

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 цифрового генератора на ATMEGA8

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

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітня програма: «Конструювання, виробництво та
технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв».

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Вархоляк Сергій віталійович

(прізвище та ініціали)

Керівник

Штогрин Павло Ігорович

(прізвище та ініціали)

Хвостівська Лілія Володимирівна

Рецензент

(прізвище та ініціали)

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова циклової комісії
телекомунікацій та радіотехніки
_____ **Ольга ВАСИЛИШИН**
_____ “20” _____ квітня 2026 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
Вархоляк Сергій Віталійович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи
Розробка конструкції цифрового генератора на
ATMEGA8_____

керівник кваліфікаційної роботи _Штогрин _Павло _Ігорович_____,
(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:

Напруга живлення генератора +9В;

Споживаний струм у черговому режимі становить приблизно 180 мА;

Робоча температура +5+35°C;

Відносна вологість 88%;

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

Анотація

Вступ. Призначення і область застосування радіопристрою

Розділ 1 Загальна частина

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Розділ 2 Спеціальна частина

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і 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 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

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

Розділ 3 Економічна частина

3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень.

3.2 Визначення собівартості спроектованого виробу.

3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.

Розділ 4 Охорона праці

4.1 Професійні

захворювання та травми

4.2 Види електричних травм

Висновки

Перелік посилань

Додатки

Додаткові вказівки:

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

без виготовлення макета

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

Аркуш №1 Схема електрична принципова

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

Аркуш №3 Креслення плати друкованої

Аркуш №4 Складальне креслення друкованого вузла

Аркуш №5 Складальне креслення виробу

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

Аркуш №7 Таблиця ТЕП

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Отримання і аналіз технічного завдання	20.04	20.04
2	Збір і узагальнення інформації по проекту	13.05	13.05
3	Написання першого розділу	25.05	25.05
4	Розробка технічного та робочого проекту	29.05	29.05
5	Написання спеціального розділу	29.05	29.05
6	Розрахунок економічної частини	25.05	25.05
7	Написання розділу охорони праці	26.05	26.05
8	Виконання графічної частини	19.05	19.05
9	Оформлення проекту	08.06	08.07
10	Погодження нормоконтролю	12.06	12.06
11	Попередній захист проекту	16.06	16.06
12	Захист проекту		22.06

7. Дата видачі завдання 20 квітня 2026 р.

Студент

_____ (підпис)

Вархоляк С В

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту

_____ (підпис)

Штогрин П І

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 Опис програми мікроконтролера	
2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу	
2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності).....	
2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою.....	
2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.....	
2.2 Технологічна частина.....	
2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології.....	
2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції.	

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Вархоляк			Розробка конструкції цифрового генератора на АТМЕГА8 Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Штогрин							
Рецензент						ВСП ТФК ТНТУ ТР-402			
Н. Контр.		Задорожний				м. Тернопіль			
Затверд.									

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 Професійні захворювання та травми.....

4.2 Види електричних травм.....

ВИСНОВКИ.....

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....

ДОДАТКИ.....

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Вархоляк С.В. Розробка конструкції цифрового генератора на ATMEGA8: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційний рівень молодший спеціаліст, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026.

Елементи на платі розташовані дуже компактно, і тому розміри плати мінімальні 100*85 мм. Всі основні елементи розміщені на одній стороні плати, на іншій стороні плати індикатор HG1 та кнопки SB1-SB5. У приладі на вузлі немає елементів, котрі виділяють велику кількість тепла.

Корпус виготовлений з пластмаси, яка має хороші характеристики, гарний зовнішній вигляд, та хорошу конструкцію, розміри 118×128×54мм. Конструктивно він складається з верхньої та нижньої кришок корито-подібної форми. До верхньої кришки кріпляться гніздо для підключення навантаження, також гніздо живлення, резистор регулювання і кнопка включення. Також кришки на верхню кришку кріпиться скло під індикатор та накладки під кнопки.

Між собою кришки з'єднуються за допомогою чотирьох гвинтів. Оскільки всі електрорадіоелементи змонтовані на друкованій платі, то і кріпитися їм до корпусу додатково не потрібно. Підібрана елементна база дозволяє реалізувати закладені в пристрій функції, є недорогою та доступною.

Ключові слова: цифровий, генератор, мікроконтроллер, управління, вимірювання .

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Varkholak S.V. Development of a digital generator design on ATMEGA8: qualification work for obtaining the educational and qualification level of a junior specialist, specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026.

The elements on the board are located very compactly, and therefore the board dimensions are minimal 100*85 mm. All the main elements are located on one side of the board, on the other side of the board the HG1 indicator and SB1-SB5 buttons. There are no elements in the device on the node that emit a large amount of heat.

The case is made of plastic, which has good characteristics, a beautiful appearance, and a good design, dimensions 118×128×54 mm. Structurally, it consists of upper and lower covers of a trough-shaped shape. A socket for connecting the load, as well as a power socket, an adjustment resistor and a power button are attached to the upper cover. Also, the glass for the indicator and the overlays for the buttons are attached to the top cover.

The covers are connected to each other with four screws. Since all the electro-radio elements are mounted on a printed circuit board, they do not need to be additionally attached to the case. The selected element base allows you to implement the functions built into the device, is inexpensive and accessible.

Keywords: digital, generator, microcontroller, control, measurement.

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП. Призначення і область застосування радіопристрою

Проектований виріб являється цифровий генератор сигналів на базі мікроконтролера ATmega8, який призначений для формування електричних сигналів із заданими параметрами, такими як форма, частота та амплітуда. Завдяки використанню програмного керування, пристрій здатний генерувати основні типи сигналів, зокрема прямокутні та імпульсні, а також інші форми, що можуть бути реалізовані шляхом модифікації програмного забезпечення. Це робить генератор універсальним інструментом для різних сфер застосування.

Пристрій може використовуватися для налагодження електронних схем, їх тестування та перевірки працездатності, що особливо важливо під час розробки нових пристроїв. Крім того, він є корисним у навчальних лабораторіях, де студенти можуть ознайомитися з принципами роботи генераторів сигналів та методами їх застосування. У сервісних центрах генератор допомагає швидко діагностувати несправності електронного обладнання, а під час експериментальних досліджень він слугує джерелом контрольованих тестових сигналів.

Завдяки застосуванню мікроконтролера ATmega8, пристрій відзначається компактністю та відносною простотою конструкції. Це дозволяє зменшити кількість зовнішніх компонентів, що позитивно впливає на собівартість виробу. Крім того, можливість програмної зміни параметрів сигналу забезпечує гнучкість у використанні та адаптацію до різних завдань. Низька вартість компонентів робить генератор доступним як для аматорів, так і для професійних користувачів.

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Цифровий генератор сигналів призначений для формування та відтворення електричних сигналів різної форми в широкому діапазоні частот. Прилад повинен забезпечувати генерацію синусоїдальних, прямокутних, трикутних, пилкоподібних, шумових та відеосигналів, а також містити систему керування з індикацією параметрів на семисегментному індикаторі.

Технічні характеристики приладу:

Напруга живлення генератора+9В;

Споживаний струм у черговому режимі становить приблизно 180 мА;

Робоча температура.....+5+35°C;

Відносна вологість 88%;

Індикація.рідкокристалічний дисплей (LCD) формату 20×4;

Генерування сигналів:

- синусоїда, діапазон 1 ÷ 64 999 Гц;
- прямокутні імпульси, діапазон 1 ÷ 64 999 Гц;
- трикутні імпульси, діапазон 1 ÷ 64999 Гц;
- прямі пилкоподібні імпульси, діапазон 1 ÷ 64 999 Гц;
- зворотні пилкоподібні імпульси, діапазон 1 ÷ 64 999 Гц;
- високочастотні прямокутні імпульси, ступінчасто від 1кГц до 8МГц.
- шумовий сигнал;
- відеосигнал вертикальних смуг “градації сірого” та звуковий сигнал 1

кГц.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

Першим елементом є джерело живлення, яке подає напругу +9 В. Для стабільної роботи всієї системи використовується стабілізатор, що знижує та вирівнює напругу до рівня, необхідного для живлення мікроконтролера та інших вузлів.

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Центральним елементом є мікроконтролер ATmega8, який виконує основні функції генерації сигналів. Він отримує команди від блоку управління, обробляє їх і формує вихідні сигнали відповідної форми, частоти та амплітуди.

Для контролю роботи пристрою передбачено дисплей. Він відображає поточний режим роботи, параметри сигналу чи стан живлення.

Сформований сигнал подається на навантаження — це може бути тестована електронна схема, лабораторний стенд або будь-який інший пристрій, що потребує контрольованого сигналу.

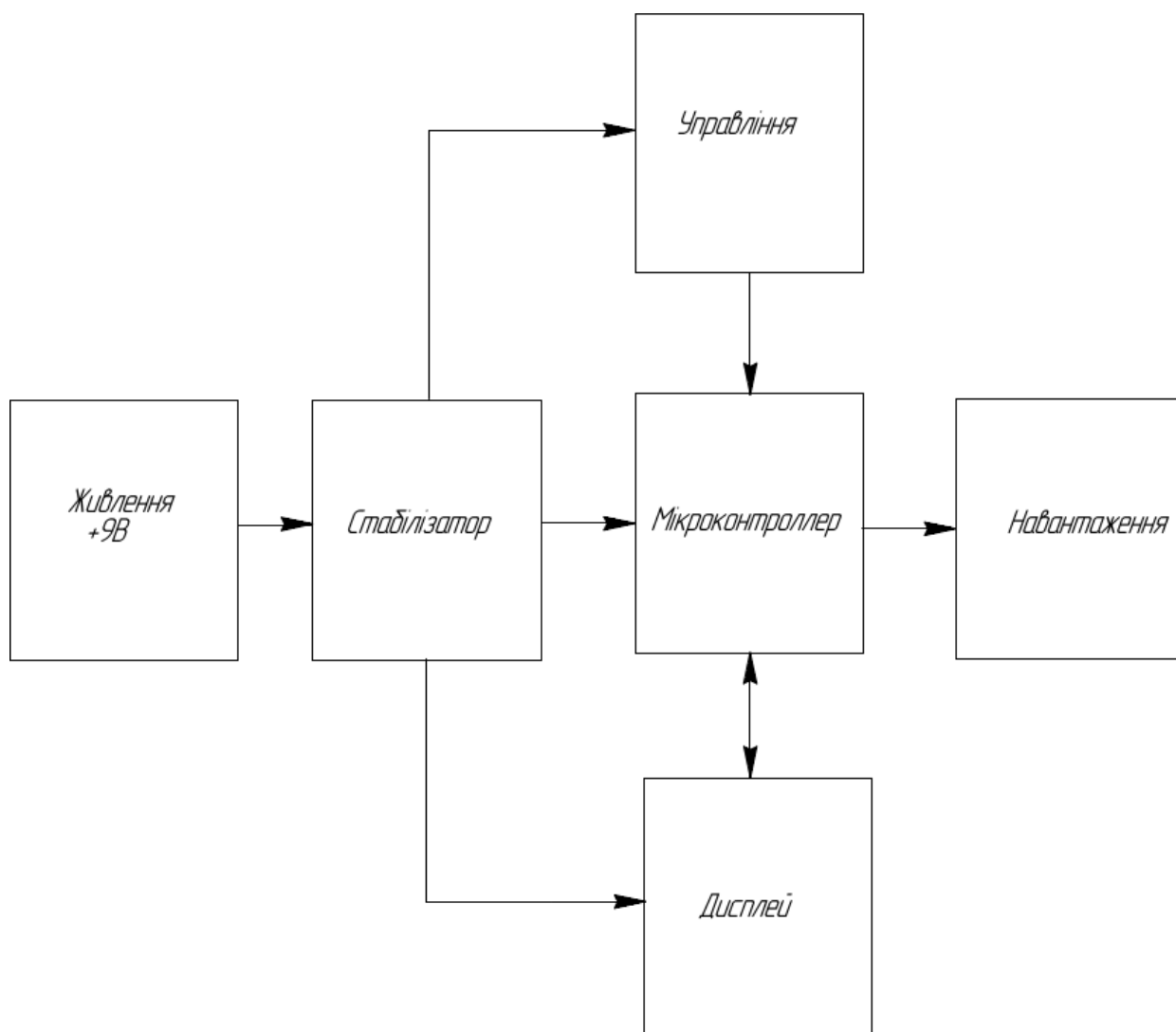


Рисунок 1.1-Схема електрична структурна

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Цифровий генератор працює на основі мікроконтролера ATmega8, який керує формуванням сигналу, обробкою команд користувача та виведенням інформації на дисплей.

Живлення виробу здійснюється від джерела постійної напруги +9 В. Для забезпечення стабільної роботи цифрових і аналогових вузлів напруга знижується та стабілізується за допомогою інтегрального стабілізатора L7805ABV (STMicroelectronics), який формує стабільну напругу +5 В.

Стабілізована напруга +5 В використовується для живлення:

- мікроконтролера ATmega8;
- дисплея SDCB2004BWE-R07;
- операційного підсилювача LM358;
- логічних елементів керування;

Це забезпечує стабільність параметрів сигналу та коректну роботу всієї схеми.

Для забезпечення точної роботи мікроконтролера використовується кварцевий резонатор HC-49S з частотою 16 МГц (KDS).

Кварцевий резонатор задає стабільну тактову частоту, від якої залежить:

- точність формування вихідної частоти сигналу;
- стабільність роботи таймерів;
- коректність роботи цифрових алгоритмів.

Мікроконтролер ATmega8 генерує цифровий сигнал відповідної форми (наприклад, прямокутний) за допомогою внутрішніх таймерів та програмного алгоритму.

Сформований цифровий сигнал подається на операційний підсилювач LM358 (Silkor), який виконує такі функції:

- узгодження рівнів сигналу;

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- підсилення сигналу;
- формування необхідної амплітуди;
- фільтрацію (за потреби, залежно від схеми включення).

Таким чином, LM358 виконує роль вихідного аналогового каскаду генератора.

Керування параметрами генератора здійснюється за допомогою тактових кнопок KLS7-TS6601-13.0-180 (KLS).

Кнопки підключені до входів мікроконтролера через резистори R1-R20 - MFP-0,125-2 кОм (Yageo), які можуть виконувати функцію обмеження струму або формування підтягуючих ланцюгів.

За допомогою кнопок користувач може:

- змінювати частоту сигналу;
- вибирати режим роботи;
- змінювати параметри генерації

Перемикач KLS7-001-11 (KLS) використовується для:

- вмикання/вимикання пристрою або вибору режиму роботи (залежно від реалізації схеми)

Для відображення параметрів роботи використовується символічний LCD-дисплей SDCB2004BWE-R07 (Sinda), який має 4 рядки по 20 символів.

На дисплеї відображається:

- встановлена частота;
- форма сигналу;
- режим роботи;
- інші службові параметри.

Мікроконтролер керує дисплеєм через цифровий інтерфейс, передаючи дані та команди відображення.

Після подачі живлення +9 В стабілізатор формує +5 В для живлення схеми.

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мікроконтролер, синхронізований кварцевим резонатором 16 МГц, запускає програму керування генератором.

Користувач за допомогою кнопок задає параметри сигналу. Мікроконтролер формує відповідний цифровий сигнал, який через операційний підсилювач LM358 перетворюється у сигнал з необхідними характеристиками та подається на вихід пристрою.

Інформація про режим роботи та параметри сигналу відображається на LCD-дисплеї.

Налаштування виробу.

В основному режимі при зупиненому генераторі кнопками UP/DOWN вибір форми сигналу.

Кнопками LEFT/RIGHT рухається між розрядами частоти. Розряд, що встановлюється, блимає. При встановленні тисяч і десятків тисяч існують програмні обмеження, щоб максимальна частота не перевищила 64999 Гц.

При встановленні частоти високочастотних імпульсів частота встановлюється ступінчасто з ряду: 8000, 4000, 2000, 1000, 500, 400, 250, 200, 125, 100, 50, 40, 25, 14, 1 кГц. Запуск/зупинка генератора здійснюється кнопкою START.

При запусненому генераторі можна змінювати частоту лише високочастотного генератора. Для зміни інших параметрів слід спочатку зупинити генератор. Вибрані параметри записуються в незалежну пам'ять [1].

					26 КР 172.402.005.000.000 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 покрить

Принципи опису компонування виробу та обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покрить базуються на поєднанні функціональної доцільності, ергономіки та надійності.

Компонування виробу передбачає таке розташування основних вузлів, щоб забезпечити компактність, зручність експлуатації та мінімізацію електромагнітних завад. Центральний блок — мікроконтролер — розміщується у середині плати, навколо нього організовуються допоміжні вузли: стабілізатор живлення, блоки управління та індикації. Вихідні роз'єми винесені на край корпусу для легкого підключення навантаження. Така структура дозволяє скоротити довжину провідників, зменшити втрати та забезпечити простоту обслуговування.

Вибір конструкційних матеріалів ґрунтується на вимогах до міцності, електробезпеки та економічності. Корпус доцільно виготовляти з ударостійкого пластику, який забезпечує легкість, електроізоляцію та низьку собівартість. Для елементів кріплення та контактних роз'ємів застосовуються металеві сплави, що гарантують механічну міцність і довговічність.

Покриття корпусу та елементів виконує захисну й функціональну роль. Використання антистатичних покрить знижує ризик пошкодження електронних компонентів від електростатичних розрядів. Металеві частини доцільно обробляти методом нікелювання або хромування для захисту від корозії та покращення електропровідності.

Таким чином, загальні принципи опису компонування виробу полягають у раціональному розташуванні функціональних блоків, забезпеченні компактності та ергономіки, а вибір матеріалів і покрить обґрунтовується вимогами до міцності, електробезпеки, довговічності та

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

економічності. Це дозволяє створити пристрій, який буде одночасно надійним, доступним і зручним у використанні.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

У розробленому виробі конструкція корпусу виконана з урахуванням вимог технологічності, надійності та зручності експлуатації. Корпус виготовлено з пластмаси, що забезпечує необхідні електроізоляційні властивості, достатню механічну міцність і привабливий зовнішній вигляд. Конструктивно корпус складається з верхньої та нижньої кришок коритоподібної форми, що підвищує жорсткість і спрощує процес складання.

До верхньої кришки у виробі закріплено основні елементи керування, зокрема перемикач і змінний резистор, які встановлено з використанням гайок та шайб. Також на верхній кришці розміщено роз'єм, закріплений за допомогою гвинтів, гайок і шайб. У конструкції передбачено отвори під кнопки, декоративні накладки та місце для встановлення скла індикатора, що забезпечує зручність користування та належний рівень ергономіки. Розміри корпусу проектованого приладу 128*118*54мм.

Друкований вузол, на якому розташовані основні елементи електричної схеми, закріплено до верхньої кришки за допомогою чотирьох гвинтів і шайб, що забезпечує його надійну фіксацію. У місці з'єднання верхньої та нижньої кришок встановлено гніздо живлення, що забезпечує зручність підключення пристрою до мережі.

