановлені з одного боку плати, тоді як на іншому боці розміщені кнопки SB1–SB7 та світлодіодні індикатори HG1–HG4. Друкована плата кріпиться до верхньої кришки корпусу за допомогою чотирьох гвинтів та шайб, що забезпечує її надійну фіксацію та стабільність у процесі експлуатації.

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

Якісна оцінка технологічності конструкції проектного виробу показує, що він є технологічним у виготовленні, складанні та ремонті. Це досягається завдяки простій конструкції корпусу, застосуванню стандартної елементної бази та використанню друкованого монтажу. Корпус виробу складається з двох пластикових кришок типу «корито», що значно спрощує процес складання та забезпечує зручний доступ до внутрішніх елементів. Друкована плата має компактні габарити та раціональне компонування елементів, що зменшує кількість з'єднань і підвищує надійність виробу. Використання стандартних компонентів (перемикачів, кнопок, індикаторів та роз'ємів) також позитивно впливає на технологічність конструкції, оскільки вони не потребують спеціального підганяння або нестандартного монтажу.

Збірка виробу виконується без застосування складних технологічних операцій, що дозволяє знизити трудомісткість виробництва та скоротити час монтажу. Конструкція передбачає гвинтове кріплення друкованої плати до корпусу, що забезпечує надійність фіксації та простоту демонтажу під час ремонту або обслуговування.

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для складання та монтажу виробу використовуються стандартні ручні інструменти, зокрема викрутки (хрестові та плоскі) для гвинтових з'єднань, паяльник або паяльна станція для монтажу радіоелементів, кусачки та пінцет для встановлення і обрізання виводів компонентів, а також мультиметр для контролю електричних параметрів під час налагодження. Для точного встановлення елементів застосовуються допоміжні інструменти, такі як монтажний пінцет і тримач плати («третя рука»).

Як пристосування та оснастка можуть використовуватись монтажні шаблони для встановлення компонентів на друковану плату, антистатичні килимки для захисту електронних компонентів від електростатичних розрядів, а також спеціальні лотки або касети для зберігання елементів під час складання. Під час серійного виробництва можливе застосування простих механічних пристроїв для фіксації корпусних частин та прискорення процесу складання.

Таким чином, конструкція виробу є технологічно доцільною, оскільки дозволяє використовувати стандартний набір інструментів та просту оснастку, не потребує складного обладнання та забезпечує зручність у виготовленні, складанні та ремонті.

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

Аналіз технологічності проектного виробу свідчить про його зручність у виготовленні, складанні та подальшому ремонті. Це забезпечується за рахунок простої конструктивної побудови корпусу, використання типових стандартних електронних компонентів, а також застосування друкованого монтажу, що значно спрощує загальний процес виробництва.

Конструкція корпусу виконана у вигляді двох пластикових елементів типу «корито», що полегшує складання виробу та забезпечує вільний доступ до внутрішніх вузлів при необхідності обслуговування. Друкована плата має

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

компактні розміри та логічно організоване розміщення елементів, що дозволяє скоротити довжину електричних з'єднань і підвищити загальну надійність роботи пристрою. Застосування уніфікованих деталей, таких як кнопки, перемикачі, індикатори та роз'єми, також позитивно впливає на технологічність, оскільки вони не потребують індивідуального доопрацювання або спеціальних методів встановлення.

Процес складання не передбачає складних або трудомістких операцій, що дає змогу зменшити витрати часу на виробництво та спростити монтаж. Фіксація друкованої плати виконується за допомогою гвинтових з'єднань, що забезпечує надійне кріплення всередині корпусу та водночас дозволяє легко демонтувати вузол у разі ремонту або технічного обслуговування.

У процесі виготовлення та монтажу використовуються стандартні ручні інструменти: викрутки з різними типами наконечників для гвинтових з'єднань, паяльне обладнання для встановлення радіоелементів, бокорізи та пінцет для роботи з выводами деталей, а також вимірювальні прилади, зокрема мультиметр для контролю електричних параметрів під час налагодження. Для більш точного монтажу застосовуються допоміжні пристрої, такі як монтажний пінцет і утримувач плати («третя рука»).

Як допоміжні засоби та оснастка можуть використовуватися монтажні шаблони для точного розташування елементів на платі, антистатичні килимки для захисту електроніки від електростатичних розрядів, а також спеціальні контейнери для зберігання компонентів під час складання. У випадку серійного виробництва допускається використання простих механічних пристроїв для фіксації корпусних частин і прискорення процесу складання.

У підсумку можна зробити висновок, що конструкція виробу є технологічно обґрунтованою, оскільки дозволяє застосовувати стандартний набір інструментів і нескладну оснастку, не потребує складного обладнання та забезпечує зручність виготовлення, складання і ремонту.

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

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

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

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{1}{1 + 50} = 0,02 \quad (2.18)$$

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

$$K_{\text{А.М}} = \frac{H_{\text{А.М}}}{H_{\text{М}}} = \frac{145}{209} = 0,7 \quad (2.19)$$

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

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

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

$$K_{\text{М.П.ЕРЕ}} = \frac{H_{\text{М.П.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{39}{50} = 0,78 \quad (2.20)$$

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

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

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{\text{повт.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{т.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = 1 - \frac{26}{50} = 0,48 \quad (2.21)$$

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

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

$$K_{\text{заст.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{т.ор.ЕРЕ}}}{H_{\text{т.ЕРЕ}}} = 1 - \frac{50}{50} = 0 \quad (2.22)$$

де $H_{\text{т.ор.ЕРЕ}}$ кількість типорозмірів оригінальних ЕРЕ у виробів

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

Коефіцієнт установочних розмірів електрорадіоелементів $K_{\text{вст.р}}$ визначається за формулою:

$$K_{\text{вст.р}} = 1 - \frac{H_{\text{вст.р}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = 1 - \frac{8}{50} = 0,84 \quad (2.23)$$

де $H_{\text{вст.р}}$ кількість видів встановлених розмірів ЕРЕ у виробі

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

$$K_{\text{ф}} = \frac{D_{\text{пр}}}{D} = \frac{1}{1} = 1 \quad (2.24)$$

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

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0,02*1 + 0,7*1 + 0,78*0,75 + 0,48*0,5 + 0*0,310 + 0,84*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,52 \quad (2.25)$$

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

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

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad (2.26)$$

Перевіряємо умову: $\frac{0,52}{0,5} = 1,02 \geq 1.$

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

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

Маршрутно-операційна технологія складання включає в себе наступні кроки:

- установка друкованого вузла у верхню частину корпусу;
- кріплення друкованого вузла до верхньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів;
- кріплення гнізд та накладок під кнопку, перемикачів;
- кріплення скла під індикатор;
- фіксація кришок за допомогою чотирьох гвинтів та ніжок;

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

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

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- рихтування;
- регулювання;
- лакування;
- технічний контроль [21].

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

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

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

Вартість будівель розраховується за формулою:

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

$$V_{\text{буд}} = 2000 \times 100 = 200000 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

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

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 200000 + 100000 = 300000 \text{ (грн.)}$$

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

$$V_{\text{обл}} = 200000 \cdot 0,5 = 100000 \text{ (грн.)}$$

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

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$V_{\text{інстр}} = 100000 \times 0,02 \times 1,1 = 2200 \text{ (грн.)}$$

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

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

$$V_{\text{інв}} = 100000 \times 0,03 \times 1,1 = 3300 \text{ (грн.)}$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

$$\text{ПІ} = 3000000 + 2200 + 3300 = 305500 \text{ (грн.)}$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

$$A = \frac{5500 \times 25}{100} = 1375 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 - Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

№з/ п	Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, тис. грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, тис. грн.
	Інструменти та прилади	2200	550
	Виробничий та господарський інвентар	3300	825
	Всього:	5500	1375

3.2 Розрахунок собівартості продукції

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

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

Виробнича собівартість

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

Повна собівартість

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$B_M = 737 \times 1,04 = 766,48 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

Таблиця 3.2- Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	75	75
2	Кришка нижня	1	75	75
3	Кришка верхня	1	75	75
4	Мікросхема	1	200	200
5	Конденсатори електролітичні	1	10	10
6	Конденсатори постійні	4	1	4
7	Резистори постійні	24	0,5	12
8	Перемикач	1	25	25
9	Індикатори	4	50	200
10	Діоди	8	2	16
11	Роз'єм	1	20	20
12	Транзистор	5	10	50
				737

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

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

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$P_{\text{від}} = \frac{30}{60} \times 220 = 110 (\text{грн})$$

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

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

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

Таблиця 3.3- Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{\text{шт}},$ хв.	Розряд	Годинна тарифна ставка, $(C_{\text{г}})$, грн/год
1	Пайка	12	V	220
2	Регулювання	10	V	220
3	Складання	8	V	220
	Всього	30		

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

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

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

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = 110 \times 0,11 = 12,1 (\text{грн})$$

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

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

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (110 + 12,1) = 26,86 \text{ (грн)}$$

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

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

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

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{68}{100} \times (110 + 12,1) = 83,03 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 68%);

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

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

$$V_{\text{зв}} = \frac{150}{100} \times (110 + 12,1) = 183 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 150%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 766,48 + (110 + 12,1 + 26,86) + 83,03 + 183 = 1181,47 \text{ (грн.)}$$

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На підставі розрахованих вище даних складають калькуляцію собівартості одиниці продукції (однієї деталі) та запланованого випуску. Калькуляція собівартості представлена в табл. 3.4

Таблиця 3.4- Калькуляція собівартості

№ з/п	Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.
1	2	3
1	Витрати матеріалів	766,48
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	110,00
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	12,1
4	Відрахування на соціальні заходи	26,86
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	83,03
6	Загальновиробничі витрати	183
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1181,47
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	915,44
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	266,03

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

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

$$Ц_{одпр} = 1181,47 \times \frac{100 + 31}{100} = 1547,73 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 31%);

3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\Pi_p = (1547,73 - 1181,47) \times 1840 = 673918,4 \text{ (грн),}$$

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\text{ЧП} = 673918,4 - 673918,4 \times \frac{18}{100} = 552613,1 \text{ (грн.)}$$

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

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

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

$$S_{повq} = 1181,47 \times 1840 = 2173904,8 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$R_{п} = \frac{552613,1}{2173904,8} \times 100\% = 25,42 \%$$

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

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

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

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

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

$$\Gamma\Pi = 552613,1 + 1375 = 553988,1 \text{ (грн.)},$$

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

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

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

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$\text{ЧТВ} = 503625,55 - 305500 = 198125,55 \text{ (грн.)}$$

де ЧТВ - чиста теперішня вартість проекту, грн.;

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

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

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

$$\text{ТВ} = \frac{553988,1}{(1 + 0,1)^1} = 503625,55 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

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

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

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

$$\text{ІП} = \frac{503625,55}{305500} = 1,65$$

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Π - індекс прибутковості інвестицій.

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

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

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

$$\text{Ток}_{\text{диск.}} = \frac{305500}{503625,55} = 0,61$$

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

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

$$\text{ГП}_{\text{диск}} = \frac{503625,55}{1} = 503625,55 \quad (\text{грн.})$$

де t - кількість років інвестування.

