

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 інтелектуального сенсорного дзвінка

Виконав: студент (ка) IV курсу, групи ТР-403ск

Спеціальність: 172 «Електронні комунікації та
радіотехніка»

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

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Гесюк А Б

(прізвище та ініціали)

Керівник

Савчук М П

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Хвостівська Л В

(прізвище та ініціали)

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

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

_____ Гесюк Андрій Богданович _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Розробка конструкції інтелектуального сенсорного дзвінка

керівник кваліфікаційної роботи Савчук Михайло Петрович,
(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:

Розробити сенсорний дзвінок з наступними параметрами:

напруга живлення +12В, допустима вологість %93, струм споживання 10мА, діапазон робочих температур -10 +30 °С, регулювання гучності так, Записувати інформацію можна не менше 100 000 раз, габаритні розміри 153x101x56 мм _____

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

Анотація

Вступ. Призначення і область застосування електронного пристрою

Розділ 1 Загальна частина

1.1. Розробка технічного завдання.

1.2. Вибір і опис структурної схеми виробу.

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

Розділ 2 Спеціальна частина

2.1. Розрахунково-конструкторська частина.

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

2.1.2. Обґрунтування вибору конструкції.

2.1.3. Опис і обґрунтування вибору елементної бази.

2.1.4. Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.

- 2.1.5. Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу.
- 2.1.6. Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності)
- 2.1.7. Розрахунок надійності проектного виробу.
- 2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.
- 2.2. Технологічна частина
 - 2.2.1. Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології.
 - 2.2.2. Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки.
 - 2.2.3. Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів.
 - 2.2.4. 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 Створення на підприємстві служби охорони праці.
 - 4.2 Основні поняття та визначення пожежної безпеки.
- Висновки
- Перелік посилань
- Додатки

Додаткові вказівки:

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

_____ без _____ виготовлення макета _____

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

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Отримання і аналіз технічного завдання	12.05	
2	Збір і узагальнення інформації для кваліфікаційної роботи	13.05	
3	Написання першого розділу кваліфікаційної роботи	25.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту кваліфікаційної роботи	29.05	
5	Написання спеціального розділу	29.05	
6	Розрахунок економічної частини	25.05	
7	Написання розділу охорони праці	26.05	
8	Виконання графічної частини кваліфікаційної роботи	19.05	
9	Оформлення кваліфікаційної роботи	08.06	
10	Погодження нормоконтролю	12.06	
11	Попередній захист кваліфікаційної роботи	16.06	
12	Захист кваліфікаційної роботи		

7. Дата видачі завдання 27 квітня 2026 р.

Студент _____
(підпис)

Гесюк А Б
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи _____
(підпис)

Савчук М П
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....

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

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

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

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....

2.1 Розрахунково-конструкторська частина.....

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

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

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою.....

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

2.2 Технологічна частина.....

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

2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції.

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Гесюк			Розробка конструкції інтелектуальний сенсорний дзвінок Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Савчук							
Рецензент						ВСП ТФК ТНТУ ТР-403 м. Тернопіль			
Н. Контр.		Задорожний							
Затверд.									

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

2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла.....

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

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....

3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

3.2 Розрахунок собівартості продукції.....

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

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....

4.1 Створення на підприємстві служби охорони праці

4.2 Основні поняття та визначення пожежної безпеки.....

ВИСНОВКИ.....

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....

ДОДАТКИ.....

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Гесюк А.Б. Розробка конструкції інтелектуального сенсорного дзвінка: 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 115*75 мм. Всі основні елементи розміщені на одній стороні плати. У приладі на вузлі DA3 елемент закріплено на радіатор.

Корпус виготовлений з пластмаси, яка має хороші характеристики, гарний зовнішній вигляд, та хорошу конструкцію, розміри 153×101×56 мм. Конструктивно він складається з верхньої та нижньої кришок корито-подібної форми. На верхній кришці закріплено елементи керування, зокрема перемикачі і змінний резистор для регулювання, та гучномовець.

До нижньої кришки змонтовано друковану плату, яка закріплена гвинтами та гайками. На корпусі також встановлено гнізда живлення та гніздо навантаження.

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

Ключові слова: інтелектуальний, сенсор, дзвінок, запис, регулювання.

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Gesiuk A.B. Development of the design of an intelligent sensor doorbell: 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 115*75 mm. All the main elements are located on one side of the board. In the device, the element is fixed to the radiator on the DA3 node.

The case is made of plastic, which has good characteristics, a beautiful appearance, and a good design, dimensions 153×101×56 mm. Structurally, it consists of upper and lower covers of a trough-shaped shape. Control elements are fixed on the upper cover, in particular switches and a variable resistor for adjustment, and a loudspeaker.

A printed circuit board is mounted to the bottom cover, which is secured with screws and nuts. The case also has power sockets and a load socket.

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

Keywords: intelligent, sensor, call, recording, regulation.

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Більшість побутових дверних дзвінків через свою низьку вартість відтворюють прості звукові сигнали — імітацію ударів гонга, пташиний спів або нескладну одноголосну мелодію, яка повторюється при кожному натисканні кнопки. У разі потреби змінити мелодію в таких пристроях виникають значні труднощі, оскільки їх конструкція зазвичай не передбачає гнучкого налаштування.

Запропонований музичний дзвінок побудований на основі мікроконтролера, що дозволило усунути зазначені недоліки. Основною перевагою пристрою є можливість перепрограмування мелодій, використання комбінованої системи живлення, а також підвищена безпека під час експлуатації.

Пристрій може застосовуватися не лише як дверний дзвінок, а й як музична шкатулка або електронна іграшка. У такому режимі немає потреби відтворювати одну й ту саму мелодію щоразу після натискання кнопки — передбачено послідовне або випадкове програвання різних композицій.

Для забезпечення універсальності використання в конструкції передбачена можливість фіксованого відтворення набору мелодій, а також реалізована додаткова світлова індикація виклику. Це дає змогу використовувати пристрій як засіб візуального оповіщення у вечірній або нічний час, коли гучний звуковий сигнал є небажаним.

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

Напруга живлення.....+12В;
Допустима вологість, %.....93;
Струм споживання.....10мА;
Діапазон робочих температур.....-10...+30°C;
Регулювання гучності.....так;
Записувати інформацію можна не менше100 000 раз;
Габаритні розміри.....153*101*56мм.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

Схема складається з таких блоків, як живлення +12В, стабілізатора напруги +5В, двійкового чотирьох розрядного компаратора, спеціалізованої мікросхеми запису/відтворення, управління також ППЗЧ та гучномовця.