При проектуванні виробу особливу увагу приділено раціональному компонованню, оскільки саме воно визначає зовнішній вигляд, конструктивне виконання, зручність експлуатації та можливість проведення ремонтних робіт. У даному пристрої забезпечено таке розміщення елементів, яке мінімізує паразитні електричні зв'язки між ними, що позитивно впливає на стабільність роботи схеми.

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Корпус виробу має достатню жорсткість і міцність, що забезпечує захист внутрішніх компонентів від механічних впливів як під час експлуатації, так і при транспортуванні. Також конструкція корпусу забезпечує захист від проникнення пилу та вологи всередину пристрою. Передбачено зручний доступ до внутрішніх вузлів, що полегшує проведення обслуговування, ремонту та заміни елементів.

При розробці конструкції досягнуто мінімальних габаритів і маси виробу за рахунок раціонального розміщення компонентів і оптимізації друкованого вузла. Конструкція також забезпечує можливість регулювання параметрів пристрою та проведення контрольно-вимірювальних робіт без ускладнень.

У процесі розміщення електрорадіоелементів на друкованій платі в даному виробі реалізовано основні вимоги до компонування. Зокрема, забезпечено мінімальну довжину друкованих провідників, що дозволило зменшити втрати сигналів і вплив паразитних параметрів. Елементи, що виділяють значну кількість тепла, розташовано на безпечній відстані від інтегральних мікросхем. Важливі функціональні вузли не розміщено в центральній частині плати, що сприяє покращенню тепловідведення [14].

Також у виробі забезпечено нормальний повітрообмін для елементів, що нагріваються, а інтегральні мікросхеми орієнтовано довшою стороною вздовж напрямку повітряних потоків для підвищення ефективності охолодження. Передбачено вільний доступ до регульованих елементів та місць кріплення друкованого вузла, що значно спрощує процес налагодження і обслуговування.

Компонування друкованої плати виконано з урахуванням оптимальної щільності розташування елементів, що дозволило зменшити габарити пристрою та виключити небажані електричні взаємозв'язки між компонентами. Взаємне розміщення елементів забезпечує технологічність складання та регулювання конструкції.

Габаритні розміри друкованої плати 100*85 мм, визначено відповідно до технології її виготовлення та економічної доцільності. Плата має просту

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

прямокутну форму, що дозволило зменшити витрати матеріалів і спростити виробництво. Її параметри відповідають вимогам стандартів щодо співвідношення сторін і товщини.

Монтаж електрорадіоелементів зі штировими виводами у виробі виконано шляхом їх встановлення у наскрізні отвори друкованої плати з подальшим загинанням виводів під кутом, обрізанням у межах контактних площадок та паянням методом «хвилі припою». Це забезпечило високу щільність монтажу, надійність електричних з'єднань та ефективне використання площі плати.

Таким чином, у розробленому виробі реалізовано комплекс конструктивних рішень, які забезпечують високу технологічність виготовлення, зручність експлуатації, надійність роботи та відповідність сучасним вимогам до радіоелектронної апаратури [15].

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1 - Конденсатор типу ЕСАР [2]

Позиційне позначення	C1
Назва компонента	Конденсатор ЕСАР
Виробник	"Jamicon"
Критерії вибору	Ємність, струм, габарити
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга	16 В
Номінальна ємність	220 мкФ
Допуск ємності	$\pm 20\%$
Розмір	13 x 13 x 20 мм
Робоча температура	-55 ... 105 ° С
Тангенс кута втрат	0,14%

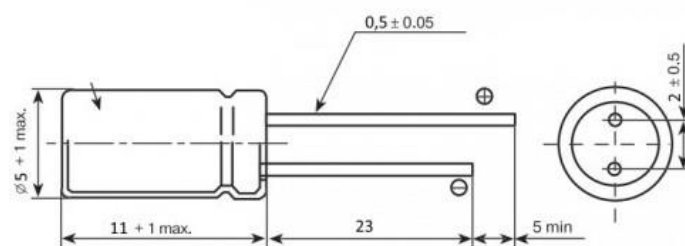


Рисунок 2.1- Габаритні розміри конденсатора типу b41828

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 - Резисторів MFP [3]

Позиційне позначення	R1-R6,R8-R22
Назва компонента	резисторів MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність, напруга, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,125 Вт
діапазон номінальних опорів	$1 \dots 10 \cdot 10^6$ Ом
допустиме відхилення опору	$\pm 10\%$
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	$-60 \dots +70^\circ\text{C}$

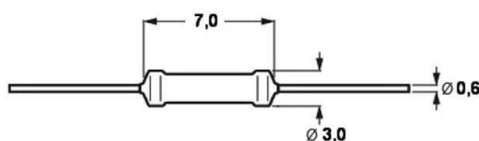


Рисунок 2.2- Габаритні розміри резисторів MFP "Yageo"

Таблиця 2.3 - Конденсатор NPO [4]

Позиційне позначення	C1-C2
Назва компонента	Конденсатор NPO
Виробник	"Murata"
Критерії вибору	Напруга, струм, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50В
відхилення ємності від номінального значення	$\pm 10\%$;
інтервал робочих температур	$-40^\circ\text{C} \dots +100^\circ\text{C}$
відносна вологість	до 98%
група ТКЄ	H20
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ
діапазон тиску	6,6-2942гПа

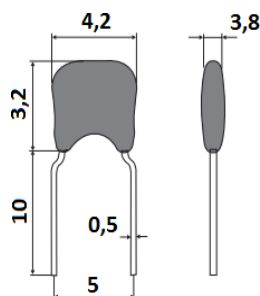


Рисунок 2.3- Габаритні розміри конденсатора NPO

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4- Резистор 16K1-B50K [5]

Позиційне позначення	R7
Назва компонента	Резистор 16K1-B50K
Виробник	"Bourns"
Критерії вибору	Лінійність, опір, розміри
Параметри конструкції	Див.рис.2.4
Параметри та характеристики	
номінальний опір	10кОм
відхилення опору від номінального значення	±20%;
тип потенціометра	однооборотний
максимальна робоча напруга	150В
кут повороту	300±5°

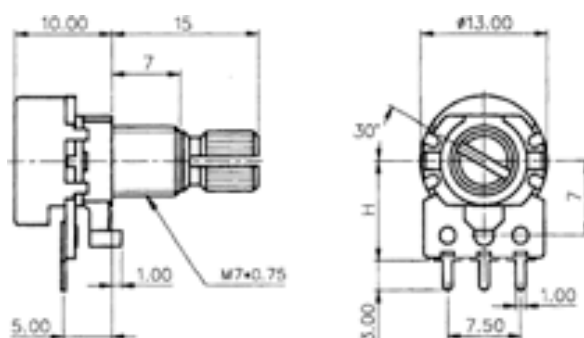


Рисунок 2.4 – Габритні розміри змінного резистора 16K1-B50K

Таблиця 2.5 - Мікросхема L7805ABV "ST Microelectronics" [6]

Позиційне позначення	DA1
Назва компонента	Мікросхема L7805ABV
Виробник	"ST Microelectronics"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, корпус
Параметри та характеристики	
Корпус	TO220
Максимальний вихідний струм	до 1.5 А
Максимальна вхідна напруга, В	40
Діапазон вхідної напруги	від 7 В до 35 В.
Точність вихідної напруги	±2%
Робоча температура	від -40°C до +125°C
Струм власного споживання	близько 4.3 мА

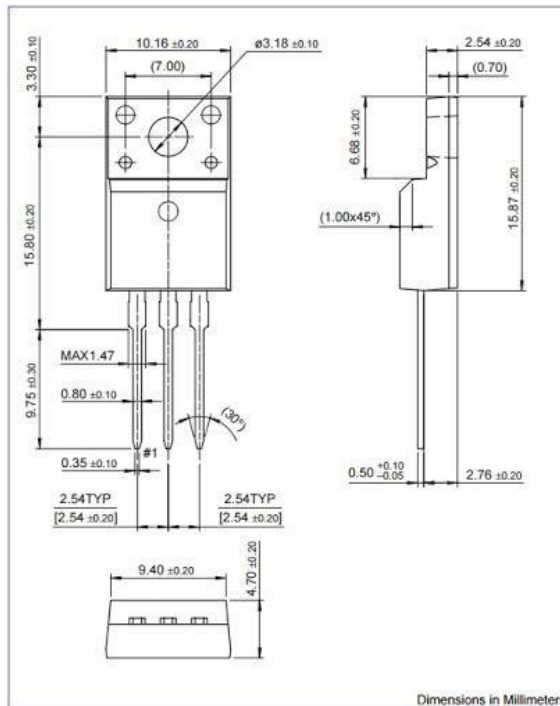


Рисунок 2.5 –Габаритні розміри стабілізатора 78L05

Таблиця 2.6 - Резистор 3329Н-1 "Bourns" [7]

Позиційне позначення	R12
Назва компонента	Резистор 3329Н-1 "Bourns"
Виробник	"Bourns"
Критерії вибору	Лінійність, опір, розміри
Параметри конструкції	Див.рис.2.6
Параметри та характеристики	
номінальний опір	22 кОм
номінальне відхилення, %	10
максимальне постійна напруга	500
температурний коефіцієнт +/-	250
гранична вібрація	10 ... 500Гц, 0.75мм, 6г
інтервал робочих температур	-55 ... + 125
ударостійкість	390m / s2, 4000 циклів

3329H

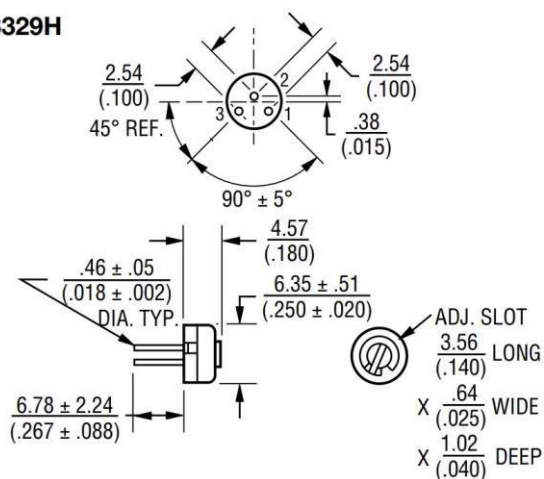


Рисунок 2.6 – Габаритні розміри резистора підстроювального 3329H-1

Таблиця 2.7 – Перемикач KLS7-001-11 "KLS" [8]

Позиційне позначення	SA1
Назва компонента	Перемикач KLS7-001-11
Виробник	"KLS"
Критерії вибору	Напруга вхідна, струм, розмір
Параметри та характеристики	
Номінальність	6A, 250В/10А, 125В
Контактний опір	≤50мОм
Опір ізоляції	≥100мОм
Діелектрична інтенсивність	≥1500В/1мін
Діелектрична міцність	1500 В АС
температура роботи	від -25 °С до +85 °С

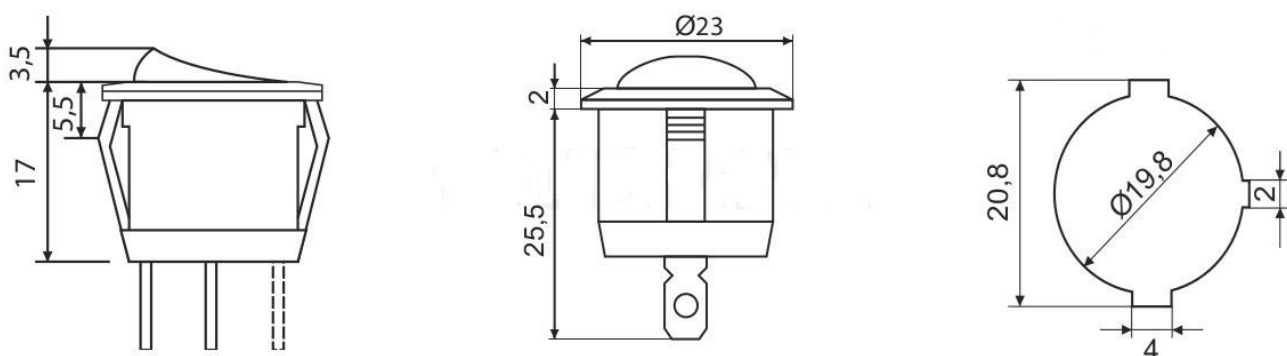


Рисунок 2.7 - Габаритні розміри перемикача KLS7-001-11

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.8 - Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180 "KLS" [9]

Позиційне позначення	SB1-SB5	
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 2.8 – Зовнішній вигляд кнопки тактової KLS7-TS6601-13.0-180

Таблиця 2.9 - Мікросхема LM358 "Slkor" [10]

Позиційне позначення	DA2
Назва компонента	Мікросхема LM358 "Slkor"
Виробник	"Texas Instruments "
Критерії виробу	Струм та вхідна напруга, параметри, вихідна напруга
Параметри та характеристики	
Струм споживання	близько 0.7–1.2 мА
Смуга пропускання	0.7–1.1 МГц
Коефіцієнт посилення	до 100 дБ
Вихідний струм	до 40 мА
Робоча температура	від 0°С до +70°С
Напруга живлення	Однополярна: від 3 В до 32 В. Двополярна: від ±1.5 В до ±16 В.

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

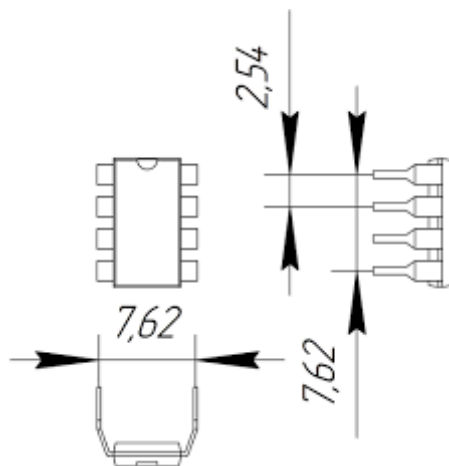


Рисунок 2.9 - Габаритні розміри мікросхеми LM358 "Silkor"

Таблиця 2.10 - Мікросхема ATmega8-16PU "Microchip" [11]

Позиційне позначення	DD1
Назва компонента	Мікросхема ATmega8-16PU
Виробник	"Microchip"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, принцип роботи
Параметри та характеристики	
Корпус	DIP-28
Ядро	8-бітне AVR RISC.
Flash (прошивка)	8 КБ
SRAM	1 КБ
Тактова частота	від 0 до 16 МГц
Робоча напруга	від 4.5 В до 5.5 В



Рисунок 2.10 – Зовнішній вигляд мікросхеми ATmega8-16PU

Таблиця 2.11 - Дисплей SDCB2004BWE-R07 "Sinda" [12]

Позиційне позначення	HG1
Назва компонента	Дисплей SDCB2004BWE-R07
Виробник	"Sinda"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, принцип роботи
Параметри та характеристики	
Формат виводу	20 символів × 4 рядки
Тип індикатора	STN (Super-Twisted Nematic)
Підсвітка	Світлодіодна (LED)
Напруга живлення	Типово 5 В
Колірна схема	Білі символи на синьому фоні
Підтримка шрифтів	Латиниця та кириличні символи

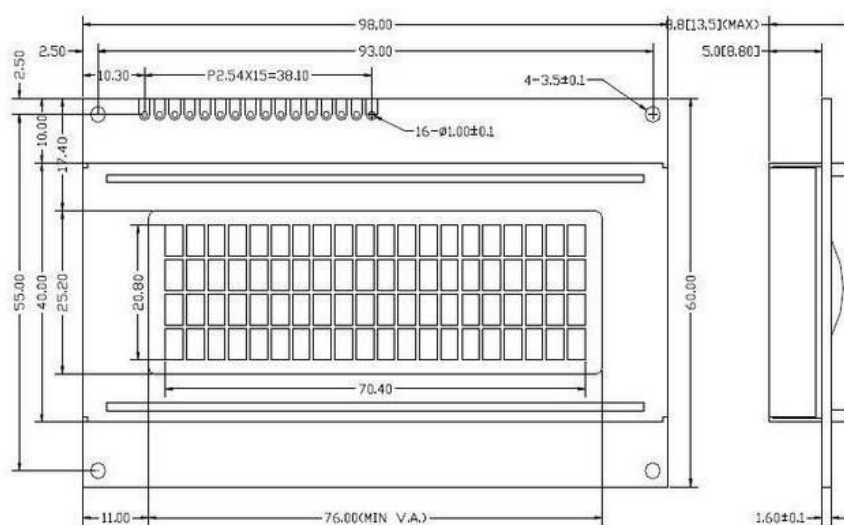


Рисунок 2.11- Габаритні розміри дисплея SDCB2004BWE-R07 "Sinda"

Таблиця 2.12 - Кварцевий резонатор HC-49S 16 МГц "KDS" [13]

Позиційне позначення	ZQ1
Назва компонента	Кварцевий резонатор HC-49S 16 МГц
Виробник	"KDS"
Критерії вибору	Частота, розміри, напруга вхідна
Параметри та характеристики	
Номінальна частота	16.000 МГц
Тип корпусу	HC-49S
Точність частоти	±20 ppm або ±30 ppm
Еквівалентний послідовний опір (ESR)	до 40–60 Ом
Температурна стабільність	±30 ppm або ±50 ppm
Робоча температура	від -20°C до +70°C
Тип зрізу кристала	AT-cut

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ

Арк.

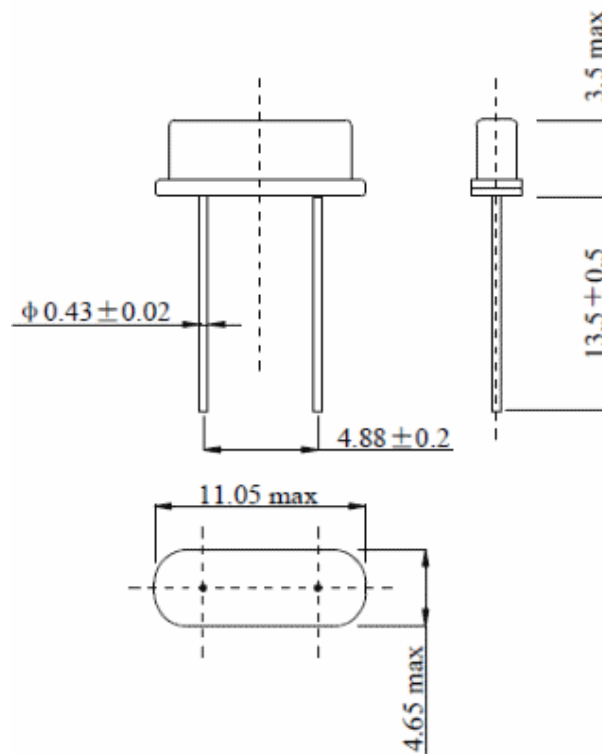


Рисунок 2.12 – Габаритні розміри кварцевий резонатор HC-49S "KDS"

2.1.4 Опис програми мікроконтролера

Програмне забезпечення цифрового генератора сигналів розроблене для мікроконтролера ATmega8 і призначене для керування всіма функціями пристрою, формування необхідних типів сигналів, обробки команд користувача та відображення інформації на рідкокристалічному дисплеї. Програма забезпечує генерацію синусоїдальних, прямокутних, трикутних, пилоподібних, шумових сигналів, а також спеціальних тестових відео- та аудіосигналів, що значно розширює сферу застосування приладу під час налагодження та дослідження електронних пристроїв.