Підсумки вищенаведених розрахунків доцільно звести в табл. 3.5

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

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний обсяг виробництва виробу:	од.	1840
2	Собівартість виробу	грн./од.	1181,47
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1547,73
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	305500
5	Чистий прибуток	грн.	552613,1
6	Рентабельність виробу	%	25,42
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	198125,55
9	Індекс прибутковості	-	1,65
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,61

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Відповідальність посадових осіб за порушення законів, норм і правил охорони праці.

За порушення нормативних актів про охорону праці, невиконання розпоряджень посадових осіб органів державного нагляду з питань безпеки, гігієни праці і виробничого середовища підприємства (установи, організації) можуть притягуватися органами державного нагляду до сплати штрафу. На основі постанови про підсумки комплексної перевірки стану охорони праці на підприємстві у відсотках від місячного фонду заробітної платні накладають:

- до 2 % – голова Держгірпромнагляд;
- до 1,5 % – його замісник;
- до 1 % – начальники територіальних управлінь;
- до 0,5 % – начальники інспекцій.

Підприємства сплачують штраф за кожний пов'язаний з підприємством нещасний випадок і випадок професійного захворювання.

Розмір штрафу за нещасний випадок і (або) професійне захворювання з тимчасовою втратою працездатності визначається з розрахунку середньомісячної заробітної платні потерпілого в період його тимчасової втрати працездатності.

У разі стійкої втрати професійної працездатності розмір штрафу визначається з розрахунку половини середньомісячної заробітної платні потерпілого за кожний відсоток втрати ним професійної працездатності.

Штраф за нещасний випадок (професійне захворювання) зі смертельним наслідком сплачується в розмірі дворічної заробітної платні потерпілого. У разі замовчування нещасного випадку власник сплачує штраф у десятикратному розмірі. Невиплата штрафу упродовж місяця після остаточного вирішення можливого спору веде до начислення на його суму пені в розмірі двох відсотків за кожний прострочений день.

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виплата штрафу за порушення нормативних актів про охорону праці, за нещасні випадки і професійні захворювання здійснюється за рахунок доходу, який залишається в розпорядженні підприємства. Бюджетні установи, організації виплачують штраф за рахунок коштів, які направляються на преміювання.

Сума штрафу за порушення нормативних актів про охорону праці розподіляється таким чином :

- 30 % – на розрахунковий рахунок галузевого фонду охорони праці;
- 20 % – на розрахунковий рахунок регіонального фонду;
- 50 % – залишається у розпорядженні підприємства для забезпечення потрібного рівня безпеки і гігієни праці.

Кошти від виплати штрафу за нещасний випадок чи професійне захворювання перераховуються власником на розрахункові рахунки галузевого і регіонального фондів: у кожний фонд в розмірі 50 % загальної суми. З галузевого фонду половина суми штрафу перераховується в державний фонд охорони праці.

Штрафні санкції до підприємств (установ, організацій), підприємців застосовуються за порушення санітарного законодавства.

За передачу замовнику або у виробництво і застосування конструкторської, технологічної і проектної документації, яка не відповідає вимогам санітарних норм, розробник цієї документації виплачує штраф у розмірі 25 % вартості розробки. За випуск, реалізацію продукції, яка не відповідає чинним на Україні санітарним нормам або є небезпечною для життя і здоров'я людей, виплачується штраф у розмірі 100 % вартості випущеної або реалізованої продукції.

За фактом порушення санітарного законодавства складається протокол, на підставі якого виноситься постанова про накладання штрафу. Один примірник постанови подається державній податковій інспекції за місцезнаходженням підприємства. У випадку невиконання порушником

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

постанови упродовж 15 днів з дня її видання сума штрафу стягується державною податковою інспекцією без оскарження.

За порушення законодавства та інших нормативних актів про охорону праці, створення перешкод для дій посадових осіб органів державного нагляду і представників професійних спілок винні особи притягуються до дисциплінарної, адміністративної матеріальної, кримінальної відповідальності згідно з законодавством.

За порушення санітарного законодавства передбачається відповідальність дисциплінарна, адміністративна, цивільно-правова і кримінальна.

Дисциплінарна відповідальність – це одна з мір покарання: догана, звільнення.

Адміністративна відповідальність – це відповідальність посадових осіб і працівників перед органами державного нагляду, яка полягає у застосуванні до них штрафних санкцій.

Невиконання законних вимог Державного комітету України з нагляду за охороною праці (Держгірпромнагляду) або органів міністерства охорони навколишнього природного середовища і ядерної безпеки України призводить до накладання штрафів:

- на працівників – до п'яти мінімальних розмірів заробітної платні;
- на посадових осіб – до п'ятнадцяти мінімальних розмірів заробітної платні;

Порушення вимог законодавства про працю і охорону праці, законодавства та інших нормативних актів про безпечне ведення робіт в галузях промисловості – накладання штрафів:

- на працівників – до п'яти мінімальних розмірів заробітної платні;
- на посадових осіб підприємства (установи, організацій) – до десяти мінімальних розмірів заробітної платні.

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порушення чи невиконання колективного договору (угоди) особами, які представляють власника, іншими уповноваженими або особами, які представляють трудовий колектив, тягне за собою накладання штрафу до 100 мінімальних розмірів заробітної платні.

За порушення санітарного законодавства або невиконання постанов, розпоряджень, приписів, висновків посадових осіб органів, установ і закладів державної санітарно-епідеміологічної служби накладається штраф:

- на посадових осіб у розмірі від шести до двадцяти п'яти мінімальних розмірів заробітної платні,

- на громадян – від одного до дванадцяти мінімальних розмірів заробітної платні.

Матеріальна відповідальність передбачає відшкодування підприємству конкретними посадовими особами чи працівниками частини нанесеної шкоди внаслідок аварії, нещасного випадку чи професійного захворювання, які сталися з їхньої вини.

Цивільно-правова відповідальність за порушення санітарного законодавства передбачає відшкодування винними (підприємствами, підприємцями і громадянами) шкоди потерпілим особам (сталися захворювання, отруєння, радіаційне ураження, втрата працездатності, наступили інвалідність або смерть), а також компенсацію ними витрат санітарно-епідеміологічної служби і лікувально-профілактичних закладів.

Кримінальна відповідальність застосовується згідно з Кримінальним Кодексом України. Відповідно до статті 135, порушення вимог законодавства та інших нормативних актів про охорону праці посадовою особою, громадянином-власником підприємства чи уповноваженою ним особою, якщо воно створювало небезпеку для життя і здоров'я громадян, карається виправними роботами на термін до одного року або штрафом до п'ятнадцяти мінімальних розмірів заробітної платні.

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Оптимальні кліматичні умови.

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

Мікроклімат виробничих приміщень визначаються за такими параметрами:

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

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

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

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

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Віддача тепла організмом людини в навколишнє середовище здійснюється трьома основними способами (шляхами): конвекцією, випромінюванням та випаровуванням вологи з поверхні шкіри. При температурі повітря нижчої за температуру шкіри людини втрати тепла організмом відбуваються, переважно, за рахунок конвекційного і радіаційного переносу тепла. Якщо температура поверхні тіла дорівнює температурі оточуючого повітря або вища за неї, то тепловтрати тіла відбуваються лише за рахунок випаровування вологи. Разом з потом організм втрачає воду, вітаміни, мінеральні солі, внаслідок чого він обезводнюється, порушується обмін речовин.

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

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

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гаряче повітря саме буде віддавати своє тепло тілу людини, викликаючи його нагрівання.

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

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

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

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

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Кодовий замок на мікроконтролері ATmega 8535-16PI». Проведено вибір елементної бази на основі сучасних і поширених радіоелементів.

При проектуванні друкованого вузла була використана система автоматичного проектування Altium Designer, за допомогою якої було здійснено встановлення елементів і трасування друкованих провідників на друкованій платі приладу. В результаті отримано двосторонню друковану плату мінімальних розмірів 125×85мм з координатною сіткою 2,5мм. Також отримана плата має мінімальні паразитні зв'язки. Найкращим методом для виготовлення друкованої плати виявився комбінований метод. Елементи розміщені на друкованому вузлі досить компактно.

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

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

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кодовий замок на мікроконтролері ATmega 8535-16PI [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.joyta.ua/4334-avtomaticheskij-poliv-rastenij-v-teplice-i-sadovom-uchastke-svoimi-uakami/> (дата звернення 10.02.2026).
2. Конденсатор типу ECAP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/b41828a6225m007> (дата звернення 15.02.2026).
3. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu//details/b37979-g5102/kondensatory-keramicheskie-tht-50v/> (дата звернення 15.02.2026).
4. Конденсатор NPO [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/> (дата звернення 15.02.2026).
5. Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180 "KLS" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/kx-26-32-768-khz-kvarczevyj-rezonator_2404.html (дата звернення 15.02.2026).
6. Мікросхема ATMEGA8535-16AU "Microchip" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://car-led.org/ua/p31490203-chervonij-semisegmentnij-led.html> (дата звернення 15.02.2026).
7. Цифровий індикатор DA56-11GWA "Kingbright" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/cls7-ts6601-13.0-180> (дата звернення 15.02.2026).
8. Цифровий індикатор HDSP-F501 "Broadcom" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://hardelectronics./diod-1n4148.html> (дата звернення 15.02.2026).
9. Перемикач A14B1K11 "EMAS" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://electronoff.ua/good/tranzistor-bc556b-pnp-65v-0-1a-korpus-to-92.php> (дата звернення 15.02.2026).

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Діод 1N4148 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/b41828a6225m007>(дата звернення 15.02.2026).
11. Транзистор BC557 "LGE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.tme.eu//details/b37979-g5102/kondensatory-keramicheskie-tht-50v/>(дата звернення 15.02.2026).
12. Кварцевий резонатор КХ-ЗНТ-11.0592 Гц "Geyer [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/>(дата звернення 15.02.2026).
13. Роз'єм DS-025B "Dragon City" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/kx-26-32-768-khz-kvarczevyj-rezonator_2404.html(дата звернення 15.02.2026).
14. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2016
15. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Конструювання РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018
16. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguua.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>
17. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання графічної частини комплексного курсового проекту для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2020
18. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021
19. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Технологія виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

31. Смелянов В.В. Конспект лекцій з дисципліни “Системи мобільного зв’язку”, частина 2 – “Радіопередавальні та радіоприймальні пристрої” для студентів усіх форм навчання спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка. – Харків, Харківський національний університет радіоелектроніки, 2018. – 74 с.

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

33. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzgzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ0S4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ..*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRIb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNIWHAzWWxZWlJTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jaJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0Z1M3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2024).