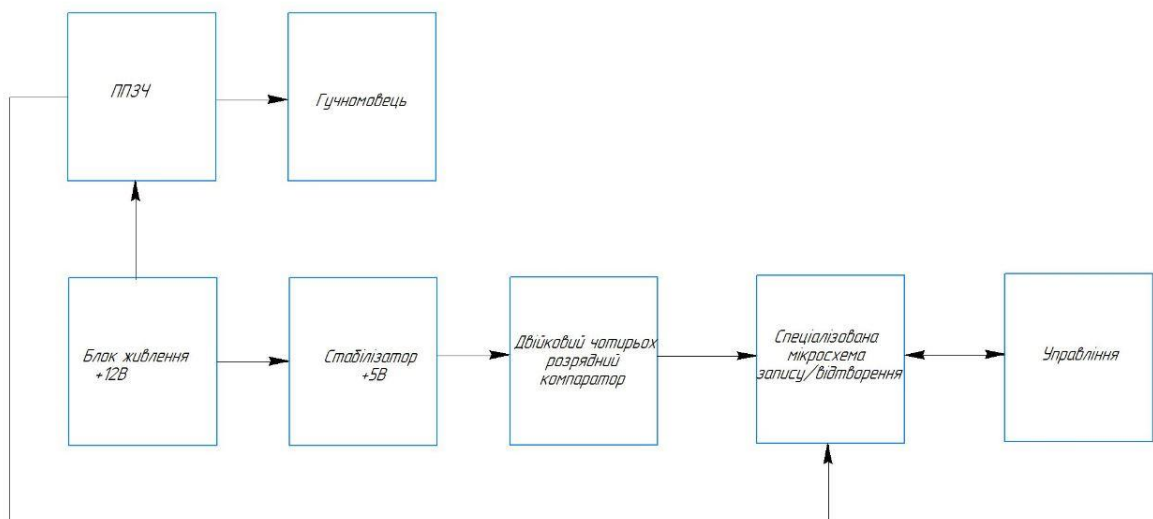


Рисунок 1.1-Схема електрична структурна

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

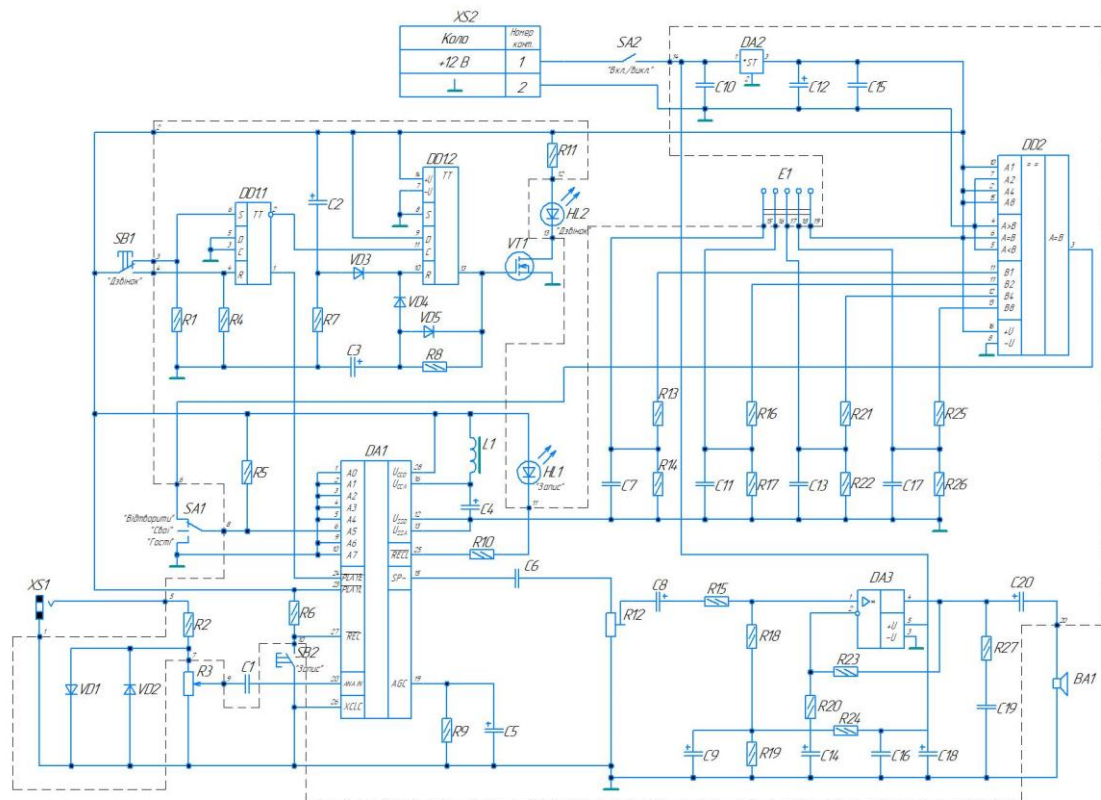


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

Принципова схема запропонованого сенсорного дзвінка включає такі основні функціональні вузли: формувач викличного імпульсу на D-тригері DD1.1 (який одночасно усуває ефект «брязкоту» контактів кнопки SB1), однобрататор на D-тригері DD1.2, ланцюг C2R7 для встановлення його в початковий стан під час подачі живлення, логічний елемент АБО, реалізований на діодах VD3 і VD4, мікросхему запису/відтворення звукової інформації DA1, підсилювач потужності звукової частоти на мікросхемі DA3 з навантаженням у вигляді динамічної головки BA1, електронний ключ на польовому транзисторі VT1 у колі живлення світлодіода HL2 («Дзвінок»), пристрій порівняння кодів на чотирирозрядному компараторі DD2 та інтегральний стабілізатор напруги DA2.

Органами керування є: перемикач режимів роботи мікросхеми DA1 (SA1), вимикач живлення SA2, кнопка виклику SB1, кнопка запису SB2

(режим запису індикується світлодіодом HL1), регулятор рівня сигналу запису R3 та сенсорні контакти E1 для введення коду «своїм» відвідувачем.

Як пристрій запису та відтворення використано спеціалізовану мікросхему DA1, яка виконує функції електронного «магнітофона» та зберігає записану інформацію навіть за відсутності живлення. Тривалість безперервного запису або відтворення (у секундах) визначається двома останніми цифрами маркування мікросхеми. Наприклад, ISD1416 забезпечує запис тривалістю до 16 секунд. Струм споживання під час запису або відтворення не перевищує 15 мА, а в черговому режимі становить близько 0,5 мкА. Після кожного увімкнення живлення мікросхема автоматично переходить у початковий стан і готова до роботи. Кількість циклів перезапису може досягати 100 000, а термін збереження інформації — до 100 років.

Сигнал для запису подається через роз'єм XS1 «Запис» і надходить на вхід ANA IN (вивід 20) мікросхеми DA1 із повзунка змінного резистора R3. Для захисту входу від перевантаження сигналом надмірної амплітуди він зашунтований зустрічно-паралельно ввімкненими кремнієвими діодами VD1 і VD2.

Після замикання вимикача SA2 («Вкл.») напруга 12 В із блока живлення подається на вхід (вивід 3) стабілізатора DA2 та на вивід 5 мікросхеми DA3. У цей момент конденсатор C2 швидко заряджається через резистор R7, формуючи позитивний імпульс. Через діод VD3 цей імпульс подається на вхід R (вивід 10) тригера DD1.2 і встановлює його в нульовий стан, при якому на прямому виході (вивід 13) формується логічний нуль.

У початковому стані кнопки SB1 на вхід S (вивід 6) тригера DD1.1 через її контакти подається логічна одиниця, тому на прямому виході (вивід 1) також присутній рівень лог.1. Після натискання кнопки високий рівень надходить на вхід R (вивід 4), унаслідок чого тригер переходить у нульовий стан. На його прямому виході виникає негативний перепад напруги, який активує мікросхему DA1 по входу PLAYE (вивід 24), запускаючи відтворення.

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Незалежно від тривалості натискання кнопки SB1 відпрацьовується повний цикл програвання одного з двох записаних фрагментів.

Одночасно з запуском відтворення спрацьовує одновібратор, зібраний на DD1.2, C3, R8 і VD5. Позитивний імпульс із інверсного виходу тригера DD1.1 подається на тактовий вхід тригера DD1.2. Оскільки на вході D встановлений високий рівень, на його виході (вивід 13) формується лог.1 і починається заряджання конденсатора C3. Коли напруга на ньому досягає приблизно половини напруги живлення (з урахуванням падіння на діоді), тригер повертається у нульовий стан. Після цього конденсатор швидко розряджається через діод VD5, і одновібратор знову готовий до формування імпульсу. Тривалість імпульсу визначається ланцюгом C3R8 і приблизно обчислюється за формулою:

$$\tau \approx 0,7RC,$$

де R — опір резистора R8 (Ом), C — ємність конденсатора C3 (Ф).

За номіналів, зазначених на схемі, тривалість імпульсу становить близько 5 секунд.

Сформований одновібратором позитивний імпульс подається на затвор польового транзистора VT1, відкриваючи його. Опір каналу зменшується до кількох ом, і світлодіод HL2 починає яскраво світитися, дублюючи звуковий сигнал. Яскравість світіння регулюється підбором резистора R11.

Якщо відвідувач знає код доступу, він може ввести його через сенсорні контакти, приклавши долоню та пальці до сенсорного майданчика й одночасно натиснувши кнопку SB1. У разі правильного введення коду пристрій розпізнає «свого» відвідувача та відтворює відповідне звукове повідомлення, наприклад: «Свої, відкрийте двері!» [1].

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

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

Компонування інтелектуального сенсорного дзвінка виконане з урахуванням вимог компактності, надійності, технологічності та зручності експлуатації. Усі елементи пристрою розміщені всередині пластмасового корпусу, який складається з верхньої та нижньої кришок. Таке компонування забезпечує раціональне використання внутрішнього об'єму корпусу, зручність складання виробу та доступ до основних вузлів під час обслуговування і ремонту.

Основним конструктивним вузлом пристрою є друкована плата розмірами 115×75 мм, яка встановлюється у нижній частині корпусу. Плата закріплюється за допомогою чотирьох гвинтів і шайб, що забезпечує її надійну фіксацію та захист від механічних вібрацій і зміщень. Розміщення плати у нижній кришці дозволяє оптимально організувати внутрішній простір виробу та забезпечити зручне підведення монтажних провідників до навісних елементів.

Електронні компоненти на друкованій платі розташовані компактно та переважно з одного боку плати, що спрощує процес монтажу та зменшує габарити конструкції. При компонуванні враховано необхідність мінімізації паразитних електромагнітних зв'язків між елементами схеми. Це досягається раціональним взаємним розташуванням компонентів та скороченням довжини з'єднувальних провідників.