Після подачі живлення мікроконтролер виконує процедуру ініціалізації. На цьому етапі здійснюється налаштування всіх портів вводу-виводу, конфігуруються апаратні таймери, запускається система переривань та проводиться ініціалізація рідкокристалічного дисплея. Крім того, програма виконує перевірку працездатності основних вузлів пристрою та завантажує

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

останні налаштування користувача з енергонезалежної пам'яті EEPROM. Це дозволяє після повторного ввімкнення автоматично відновлювати попередній режим роботи без необхідності повторного налаштування параметрів.

Після завершення ініціалізації запускається головний цикл програми, який працює безперервно протягом усього часу функціонування пристрою. У головному циклі здійснюється опитування кнопок керування або енкодера, аналізуються команди користувача, виконується зміна режимів роботи та оновлюється інформація на дисплеї.

Користувач має можливість обирати необхідний тип сигналу, змінювати його частоту, амплітуду та додаткові параметри. Усі зміни миттєво відображаються на екрані, що забезпечує зручність налаштування та контролю роботи генератора.

Формування сигналів здійснюється за допомогою апаратних таймерів мікроконтролера та спеціальних програмних алгоритмів цифрового синтезу. Для генерації синусоїдального сигналу використовується табличний метод. У пам'яті програм мікроконтролера зберігається масив цифрових значень, що відповідають формі синусоїди.

Таймер із заданою частотою викликає процедуру переривання, у якій послідовно вибираються значення з таблиці та подаються на вихідний каскад через широтно-імпульсну модуляцію. Після проходження сигналу через згладжувальний фільтр отримується аналогова синусоїда з мінімальними спотвореннями. Частота сигналу визначається швидкістю проходження таблиці, що дозволяє плавно регулювати її в широких межах від одиниць герц до десятків кілогерц.

Генерація прямокутних імпульсів виконується за допомогою апаратних можливостей таймера Timer1. Використання апаратного режиму формування імпульсів дозволяє отримати високу точність частоти та стабільність параметрів незалежно від навантаження на процесор.

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Користувач може встановлювати необхідну частоту сигналу, а також змінювати коефіцієнт заповнення імпульсів у широкому діапазоні. Це дає можливість використовувати генератор для перевірки цифрових схем, логічних елементів, мікроконтролерних систем та імпульсних пристроїв.

Для формування трикутного сигналу програма використовує алгоритм послідовного збільшення та зменшення цифрового значення вихідного рівня. Після досягнення максимального значення напрямок зміни автоматично змінюється на протилежний. Завдяки цьому на виході формується сигнал із лінійним наростанням та спаданням напруги.

Аналогічний принцип використовується для формування пілкоподібних сигналів. У режимі прямої пилки рівень напруги плавно зростає до максимального значення, після чого миттєво повертається до початкового рівня. У режимі зворотної пилки процес відбувається у протилежному напрямку. Дані сигнали широко застосовуються при дослідженні часових характеристик електронних схем, систем розгортки та пристроїв автоматики.

Особливе місце в програмі займає режим генерації високочастотних прямокутних імпульсів. У цьому режимі використовуються виключно апаратні ресурси мікроконтролера без залучення програмних обчислень, що дозволяє досягти максимально можливої частоти генерації. Завдяки такому підходу генератор може формувати стабільні імпульсні сигнали частотою до 1 МГц, що є достатнім для перевірки більшості цифрових електронних пристроїв та вимірювальної апаратури.

Для створення шумового сигналу застосовується алгоритм генерації псевдовипадкової послідовності чисел на основі регістра зсуву зі зворотним зв'язком. Отримана цифрова послідовність перетворюється у вихідний аналоговий сигнал через модуль широтно-імпульсної модуляції. У результаті формується шумовий сигнал, спектральні характеристики якого наближені до білого шуму.

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Такий режим використовується під час тестування підсилювачів, фільтрів, аудіотрактів та різноманітних електронних систем обробки сигналів.

Окремим режимом роботи є формування тестового відеосигналу у вигляді вертикальних смуг «градації сірого». Для його створення програма генерує послідовність рівнів напруги, які відповідають різним значенням яскравості. На екрані телевізора або відеомонітора при цьому відображаються вертикальні смуги від чорного кольору до білого через декілька проміжних відтінків сірого. Такий режим дозволяє перевіряти працездатність відеотрактів, моніторів, телевізорів та систем передавання відеосигналів. Одночасно програма може формувати звуковий сигнал стандартної частоти, наприклад 1000 Гц, який використовується для контролю та налаштування аудіоканалів.

Для забезпечення високої точності роботи програма використовує систему апаратних переривань. Основні операції генерації виконуються саме в обробниках переривань таймерів, що гарантує стабільність частоти та форми вихідного сигналу незалежно від виконання інших програмних процедур.

Крім того, передбачений контроль допустимих параметрів роботи. Якщо користувач намагається встановити частоту або інші параметри за межами допустимого діапазону, програма автоматично обмежує введені значення та повідомляє про це на дисплеї.

Для підвищення зручності експлуатації реалізована функція збереження налаштувань у вбудованій пам'яті EEPROM. Після зміни параметрів користувачем програма записує їх у пам'ять мікроконтролера, завдяки чому після вимкнення живлення всі налаштування зберігаються. При наступному запуску пристрою автоматично відновлюються останній вибраний тип сигналу, його частота та інші параметри.

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Основним конструктивним вузлом виробу є друкована плата розмірами 100×85 мм, на якій розташовані всі електрорадіоелементи. Плата має

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

прямокутну форму, що спрощує її виготовлення та дозволяє зменшити витрати матеріалів.

Компонування елементів на друкованій платі виконано з урахуванням мінімальної довжини друкованих провідників, що дозволило зменшити паразитні електричні зв'язки та підвищити стабільність роботи пристрою. Розміщення елементів забезпечує зручність монтажу, налагодження та проведення ремонтних робіт.

Вибрано комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85 [28].

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

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{j_{\text{доп}} * t} = \frac{0,2A}{48 \frac{A}{\text{мм}^2} * 0,035\text{м}} = 0,2\text{мм} \quad (2.1)$$

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

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

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

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

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_{\text{д}} * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} * 0,2A * 0,4\text{м}}{0,5B * 0,035\text{м}} = 0,1\text{мм} \quad (2.2)$$

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

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

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

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

$$d = d_E + |\Delta d_{\text{н.в.}}| + r \quad (2.3)$$

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: d_E – максимальний діаметр виводу встановленого ЕРЕ (діаметр вивода ЕРЕ.) $\Delta d_{H.B.}$ – 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, кварца, кнопок;

$d_{E2} = 1,0$ – для дисплея HG1, мікросхеми DA1, резистора підстроювального R23.

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

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

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.4)$$

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

$$D_{1\min} = 2 \left(b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (2.5)$$

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:

$$d_{\max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad (2.6)$$

де: Δd - допуск на отвір.

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

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

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

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{max} = D_{min} + (0,02 \dots 0,06) \quad (2.7)$$

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

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

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

$$b_{min} = b_{1min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.8)$$

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:

$$S_{1min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{max}}{2} + \delta_p \right) + \left(\frac{d_{max}}{2} + \delta_1 \right) \right] \quad (2.9)$$

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

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

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta_p) \quad (2.10)$$

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta_1) \quad (2.11)$$

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

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Оцінка теплових режимів роботи виробу показала, що пристрій працює у нормальному тепловому режимі. Елементи на друкованій платі розташовані компактно, а розміри плати становлять 100×85 мм. Основні компоненти змонтовані на одній стороні плати, а на іншій розміщені індикатор HG1 та кнопки SB1–SB5. У схемі відсутні елементи великої потужності та компоненти, що виділяють значну кількість тепла, тому перегрів під час роботи не виникає.

Корпус виробу виготовлений із пластмаси з хорошими механічними та електроізоляційними властивостями. Його розміри становлять 118×128×54 мм, що забезпечує достатній внутрішній об'єм для нормальної циркуляції повітря та відведення тепла. Конструкція корпусу складається з верхньої та нижньої кришок коритоподібної форми, які з'єднуються між собою чотирма гвинтами.

Оскільки всі електрорадіоелементи закріплені на друкованій платі та не мають значного тепловиділення, застосування додаткових радіаторів або систем охолодження не потрібне. Тепловий режим роботи пристрою є стабільним та не впливає на надійність і довговічність виробу.

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою

Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [16]:

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.13 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К- сть шт.	$K_{\text{нопр}}$	$I_{\text{відм}} * 1e-06$	$K\text{-}ст\text{ь} * K_{\text{нав}} \text{ від} * 1e-06$
1	Мікросхеми	3	1	0,03	0,09
2	Резистор змінний	1	0,1	3,2	0,32
3	Індикатори	1	1	40	40
4	Конденсатори електролітичні	1	0,4	2,4	0,96
5	Конденсатори керамічні	3	0,1	1,4	0,42
6	Резистори постійні	21	0,42	0,8	7,056
7	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
8	Пайки	129	1	0,02	2,58
9	Кнопка	5	1	2,2	11
10	Резистор підстроювальний	1	0,42	5	2,1
11	Роз'єм	2	1	0,05	0,1
12	Резонатор кварцовий	1	1	0,2	0,2
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: $5.6626e-005$ 1/год

Середня наробка до відмови: 17659.7 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999434$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.994353$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.944947$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.567644$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.003473$

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

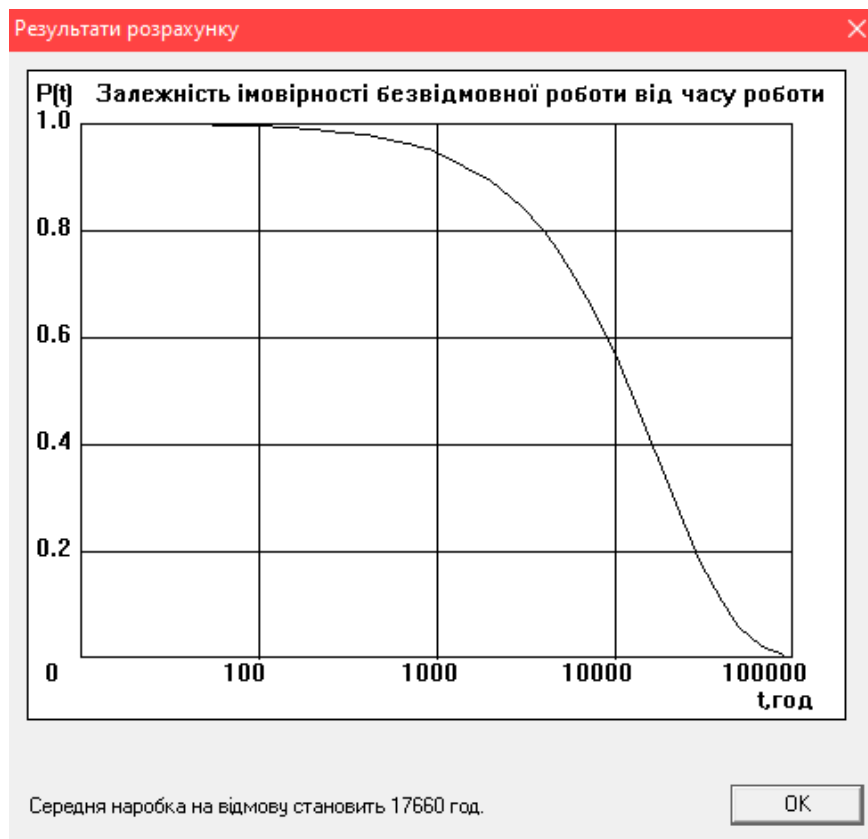


Рисунок 2.14 - Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 17660 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності

Техніко-економічний аналіз конструкції виробу показав, що розроблений пристрій є технологічним, економічним та зручним у виготовленні й експлуатації. Конструкція виробу побудована на основі друкованої плати розміром 100×85 мм, що дозволило забезпечити компактність пристрою та зменшити витрати матеріалів. Розміщення більшості елементів на одній стороні плати спрощує процес монтажу, пайки та подальшого технічного обслуговування.

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для виготовлення корпусу використовується пластмаса, яка має невелику масу, хороші електроізоляційні властивості, достатню механічну міцність та привабливий зовнішній вигляд. Конструкція корпусу складається з двох кришок, що з'єднуються гвинтами, завдяки чому забезпечується простота складання та можливість швидкого доступу до внутрішніх вузлів при ремонті або налагодженні.

У пристрої застосовані стандартні електрорадіоелементи та доступна елементна база, що знижує собівартість виробу і спрощує його виготовлення. Відсутність потужних нагрівальних елементів та складних механічних вузлів дозволяє уникнути використання додаткових систем охолодження і спеціальних конструкційних матеріалів.

Конструкція виробу забезпечує надійність роботи, компактність, простоту монтажу та низьку матеріаломісткість. Усе це робить пристрій економічно доцільним для виготовлення та експлуатації.

Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить 9 В, а струм споживання 0,2 А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=0,2*9=1,8 \text{ (Вт)} \quad (2.12)$$

2.2 Технологічна частина

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

Складання та монтаж проектного виробу виконуються відповідно до вимог технологічності, надійності та зручності експлуатації. Конструкція пристрою передбачає використання пластмасового корпусу розмірами 128×118×54 мм, який складається з верхньої та нижньої кришок коритоподібної форми. Така конструкція забезпечує достатню механічну міцність, жорсткість та спрощує процес складання виробу.

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На верхній кришці корпусу встановлюються основні елементи керування та індикації: перемикач, змінний резистор, кнопки керування, роз'єм живлення та скло індикатора. Кріплення елементів здійснюється за допомогою гвинтів, гайок і шайб, що забезпечує надійну фіксацію та зручність обслуговування. Верхня і нижня кришки з'єднуються між собою чотирма гвинтами.

Основним конструктивним вузлом виробу є друкована плата розмірами 100×85 мм, на якій розташовані всі електрорадіоелементи. Плата має прямокутну форму, що спрощує її виготовлення та дозволяє зменшити витрати матеріалів. Друкований вузол кріпиться до корпусу за допомогою гвинтів і шайб, що забезпечує його стійке положення та захист від механічних впливів.

Компонування елементів на друкованій платі виконано з урахуванням мінімальної довжини друкованих провідників, що дозволило зменшити паразитні електричні зв'язки та підвищити стабільність роботи пристрою. Розміщення елементів забезпечує зручність монтажу, налагодження та проведення ремонтних робіт. Для елементів, які можуть нагріватися під час роботи, забезпечено нормальний повітрообмін і достатню відстань від чутливих компонентів.

Монтаж електрорадіоелементів зі штировими виводами здійснюється методом встановлення у наскрізні отвори друкованої плати з подальшим загинанням виводів, обрізанням та паянням методом хвилі припою. Такий спосіб монтажу забезпечує високу надійність електричних з'єднань, добру механічну міцність та високу щільність розміщення компонентів.

Конструкція виробу забезпечує зручний доступ до внутрішніх вузлів, регульованих елементів і місць кріплення, що полегшує технічне обслуговування, ремонт та контроль параметрів пристрою. Завдяки раціональному компонуванню досягнуто мінімальних габаритів і маси виробу при збереженні високої надійності та технологічності конструкції.

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Конструкція проектного виробу є технологічною та придатною для серійного виготовлення. Технологічність конструкції забезпечується простотою форми корпусу, використанням стандартних електрорадіоелементів та раціональним компонованням друкованої плати. Застосування прямокутної друкованої плати розмірами 100×85 мм дозволяє зменшити витрати матеріалів і спростити процес її виготовлення.

Монтаж більшості елементів виконано на одній стороні плати, що значно полегшує складання, контроль та пайку виробу. Використання елементів зі штировими виводами дає можливість застосовувати прості та надійні методи монтажу. Конструкція забезпечує вільний доступ до місць кріплення, регулювання та контролю, що спрощує налагодження і ремонт пристрою.

Корпус виробу складається з двох пластмасових кришок, які з'єднуються гвинтами. Таке конструктивне рішення є простим у виготовленні та зручним під час складання і технічного обслуговування. Невелика кількість кріпильних елементів скорочує час монтажу та демонтажу виробу.

Для складання і монтажу виробу використовуються стандартні інструменти та пристосування:

- електричний паяльник або паяльна станція;
- бокорізи для обрізання виводів;
- пінцет для встановлення малогабаритних елементів;
- викрутки для монтажу корпусу та кріпильних елементів;
- мультиметр для проведення контрольних вимірювань;
- пристосування для фіксації друкованої плати під час монтажу.

Паяння електрорадіоелементів здійснюється методом хвилі припою або ручним способом із використанням припою та флюсу. Для забезпечення

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

точності монтажу застосовуються монтажні схеми, складальні креслення та друкована плата з маркуванням позицій елементів.

Таким чином, конструкція виробу характеризується високою технологічністю, простотою складання, зручністю монтажу та можливістю використання стандартного технологічного оснащення й інструментів.

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

У проектованому виробі використовується двостороння друкована плата, виготовлена комбінованим методом. Даний метод поєднує переваги хімічного та механічного способів формування провідного рисунка і забезпечує високу точність провідників, надійність електричних з'єднань та добрі експлуатаційні характеристики плати.

Для виготовлення друкованої плати використовується фольгований склотекстоліт, який має високі механічні та електроізоляційні властивості, достатню теплостійкість і міцність. Основа плати — двосторонній фольгований склотекстоліт товщиною 1,5 мм із мідною фольгою товщиною 35 мкм. Такий матеріал забезпечує необхідну жорсткість конструкції та надійність друкованих провідників.

Технологічний процес виготовлення друкованої плати включає кілька основних етапів. Спочатку виконується підготовка заготовки — різання склотекстоліту до необхідних розмірів та очищення поверхні мідної фольги від забруднень і окислів. Після цього на поверхню плати наноситься захисний шар фоторезисту.

Далі методом фотодруку формується рисунок провідників і контактних площадок. Після експонування та проявлення виконується хімічне травлення незахищених ділянок мідної фольги, у результаті чого формується провідний рисунок друкованої плати.

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На наступному етапі виконують свердління монтажних і перехідних отворів. Для забезпечення електричного з'єднання між сторонами плати застосовуються металізовані отвори або провідникові перемички. Після механічної обробки здійснюється очищення плати та контроль якості друкованих провідників.