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

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

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

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

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток Б 3D модель пристрою

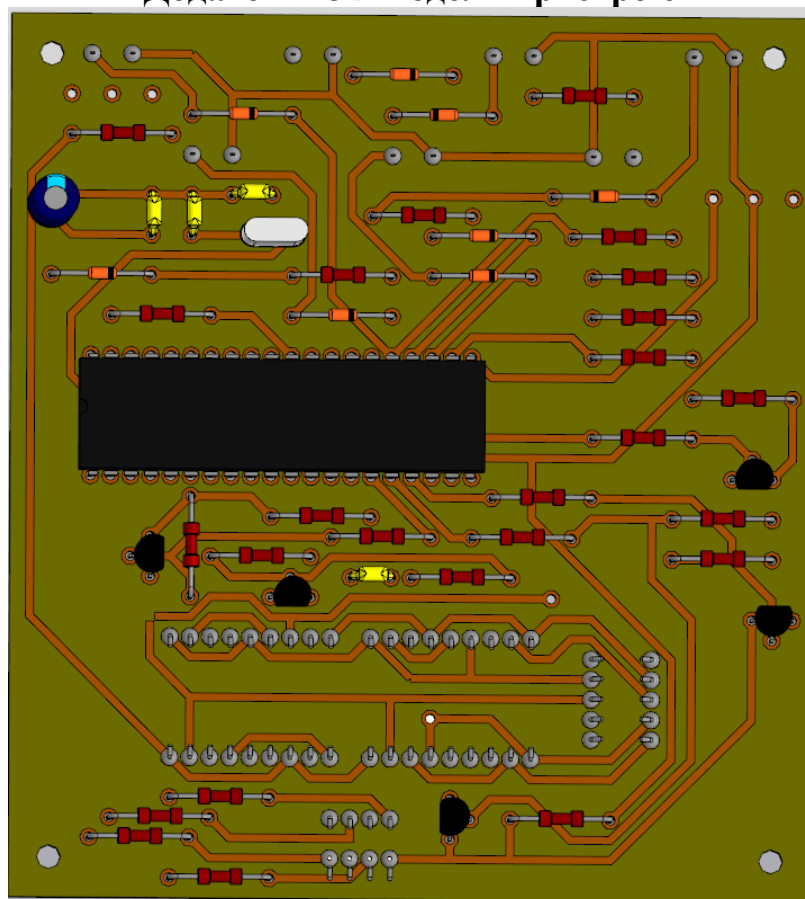


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний

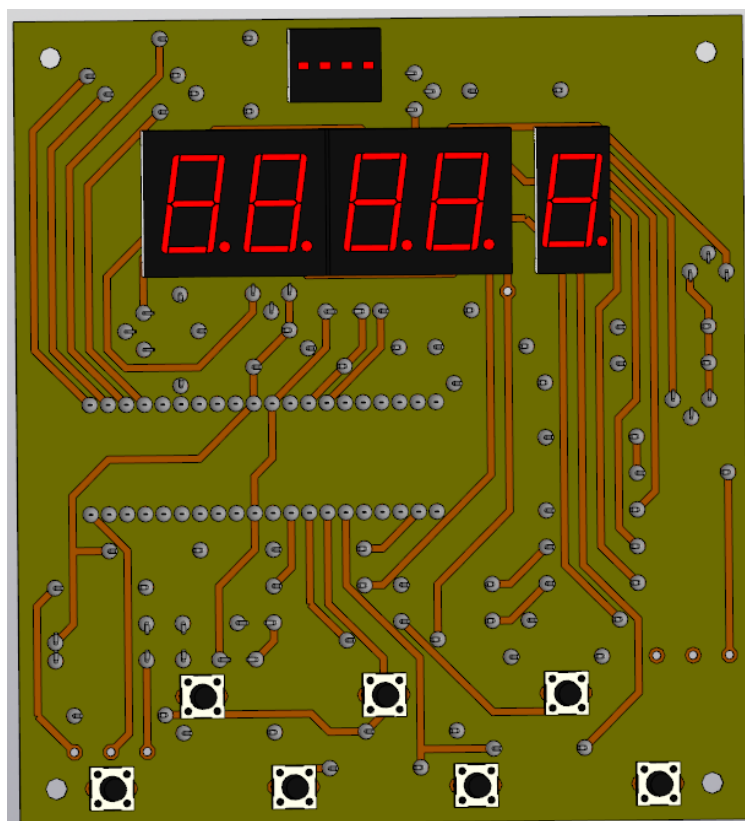


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний знизу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ

Арк.