На верхній кришці корпусу розміщені органи керування та індикації, які забезпечують зручність користування пристроєм. До них належать перемикачі режимів роботи, змінний резистор для налаштування параметрів та динамік для відтворення звукових сигналів. Таке розташування елементів забезпечує

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

швидкий доступ користувача до органів керування без необхідності розбирання корпусу.

Гнізда живлення та підключення навантаження встановлені у місці з'єднання верхньої та нижньої кришок корпусу. Це дозволяє забезпечити зручне підключення зовнішніх пристроїв та кабелів, а також підвищує ергономічність конструкції. Кріплення гнізд виконується за допомогою гайок та шайб, що гарантує їх механічну міцність і надійність під час експлуатації.

Особливу увагу приділено тепловому режиму роботи пристрою. Елемент вузла DA3 встановлений на радіаторі, який забезпечує ефективне відведення тепла та запобігає перегріванню компонента під час тривалої роботи. Розташування радіатора вибрано таким чином, щоб забезпечити природну циркуляцію повітря всередині корпусу.

Конструкція виробу забезпечує простоту складання та розбирання, оскільки верхня та нижня кришки з'єднуються між собою гвинтами. Це дозволяє легко отримати доступ до внутрішніх вузлів для проведення налагодження, контролю параметрів, ремонту чи заміни окремих елементів.

Для виготовлення корпусу інтелектуального сенсорного дзвінка вибрано пластмасу чорного кольору, яка отримується методом лиття під тиском. Використання пластмаси обумовлене її хорошими механічними та експлуатаційними характеристиками, малою масою, стійкістю до корозії та високими діелектричними властивостями. Крім того, пластмаса має достатню міцність для захисту внутрішніх елементів пристрою від механічних пошкоджень під час транспортування та експлуатації.

Метод лиття під тиском дозволяє виготовляти корпуси складної форми з високою точністю геометричних розмірів та якісною поверхнею. Це забезпечує хорошу стиковку деталей корпусу, зменшує потребу в додатковій механічній обробці та сприяє зниженню собівартості виробу при серійному виробництві.

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Чорний колір корпусу вибраний з естетичних та практичних міркувань. Темна поверхня менш схильна до забруднення, подряпин та втрати зовнішнього вигляду в процесі експлуатації. Також чорний колір надає виробу сучасного та привабливого вигляду.

Для виготовлення друкованої плати використовується двосторонній фольгований склотекстоліт. Даний матеріал характеризується високою механічною міцністю, термостійкістю та хорошими електроізоляційними властивостями. Склотекстоліт забезпечує надійну основу для монтажу електронних компонентів та друкованих провідників.

Провідникові доріжки та контактні площадки друкованої плати виконані з міді. Вибір міді пояснюється її високою електропровідністю, технологічністю та хорошою адгезією до основи плати. Мідні провідники забезпечують мінімальні втрати електричного сигналу та високу надійність роботи пристрою.

Для кріпильних елементів – гвинтів, гайок, шайб – використовуються металеві матеріали з антикорозійним покриттям. Таке покриття підвищує стійкість елементів до впливу вологи та запобігає утворенню корозії в процесі тривалої експлуатації.

Радіатор виготовляється з алюмінію, оскільки цей матеріал має високу теплопровідність, невелику масу та добру стійкість до корозії. Використання алюмінієвого радіатора дозволяє ефективно відводити тепло від елемента DA3 та підтримувати стабільний температурний режим роботи пристрою.

Вибрані конструкційні матеріали та покриття забезпечують надійність, довговічність, механічну міцність і стабільність роботи інтелектуального сенсорного дзвінка в різних умовах експлуатації. [22].

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Корпус інтелектуального сенсорного дзвінка виготовлений із пластмаси чорного кольору методом лиття під тиском, що забезпечує високу міцність, надійність та естетичний зовнішній вигляд виробу. Такий спосіб виготовлення є

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

одним із найбільш поширених у сучасному приладобудуванні, оскільки дозволяє отримати корпуси складної форми з високою точністю розмірів і хорошими експлуатаційними характеристиками. Габаритні розміри корпусу становлять 153×101×56 мм, що забезпечує компактність та зручність у використанні пристрою.

Конструктивно корпус складається з двох основних частин – верхньої та нижньої кришок коритоподібної форми, які з'єднуються між собою за допомогою гвинтів. Така конструкція забезпечує достатню жорсткість, міцність та простоту складання і розбирання виробу під час технічного обслуговування або ремонту.

На верхній кришці корпусу розміщені основні елементи керування та налаштування роботи пристрою. До неї кріпляться перемикачі, призначені для регулювання режимів роботи інтелектуального сенсорного дзвінка, а також змінний резистор, який використовується для налаштування параметрів пристрою. Крім того, на верхній частині корпусу встановлено динамік, що забезпечує відтворення звукових сигналів.

У нижній кришці корпусу закріплюється друкована плата пристрою розмірами 115×75 мм. Плата монтується за допомогою чотирьох гвинтів і шайб, що забезпечує її надійну фіксацію та стійкість до механічних впливів. Елементи на друкованій платі розташовані компактно, при цьому всі основні компоненти змонтовані на одній стороні плати, що значно спрощує процес монтажу та обслуговування. Один із елементів вузла DA3 встановлений на радіаторі для покращення тепловідведення та забезпечення стабільної роботи приладу.

У місці з'єднання верхньої та нижньої кришок встановлені гнізда живлення та навантаження, які закріплюються за допомогою гайок і шайб. Для закриття технологічних отворів у нижній частині корпусу використовуються спеціальні заглушки.

Навісні елементи, такі як перемикачі, гнізда та змінний резистор, електрично з'єднуються між собою та з друкованою платою методом навісного

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

монтажу. Для виготовлення друкованої плати використовується двосторонній фольгований склотекстоліт, який характеризується високою механічною міцністю, хорошими діелектричними властивостями та стійкістю до температурних впливів. Провідники та контактні площадки виконані з міді, яка є основним провідниковим матеріалом завдяки своїй високій електропровідності, а ізоляційним матеріалом виступає склотекстоліт.

Корпус є важливою складовою частиною конструкції пристрою, оскільки визначає його експлуатаційні та техніко-економічні характеристики. Конструкція корпусу забезпечує мінімальний рівень паразитних зв'язків між елементами електричної схеми завдяки раціональному розташуванню компонентів. Також корпус надійно захищає внутрішні елементи від механічних пошкоджень, пилу та вологи як під час експлуатації, так і під час транспортування.

Конструкція виробу передбачає зручний доступ до внутрішніх вузлів і компонентів, що полегшує проведення регулювання, контрольно-вимірювальних робіт, технічного обслуговування та ремонту. Завдяки компактним розмірам, невеликій масі та ергономічному розташуванню елементів пристрій є зручним і практичним у користуванні. [22].

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1 - Конденсатор типу b41828 [2]

Позиційне позначення	C2-C5,C8,C9,C12,C14,C18,C20
Назва компонента	Конденсатор b41828
Виробник	ercos
Критерії вибору	Ємність, струм, габарити
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга	16 В
Номінальна ємність	10.....470 мкФ
Допуск ємності	± 20%
Розмір	13 x 13 x 20 мм
Робоча температура	-55 ... 105 ° C
Тангенс кута втрат	0,14%

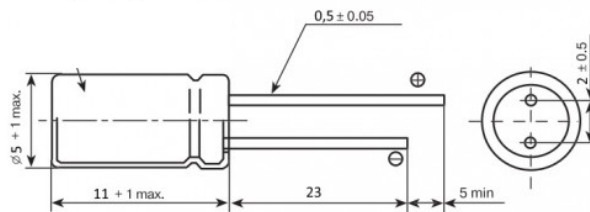


Рисунок 2.1- Габаритні розміри конденсатора типу b41828

Таблиця 2.2 - Резисторів MFP [3]

Позиційне позначення	R1-R3,R4-R27
Назва компонента	резисторів MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність, напруга, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,125 Вт
діапазон номінальних опорів	1...10·10 ⁶ Ом
допустиме відхилення опору	±10%
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	-60.....+70°C

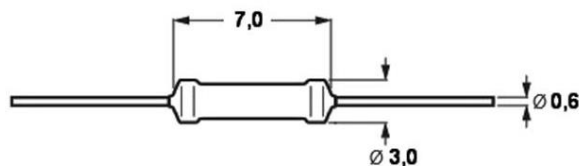


Рисунок 2.2- Габаритні розміри резисторів MFP "Yageo"

Таблиця 2.3 - Конденсатор b37979 [4]