Для захисту провідного рисунка від окиснення та механічних пошкоджень на плату наноситься захисне покриття. Також наноситься маркування позицій елементів, що полегшує процес монтажу та технічного обслуговування виробу.

Монтаж електрорадіоелементів виконується у наскрізні отвори друкованої плати з подальшим паянням методом хвилі припою або ручним способом. Така технологія забезпечує високу якість електричних з'єднань та механічну міцність монтажу.

До основних матеріалів, що використовуються при виготовленні друкованої плати, належать:

- двосторонній фольгований склотекстоліт;
- мідна фольга;
- припій;
- флюс;
- фоторезист;
- захисний лак або паяльна маска.

До допоміжних матеріалів належать:

- травильний розчин;
- мийні та знежирювальні засоби;
- свердла для отворів;
- монтажні провідники;
- спирт або інші очищувальні матеріали.

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Застосування комбінованого методу виготовлення друкованої плати забезпечує високу точність, надійність, технологічність конструкції та економічну доцільність виробництва виробу.

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:

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{3}{3 + 36} = 0,1 \quad (2.13)$$

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

$$K_{\text{А.М}} = \frac{H_{\text{А.М}}}{H_{\text{М}}} = \frac{103}{129} = 0,8 \quad (2.14)$$

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:

$$K_{\text{М.П.ЕРЕ}} = \frac{H_{\text{М.П.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{30}{36} = 0,83 \quad (2.15)$$

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

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

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{\text{ПОВТ.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = 1 - \frac{22}{36} = 0,61 \quad (2.16)$$

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

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

$$K_{\text{ЗАСТ.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ОР.ЕРЕ}}}{H_{\text{Т.ЕРЕ}}} = 1 - \frac{36}{36} = 0 \quad (2.17)$$

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:

$$K_{\text{ВСТ.Р}} = 1 - \frac{H_{\text{ВСТ.Р}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = 1 - \frac{6}{36} = 0,83 \quad (2.18)$$

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

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

$$K_{\text{Ф}} = \frac{D_{\text{пр}}}{D} = \frac{1}{1} = 1 \quad (2.19)$$

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

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0,1*1 + 0,8*1 + 0,83*0,75 + 0,61*0,5 + 0*0,310 + 0,83*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,54 \quad (2.20)$$

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

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

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad (2.21)$$

Перевіряємо умову: $\frac{0,54}{0,5} = 1,08 \geq 1.$

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

2.2.4 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;
- кріплення скла під індикатор;
- кріплення резистора змінного на верхню кришку;
- кріплення перемикача та роз'єму на верхню кришку;
- 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;

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- автоматизована пайка хвилею припою;
- рихтування;
- регулювання;
- лакування;
- технічний контроль [21].

Маршрутно-операційні технології складання друкованого вузла та корпусу приладу подано у додатках даної роботи.

					26 КР 172.402.005.000.000 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:

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

$$V_{\text{буд}} = 1500 \times 100 = 150000 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

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

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

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

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

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

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

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

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

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

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
ЗМН.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 - Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

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

3.2 Розрахунок собівартості продукції

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

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

Виробнича собівартість

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

Повна собівартість

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$B_M = 784 \times 1,04 = 815,36 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

Таблиця 3.2- Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	100	100
2	Кришка нижня	1	80	80
3	Кришка верхня	1	80	80
4	Мікросхема	3	70	210
5	Конденсатори електролітичні	1	10	10
6	Конденсатори постійні	3	1	3
7	Резистори постійні	22	0,5	11
8	Дисплей	1	150	150
9	Перемикач	1	20	20
10	Кнопка	5	10	50
11	Роз'єм	2	20	40
12	Кварц	1	30	30
				784

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

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

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

Таблиця 3.3- Розрахунок основної заробітної плати

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

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

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

$$V_{\text{дод.з.пл.}} = 121 \times 0,11 = 13,31 (\text{грн})$$

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

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

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{66}{100} \times (121 + 13,31) = 88,64 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 66%);

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:

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

$$V_{\text{зв}} = \frac{117}{100} \times (121 + 13,31) = 157,14 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 117%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 815,36 + (121 + 13,31 + 25,55) + 88,64 + 157,14 = 1221,03 \text{ (грн.)}$$

					26 КР 172.402.005.000.000 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	815,36
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	121,00
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	13,31
4	Відрахування на соціальні заходи	25,55
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	88,55
6	Загальновиробничі витрати	157,14
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1221,03
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	975,34
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	245,69

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

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

$$C_{од.пр} = 1221,03 \times \frac{100 + 33}{100} = 1623,97 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 33%);

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:

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

$$\Pi_p = (1623,97 - 1221,03) \times 1500 = 604410,00 \text{ (грн),}$$

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

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

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\text{ЧП} = 604410 - 604410 \times \frac{18}{100} = 495616,2 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$S_{повq} = 1221,03 \times 1500 = 1831545 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$R_{п.} = \frac{495616,2}{1831545} \times 100\% = 27,06 \%$$

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:

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

$$\text{ГП} = 495616,2 + 1031,25 = 496647,45 \text{ (грн.)},$$

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

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

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

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за формулою:

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

$$\text{ЧТВ} = 451497,68 - 229125 = 222372,68 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ТВ} = \frac{496647,45}{(1 + 0,1)^1} = 451497,68 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ІП} = \frac{451497,68}{229125} = 1,97$$

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ІІ- індекс прибутковості інвестицій.

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

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

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

$$T_{\text{диск}} = \frac{229125}{451497,68} = 0,51р$$

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

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

$$\text{ГП}_{\text{диск}} = \frac{451497,68}{1} = 451497,68 \quad (\text{грн.})$$

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.	1500
2	Собівартість виробу	грн./од.	1221,03
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1623,97
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	229125
5	Чистий прибуток	грн.	495616,2
6	Рентабельність виробу	%	27,04
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	740911,64
9	Індекс прибутковості	-	1,97
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,51

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Професійні захворювання та травми.

На підприємствах під час експлуатації обладнання та виконання технологічних процесів працівники можуть перебувати в небезпечних зонах. Небезпечним виробничим чинником називають такий виробничий чинник, вплив якого на працівника за певних умов призводить до травми чи різкого погіршення здоров'я.

Травма:

Фізична травма - пошкодження тканин або органів тіла внаслідок удару, поранення, опіку тощо.

Психологічна травма - нервові потрясіння. Психічна, душевна.

Виробничі фактори (рухомі машини й механізми, рухомі частини виробничого устаткування та ін.) можуть спричинити травми. Під виробничою травмою розуміють порушення анатомічної цілісності або фізіологічних функцій тканин чи органів людини внаслідок механічного, теплового, хімічного та іншого впливу факторів виробничого середовища на організм людини у зв'язку з виконанням нею професійної праці, будь-якого виробничого завдання або громадського доручення.

Відповідно до впливу чинників виробничого середовища на працівників травми поділяють на механічні, теплові, хімічні, електричні, променеві, комбіновані.

Механічні травми (уражені частини тіла, переломи, рани тощо) можуть бути заподіяні рушійними частинами виробничого устаткування та оброблюваними предметами, інструментом, переміщуваним вантажем. Вони можуть виникнути при падінні працівника (якщо приміщення захищено устаткуванням, зіпсовані переносні драбини).

Теплові травми (опіки, обмороження, теплові удари) викликані переважно прямим доторканням до поверхні виробничого устаткування,

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

впливом полум'я, гарячих предметів; раптовою дією розплавленого металу, гарячої рідини, гарячої пари чи газу. Обмороження є наслідком дії низьких температур повітря, устаткування чи предметів.

Хімічні травми являють собою хімічні опіки, гостре отруєння концентрованими кислотами, лужними розчинами та ін. Їх працівник може отримати при транспортуванні та переливі кислот, лугів, виготовленні розчинів, ремонті та чищенні апаратури.

Електричні травми пов'язані з проникненням струму через організм людини. Причини електричних травм на виробництві різноманітні: обриви дроту, доторкання до неізольованих дротів чи предметів під напругою.

Променеві травми пов'язані з впливом випромінювання.

Комбіновані травми можуть бути заподіяні кількома видами впливу (наприклад, механічна дія й ураження струмом та ін.).

Відповідно до «Схеми розподілу виробничих травм за ступенем серйозності ушкоджень» і «Схеми розподілу гострих профотруєнь за ступенем їх серйозності» травми поділяються на легкі, тяжкі й смертельні. Крім того, травми можуть бути груповими, якщо травмовано двох і більш працівників. Сукупність виробничих травм називають виробничим травматизмом.

Унаслідок довготривалої або багатократної дії шкідливих речовин та небезпечних факторів виробничого середовища і трудового процесу виникають професійні захворювання. До професійного захворювання належить захворювання, що виникло внаслідок професійної діяльності виключно або переважно під впливом шкідливих речовин і певних видів робіт та інших факторів, пов'язаних з роботою.

Професійне захворювання вважається виявленим з того момен-ту, коли захворілий працівник, змушений був уперше пройти курс лікування або втратив здатність працювати. Протягом трьох днів після встановлення зв'язку захворювання з умовами праці про це повідомляється обласному (міському) профпатологу, районній санепідемстанції, що курирує підприємство, де

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

працював хворий, та адміністрації підприємства (надсилається екстренне повідомлення про вперше виявлене професійне захворювання) для розслідування причин розвитку захворювання і запобігання виникненню його в інших працівників.

4.2 Види електричних травм.

Різноманітність впливу електричного струму на організм людини призводять до електротравм, котрі умовно поділяються на два види:

- місцеві електротравми, котрі означають місцеве ушкодження організму;
- загальні електротравми (електричні удари), коли уражається (або виникає загроза ураження) весь організм внаслідок порушення нормальної діяльності життєво важливих органів та систем.

Згідно зі статистичними даними орієнтовний розподіл нещасних випадків внаслідок дії електричного струму в промисловості за вказаними видами травм має наступний вигляд:

- місцеві електротравми — 20%;
- електричні удари — 25%;
- змішані травми (одночасно місцеві електричні травми та електричні удари) — 55%.

Місцева електротравма — яскраво виявлене порушення щільності тканин тіла, в тому числі кісток, викликане впливом електричного струму або електричної дуги. Найчастіше — це поверхневі ушкодження, тобто ушкодження шкіри, а інколи й інших м'яких тканин, зв'язок та кісток. Небезпеку місцевих електротравм та складність к лікування залежать від місця, характеру та ступеня ушкодження тканин, а також від реакції організму на це ушкодження. Місцеві електротравми виліковуються і працездатність потерпшого відновлюється повністю або частково. Однак при важких опіках людина помирає. При цьому безпосередньою причиною смерті є не

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електричний струм, а місцеве ушкодження організму, викликане струмом. Характерні місцеві електротравми — електричні опіки, електричні знаки, металізація шкіри, механічні пошкодження та електроофтальмія.

Приблизно 75% випадків ураження людей струмом супроводжується виникненням місцевих електротравм.

За видами травм ці випадки розподіляються наступним чином, %:

- електричні опіки — 40;
- електричні знаки — 7;
- металізація шкіри — 3;
- механічні пошкодження — 0,5;
- електроофтальмія — 1,5;
- змішані травми — 23;
- всього — 75.

Електричні опіки — це ушкодження поверхні тіла під дією електричної дуги або великих струмів, що проходять через тіло людини. Опіки бувають двох видів: струмові, коли струм проходить через тіло людини, та дугові (під дією електричної дуги температурою понад 3500 °C).

Електричний знак — це чітко окреслена пляма діаметром 1—5 мм сірого або блідо-жовтого кольору, що з'являється на поверхні шкіри людини, яка зазнала дії струму. В більшості випадків електричні знаки безболісні, з часом верхній шар шкіри сходить, а уражене місце набуває початкового кольору, відновлює пластичність та чутливість.

Електрометалізація — проникнення в шкіру частинок металу внаслідок його розбризкування та випаровування під дією струму. Вона може статися при коротких замиканнях, від'єднаннях роз'єднувачів та рубильників під навантаженням. При цьому дрібні частинки розплавленого металу під впливом динамічних сил та теплового потоку розлітаються у всі сторони з великою швидкістю. Кожна з цих частинок має високу температуру, але малий запас теплоти, і тому не здатна пропалити одяг. Тому ушкоджуються

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відкриті частини тіла — руки та обличчя. Уражена ділянка тіла має шорстку поверхню.

З плином часу хвора шкіра сходить, уражена ділянка набуває нормального вигляду та еластичності, зникають і всі хворобливі відчуття, пов'язані з цією травмою. Лише при пошкодженні очей лікування може виявитись тривалим та складним, а в деяких випадках потерпілий може позбутись зору. Тому роботи, при котрих можливе виникнення електричної дуги, повинні виконуватись в захисних окулярах. Металізація шкіри спостерігається у 10% потерпілих від електричного струму. Одночасно з металізацією виникає дуговий опік, котрий майже завжди викликає більш важкі ураження, ніж металізація.

Механічні ушкодження є в більшості випадків наслідком різких судомних скорочень м'язів під впливом струму, котрий проходить через тіло людини. Внаслідок цього можуть відбутися розриви сухожиль, шкіри, кровоносних судин та нервової тканини і навіть переломи кісток. Електротравмами не вважаються аналогічні травми, викликані падінням людини з висоти, ударами об предмети внаслідок впливу струму. Механічні ушкодження мають місце при роботі в установках напругою до 1000 В при тривалому перебуванні людини під напругою. Механічні ушкодження виникають приблизно у 1% осіб, що зазнали впливу струму. Такі ушкодження завжди створюють електричні удари, оскільки їх викликає струм, що проходить через тіло людини. Деякі з них супроводжуються, крім того, контактними опіками тіла. На ступінь ураження людини струмом істотно впливають рід та величина струму, час його дії, шлях по тілу людини.

Електроофтальмія — це запалення зовнішніх оболонок очей, що виникає під впливом потужного потоку ультрафіолетових променів. Таке опромінення можливе при утворенні електричної дуги (при короткому замиканні). Електроофтальмія спостерігається приблизно у 3% потерпілих від струму.

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інфрачервоні (теплові) промені також шкідливі для очей, але лише на близькій відстані або при інтенсивному і тривалому опроміненні. У випадку ж короткотривалої дуги основним фактором, що впливає на очі, є ультрафіолетові промені, хоч і в цьому випадку не виключена небезпека ураження очей інфрачервоними променями, а також потужним потоком світла та бризками розплавленого металу.

Електроофтальмія розвивається через 4—8 годин після ультрафіолетового опромінення. При цьому мають місце почервоніння та запалення шкіри, слизових оболонок повік, слъози, гнійні виділення з очей, судоми повік та часткова втрата зору. Потерпілий відчуває головний біль та різкий біль в очах, що посилюється на світлі.

Запобігання електроофтальмії при обслуговуванні електро-установок забезпечується застосуванням захисних окулярів зі звичайним склом, котре майже не пропускає ультрафіолетових променів і одночасно захищає очі від інфрачервоного опромінення та бризок розплавленого металу при виникненні електричної дуги.

Електричний удар — збудження живих тканин організму електричним струмом, що супроводжується судомним скороченням м'язів. Такий удар може призвести до порушення і навіть повного припинення роботи легенів та серця. При цьому зовнішніх місцевих ушкоджень, тобто електричних травм, людина може і не мати.

Ступінь негативного впливу на організм електричних ударів різний. Найслабший електричний удар викликає ледь відчутні скорочення м'язів поблизу місця входу або виходу струму. Може порушитись і навіть припинитись діяльність легенів та серця, тобто призвести до загибелі організму.

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В залежності від наслідку ураження електричні удари можна умовно розділити на 5 ступенів:

I — судомні ледь відчутні скорочення м'язів;

II — судомні скорочення м'язів, що супроводжуються сильним болем, що ледь переноситься без втрати свідомості;

III — судомне скорочення м'язів з втратою свідомості, але зі збереженням дихання і роботи серця;

IV — втрата свідомості та порушення серцевої діяльності або дихання (або одного і другого разом);

V — клінічна смерть, тобто відсутність дихання та кровообігу.

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції цифрового генератора на ATMEGA8». 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 100×85мм 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. Конструкція друкованого вузла є досить не складна, конструкція корпусу виробу є також не складною.

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

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

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Цифровий генератор [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://sxem.org/2-vse-stati/24-izmereniya/136-tsifrovoj-generator-na-atmega8> (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/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/> (дата звернення 15.02.2026).
4. Конденсатор NPO [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/kond/NPO//> (дата звернення 15.02.2026).
5. Резистор 16K1-B50K [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/kx-26-32-768-khz-16K1-B50K.html> (дата звернення 15.02.2026).
6. Мікросхема L7805ABV "ST Microelectronics" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://car-led.org/ua/p31490203-c.html> (дата звернення 15.02.2026).
7. Резистор 3329H-1 "Bourns" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/cls7-ts6601-13.0-180> (дата звернення 15.02.2026).
8. Перемикач KLS7-001-11 "KLS" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/cls7-ts6601-13.0-180> (дата звернення 15.02.2026).
9. Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180 "KLS" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/cls7-ts6601-13.0-180> (дата звернення 15.02.2026).

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Мікросхема LM358 "Silcor" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/b41828a6225m007>(дата звернення 15.02.2026).
11. Мікросхема ATmega8-16PU "Microchip" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/b41828a6368923m03407> (дата звернення 15.02.2026).
12. Дисплей SDCB2004BWE-R07 "Sinda" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/b4er45hy04547> (дата звернення 15.02.2026).
13. Кварцевий резонатор HC-49S 16 МГц "KDS" [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://eguru.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 172.402.005.000.000 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://eguru.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://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>

27. Програма для розробки схем "Altium Designer" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.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 172.402.005.000.000 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. Ємельянов В.В. Конспект лекцій з дисципліни “Системи мобільного зв’язку”, частина 2 – “Радіопередавальні та радіоприймальні пристрої” для студентів усіх форм навчання спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка. – Харків, Харківський національний університет радіоелектроніки, 2018. – 74 с.

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 проєктів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzkzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ4OS4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ..*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRIb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNlWHAzWWxZWlJTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0ZlM3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2026).