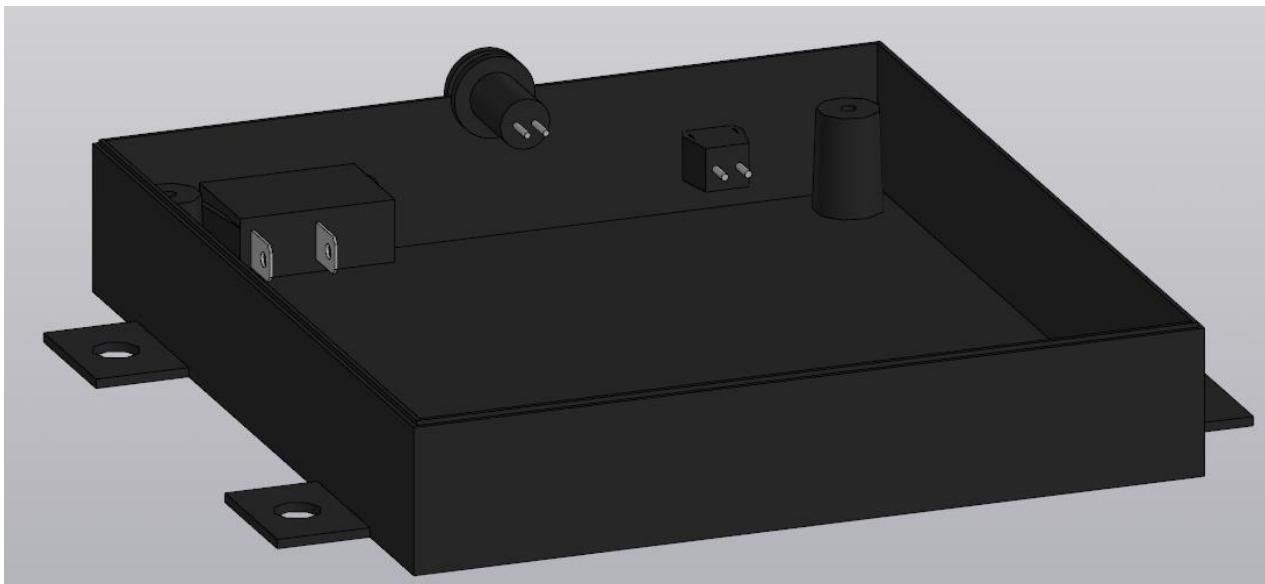


Рисунок Б.3– 3D модель пристрою, нижня кришка

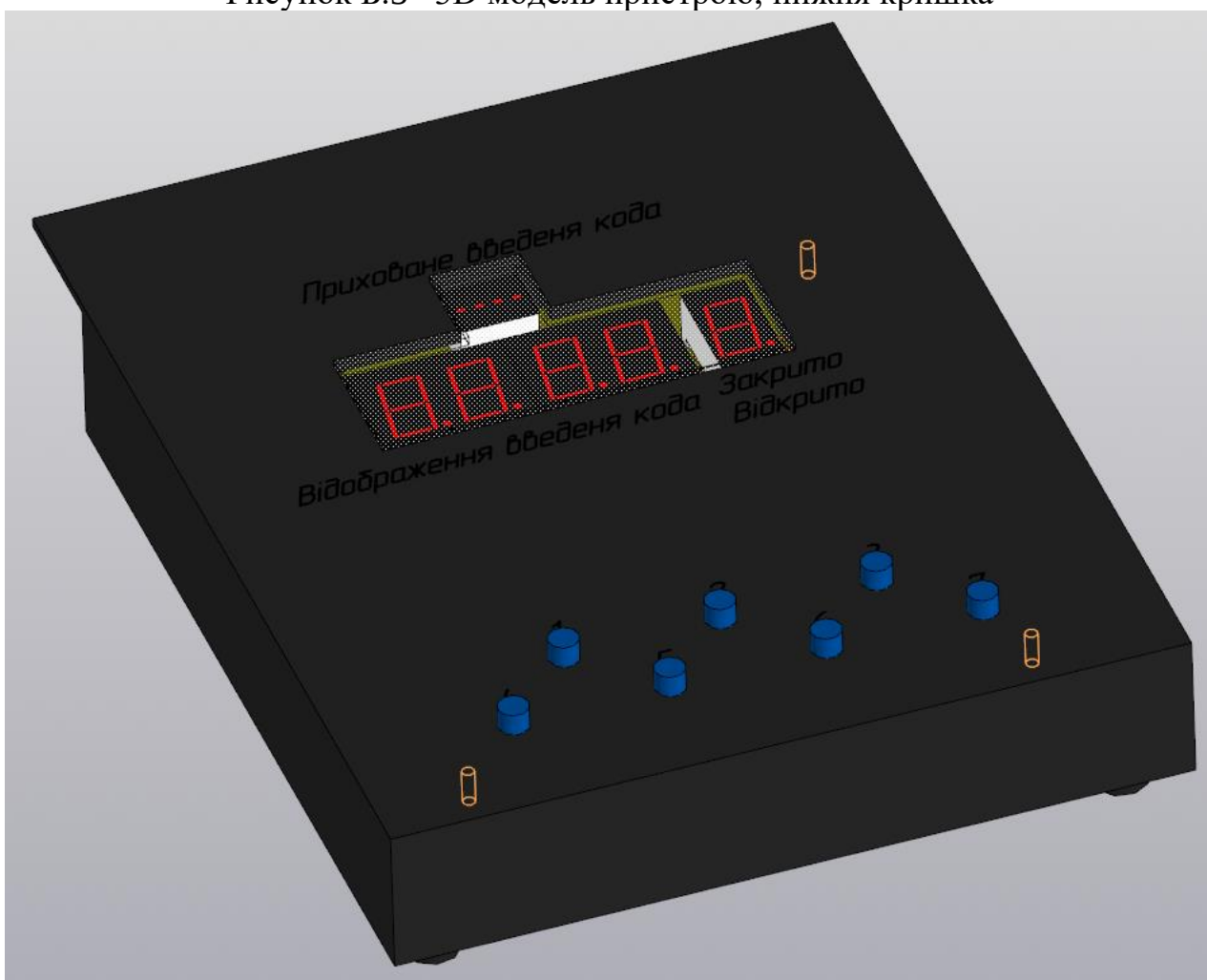


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, верхня кришка

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

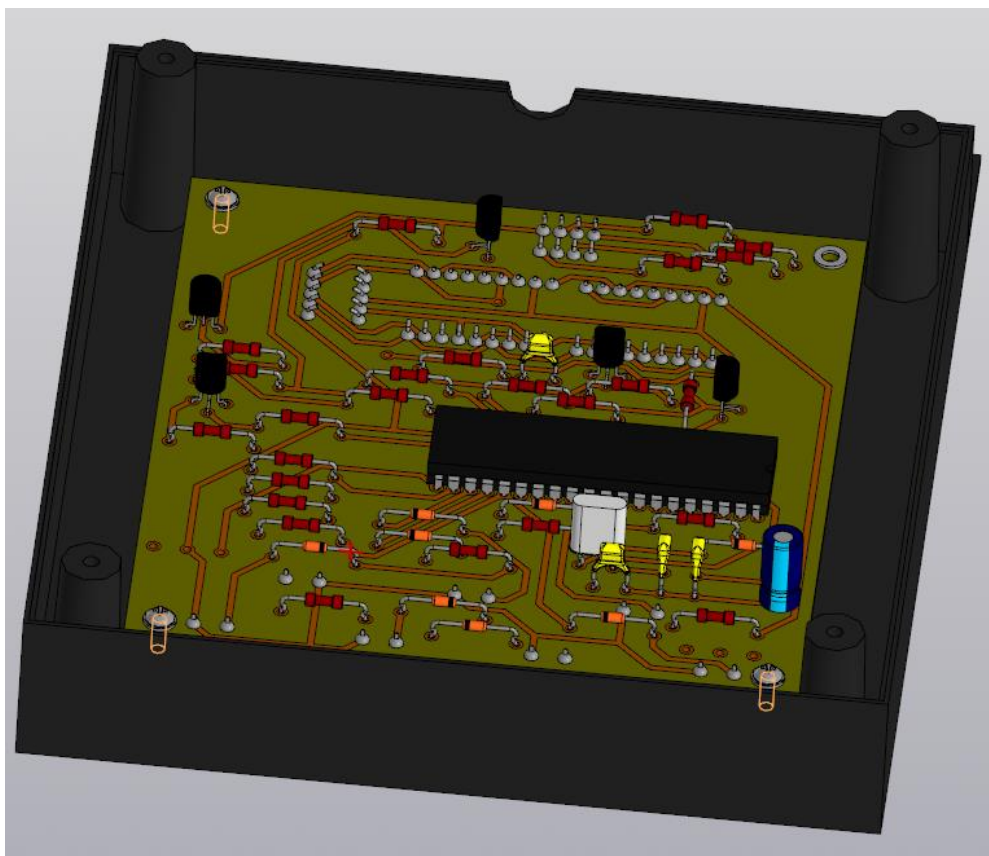


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, верхня кришка знизу

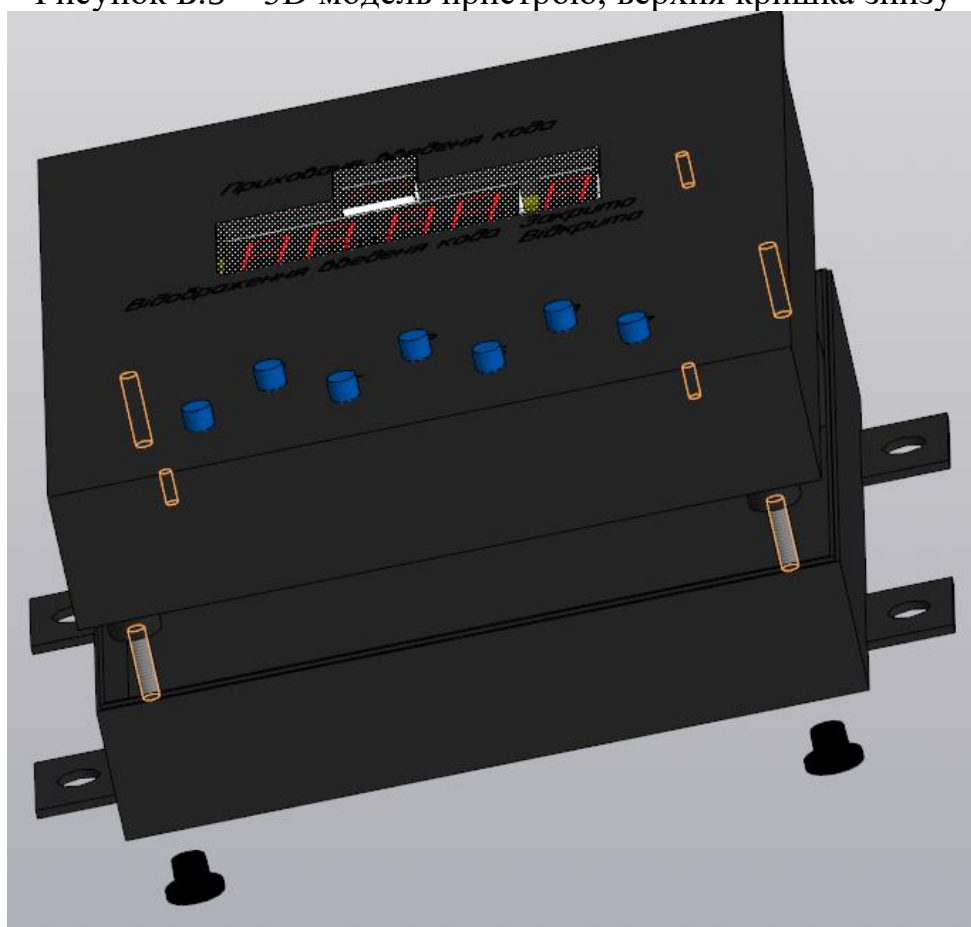


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

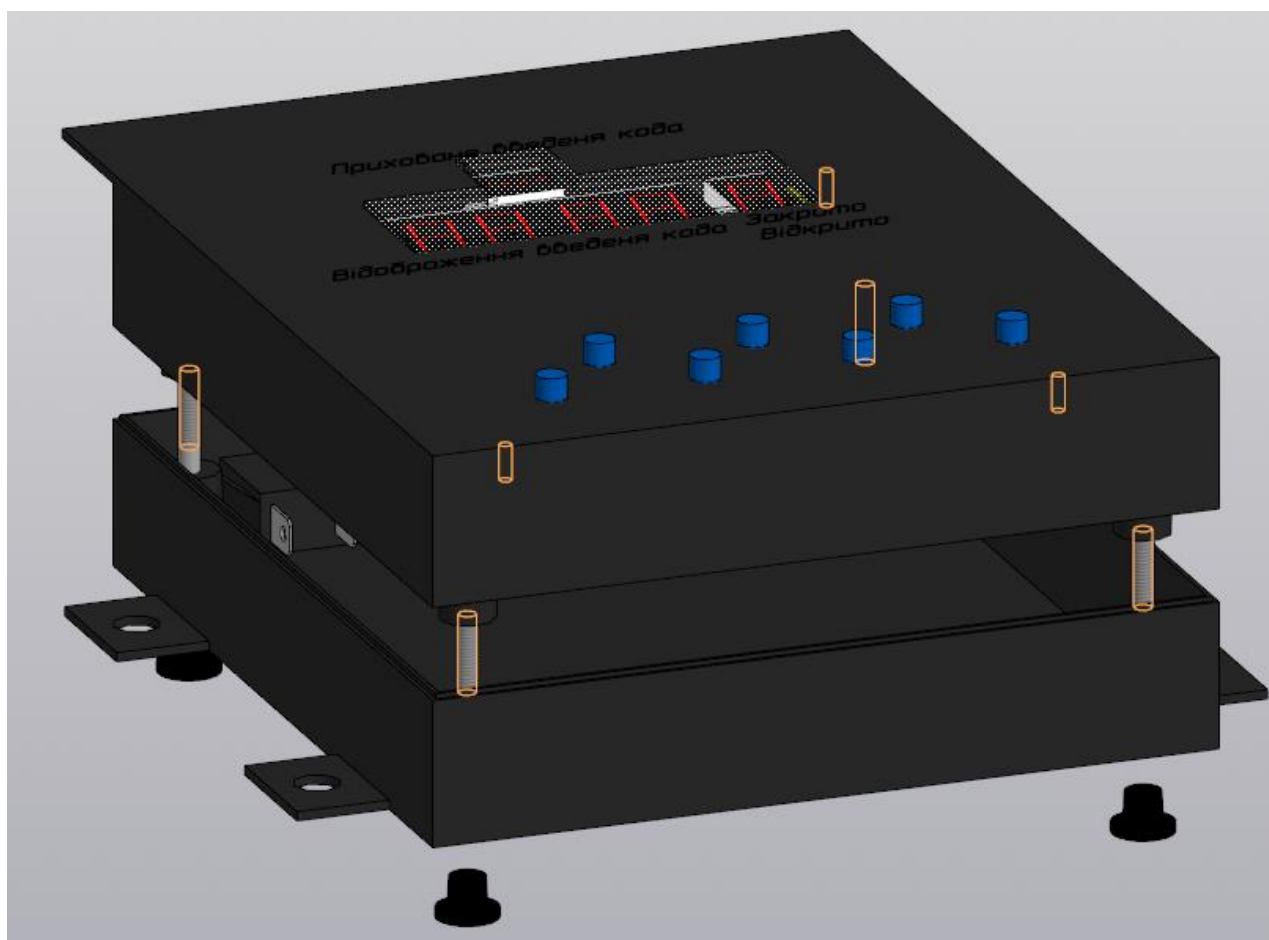


Рисунок Б.7 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

					26 КР 172.403.017.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл																				
Замість																				
Підпис																				
																Аркуш 4				
												26 КР 172.403.017.03.000				26 КР 172.403.017.03.118				
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документу											
Б					Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ	
к-м					Назва деталі, скл одиниці або матеріалу				Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр	
01					Пінцет РТ 265641															
К 02	1				Плата друкована				26 КР 172.403.017.001.001							796	100	100		
03	3				Конденсатори NPO-43nF ±5%				"Murata"							796	100	200		
04	4				Конденсатори NPO-0,1мкФ ±5%				"Murata"							796	100	200		
05	5				Конденсатори ECAP-16 В-10 мкФ ±20%				"Jamicon"							796	100	100		
06	7				Мікросхема Atmega 8535-16PI				"Atmel"							796	100	100		
07	13				Резистори MFP-0,125-1000м ± 10%				"Yageo"							796	100	100		
08	14				Резистори MFP-0,125-2000м ± 10%				"Yageo"							796	100	100		
09	15				Резистори MFP-0,125-4700м ± 10%				"Yageo"							796	100	400		
10	16				Резистори MFP-0,125-1к0м ± 10%				"Yageo"							796	100	500		
11	17				Резистори MFP-0,125-3к0м ± 10%				"Yageo"							796	100	600		
12	18				Резистори MFP-0,125-7,5к0м ± 10%				"Yageo"							796	100	100		
13	22				Діод 1N44148				"Diotec"							796	100	800		
14	24				Транзистор BC557				"LGE"							796	100	500		
15	26				Кварцевий резонатор КХ-3НТ-11.0592 Гц				"Geyer"							796	100	100		
16																				
17																				
18																				

[illegible]

Дубл.																															
Замість																															
Підпис																															
														Аркушів 4			Аркуш 1														
Розробив		Литвинюк							ВСП ТФК ТНТУ			26 КР 172.403.017.001 СК						26 КР 172.403.017.001													
Перевірів		Іващук																													
Нормував																															
Затвердив																															
Н. контр.		Задорожний																Н													
А		Цех		Діл		РМ		Опер		Код, назва операції					Позначення документу																
Б		Код, назва обладнання								СМ.		Проф		Р		УТ		КР		КОВД		ОН		ОП		К ШТ		Т ПЗ		Т ШТ	
К-М		Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу								Позначення, код							СПП		ОВ		ОН		КВ		ВНТР						
01										Охорона навколишнього середовища, згідно інструкції МВЯ790831																					
02		403				017		005		403.017.01 Комплектування																		0,005			
03										Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (29шт)																					
04																															
05		403				017		010		403.017.02 Слюсарно-складальна																		0,005			
06										Пневмоверт РТ 532964																					
07										Складання проводити по ТТП 231587 (29шт)																					
08										1. Кріпити друкований вузол поз.1 до верхньої кришки поз. 2 гвинтами поз.9 (4шт) через шайбу поз.11(4шт)згідно карти ескізів по ТТП																					
09										2. Кріпити скло під індикатор поз.4(1шт) накладку під кнопки поз.5(7шт) на верхню кришку поз. 2 згідно карти ескізів по ТТП 12838374																					
10										3. Кріпити роз'єм поз.8(XS1) між кришкою верхнею поз.2 та кришкою нижньою поз.3 згідно карти ескізів по ТТП 12838374																					
11										4. Кріпити перемикач поз.7(SA1) згідно карти ескізів по ТТП 12838374																					
12		1								Вузол друкований										26 КР 172.403.017.001.000 СК				796		100		100			
13		2								Кришка верхня										26 КР 172.403.017.004.001				796		100		100			
14		3								Кришка нижня										26 КР 172.403.017.004.002				796		100		100			