Позиційне позначення	C1-C6,C7,C10,C11,C13,C15-C17,C19
Назва компонента	Конденсатор b37979
Виробник	Еrcos
Критерії вибору	Напруга, струм, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50В
відхилення ємності від номінального значення	±10%;
інтервал робочих температур	-40°C...+100°C
відносна вологість	до 98%
група ТКЄ	H20
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ
діапазон тиску	6,6-2942гПа

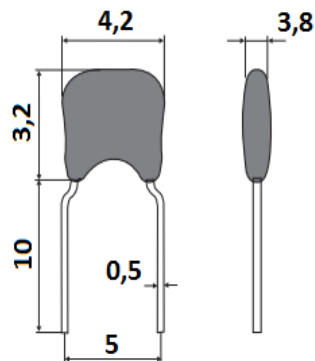


Рисунок 2.3- Габаритні розміри конденсатора b37979

Таблиця 2.4 Діод 1N5819 [5]

Позиційне позначення	VD1-VD5
Назва компонента	діод 1N5819
Виробник	"ST Microelectronics"
Критерії вибору	Струм, напруга, розміри, матеріал
Параметри та характеристики	
корпус	do201ad
максимальна постійна зворотна напруга	40В
максимальна імпульсна зворотна напруга	40В
максимальний прямий струм	3А
максимально допустимий прямий імпульсний струм	0,45А
Максимальний зворотний струм, мкА 25гр	2000
Загальна ємність Сд, пФ	250
Робоча температура, С	-65 ... 125
Спосіб монтажу	в отв

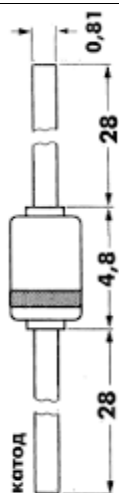


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри діода 1N5819

Таблиця 2.5 Світлодіод типу L-1503GT [6]

Позиційне позначення	HL1-HL2
Назва компонента	L-1503GT
Виробник	Kingbright
Критерії вибору	Розмір, колір свічення, струм та напруга живлення
Параметри та характеристики	
Колір свічення	червоний
Довжина хвилі	663нм
Колір лінзи	червоний
Максимальна пряма напруга	1,9 В
Максимальний імпульсний прямий струм	-30мА
Робоча температура	-60...+70°C
Максимальна зворотня напруга	2В

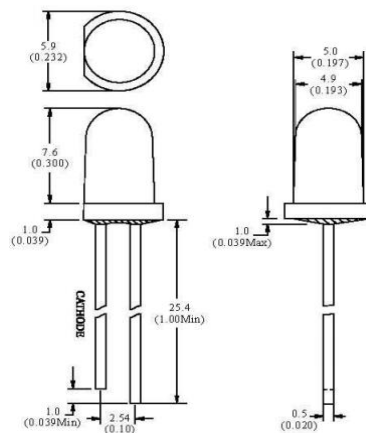


Рисунок 2.5- Зовнішній вигляд світлодіода типу L-1503GT "Kingbright"

Таблиця 2.6- Резистор 16K1-B50K [7]

Позиційне позначення	R3
Назва компонента	Резистор 16K1-B50K
Виробник	"Bourns"
Критерії вибору	Лінійність, опір, розміри
Параметри конструкції	Див.рис.2.6
Параметри та характеристики	
номінальний опір	10кОм
відхилення опору від номінального значення	±20%;
тип потенціометра	однооборотний
максимальна робоча напруга	150В
кут повороту	300±5°

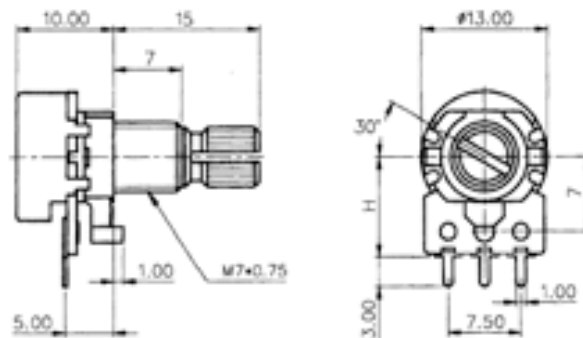


Рисунок 2.6 – Габаритні розміри змінного резистора 16K1-B50K

Таблиця 2.7- Транзистор ZVN2120G [8]

Позиційне позначення	VT1
Назва компонента	Транзистор ZVN2120G
Виробник	"Diodes"
Критерії вибору	Параметри, потужність, коефіцієнт підсилення
Параметри та характеристики	
Полярність	N
Максимальна потужність, що розсіюється (Pd)	0.7 W
Гранично допустима напруга стік-витік (Uds):	200 V
Гранично допустима напруга затвор-витік (Ugs):	20 V
Гранична напруга включення Ugs (th)	3 V
Максимально допустимий постійний струм стоку (Id)	0.18 A
Максимальна температура каналу (Tj)	150 ° C
Вихідна ємність (Cd)	85 pf
Опір стік-витік відкритого транзистора (Rds)	10 Ohm

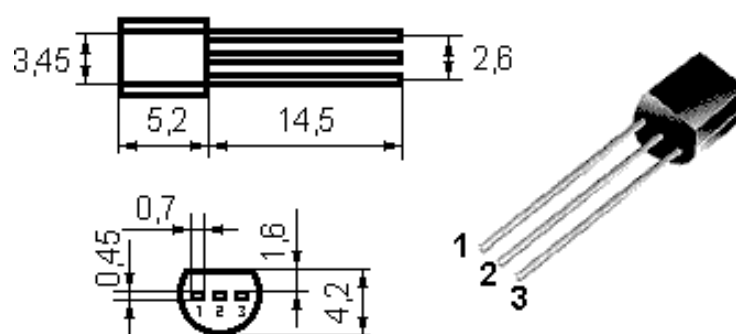


Рисунок 2.7 – Габаритні розміри транзистора ZVN2120G

Таблиця 2.8 - Мікросхема CD4013A [9]

Позиційне позначення	DD1
Назва компонента	Мікросхема CD4013A
Виробник	"Texas Instruments "
Критерії виробу	Струм та вхідна напруга, параметри, вихідна напруга
Параметри та характеристики	
Напруга живлення	3 ... 18 V
Вхідна напруга	2.5 ... 18.5 V
Постійна розсіювальна корпусом потужність	700 mW
Робоча температура	-40 ... 85 ° C

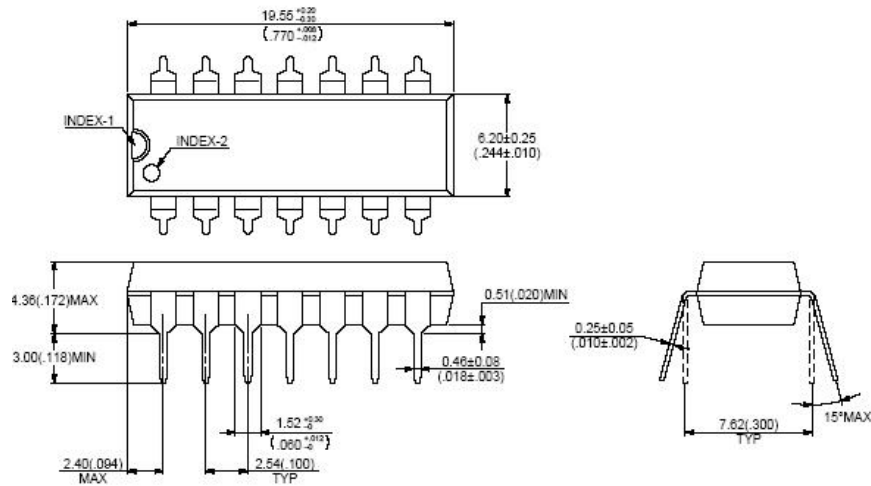


Рисунок 2.8 - Габаритні розміри мікросхеми CD4013A

Таблиця 2.9 - Мікросхема 78L05 [10]

Позиційне позначення	DA2
Назва компонента	Мікросхема 78L05
Виробник	"Diodes"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, корпус
Параметри та характеристики	
Корпус	TO92
Номінальний вихідний струм, А	0.1
Максимальна вхідна напруга, В	40
Вихідна напруга, В	5
Вихідний струм: А	0,1
Падіння напруги: В	1,7
Точність	5%
Аналоги/заміна	L78L05ACZ, KP1157EH502