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

ДОДАТКИ

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А Друкована плата

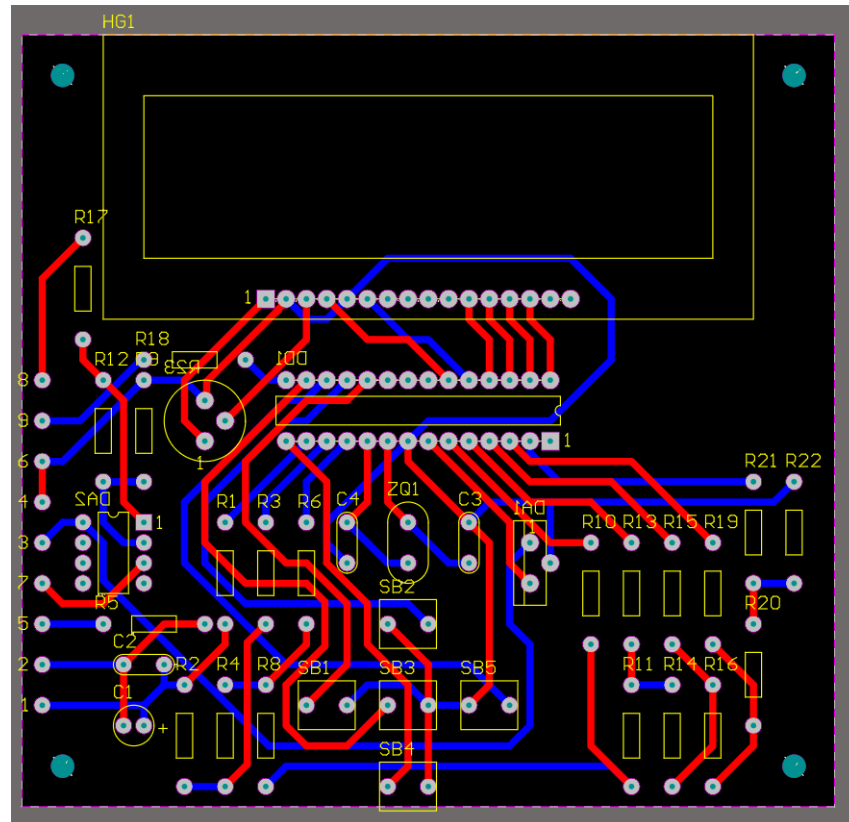


Рисунок А.1 – Друкована плата

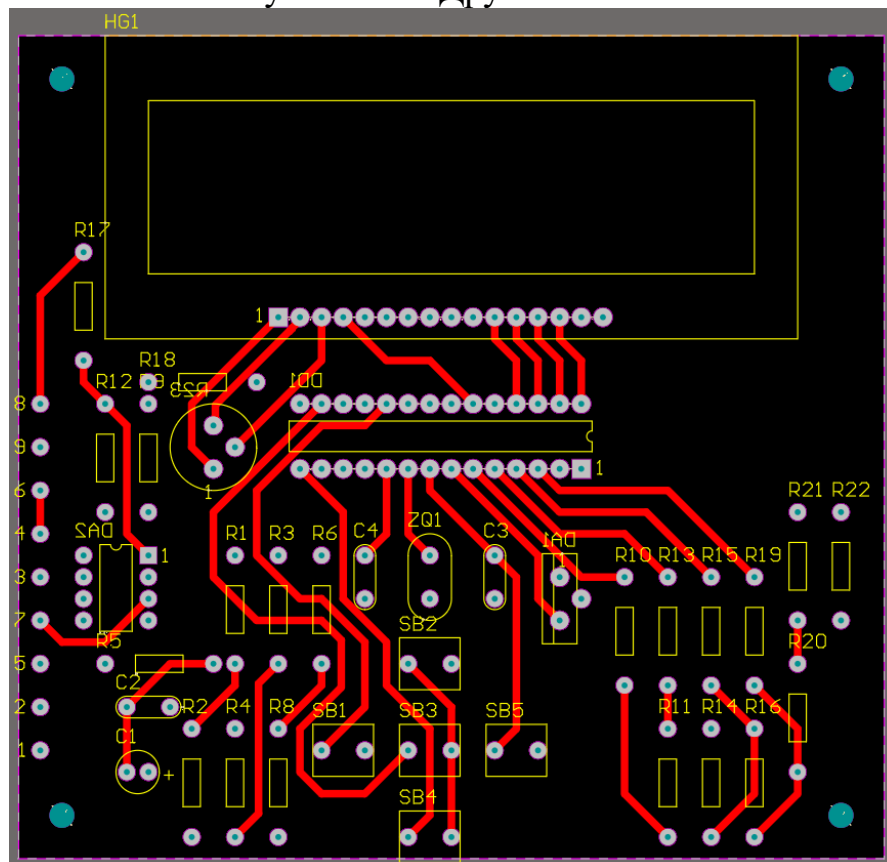


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Тор

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

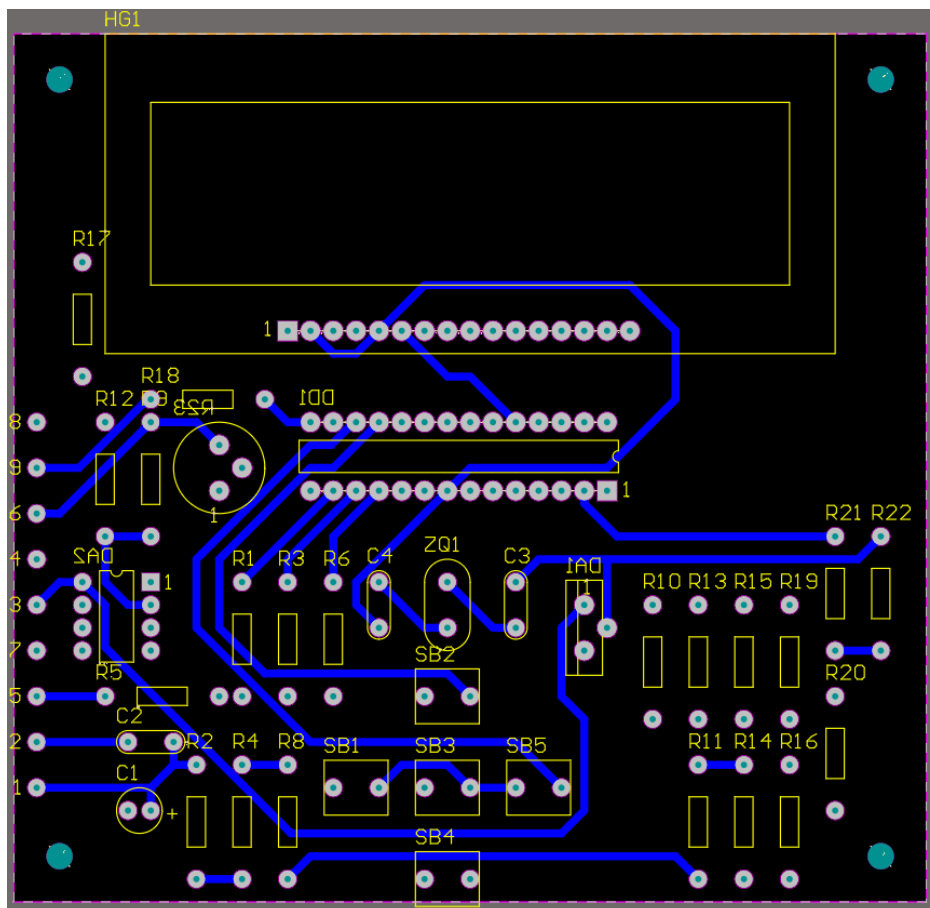


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Botton

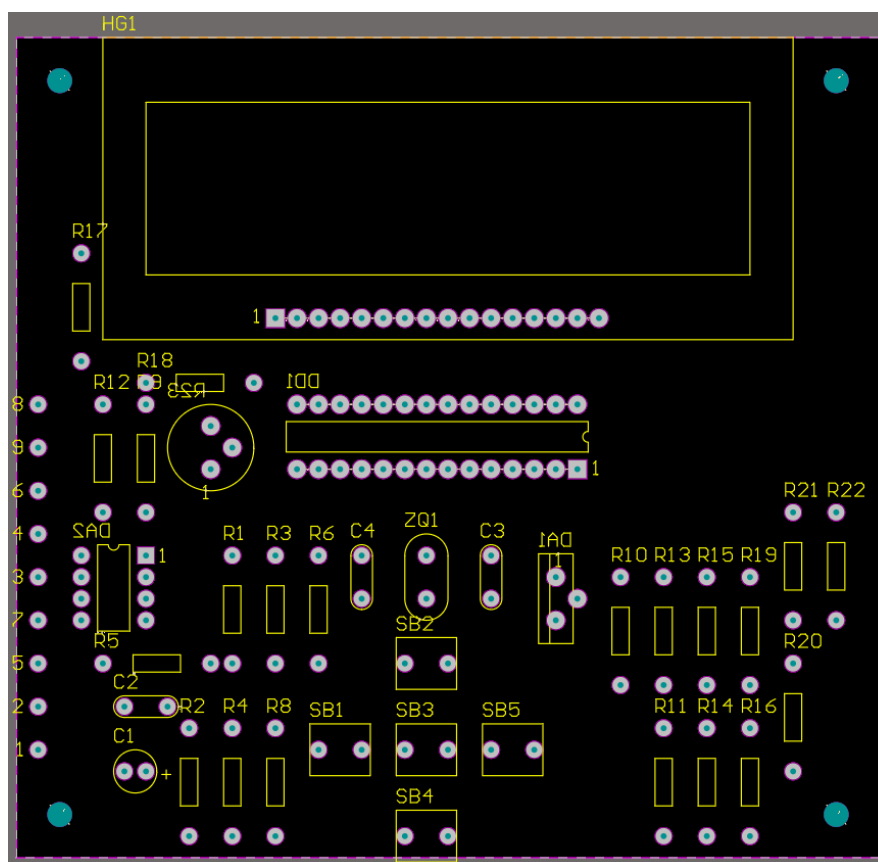


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Б 3D модель пристрою

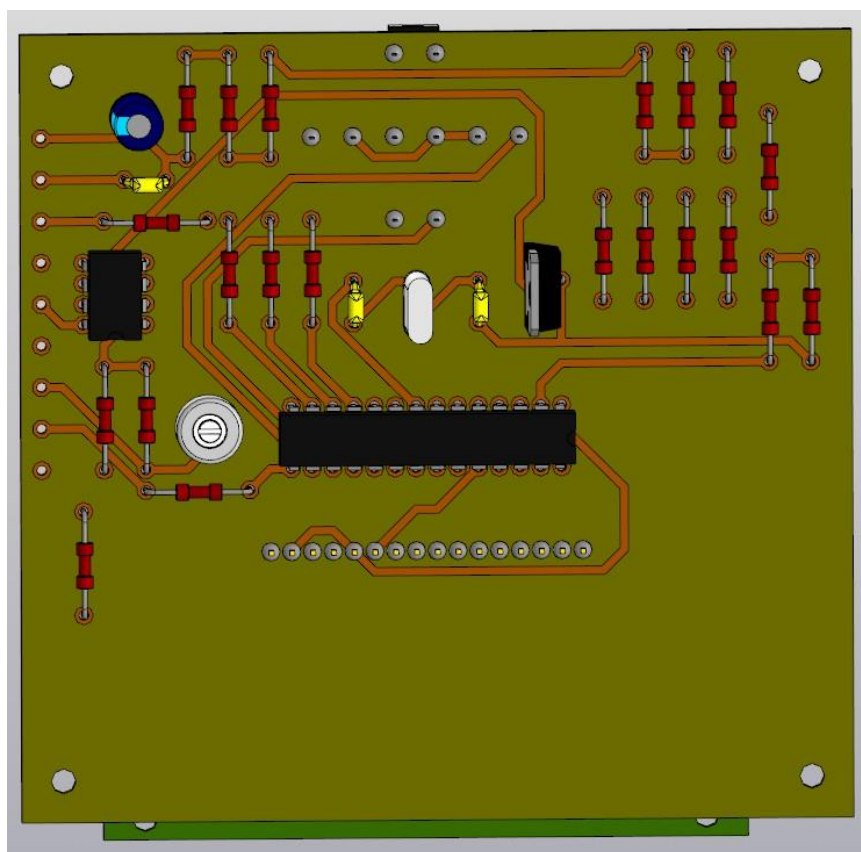


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкований

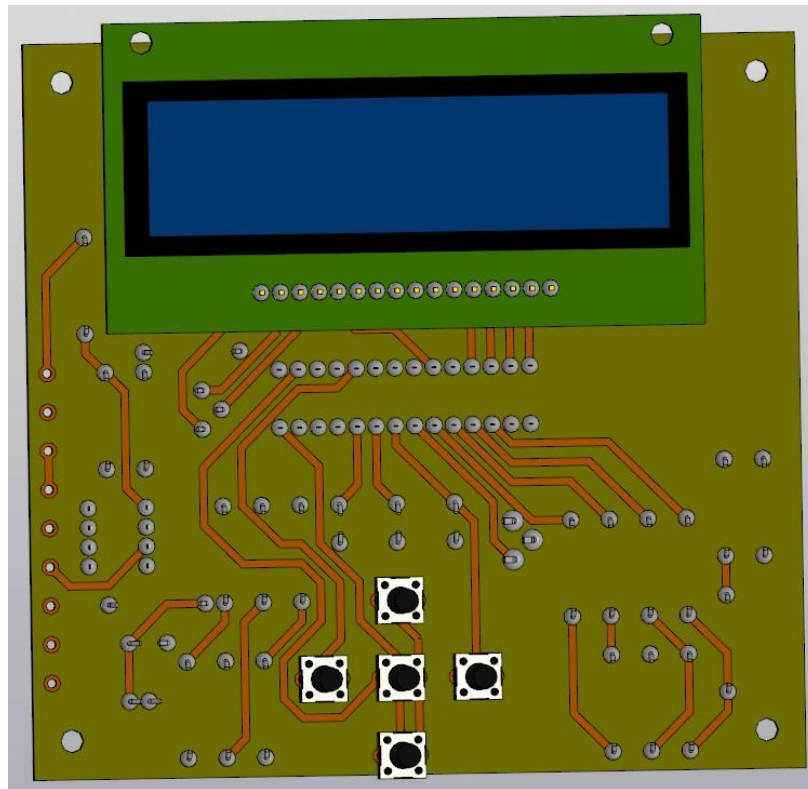


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкований знизу

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

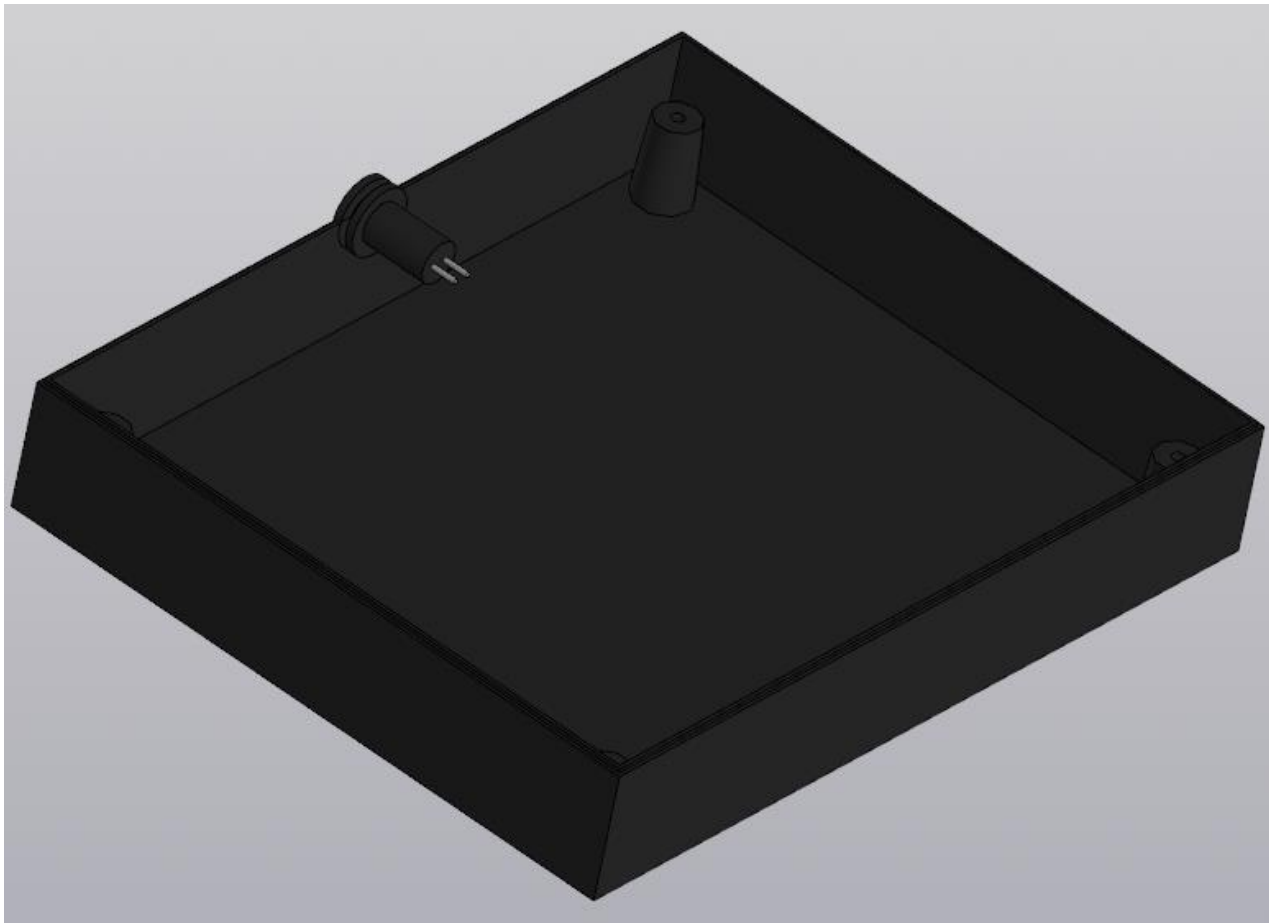


Рисунок Б.3 – 3D модель пристрою, нижня кришка

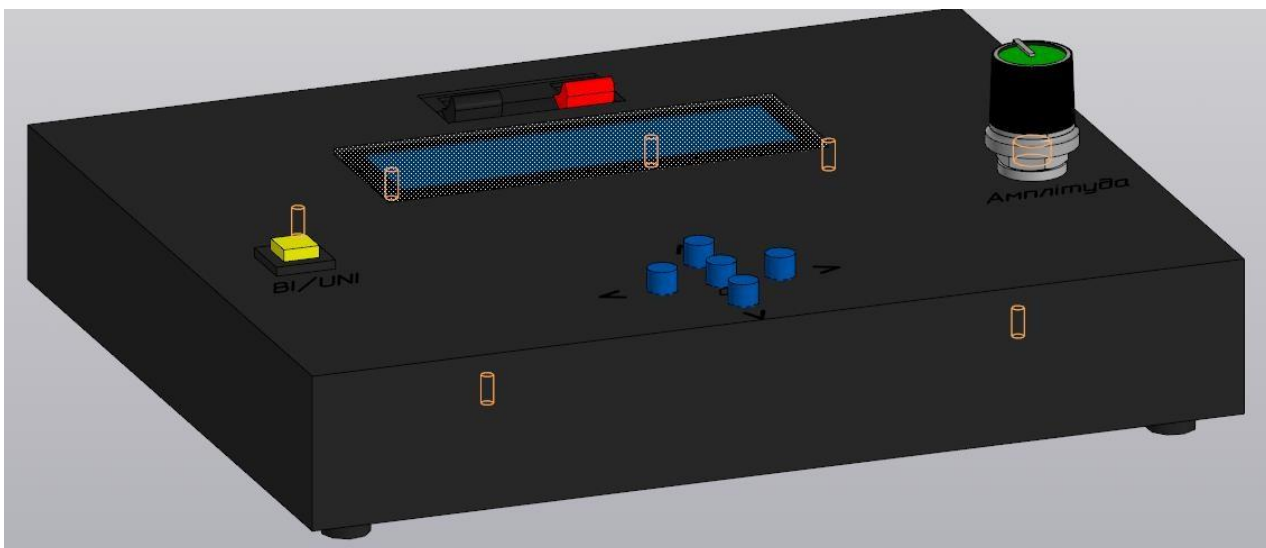


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, верхня кришка

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

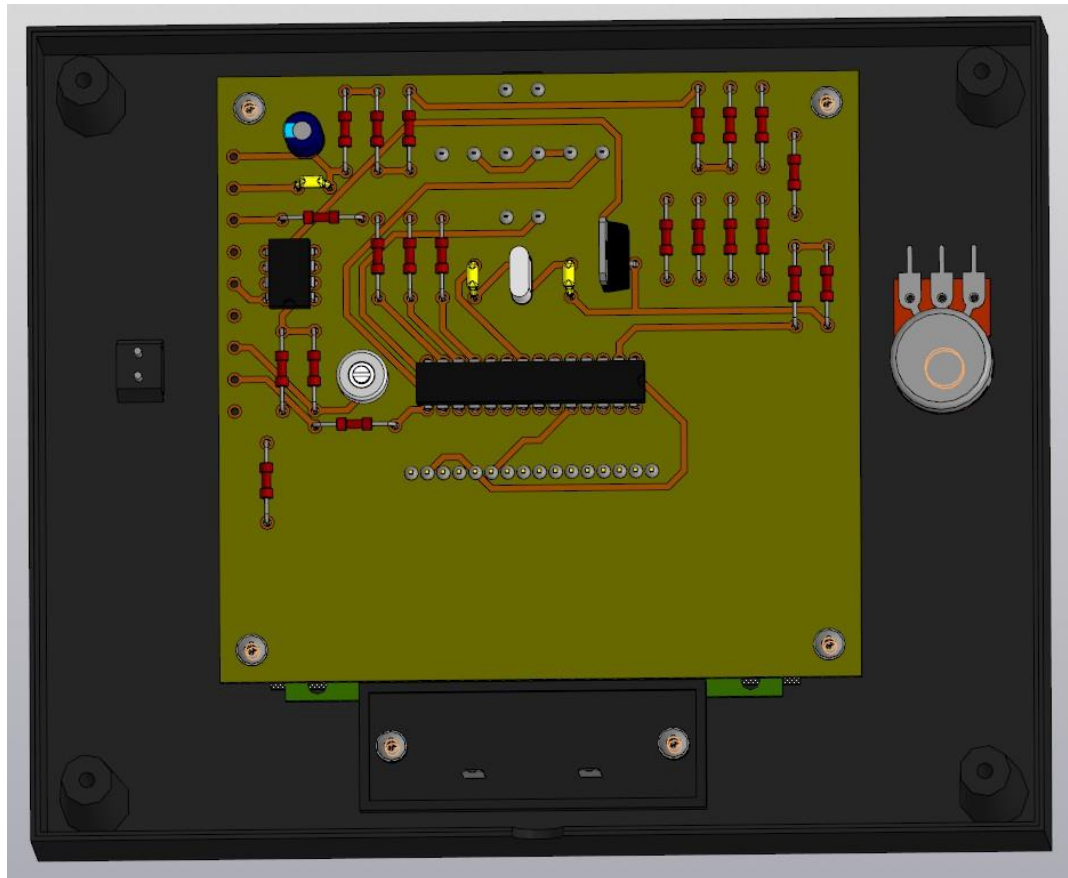


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, верхня кришка знизу

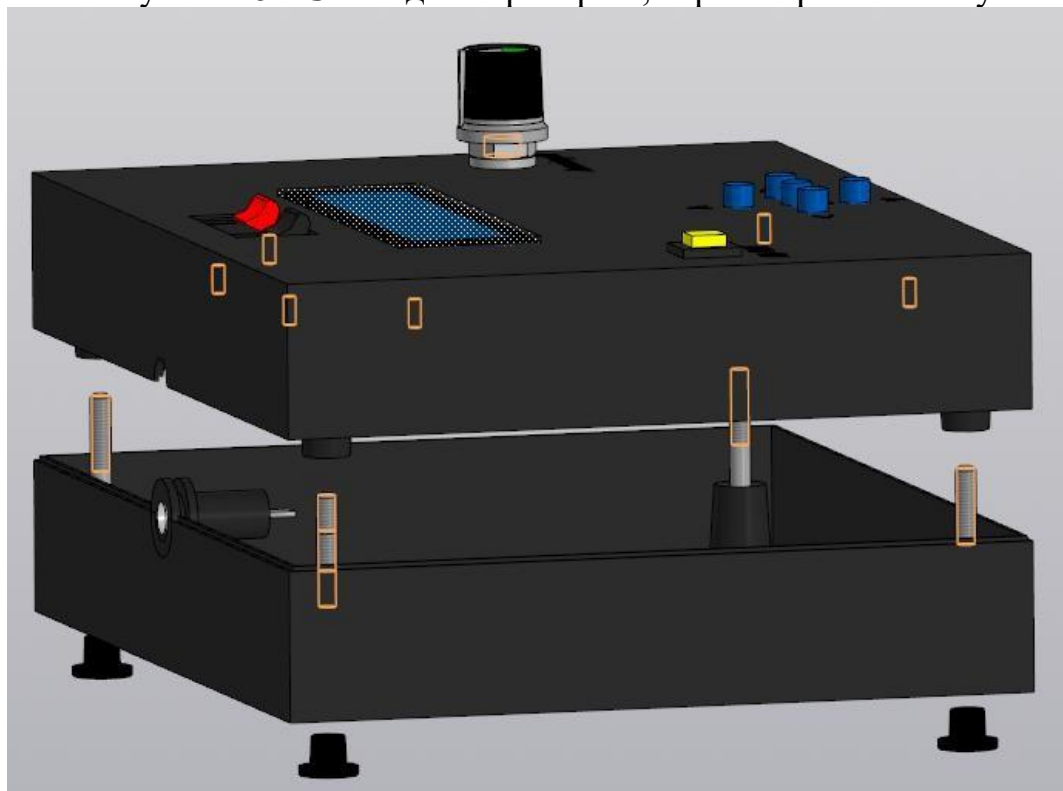


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

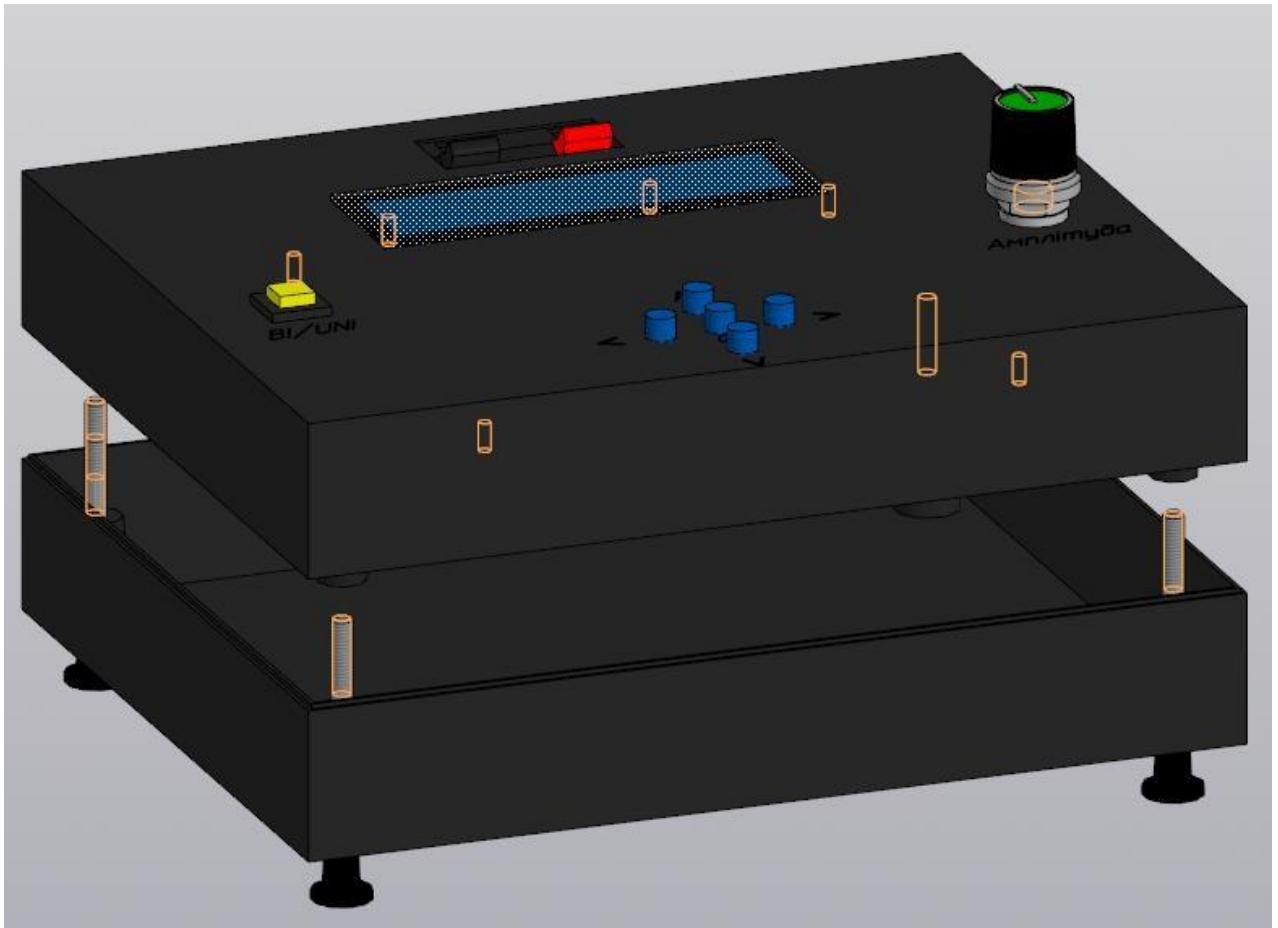


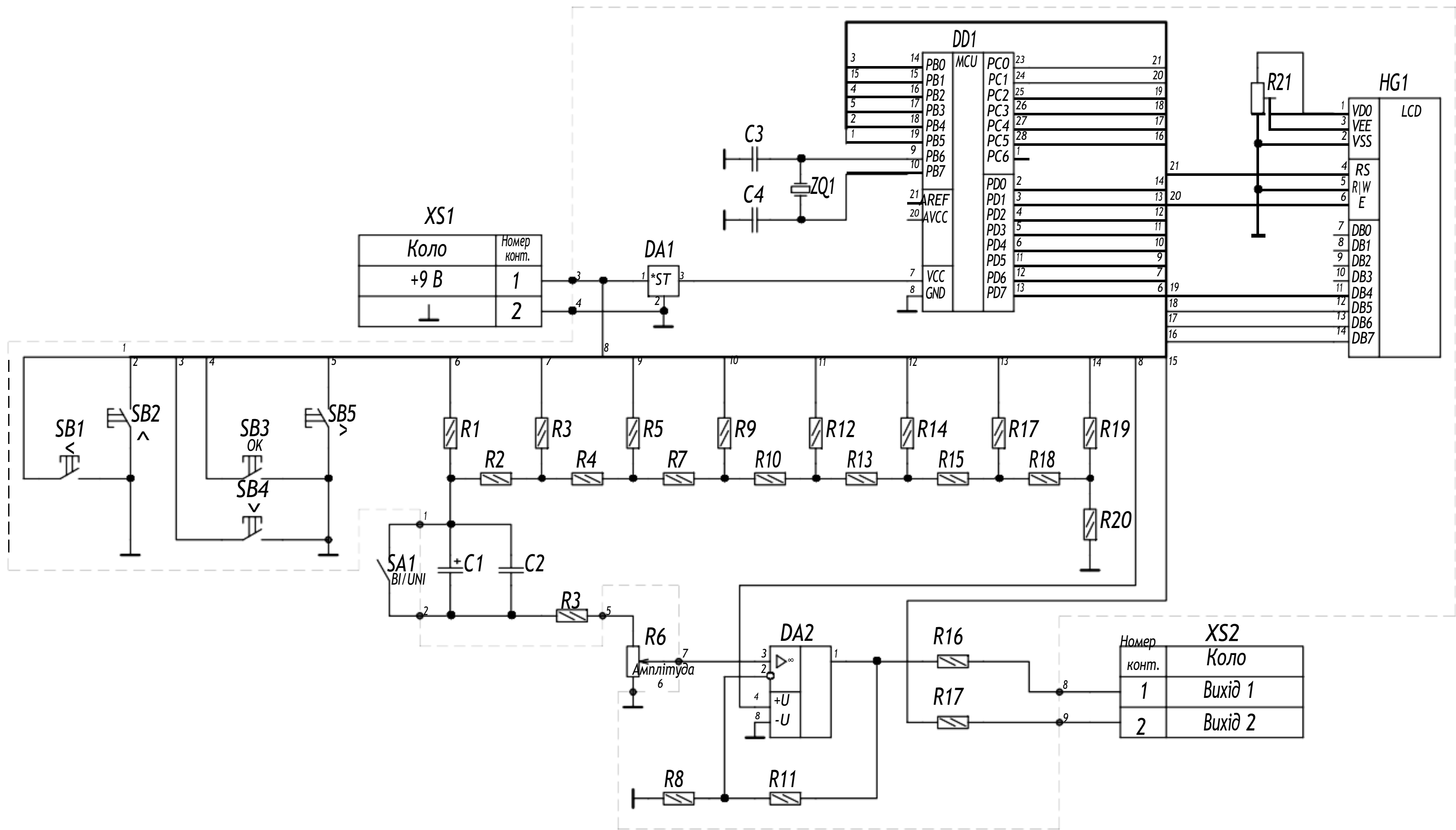
Рисунок Б.7 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