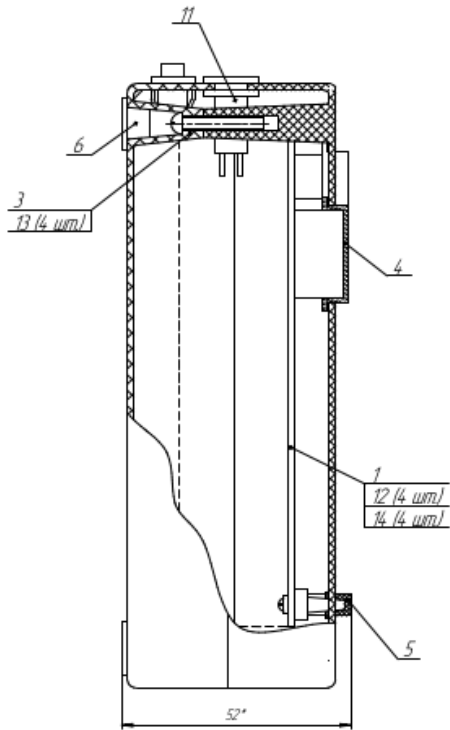
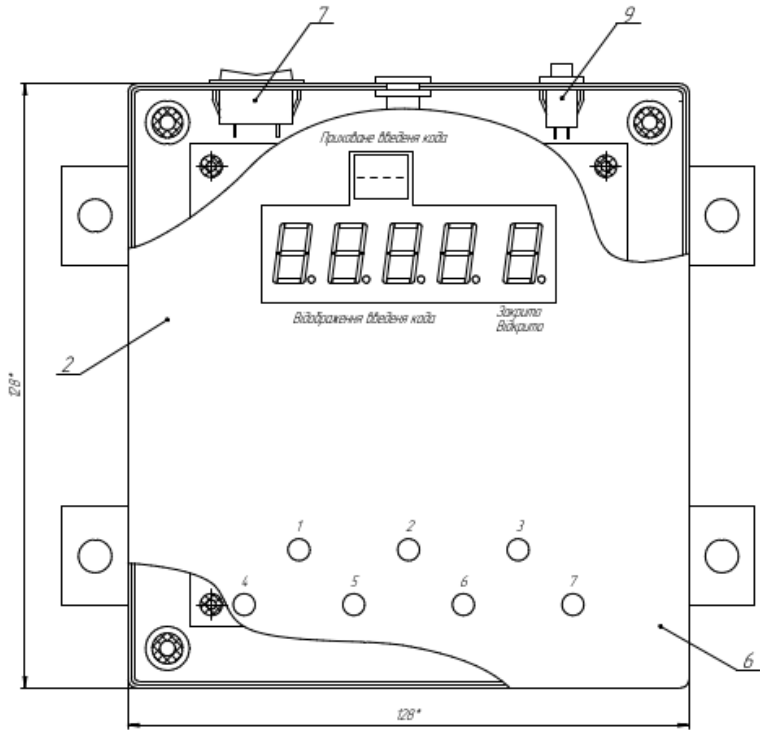
[illegible]

[illegible]

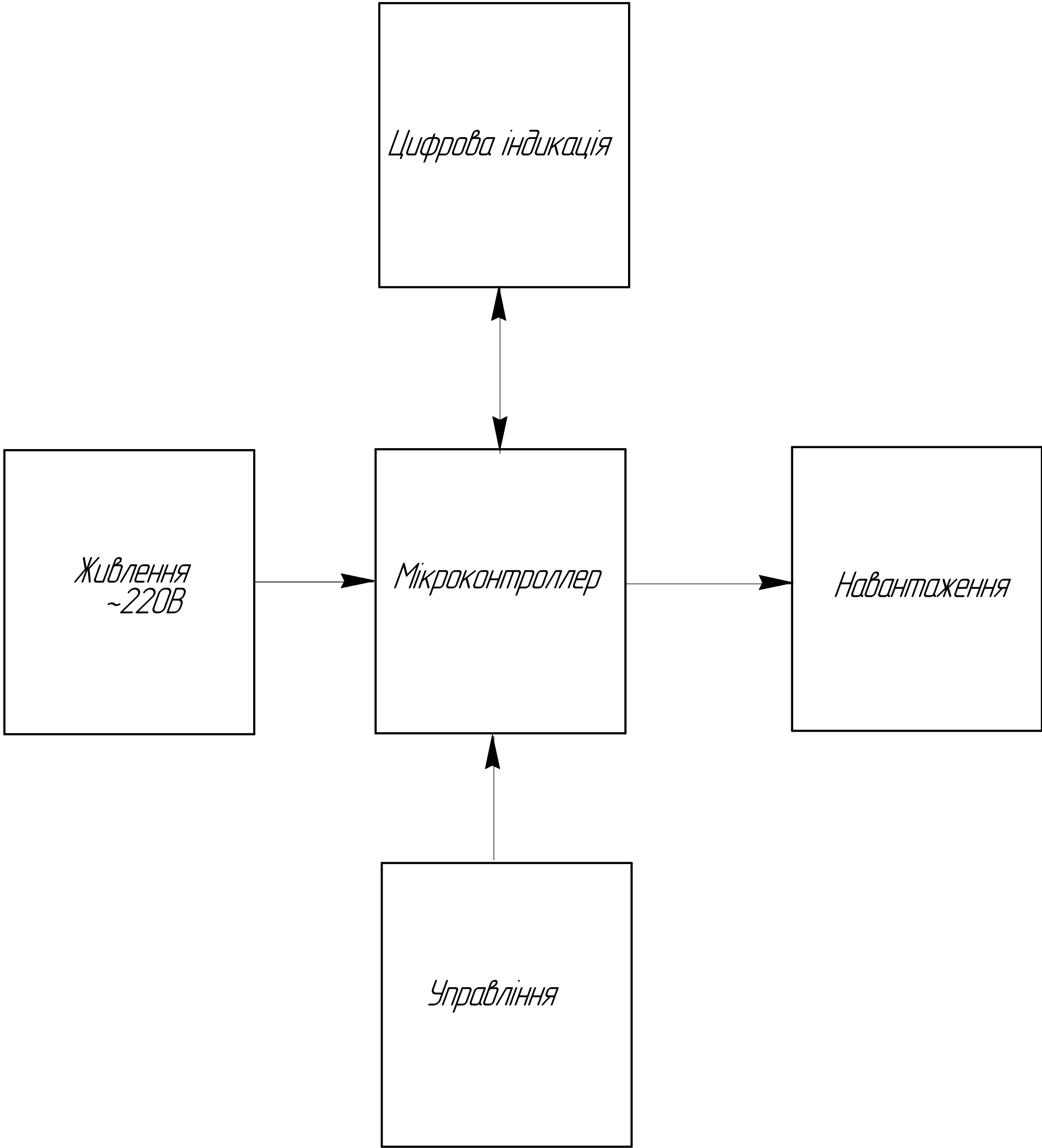
Дубл.									
Замість									
Підпис									

							Аркушів 4		Аркуш 4		
Розробив	Литвинюк			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.403.017.001 СК		26 КР 172.403.017.001				
Перевірів	Іващук										
Нормував				Кодовий замок на мікроконтролері АТмега 8535-16PI				Н			
Затвердив											
Н. контр.	Задорожний										

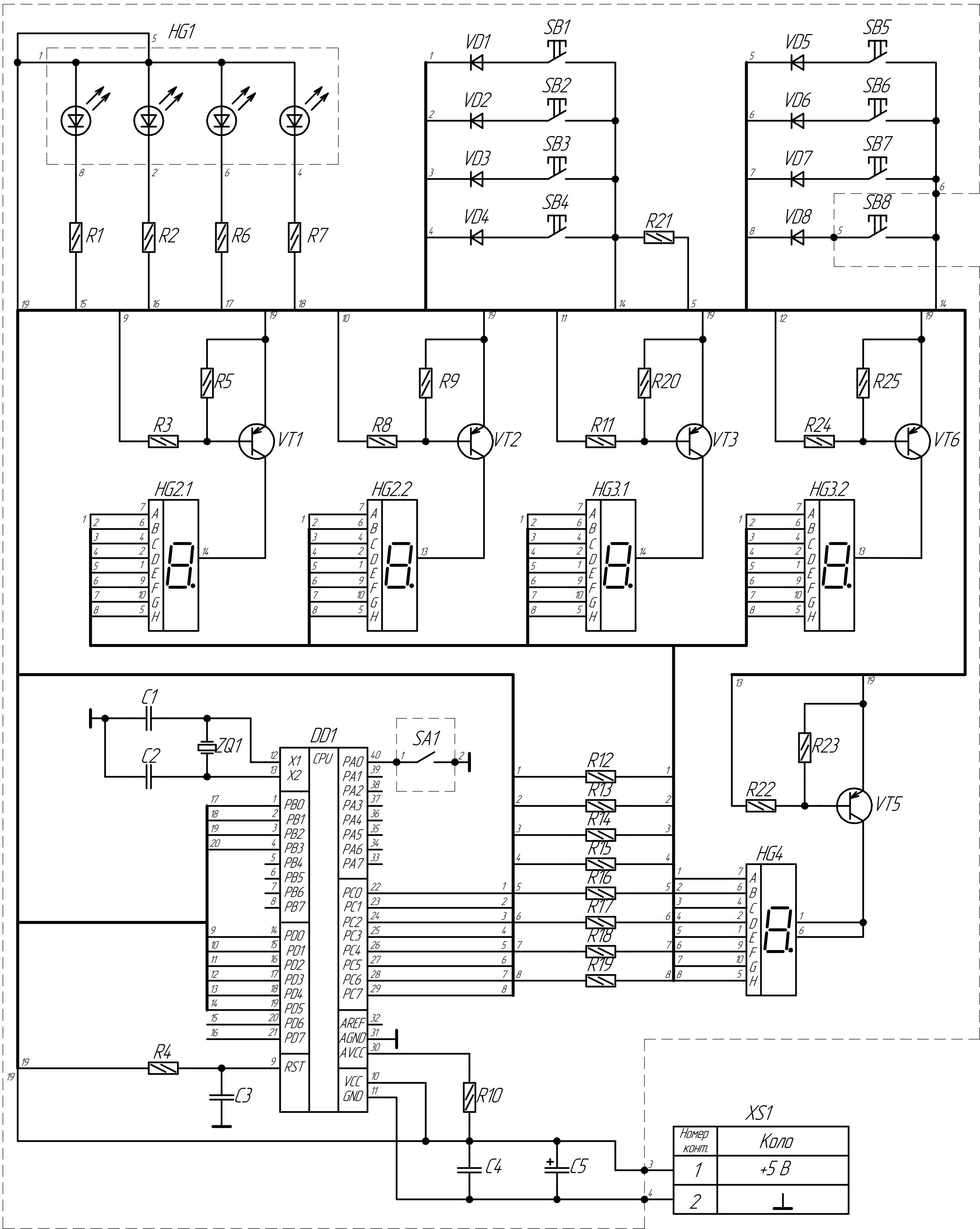
А	Цех	Діл	РМ	Опер	Код, назва операції	Позначення документу										
Б	Код, назва обладнання					СМ.	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
К-М	Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу					Позначення, код						СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР