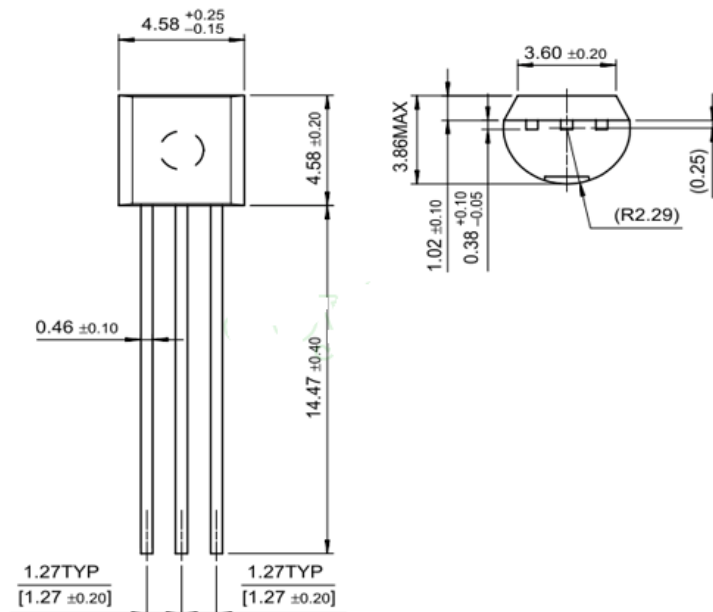


Рисунок 2.9 –Габаритні розміри стабілізатора 78L05

Таблиця 2.10 - Мікросхема ISD1416 "Nuvoton" [11]

Позиційне позначення	DA1
Назва компонента	Мікросхема ISD1416 "Nuvoton"
Виробник	"Nuvoton"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, принцип роботи
Параметри та характеристики	
Корпус	DIP-28
Напруга живлення	4.5 – 5.5 В
Споживаний струм	~25 мА
Частота дискретизації	~8 кГц
Смуга пропускання аудіо	приблизно 300 Гц – 3.4 кГц
Час запису	до 16 секунд
Тип:	мікросхема запису/відтворення голосу

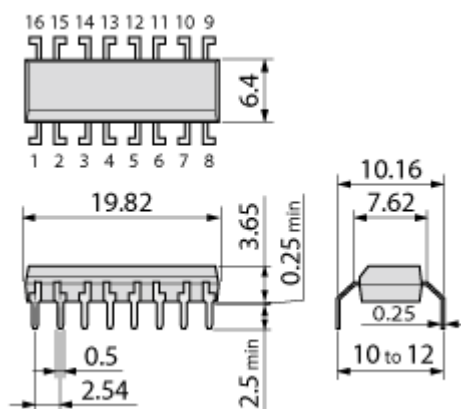


Рисунок 2.10- Зовнішній вигляд мікросхеми ISD1416 "Nuvoton"

Таблиця 2.11- Резистор 3329Н-1 "Bourns" [12]

Позиційне позначення	R12
Назва компонента	Резистор 3329Н-1 "Bourns"
Виробник	"Bourns"
Критерії вибору	Лінійність, опір, розміри
Параметри конструкції	Див.рис.2.11
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

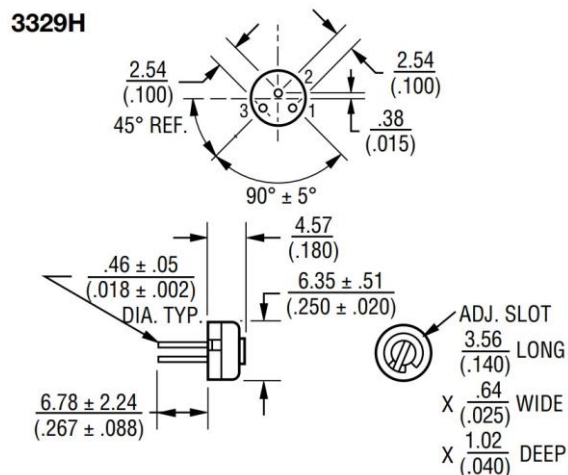


Рисунок 2.11 – Габаритні розміри резистора підстроювального 3329Н-1

Таблиця 2.12 - Дросель FWCMТ090503201М-200мкГн-20% [13]

Позиційне позначення	L1
Назва компонента	Дросель FWCMТ090503201М-200мкГн-20%
Виробник	"ST Microelectronics"
Критерії вибору	Струм, напруга, розміри, матеріал
Параметри та характеристики	
серія ес	24
Номінальна індуктивність, мкГн	200
Допуск номінальної індуктивності, %	20
Максимальний постійний струм, мА	700
Активний опір, Ом	0.085
Добротність, Q	30
Робоча температура, С	-20 ... 100

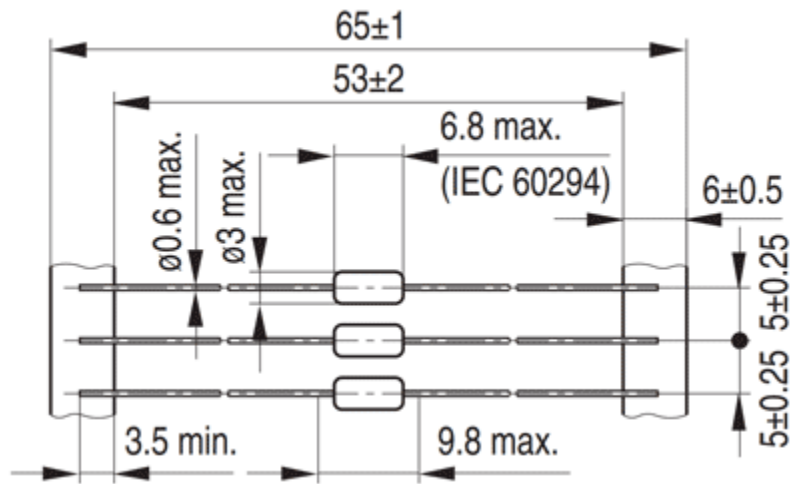


Рисунок 2.12 - Габаритні розміри індуктивності FWCMT090503201M

Таблиця 2.13 – Перемикач ASW-09-102 "Jietong Switch" [14]

Позиційне позначення	SA1-SA2
Назва компонента	Перемикач ASW-09-102
Виробник	"Jietong Switch"
Критерії вибору	Напруга вхідна, струм, розмір
Параметри та характеристики	
Номінальність	6A, 250В/10A, 125В
Контактний опір	$\leq 50 \text{ мОм}$
Опір ізоляції	$\geq 100 \text{ мОм}$
Діелектрична інтенсивність	$\geq 1500 \text{ В/1мм}$
Діелектрична міцність	1500 В АС
температура роботи	від -25°C до $+85^\circ\text{C}$

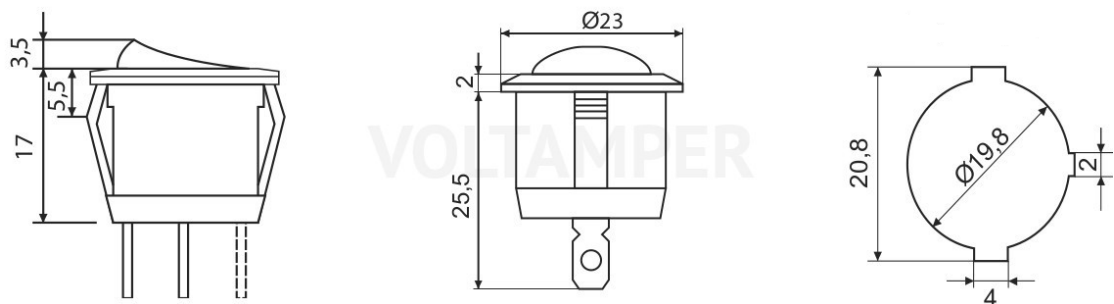


Рисунок 2.13- Габаритні розміри перемикача ASW-09-102 "Jietong Switch"

Таблиця 2.14 – Динамік 26CR08FE "CANOPUS" [15]

Позиційне позначення	BA1
Назва компонента	Динамік 26CR08FE "CANOPUS"
Виробник	"CANOPUS"
Критерії вибору	Розмір, потужність, рівень звуку
Параметри та характеристики	
Потужність	3Вт
Імпеданс	4Ом
Робоча температура	-10 ... 40 ° С
рівень звуку	81дБ
резонансна частота	400Гц
Діаметр	28мм
Похибка імпедансу	± 15%;
Похибка рівня звуку	± 3дБ