					26 КР 172.402.005.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перш. викорис.		Поз. познач.	Найменування			Кіл.	Примітка		
			Конденсатори						
		C1	ECAP-16 B-220 мкФ ±20% "Jamicon"			1			
		C2	NPO-100 нФ ±5% "Murata"			1			
Довад. №		C3, C4	NPO-12 нФ ±5% "Murata"			2			
			Мікросхеми						
		DA1	L7805ABV "ST Microelectronics"			1			
		DA2	LM358 "Silkor"			1			
		DD1	ATmega8-16PU "Microchip"			1			
		HG1	Дисплей SDCB2004BWE-R07 "Sinda"			1			
			Резистори						
		R1	MFP-0,125-2 кОм ±10% "Yageo"			1			
		R2	MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"			1			
Підпис і дата		R3	MFP-0,125-2 кОм ±10% "Yageo"			1			
		R4	MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"			1			
		R5	MFP-0,125-2,2 кОм ±10% "Yageo"			1			
		R6	MFP-0,125-2 кОм ±10% "Yageo"			1			
		R7	16K1-B50K-10 кОм "Song Huei"			1			
Інв. № аубл.		R8	MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"			1			
		R9	MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"			1			
		R10	MFP-0,125-2 кОм ±10% "Yageo"			1			
		R11	MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"			1			
		R12	MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"			1			
Інв. № ориг.									
Підпис і дата		Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26 КР 172.402.005.001.000 ПЕЗ Цифровий генератор на АТМЕГА8 Перелік елементів Літ. Н Аркуш 1 Аркушів 2 ВСП ТФК ТНТУ ТР-402 м. Тернопіль		
		Розроб.	Вархоляк						
		Перевір.	Штогрин						
		Н.контр.	Задорожний						
		Затверд.							
		Копіював					Формат А4		