26 КР 172.403.017.001.000 Е1



Перш. викорис.		Поз. познач.	Найменування			Кіл.	Примітка		
			Конденсатори						
		C1, C2	NPO-43 пФ ±5% "Murata"			2			
		C3, C4	NPO-0,1 мкФ ±5% "Murata"			2			
		C5	ECAP-16 В-10 мкФ ±20% "Jamicon"			1			
		DD1	Мікросхема Atmega 8535-16PI "Atmel"			1			
			Індикатори						
		HG1	A/LC362B "ECE"			1			
		HG2, HG3	DA56-11GWA "Kingbright"			2			
		HG4	HDSP-F501 "Broadcom"			1			
			Резистори						
		R1, R2	MFP-0,125-4 70 Ом ±10% "Yageo"			2			
		R3	MFP-0,125-3 кОм ±10% "Yageo"			1			
		R4	MFP-0,125-7,5 кОм ±10% "Yageo"			1			
		R5	MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"			1			
		R6, R7	MFP-0,125-4 70 Ом ±10% "Yageo"			2			
		R8	MFP-0,125-3 кОм ±10% "Yageo"			1			
		R9	MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"			1			
		R10	MFP-0,125-100 Ом ±10% "Yageo"			1			
		R11	MFP-0,125-3 кОм ±10% "Yageo"			1			
		R12...R19	MFP-0,125-200 Ом ±10% "Yageo"			8			
		R20	MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"			1			
		R21, R22	MFP-0,125-3 кОм ±10% "Yageo"			2			
						26 КР 172.403.017.001.000 ПЕЗ			
		Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
		Разроб.	Литвинюк				Літ.	Аркуш	Аркушів
		Перевір.	Іващук				н	1	2
		Нконтр.	Задорожний				ВСП ТФК ТР-403		
		Затверд.					м. Тернопіль		
Інв. № ориг.		Кодовий замок на мікроконтролері Atmega 8535-16PI Перелік елементів							



Перш. викорис.

Додат. №

Підпис і дата

Інв. № докл.

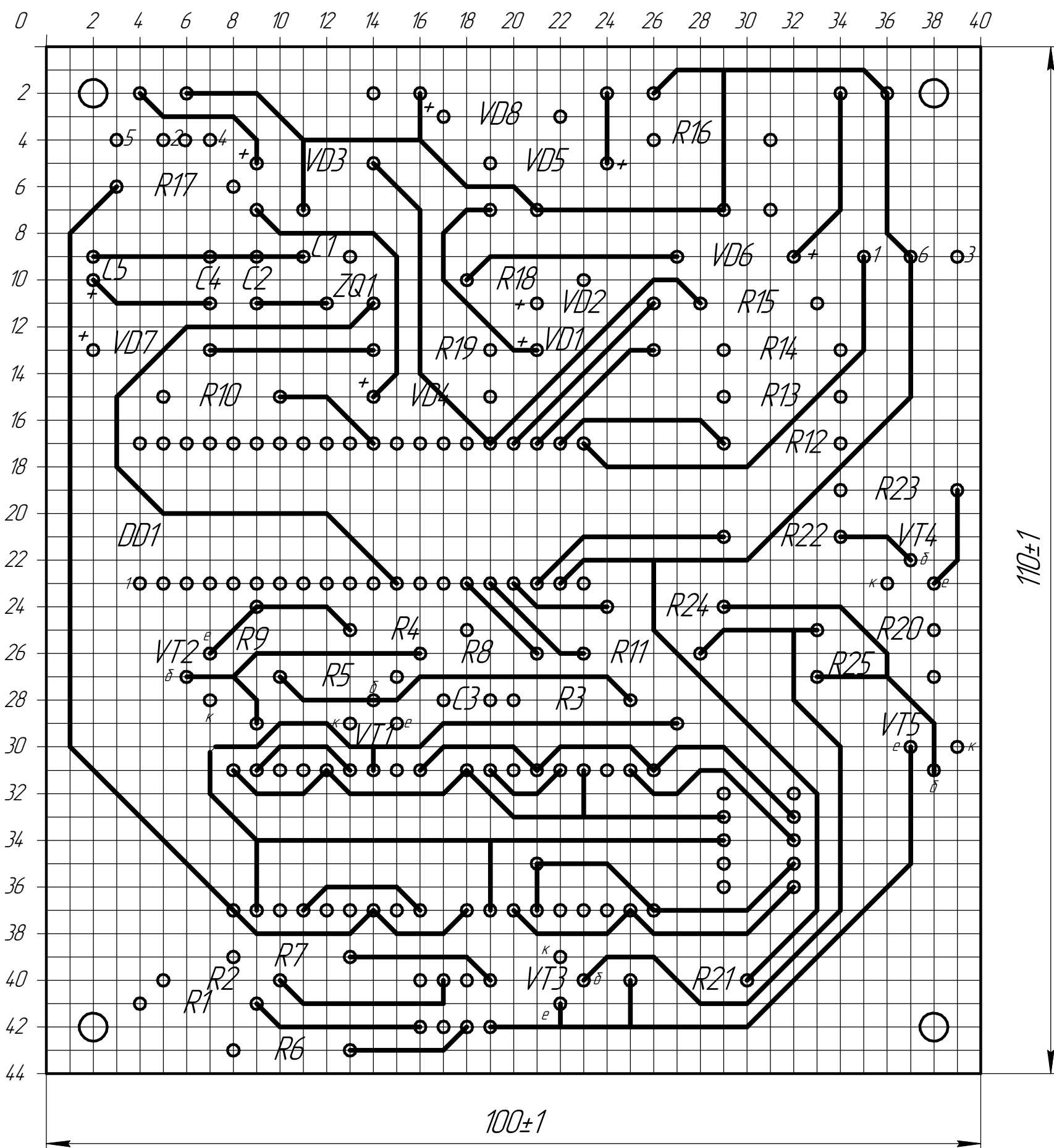
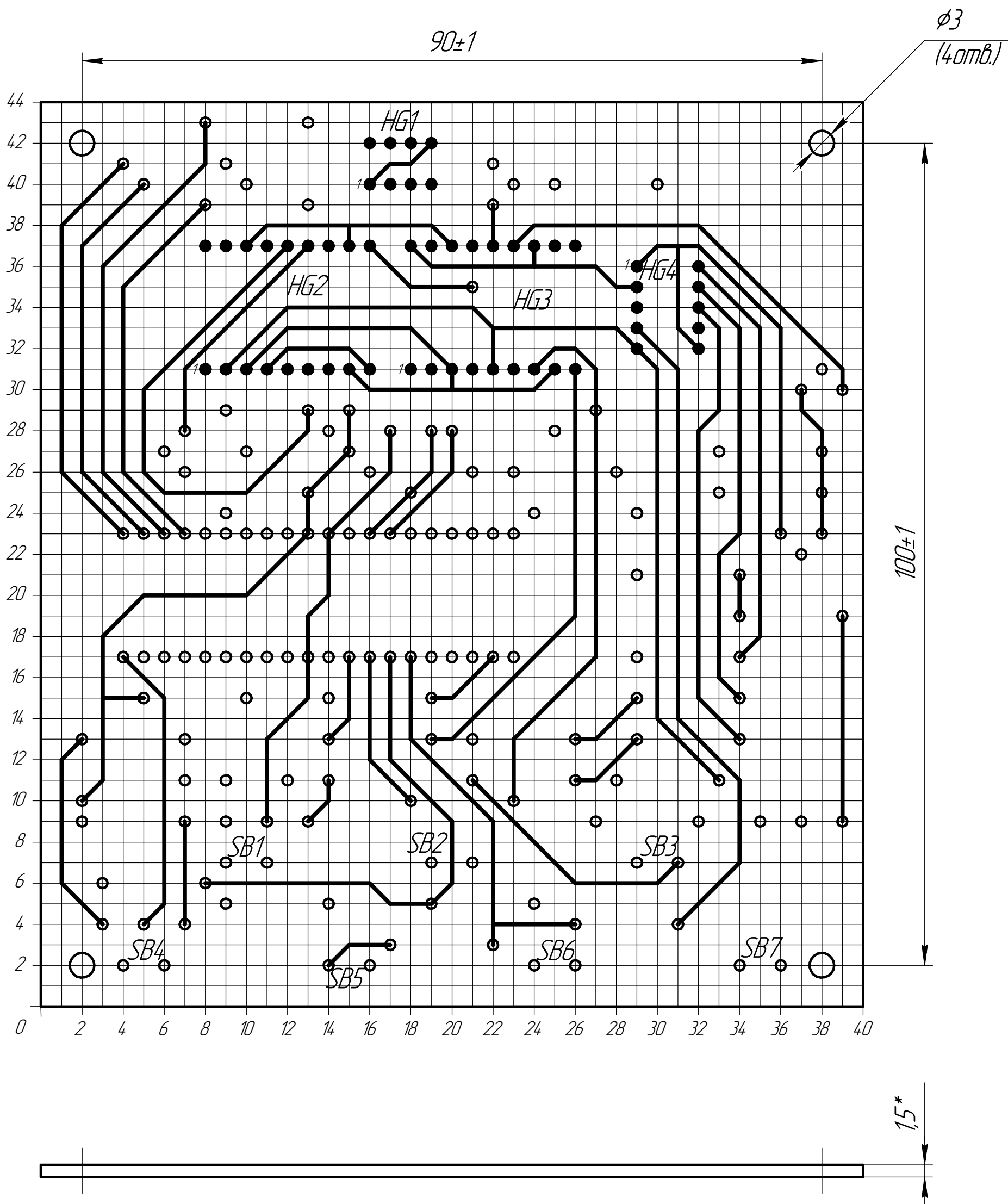
Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № архив.