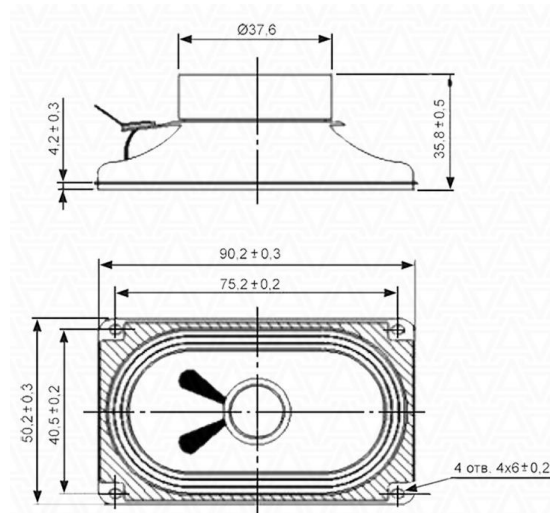


Рисунок 2.14 – Габаритні розміри гучномовця 26CR08FE "CANOPUS"

Таблиця 2.15 – Перемикач PBS-15A "Jietong Switch" [16]

Позиційне позначення	SB1-SB2
Назва компонента	Перемикач PBS-15A "Jietong Switch"
Виробник	"Jietong Switch"
Критерії вибору	Напруга вхідна, струм, розмір
Параметри та характеристики	
Колір кнопки	червоний
Фіксація	немає
Алгоритм роботи	off- (on)
Опір ізолятора не менше, МОм	100
Опір контактів не більше, Ом	0.02
Робоча напруга, В	125
Робочий струм, А	1

Таблиця 2.16 - Мікросхема ISD1416 "Nuvoton" [17]

Позиційне позначення	DA1
Назва компонента	Мікросхема ISD1416 "Nuvoton"
Виробник	"Nuvoton"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, принцип роботи
Параметри та характеристики	
Напруга живлення	12 ... 44 В
Піковий струм на виході	3,5 А
Струм в режимі спокою	50 мА
Коефіцієнт посилення по напр	26 дБ
вхідний опір	100 кОм
Діапазон відтвор. Частот	20 ... 25000 Гц
Сумарне значення коеф. нелінійних спотворень	0,08

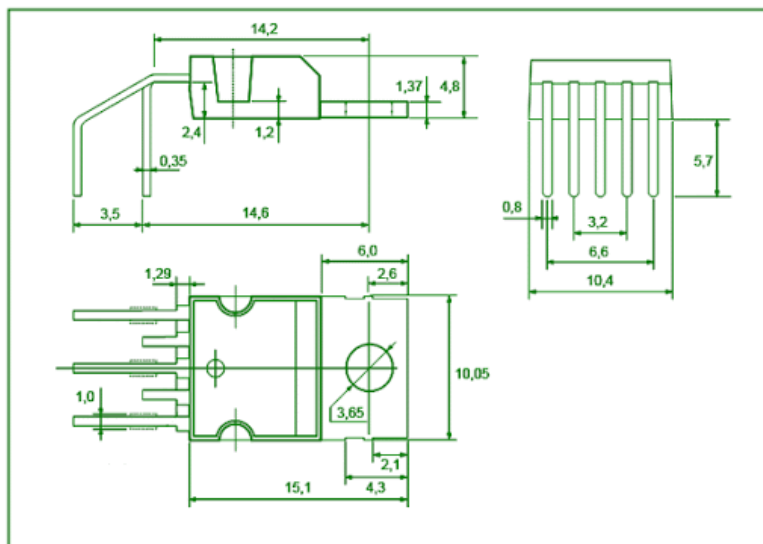


Рисунок 2.16 - Габаритні розміри мікросхеми TDA2030

Таблиця 2.17 - Сенсор AT42QT1010-MAHR "Microchip" [18]

Позиційне позначення	E1
Назва компонента	Сенсора AT42QT1010-MAHR
Виробник	"Microchip"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, принцип роботи
Параметри та характеристики	
Габарити	69x20x1 мм
Робоча напруга	до 12 В
Максимальний струм	100 мА
Опір ізоляції	>100 МОм
Опір контактів	<200 Ом
Вага	5 г



Рисунок 2.17- Зовнішній вигляд сенсора AT42QT1010-MAHR

Таблиця 2.18 - Роз'єм ST-114N "Dragon City Industries" [19]

Позиційне позначення	XS1
Назва компонента	Роз'єм ST-114N
Виробник	"Dragon City Industries"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм
Параметри та характеристики	
Зовнішній діаметр штекера	5,5 мм
Внутрішній діаметр штекера	2,1 мм
Номінальна напруга	до 30 В DC
Температурний діапазон	-25...+70 °C
Номінальний струм	до 2-5 А



Рисунок 2.18- Зовнішній вигляд роз'єму ST-114N "Dragon City Industries"

Таблиця 2.19 - Роз'єм PSCM3N "Velleman" [20]

Позиційне позначення	XS2
Назва компонента	Роз'єм PSCM3N
Виробник	"Velleman"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм
Параметри та характеристики	
Температурний діапазон	-40...+85 °C
Стійкість до напруги пробую	≥ 1500 В AC
Опір ізоляції	≥ 1000 МΩ
Номінальна напруга	до 250 В AC/DC

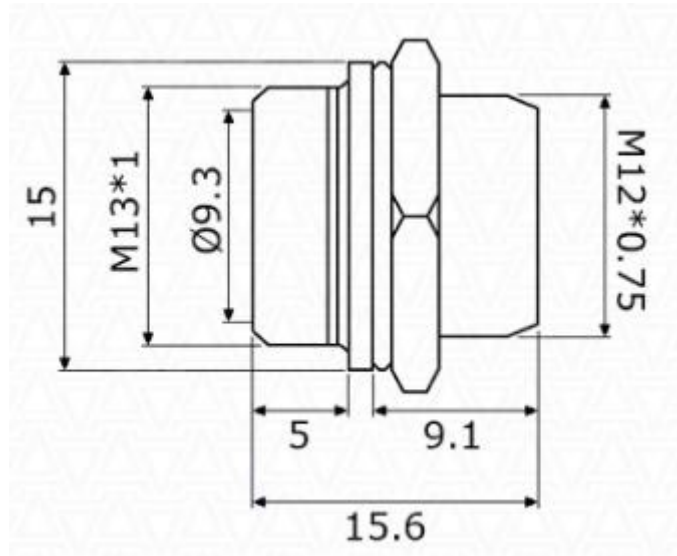


Рисунок 2.19 - Зовнішній вигляд роз'єму PSCM3N "Velleman"

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

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

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

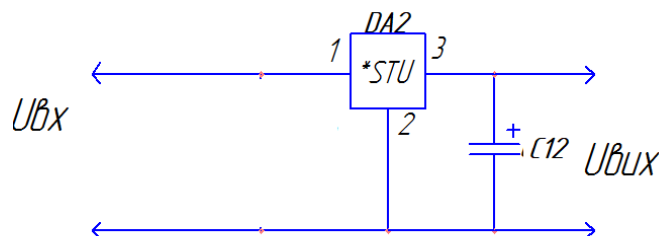


Рисунок 2.20—Схема стабілізатора і конденсатора

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

$$U_{IMC\ BIX} \geq U_{CT\ BIX}$$

$$I_{IMC\ BIX\ max} \geq I_{H\ max}$$

$$K_{IMC\ CTU} \geq K_{CTU}$$

Таблиця 2.20- Параметри стабілізаторів

Тип ІМС	$U_{CT\ BIX}$, В (min... max)	$U_{CT\ BIX}$, В (min... max)	K_{CTU} , % не більше за	K_{CTU} , % не більше за	$K_{CT\ CT}$, дБ на 1кГц не більше за	α_U , % не більше за	$I_{CT\ BIX}$, А (max)	$P_{CT\ P03}$, Вт без радіатора/ з радіатором	$I_{CT\ CT}$, мА	$U_{CT\ CT}$, В не більше за
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K142EH1A	9...20	3...12	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1Б	9...20	3...12	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1B	9...20	3...12	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1Г	9...20	3...12	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2A	20...40	12...30	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2Б	20...40	12...30	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2B	20...40	12...30	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2Г	20...40	12...30	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
KT42EH3	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	3
K142EH4	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	4
K142EH5A	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5Б	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5B	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
K142EH5Г	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH5A	7,5...15	4,9...5,1	0,05	2	60	0,03	-	1,2/10	10	2,5
KP142EH5Б	8,5...15	5,88...6,12	0,05	2	60	0,03	3	1,2/10	10	2,5
KP142EH5B	7,5...15	4,82...5,18	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH5Г	8,5...15	5,8...6,2	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH6A	...40	14,7...15,3	0,0015	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
KP142EH6Б	...40	14,7...15,3	0,005	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142EH6B	...40	14,7...15,3	0,0025	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142EH6Г	...40	14,7...15,3	0,0075	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
I42EH8A	11,5...35	8,73...9,27	0,05	0,67	40	0,02	1,5	-/9	10	2,5
I42EH8Б	11,5...35	11,64...12,36	-	-	-	-	-	-	-	-

Було обрано стабілізатор 78L05, який має параметри такі як в KP142EH5A.