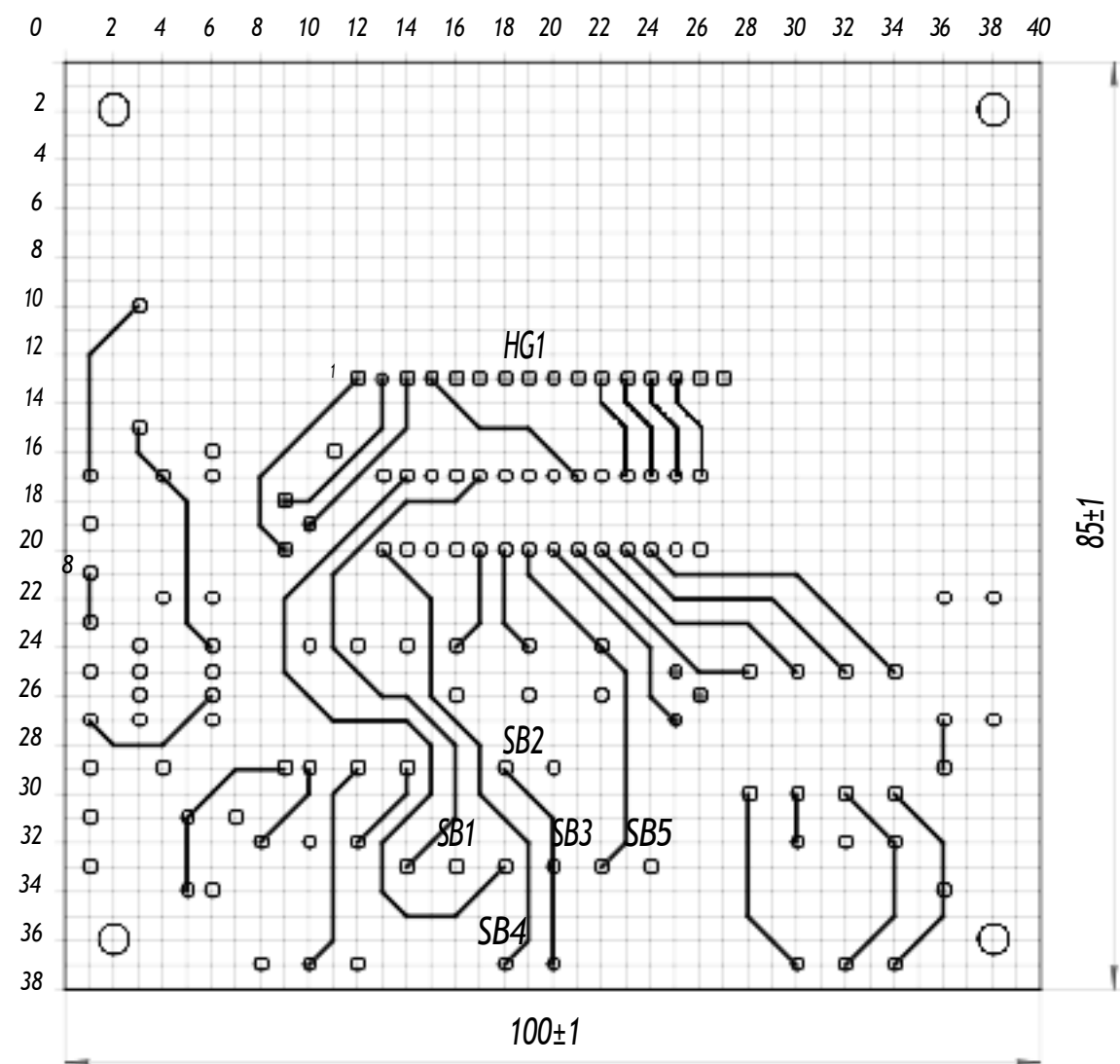
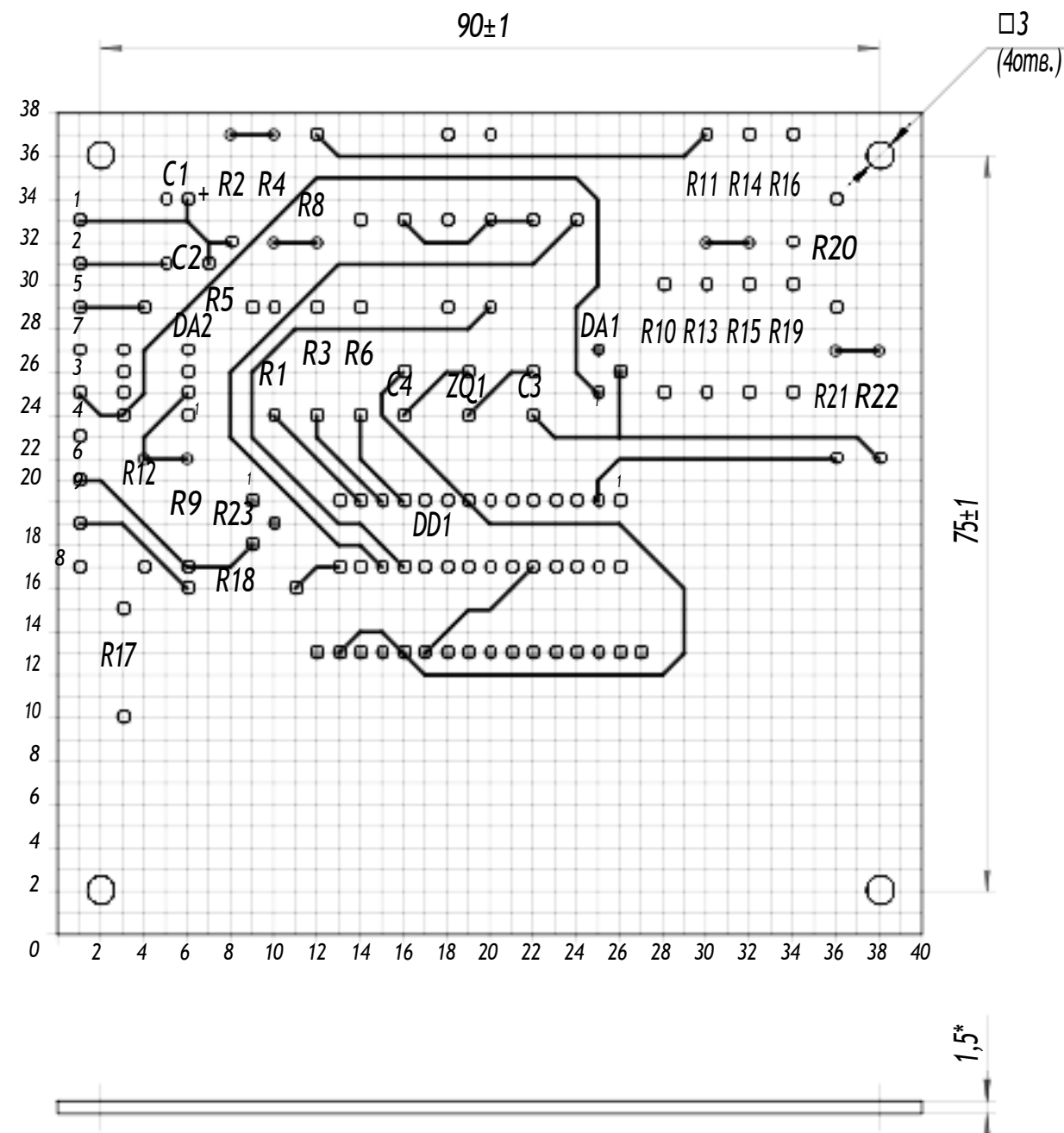
Перш. викорис.	
Додат. №	
Підпис і дата	
Інв. № змін.	
Зам. інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ориг.	

26 КР 172.402.005.001.000 Е3



					26 КР 172.402.005.001.000 Е3						
Зм. Арк. Розроб. Перевір. Т.контр. Н.контр. Затверд.	№ докум. Вархоляк Штогрин Задорожний	Підпис	Дата	Цифровий генератор на ATMEGA8 Схема електрична принципова	Літ.		Маса	Масштаб			
					Н		-	-			
					Аркуш		Аркушів		1		
					ВСП ТФК ТНТУ ТР-402 м. Тернопіль						
Копіював					Формат А2						

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Вархоляк			
Перевір.	Штогрин			
Т.контр.				
Н.контр.	Задорожний			
Затверд.				



Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
	0,8	є	2,0	107	
	1,0	є	2,2	22	

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

				26 КР 172.402.005.001.001			
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.		Маса	Масштаб
Розроб.	Вархолов			н	0,03	2:1	
Перевір.	Штогрин			Аркуш		Аркушів	1
Т.контр.				ВСП ТФК ТНТУ		ТР-402	
Н.контр.	Задорожний			м. Тернопіль			
Затверд.				Формат		А1	
СФ2-35-1,5КП ГОСТ 10316-78				Копіював			

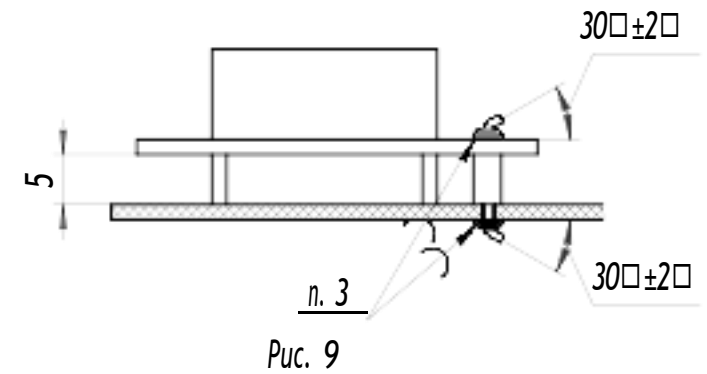
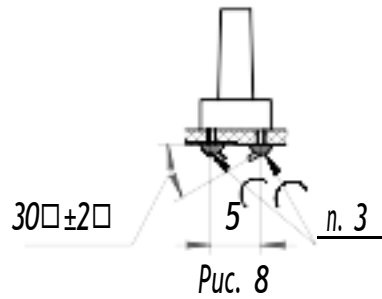
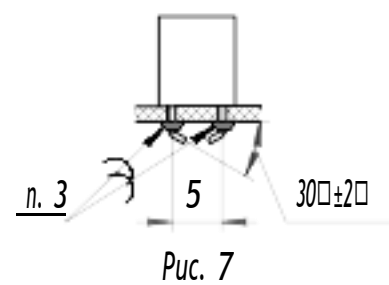
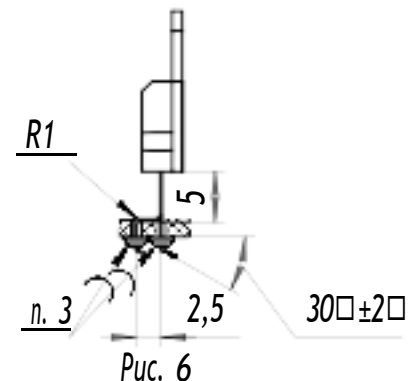
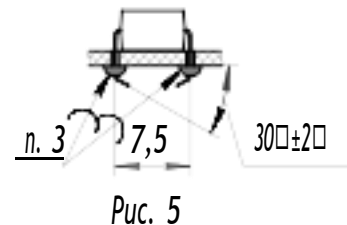
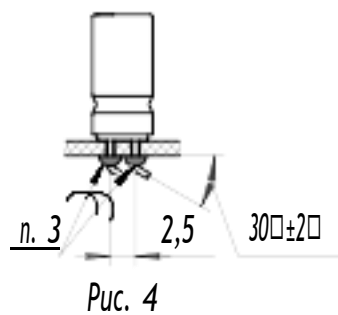
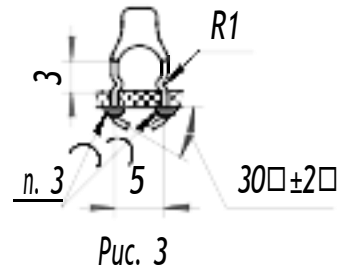
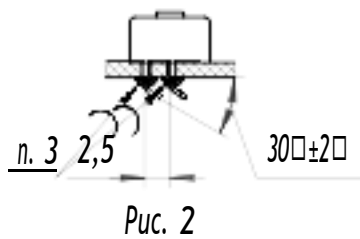
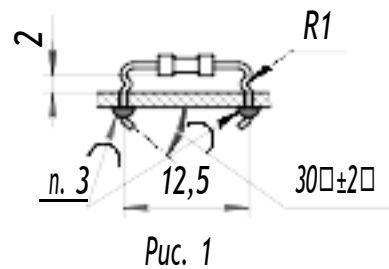
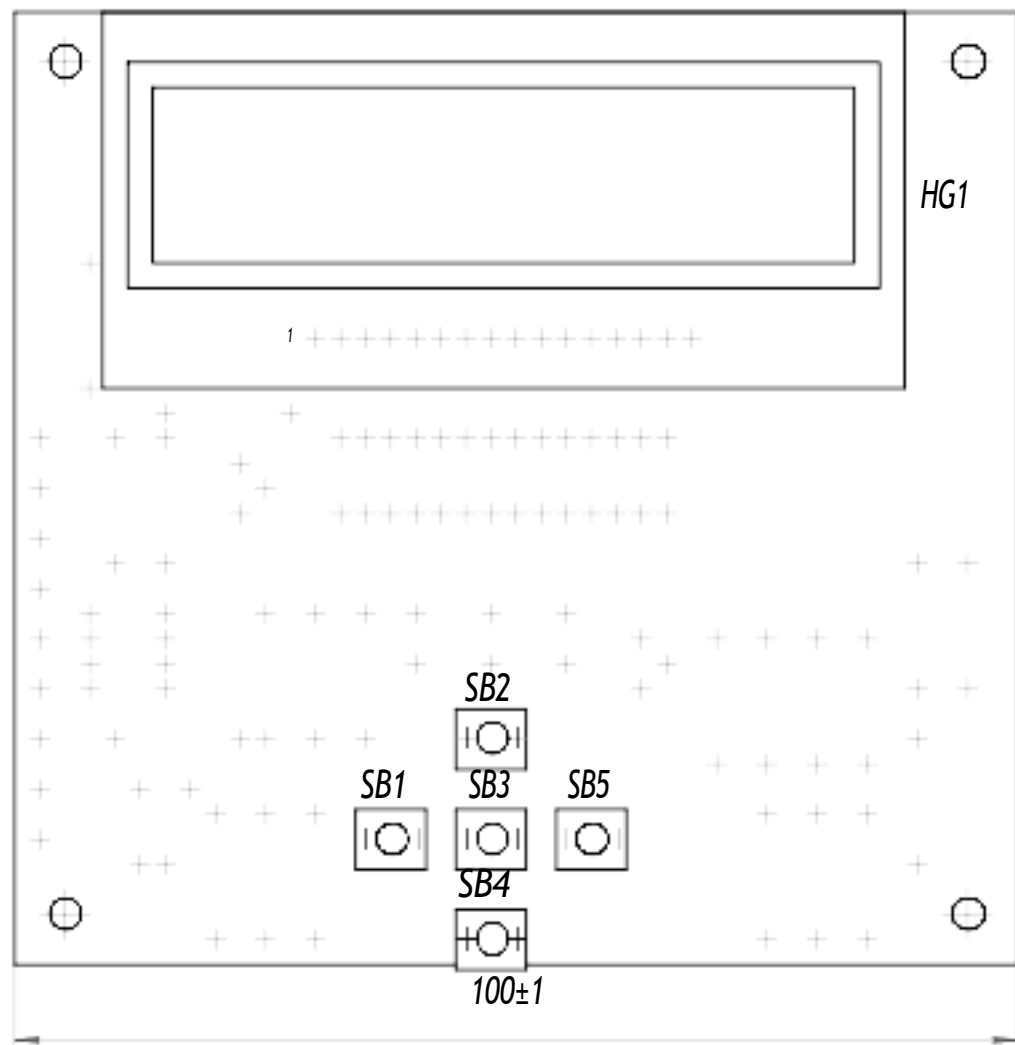
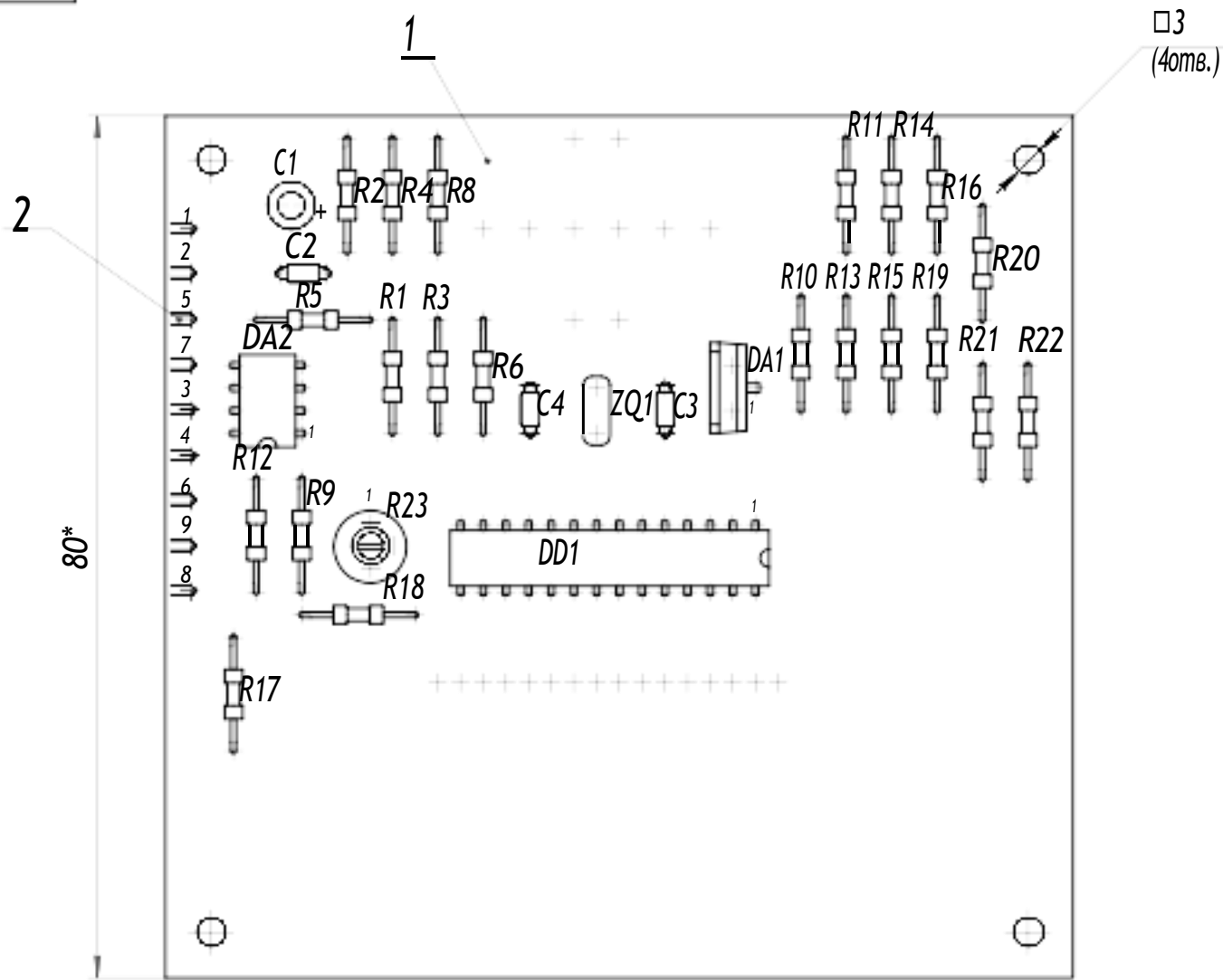
Перш. викорис.	Довід. №	Форма	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
Довід. №	Довід. №					Документація				
		A4			26 КР 172.402.005.000.000 ПЕЗ	Перелік елементів				
		A2			26 КР 172.402.005.000.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1			
		A1			26 КР 172.402.005.001.000 СК	Вузол друкований	1			
						Деталі				
		A1	1	26 КР 172.402.005.001.001	Плата друкована	1				
		БК	2	26 КР 172.402.005.001.002	Перемичка	9				
						Інші вироби				
Інв. №	Інв. №					Конденсатори				
			3		NPO-22 нФ ±5% "Murata"	2	C3, C4			
			4		NPO-100 нФ ±5% "Murata"	1	C2			
			5		ECAP-16 В-220 мкФ ±20% "Jamicon"	1	C1			
					Мікросхеми					
			7		ATmega8-16PU "Microchip"	1	DD1			
			8		L7805ABV "ST Microelectronics"	1	DA1			
			9		LM358 "Sikor"	1	DA2			
			11		Дисплей SDCB2004BWE-R07 "Sinda"	1	HG1			
					Резистори					
	13		MFP-0,125-47 Ом ±10% "Yageo"	2	R17, R18					
Інв. № ориг.	Інв. № ориг.					26 КР 172.402.005.001.000				
		Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
		Розроб.	Вархоляк				Вузол друкований	Літ.	Аркуш	Аркушів
		Перевір.	Штогрин					Н	1	2
		Н.контр.	Задорожний					ВСП ТФК ТНТУ ТР-402		
		Затверд.						м. Тернопіль		