				26 КР 172.403.017.001.000 Е3			
				Кодовий замок на мікроконтролері АТmega 8535-16PI			
				Схема електрична принципова			
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Литвинюк						
Перевір.	Івашук						
Т.контр.							
Н.контр.	Задорожний						
Затверд.							
				Копіявав			
				Формат А2			

26 КР 172.403.017.001.000 Е3



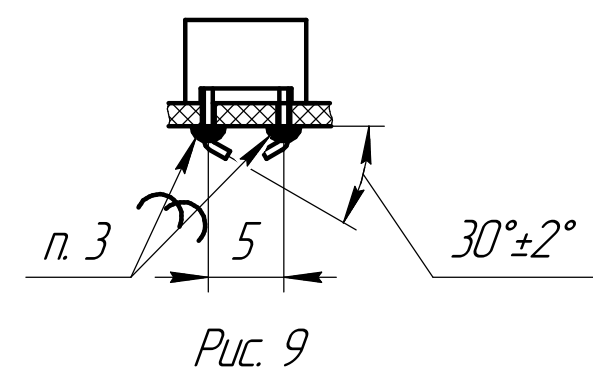
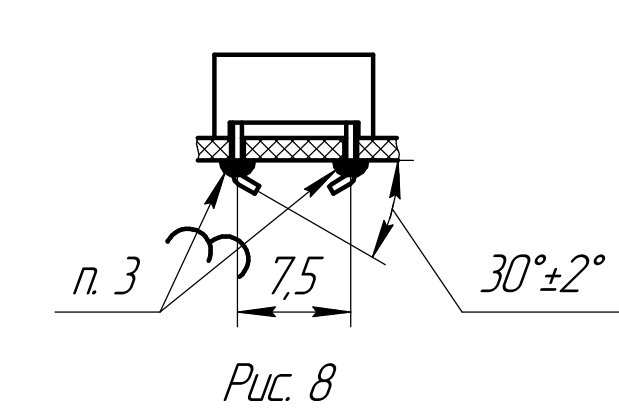
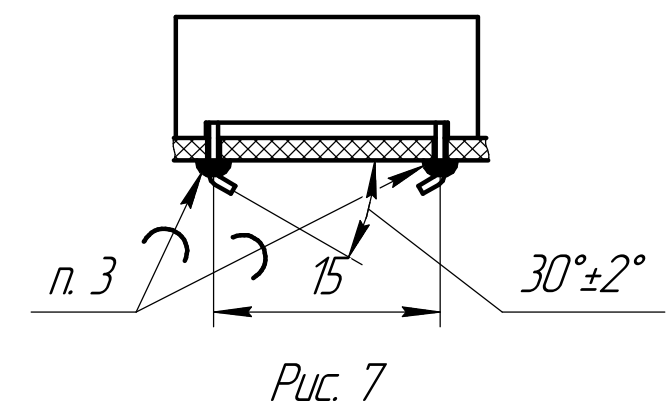
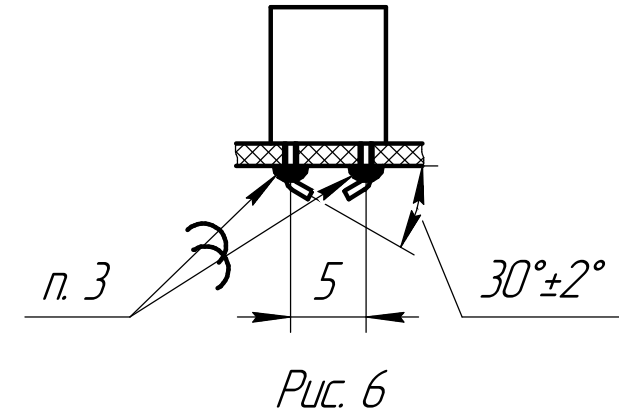
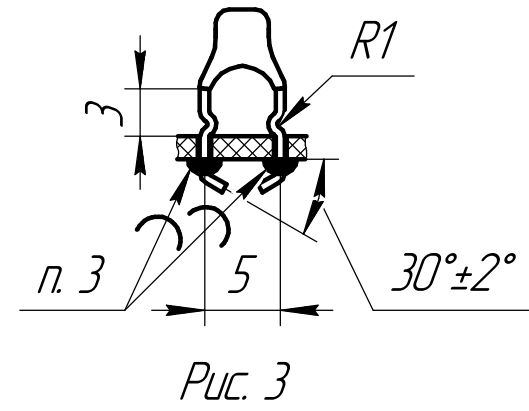
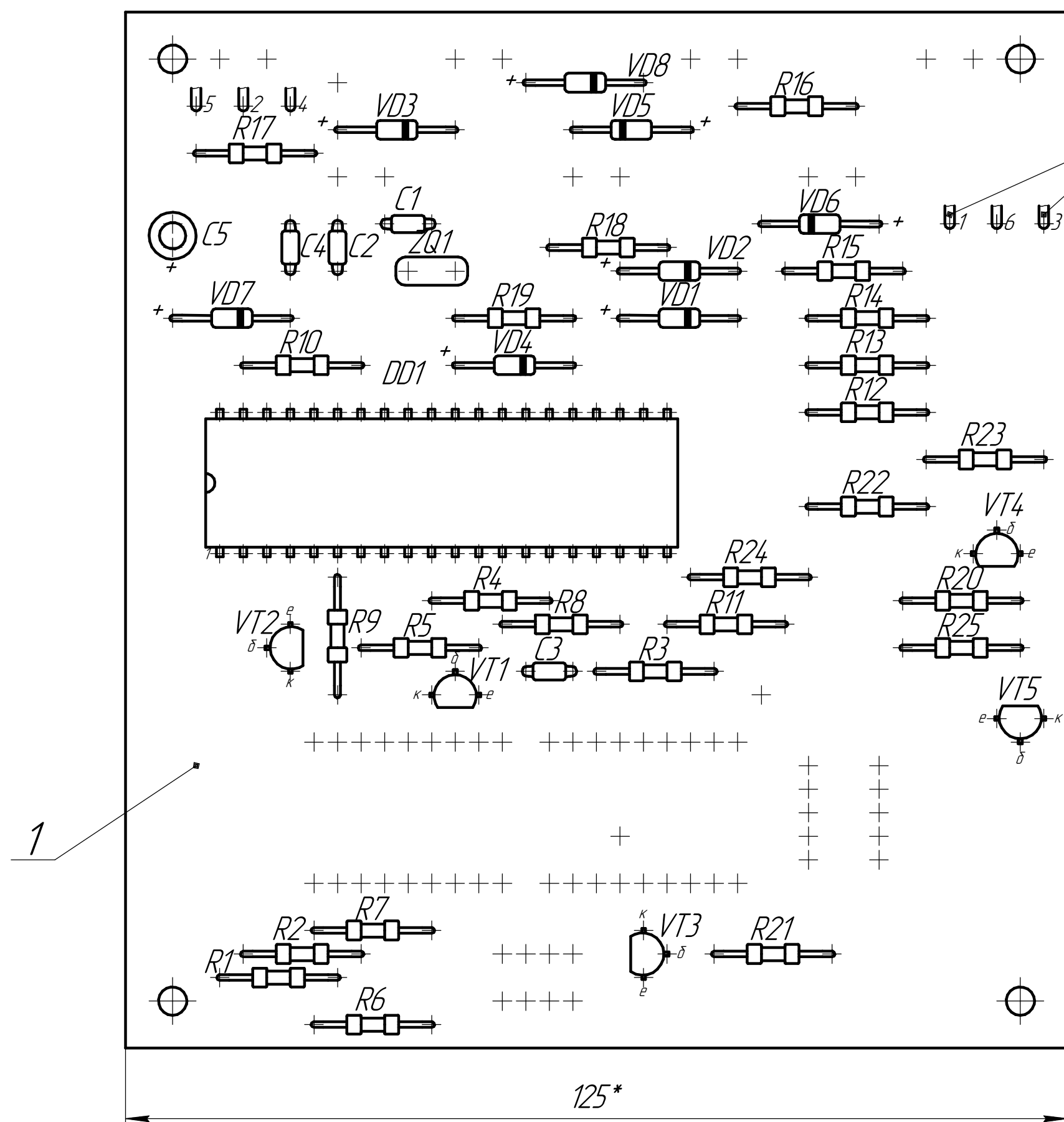
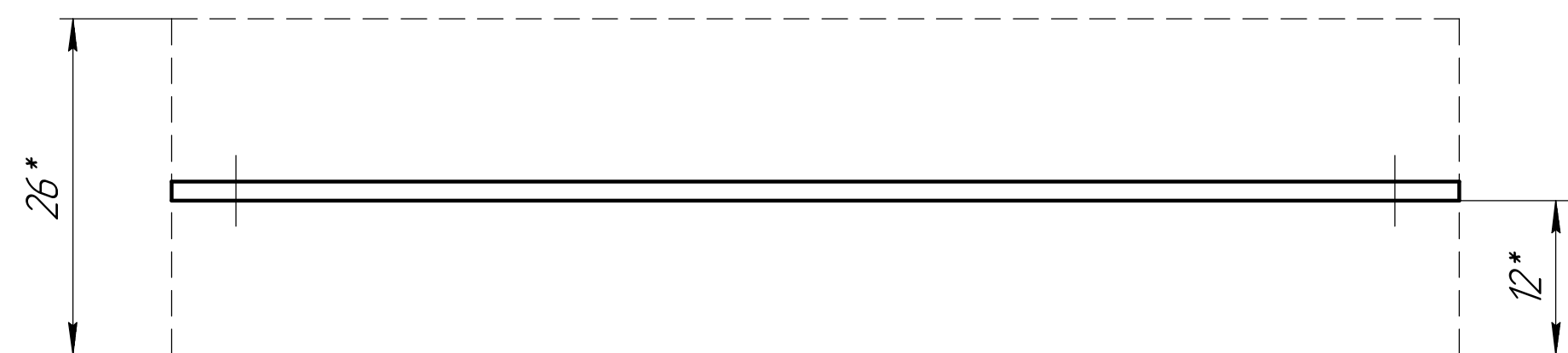
Таблиця отворів

Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
⊕	0,8	Є	2,0	155	
⦿	1,0	Є	2,2	54	

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

26 КР 172.403.017.001.001							
Плата друкована					Лит	Маса	Масштаб
					Н	0,03	2:1
					Архив		Архив
Зм. Арх.	№ док-м.	Підпис	Дата	СФД-35-15/КП			
Розроб.	Литовник			ГОСТ 10316-78			
Перевір.	Івашук			ВСП ТФК ТР-403			
Т.контр.				м. Тернопіль			
Н.контр.	Задорожний						
Затверд.							