Незалежно від типу обраної ІМС визначаємо наступні параметри

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

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

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

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

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

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

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

Можливі граничні значення ККД

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

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

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

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

Передбачається, що струм споживаний стабілізатором є малим

$$I_{CT BIX} \equiv I_{CT BX}$$

Визначення ємності конденсатора за формулою:

$$C_0 = \frac{H}{rK_{I0}} \quad (2.6)$$

де C_0 – ємність, мкФ;

Коефіцієнт пульсацій $K_{п0}=0,03$ %;

r – опір, Ом.

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_0 = \frac{70}{10 \cdot 0,03} = 219,6(\text{мкФ})$$

Розраховуємо робочу напругу:

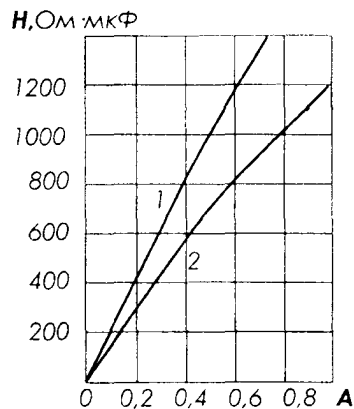


Рисунок 2.21 – Графік для визначення коефіцієнта Н:

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

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

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

Вибираємо електролітичний конденсатор типу b41828 16 V номінальною ємністю 220 мкФ та на робочу напругу 16 В.

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Вибрано комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85 [26].

Визначаємо мінімальну ширину друкованого провідника, мм., по постійному струму для кіл живлення і заземлення [16]:

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

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

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

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$b_{min2} = \frac{\rho * I_{max} * l}{U_d * t} = \frac{0,0175 \frac{Ом.мм^2}{м} * 0,2A * 0,4м}{0,5В * 0,035м} = 0,1мм \quad (2.9)$$

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

$L = 0,4м$ – довжина провідника,

$U_{доп} = 0,5В$ – допустиме падіння напруги

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

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

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

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

$d_{E1} = 0,7$ -для мікросхем;

$d_{E2} = 0,9$ - для конденсаторів, резисторів, діодів, транзисторів.

$d_{E3} = 1,1$ -для мікросхеми ДА3.

$$d = d_{E1} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,7 + |\pm 0,1| + 0,4 = 1,1 мм$$

$$d = d_{E2} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,9 + |\pm 0,1| + 0,4 = 1,3 мм$$

$$d = d_{E3} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,9 + |\pm 0,1| + 0,4 = 1,5 мм$$

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

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

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

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

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

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

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

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

де: Δd - допуск на отвір.

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

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

$$d_{\max 3} = 1,3 + 0,1 + 0,1 = 1,7 \text{ мм}$$

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

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

$$D_{1\min 3} = 2 \left(0,06 + \frac{1,7}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 3,12 \text{ мм}$$

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

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

$$D_{\min 3} = 3,12 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 3,2 \text{ мм}$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

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

$$D_{\max 1} = 2,82 + 0,02 = 2,82 \text{ мм}$$

$$D_{\max 2} = 3 + 0,02 = 3,02 \text{ мм}$$

$$D_{\max 3} = 3,2 + 0,02 = 3,22 \text{ мм}$$

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

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$b_{\min} = b_{1\min} + 1.5h\phi + 0,03 \quad (2.15)$$

де $b_{1\min}$ - мінімальна ефективна ширина провідника, мм. $b_{1\min} = 0,15$ 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:

$$S_{1\min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{\max}}{2} + \delta_p \right) + \left(\frac{d_{\max}}{2} + \delta_1 \right) \right] \quad (2.16)$$

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

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

$$S_{1\min 3} = 2,5 - \left[\left(\frac{3,22}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,7}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,41 \text{ мм}$$

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

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

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

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

$$S_{2\min 3} = 2,5 - (3,22 + 2 \cdot 0,4) = -1,52 \text{ мм}$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta_1) \quad (2.18)$$

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

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

$$S_{3\min 3} = 2,5 - (3,22 + 2 \cdot 0,05) = -0,82 \text{ мм}$$

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

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Оцінка теплових режимів роботи інтелектуального сенсорного дзвінка проводиться з метою забезпечення надійної та стабільної роботи електронних компонентів у процесі експлуатації. Під час роботи пристрою частина електричної енергії перетворюється в теплову, що призводить до нагрівання окремих елементів та внутрішнього об'єму корпусу. Надмірне підвищення температури може негативно впливати на параметри електронних компонентів, зменшувати термін їх служби та погіршувати надійність роботи виробу.

Основними джерелами тепловиділення у пристрої є напівпровідникові елементи, стабілізатори напруги, інтегральні мікросхеми та елемент вузла DA3, який у процесі роботи виділяє найбільшу кількість тепла.

Для забезпечення нормального температурного режиму даний елемент встановлений на алюмінієвому радіаторі, що забезпечує ефективне відведення теплової енергії у навколишнє середовище.

Конструкція корпусу розроблена таким чином, щоб забезпечити природне охолодження елементів без використання додаткових вентиляторів чи систем примусового охолодження.

Наявність вільного простору між друкованою платою та стінками корпусу сприяє природній циркуляції повітря всередині виробу та покращує тепловідведення.

При компонуванні друкованої плати елементи, що найбільше нагріваються, розміщені на певній відстані від чутливих компонентів. Це дозволяє зменшити вплив локального нагрівання на роботу інших вузлів пристрою та забезпечити рівномірний розподіл температури всередині корпусу.

Корпус виробу виготовлений із пластмаси, яка має порівняно низьку теплопровідність, тому основне тепловідведення здійснюється через радіатор, друковану плату та повітря всередині корпусу.

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Однак невелика потужність пристрою та компактне розміщення елементів дозволяють підтримувати допустимий температурний режим без значного перегрівання.

Для друкованої плати використовується двосторонній фольгований склотекстоліт, який характеризується достатньою термостійкістю та забезпечує надійну роботу провідників і контактних площадок при зміні температури. Мідні друковані провідники також частково беруть участь у розсіюванні тепла.

Під час роботи пристрою температура всередині корпусу не перевищує допустимих значень для застосованих радіоелементів, що забезпечує стабільність електричних параметрів та тривалий термін служби виробу. Рациональне компонування елементів, використання радіатора та природної вентиляції дозволяють забезпечити нормальний тепловий режим роботи інтелектуального сенсорного дзвінка в умовах тривалої експлуатації.

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою

Надійність – це властивість виробу виконувати задані функції в певних умовах експлуатації при збереженні значень основних параметрів в заданих межах. Імовірність безвідмовної роботи вказує на те, яка частина виробів із заданої їх кількості буде працювати безвідмовно протягом заданого часу.

Інтенсивністю відмов називають кількість відмов за одиницю часу, що приходить на один виріб, який продовжує працювати в даний момент часу. Середнє напрацювання до відмови знаходять при перевірці великої кількості виробів. Чим більше значення ТСП, тим краща надійність виробу.

Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [23]:

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.21 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{\text{нопр}}$	$I_{\text{відм}} * 1e-06$	$K\text{-сть} * K_{\text{нав від}} * 1e-06$
1	Конденсатори електролітичні	10	0,4	2,4	9,6
2	Конденсатори керамічні	10	0,1	1,4	1,4
3	Резистори постійні	25	0,42	0,8	8,4
4	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
5	Перемикач	4	1	0,5	2
6	ІМС	5	1	0,03	0,15
7	Пайки	192	1	0,02	3,84
8	Діоди	5	0,35	0,7	1,225
9	Світлодіоди	2	1	4	8
10	Резистори недротяні змінні	1	0,42	5	2,1
11	Дроселі	1	0,1	1	0,1
12	Роз'єм	2	1	0,05	0,1
13	Транзистори	1	0,35	4	1,4

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: $3.8415e-005$ 1/год

Середня наробка до відмови: 26031.5 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999616$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.996166$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.962314$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.681029$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.021461$