ІНВ. № ориг.	Ідентифікація	Зам. ІНВ. №	ІНВ. № дубл.	Ідентифікація

Арк.
2

Формат A4

26 КР 172.402.005.001.000 СК



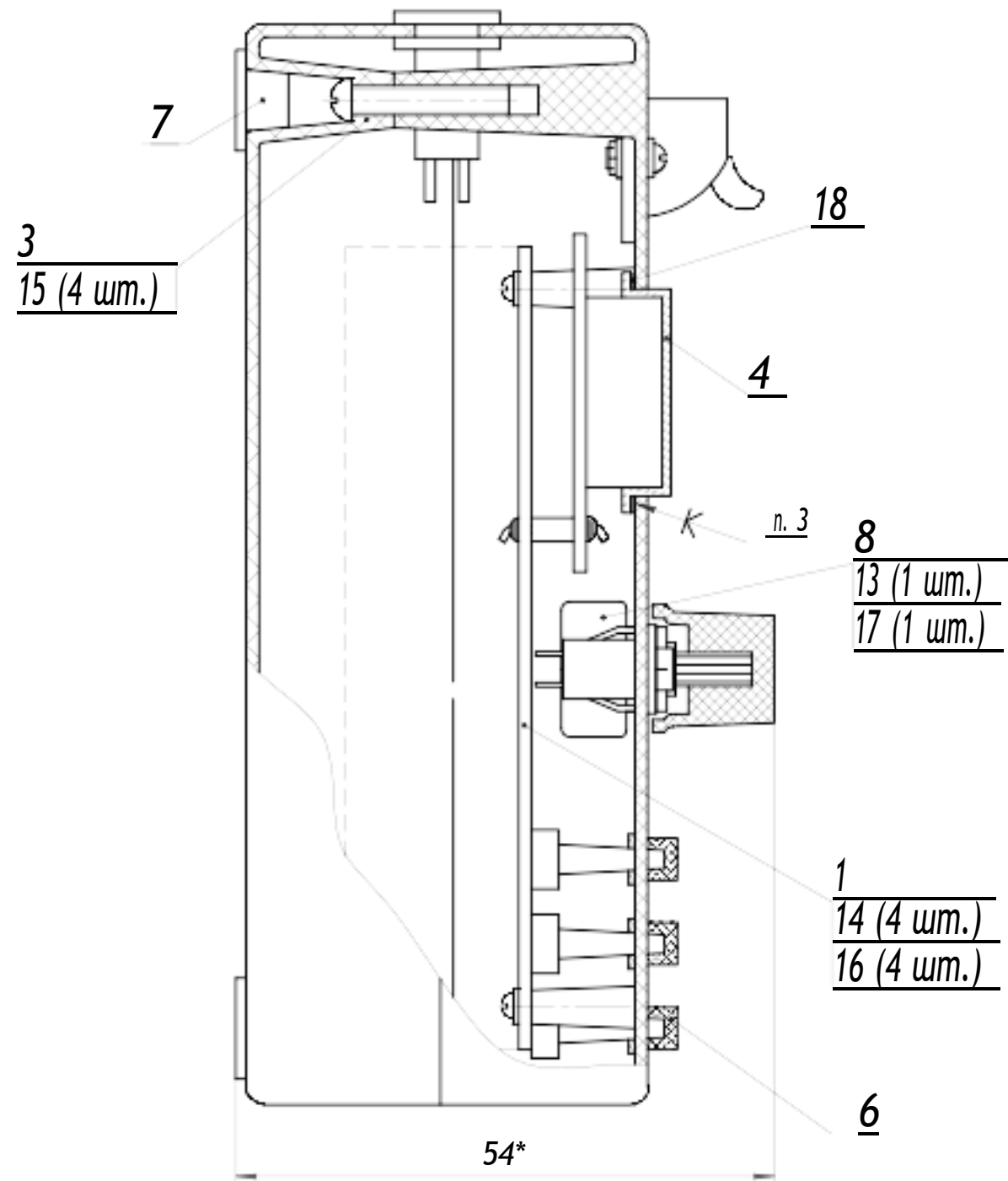
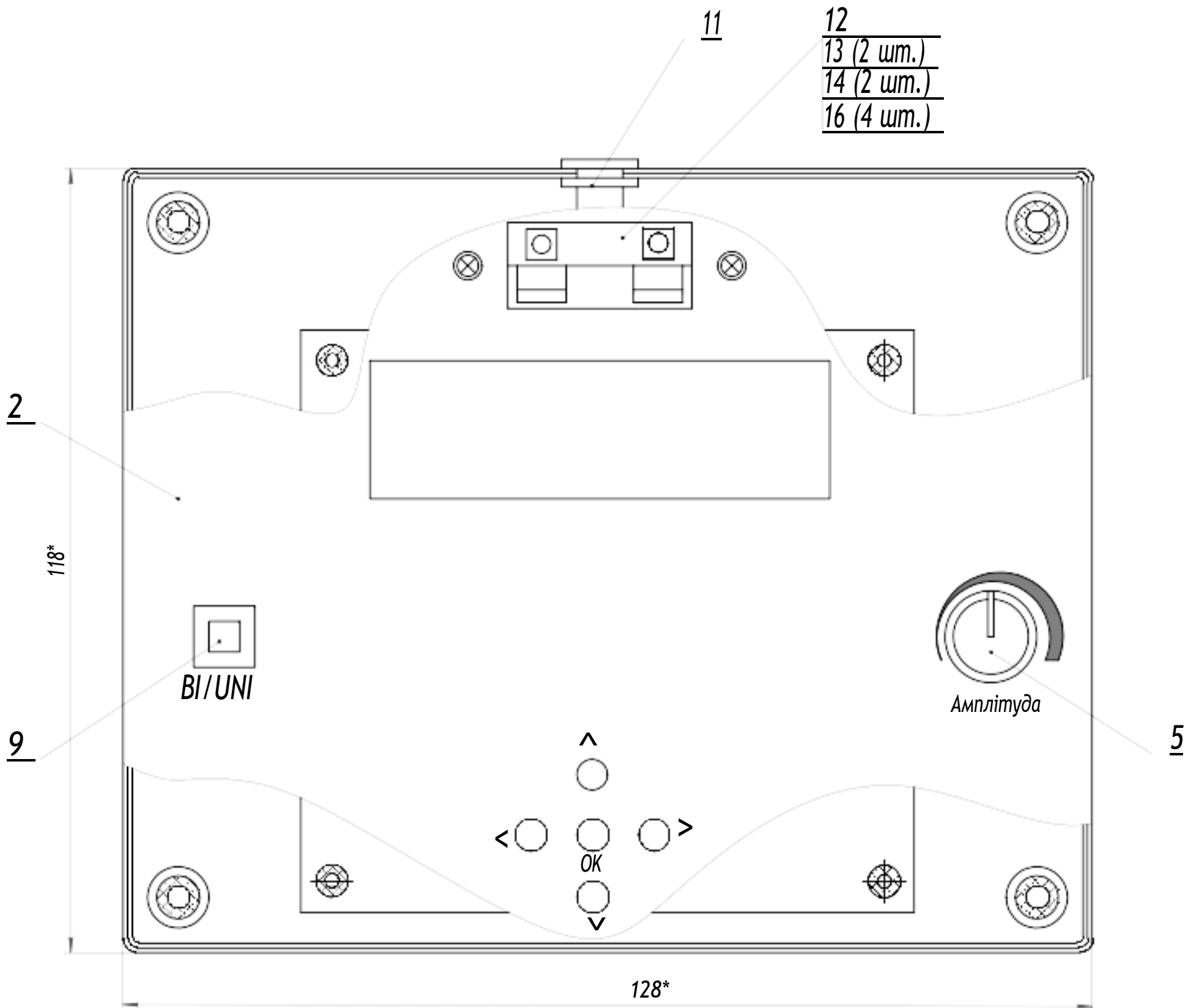
1. *Розміри для довідок.
2. Установку і формування елементів проводити з кроком координатної сітки 2,5 мм. Елементи формувати (установка і формування елементів на рисунках показані в масштабі 2:1): R1...R6, R8...R22-на рис. 1; R23-на рис. 2; C2...C4-на рис.3; C1-на рис. 4; DD1, DA1-на рис. 5; DA1-на рис. 6; ZQ1-на рис. 7; SB1...SB5-на рис. 8; HG1-на рис. 9.
3. Паяти припоем ПОС61 ГОСТ 21931-76.
4. Заводський номер, позначення елементів маркувати фарбою ЧМ, чорна, БМ, біла, ТУ029-02-859-78. Шрифт 2,5 по НО. 010. 007.
Місця розміщення маркування показані умовно.
5. Лакувати лаком АКА-113.
6. Позначення елементів показано умовно.
7. Друковані провідники умовно не показані.
8. Інші вимоги по ОСТ4ГО.070.015.

26 КР 172.402.005.001.000 СК				26 КР 172.402.005.001.000 СК		
Вузол друкований				Літ.	Маса	Масштаб
Складальне креслення				Н	0,06	2:1
Аркуш				Аркуші	1	
ВСП ТФК ТНТУ ТР-402				м. Тернопіль		
Формат А1				Копіював		

Перш. викорис.	Довід. №	Форма	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.						
						Документація								
		A4			26 КР 172.402.005.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів								
		A2			26 КР 172.402.005.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1							
		A1			26 КР 172.402.005.004.000 СК	Складальне креслення	1							
						Складальні одиниці								
		A1	1	26 КР 172.402.005.001.000 СК	Вузол друкований	1								
						Деталі								
		БК	2	26 КР 172.402.005.004.001	Верхня кришка	1								
		БК	3	26 КР 172.402.005.004.002	Нижня кришка	1								
		БК	4	26 КР 172.402.005.004.003	Скло для індикатора	1								
		БК	5	26 КР 172.402.005.004.004	Ручка для резистора	1								
		БК	6	26 КР 172.402.005.004.005	Накладка для кнопки	5								
		БК	7	26 КР 172.402.005.004.006	Ніжка	4								
						Інші вироби								
			8		Резистор 16K1-B50K-10 кОм "Song Huei"	1	R7							
			9		Перемикач KLS7-001-11 "KLS"	1	SA1							
						Роз'єми								
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № збул.	Підпис і дата	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26 КР 172.402.005.004.000	Цифровий генератор на ATMEGA8	Літ.	Аркуш	Аркушів
												Н	1	2
												ВСП ТФК ТНТУ ТР-402		
												м. Тернопіль		

ІНВ. № ориг.	Підпис і дата	Зам. ІНВ. №	ІНВ. № дубл.	Підпис і дата

Арк.
2



1. * Розміри для довідок.
2. Електромонтаж здійснювати згідно з 26 КР 172.402.005.001.000 ЕЗ припоєм припоєм ПОС-40 ГОСТ 21931-76.
3. Клеїти клеєм MAPEI ADESILEX G19.
4. Інші технічні вимоги по ОСТ.4.ГО.070.015.

26 КР 172.402.005.004.000 СК				Цифровий генератор на ATMEGA8			Літ.	Маса	Масштаб
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дати	Вархоліяк	Штогрин	Складальне креслення	н	0,3	2:1
Розроб.	Вархоліяк	Штогрин					Аркуш	Архив	1
Перевір.							ВСП ТФК ТНТУ ТР-402		
Т.контр.							м. Тернопіль		
Н.контр.	Задорожний						Формат А1		
Затверд.							Копіював		

[illegible]

[illegible]

Дубл																								
Замість																								
Підпис																								
																				Аркуш 3				
															26 КР 172.402.005.03.000					26 КР 172.402.005.03.118				
										</														

[illegible]

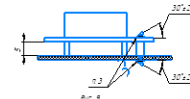
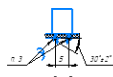
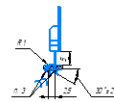
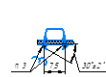
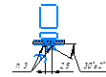
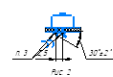
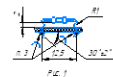
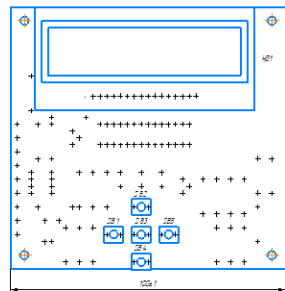
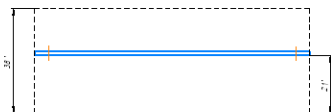
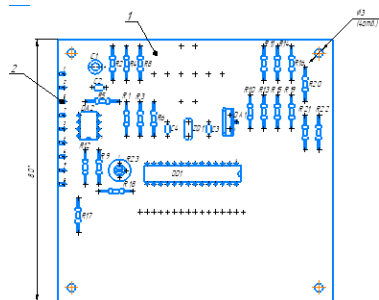
[illegible]

Дубл																				
Замість																				
Підпис																				
												Аркуш 6								
												26 КР 172.402.005.03.000				26 КР 172.402.005.03.118				
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		
М 01				Припой ПОС-61				ГОСТ 2131-76								180	100	0,11		
02				Флюс АТІ-120				ГОСТ 32142-82								120	100	0,18		
03				Спиртобензинова суміш				ГОСТ 443-76								120	100	0,18		
04																				
05																				
06																				
А 07		402		005	055	402005055 Регулювання												0,005		
Б 08				Установка для регулювання РД 628413																
О 09				Регулювати згідно інструкції 26 КР 172.405.005.02 i1																
10																				
А 11		402		005	060	402005060 Лакування												0,005		
Б 12				Установка для лакування РД 640138																
О 13				Лакувати плату по ТТП 156324																
М 14				Лак	АК-113			ГОСТ 23832-79								120	100	0,8		
15																				
А 16		402		005	065	402005065 Технічний контроль												0,005		
Б 17				Установка для регулювання РД 628413																
О 18				Перевірку провести по інструкції 26 КР 172.402.005.02 i2																

Дубл.								
Замість								
Підпис								

						Аркушів 7	Аркуш 7	
Розробив	Вархоляк				ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.402.005.03.000		26 КР 172.402.005.03.118
Перевірів	Штогрин							
Нормував					Вузол друкований			
Затвердив								
Н. контр.	Задорожний							

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



1. *Рисунки для сборки
2. *Чертежи для сборки
3. *Чертежи для сборки
4. *Чертежи для сборки
5. *Чертежи для сборки
6. *Чертежи для сборки
7. *Чертежи для сборки
8. *Чертежи для сборки

[illegible]

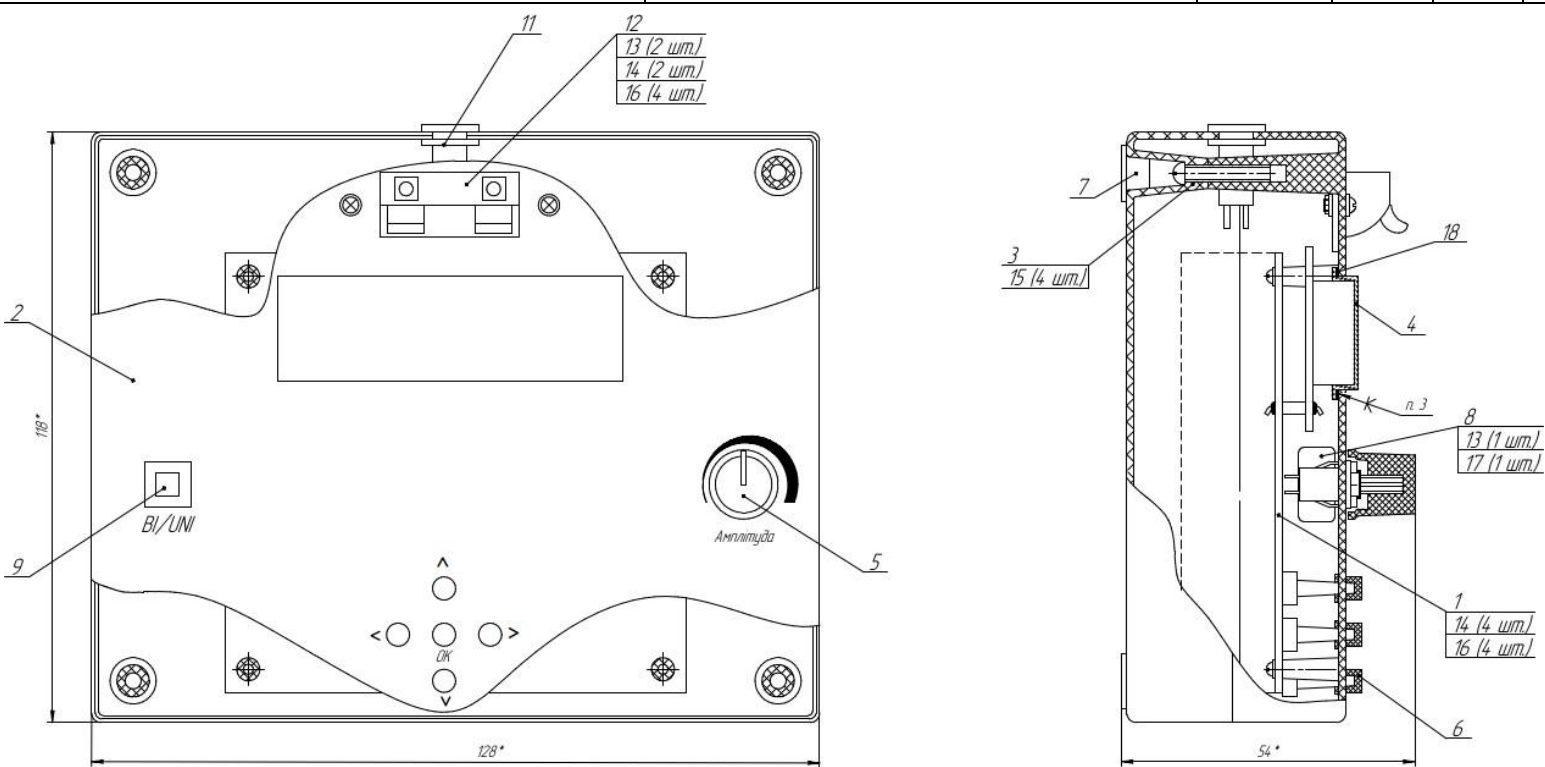
[illegible]

[illegible]

Дубл.								
Замість								
Підпис								

							Аркушів 4	Аркуш 4
Розробив	Вархоляк			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.402.005.001 СК		26 КР 172.402.005.001	
Перевірів	Штогрин			Цифровий генератор на ATMEGA8				Н
Нормував								
Затвердив								
Н. контр.	Задорожний							

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



Техніко - економічні показники цифрового генератора на ATMEGA8

	Технічні показники			Економічні показники	
1	Напруга живлення вхідна	+9В	1	Річний обсяг виробництва	1500шт.
2	Струм споживання	180мА	2	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	229125 грн
3	Габаритні розміри Маса	128*118 *54мм	3	Чистий прибуток	495616,2 грн
4		0,3кг	4	Повна собівартість на виріб	1221,03 грн
5	Допустима вологість повітря	88%	5	Ціна одиниці виробу	1623,97 грн.
6	Частота генерування сигналів		6	Рентабельність виробу	27,04%
7	Форма сигналів	1±64999Гц	7	Термін окупності	0,51р
8		синусоїдальний прямокутний трикутний пилкоподібний	8	Індекс прибудковості	1,97