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.	
						Документація			
		A4			26 КР 172.403.017.000.000 ПЕЗ	Перелік елементів			
		A2			26 КР 172.403.017.000.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1		
		A1			26 КР 172.403.017.001.000 СК	Вузол друкований	1		
						Деталі			
Підпис і дата	Інв. № дубл.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.403.017.001.001	Плата друкована	1	
				БК	2	26 КР 172.403.017.001.002	Перемичка	6	
							Інші вироби		
							Конденсатори		
					3		NPO-43 пФ ±5% "Murata"	2	С1, С2
					4		NPO-0,1 мкФ ±5% "Murata"	2	С3, С4
					5		ЕСАР-16 В-10 мкФ ±20% "Jamicon"	1	С5
Інв. № ориг.	Затверд.	Н.контр.	Задорожний	7		Мікросхема Atmega 8535-16Pl "Atmel"	1	DD1	
						Індикатори			
				9		A/IC362B "ECE"	1	HG1	
				10		DA56-11GWA "Kingbright"	2	HG2, HG3	
				11		HDSP-F501 "Broadcom"	1	HG4	
						Резистори			
				13		MFP-0,125-100 Ом ±10% "Yageo"	1	R10	
				14		MFP-0,125-200 Ом ±10% "Yageo"	8	R12...R19	
					26 КР 172.403.017.001.000				
Зм. Арк. № докум. Підпис Дата									
Розрод. Литвинюк					Вузол друкований				
Перевір. Іващук									
Н.контр. Задорожний									
Затверд.					Літ. Аркуш Аркушів				
					н 1 2				
					ВСП ТФК ТР-403				
					м. Тернопіль				

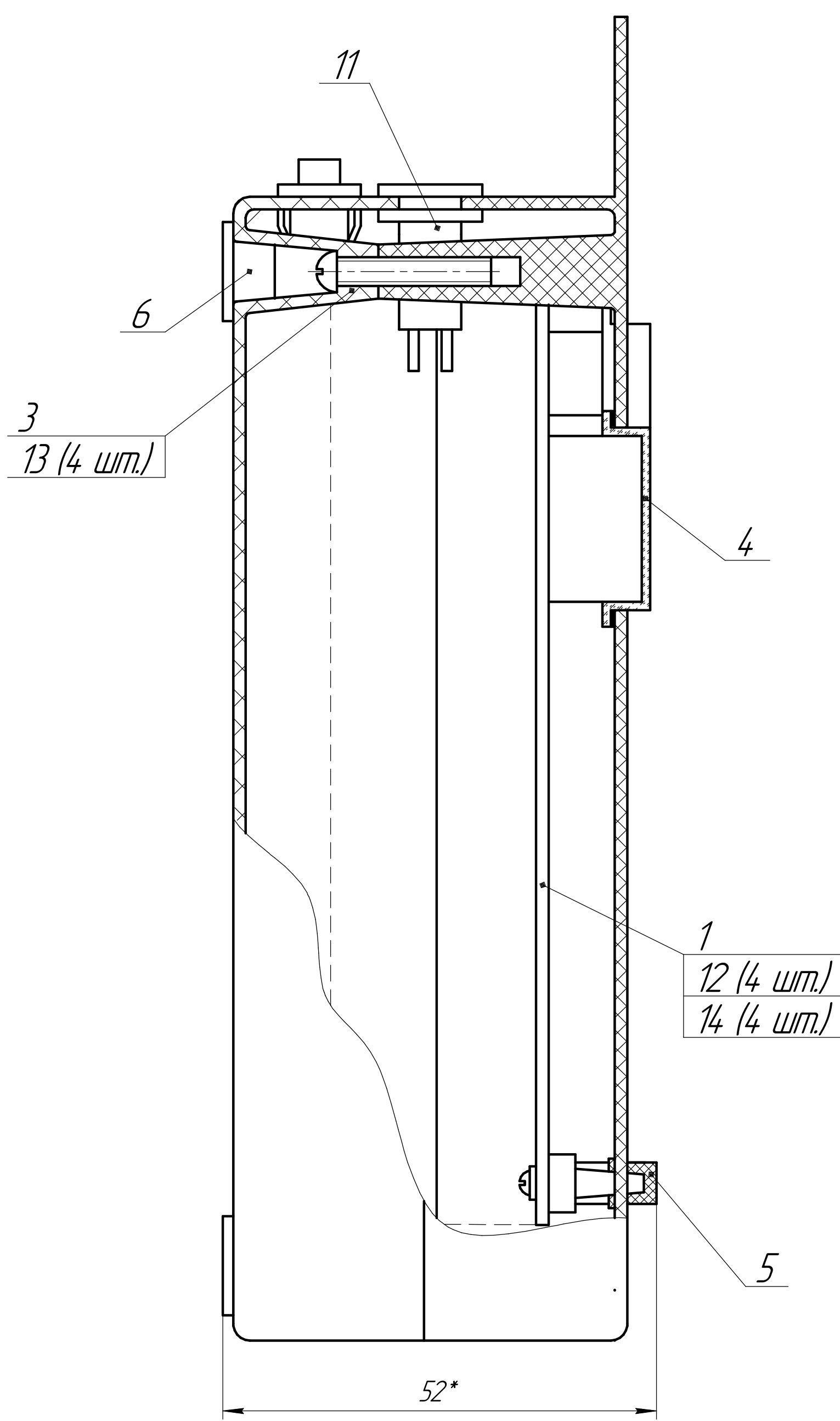
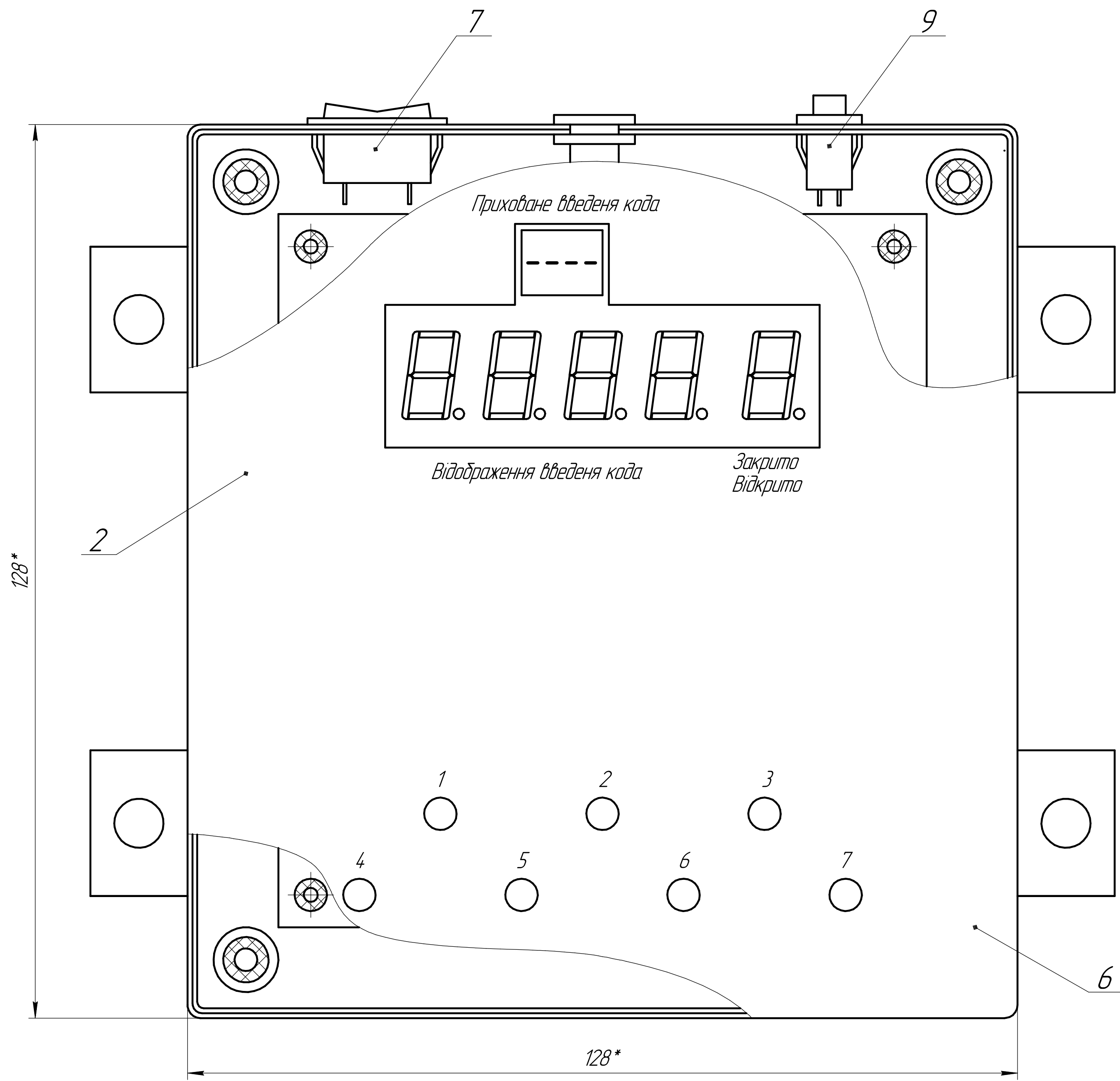


- | | | | | | | | | |
|-----------|-------------|---------|--------|------|------------------------------|------|------|---------|
| | | | | | 26 КР 172.403.017.001.000 СК | | | |
| Эк | Арх | № док-м | Підпис | Дата | Вузол друкуваний | Л/т | Маса | Масштаб |
| Розроб. | Литбунк | Важук | | | | Н | 0,06 | 2:1 |
| Перевір. | | | | | | Аркш | Аркш | Т |
| Т. контр. | | | | | ВСП ГФК ТР-403 | | | |
| Нхонтр. | Задавальний | | | | м. Тернопіль | | | |
| Затверд. | | | | | | | | |

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
						Документація				
		A4			26 КР 172.403.017.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів				
		A2			26 КР 172.403.017.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1			
		A1			26 КР 172.403.017.004.000 СК	Складальне креслення	1			
						Складальні одиниці				
Підпис і дата	Інв. № добул.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.403.017.001.000 СК	Вузол друкований	1		
								Деталі		
				БК	2	26 КР 172.403.017.004.001	Верхня кришка	1		
				БК	3	26 КР 172.403.017.004.002	Нижня кришка	1		
				БК	4	26 КР 172.403.017.004.003	Скло під індикатори	1		
				БК	5	26 КР 172.403.017.004.004	Накладка під кнопку	7		
				БК	6	26 КР 172.403.017.004.005	Ніжка	4		
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Підпис і дата							
								Інші вироби		
					7			Перемикач А14В1К11 "EMAS"	1	SA1
					9			Кнопка PBS-10B "Jietong Switch"	1	SB1
					11			Роз'єм DS-025B "Dragon City"	1	XS1
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Підпис і дата	26 КР 172.403.017.004.000						
				Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
				Розрод.	Литвинюк					
				Перевір.	Іващук					
				Н.контр.	Задорожний					
Затверд.										
Кодовий замок на мікроконтролері АТmega 8535-16Р1						Літ.	Аркцш	Аркцшів		
						Н	1	2		
						ВСП ТФК ТР-403 м. Тернопіль				

[illegible]

26 КР 172.403.017.004.000 СК



- * Розміри для довідок.
- Електромонтаж здійснювати згідно з 26 КР 172.403.017.001.000 ЕЗ припоєм припоєм ПОС-40 ГОСТ 21931-76.
- Інші технічні вимоги по ОСТ.4.ГО.070.015.

						26 КР 172.403.017.004.000 СК							
						Кодовий замок на мікроконтролері				Лит	Маса	Масштаб	
						АТмега 8535-16Р1				Н	0,3	2:1	
						Складальне креслення				Аркши		Аркши	1
										ВСТ ТФК ТР-403			
										м. Тернопіль			
										Формат А1			
Зн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розроб.		Листовик											
Перевір.		Вашук											
Голова													
Начальн.		Заборонений											
Затверд.													

№ п/п	№ аркуша	№ аркуша	№ аркуша	№ аркуша	№ аркуша	№ аркуша	№ аркуша	№ аркуша	№ аркуша
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Техніко – економічні показники кодовий замок на мікроконтролері АТмега 8535–16РІ595

	Технічні показники			Економічні показники	
1	Напруга живлення вхідна	+5В	1	Річний обсяг виробництва	1840шт.
2	Струм споживання	до 150мА	2	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	305500 грн
3	Габаритні розміри	128*129 *52 мм	3	Чистий прибуток	552613,1 грн
4	Маса	0,3кг	4	Повна собівартість на виріб	1181,47 грн
5	Відносна вологість	89%	5	Ціна одиниці виробу	1547,73 грн.
6	Діапазон робочих температур	0.....50°C	6	Рентабельність виробу	30,34 %
7			7	Термін окупності	0,61р
8			8	Індекс прибутковості	1,65