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

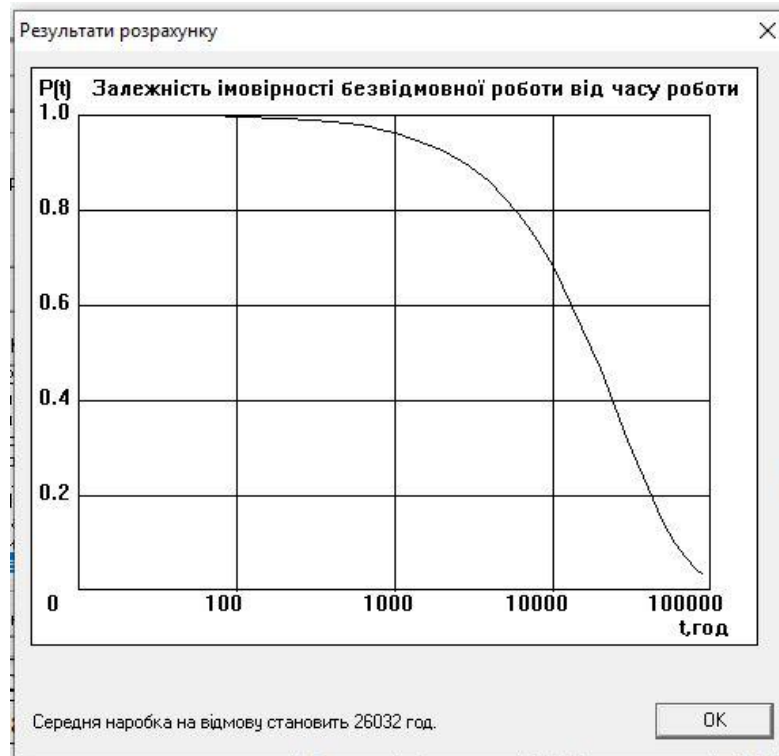


Рисунок 2.22 - Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 26032 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 інтелектуального сенсорного дзвінка проводиться з метою оцінки доцільності вибраних конструктивних рішень, рівня технологічності виробу, ефективності використання матеріалів та економічної вигідності його виготовлення і експлуатації.

Конструкція пристрою є достатньо простою та технологічною, що позитивно впливає на зниження витрат при виготовленні. Корпус виробу складається лише з двох основних частин – верхньої та нижньої кришок, які з'єднуються між собою гвинтами. Таке конструктивне рішення забезпечує

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

простоту складання, зручність монтажу та легкий доступ до внутрішніх вузлів під час ремонту або технічного обслуговування.

Для виготовлення корпусу використовується пластмаса чорного кольору, отримана методом лиття під тиском. Використання пластмаси дозволяє значно зменшити масу виробу, знизити витрати на матеріали та забезпечити високу продуктивність при серійному виробництві. Метод лиття під тиском є економічно вигідним, оскільки забезпечує високу точність виготовлення деталей, мінімальну кількість відходів та не потребує складної механічної обробки після виготовлення.

Конструкція друкованої плати також характеризується високою технологічністю. Для її виготовлення використовується двосторонній фольгований склотекстоліт, який є поширеним та доступним матеріалом у виробництві електронної апаратури. Компактне розміщення елементів на одній стороні плати спрощує процес монтажу, зменшує трудомісткість складання та скорочує час виробництва.

У виробі застосовуються стандартні електронні компоненти та кріпильні елементи, що позитивно впливає на економічні показники конструкції. Використання уніфікованих деталей дозволяє знизити собівартість виробу, спростити закупівлю комплектуючих та підвищити ремонтпридатність пристрою.

Рациональне компонування елементів забезпечує мінімальні габаритні розміри та масу пристрою. Габарити корпусу 153×101×56 мм і розміри друкованої плати 115×75 мм дозволяють створити компактний та зручний у використанні виріб без втрати функціональних можливостей. Зменшення маси та габаритів також знижує витрати на транспортування та зберігання готової продукції.

Важливою перевагою конструкції є її надійність та довговічність. Корпус забезпечує захист внутрішніх елементів від механічних пошкоджень, пилу та вологи, що сприяє тривалому терміну служби виробу та зменшенню

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

витрат на ремонт і обслуговування. Наявність радіатора для елемента DA3 дозволяє підтримувати допустимий тепловий режим і підвищує стабільність роботи пристрою.

Конструкція виробу також характеризується хорошою ремонтпридатністю. З'єднання корпусу за допомогою гвинтів дозволяє швидко виконувати розбирання пристрою, заміну окремих компонентів та проведення налагоджувальних робіт. Це знижує витрати на технічне обслуговування та підвищує економічну ефективність експлуатації виробу.

З технічної точки зору конструкція забезпечує необхідну функціональність, надійність, механічну міцність та стабільність роботи. З економічної точки зору використані матеріали, стандартні компоненти та технології виготовлення дозволяють знизити собівартість продукції та зробити виріб конкурентоспроможним.

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

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

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу

Процес складання та монтажу інтелектуального сенсорного дзвінка виконується з урахуванням конструктивних особливостей виробу, вимог до надійності, ремонтпридатності та технологічності виробництва. Виріб має модульну конструкцію, що дозволяє здійснювати складання поетапно, починаючи з виготовлення друкованого вузла і завершуючи загальною зборкою корпусу.

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основним складальним елементом є друкована плата розмірами 115×75 мм, яка виготовляється з двостороннього фольгованого склотекстоліту. На першому етапі здійснюється монтаж радіоелементів на плату. Використовуються як навісні, так і друковані з'єднання. Електронні компоненти встановлюються відповідно до принципової електричної схеми та фіксуються методом пайки. Усі основні елементи розміщені з одного боку плати, що спрощує процес монтажу, підвищує його точність і зменшує ймовірність помилок під час складання.

Особливу увагу під час монтажу приділяють встановленню елементів, що виділяють тепло. Зокрема, елемент вузла DA3 монтується з використанням радіатора, який забезпечує ефективне відведення тепла та стабільну роботу пристрою в процесі експлуатації.

Після завершення монтажу друкованої плати виконується її встановлення у нижню кришку корпусу. Плата закріплюється за допомогою чотирьох гвинтів і шайб, що забезпечує надійну фіксацію та стійкість до механічних навантажень і вібрацій. Далі здійснюється підключення навісних елементів до друкованої плати.

На наступному етапі проводиться монтаж елементів керування та індикації на верхній кришці корпусу. До них належать перемикачі режимів роботи, змінний резистор для регулювання параметрів та динамік. Ці елементи закріплюються механічно та електрично з'єднуються з основною платою за допомогою провідників навісного монтажу. Такий спосіб з'єднання забезпечує простоту складання, надійність контактів та зручність обслуговування.

У місці з'єднання верхньої та нижньої частин корпусу встановлюються гнізда живлення та навантаження. Вони закріплюються за допомогою гайок і шайб, що гарантує їхню механічну міцність та стабільність під час експлуатації. Для герметизації та закриття технологічних отворів у нижній частині корпусу використовуються спеціальні заглушки.

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Завершальним етапом складання є з'єднання двох частин корпусу між собою за допомогою гвинтів. Це забезпечує жорсткість конструкції, захист внутрішніх елементів від зовнішніх впливів та можливість швидкого розбирання при необхідності технічного обслуговування або ремонту.

Конструкція виробу дозволяє здійснювати зручний доступ до внутрішніх вузлів, що значно полегшує процес регулювання, налагодження та контрольно-вимірювальних робіт. Завдяки цьому забезпечується висока ремонтопридатність пристрою.

У цілому процес складання та монтажу характеризується простотою, технологічністю та мінімальною трудомісткістю. Рациональне компонування елементів, використання стандартних деталей і гвинтових з'єднань сприяють підвищенню надійності виробу, скороченню часу складання та зниженню собівартості виробництва.

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

Якісна оцінка технологічності конструкції інтелектуального сенсорного дзвінка показує, що виріб спроектований з урахуванням вимог простоти виготовлення, складання, монтажу та подальшого обслуговування. Конструкція є достатньо технологічною, оскільки складається з невеликої кількості основних вузлів і стандартних елементів, що значно спрощує виробничий процес.

Корпус виробу виконано з двох основних частин (верхньої та нижньої кришок), які з'єднуються гвинтами. Таке рішення є технологічно доцільним, оскільки забезпечує просте складання та розбирання без застосування складного обладнання. Всі основні електронні компоненти розміщені на одній друкованій платі, що зменшує кількість монтажних операцій і підвищує надійність з'єднань.

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використання навісного монтажу для підключення перемикачів, гнізд та змінного резистора також підвищує технологічність конструкції, оскільки не потребує складних технологічних процесів і дозволяє виконувати швидку заміну елементів у разі необхідності.

Друкована плата має компактні розміри та виготовлена з двостороннього фольгованого склотекстоліту, що є стандартним матеріалом у серійному виробництві електронної апаратури. Рациональне компоновання елементів зменшує довжину провідників, мінімізує паразитні зв'язки та спрощує трасування плати.

Конструкція виробу забезпечує високий рівень ремонтпридатності, оскільки доступ до основних вузлів здійснюється шляхом простого розбирання корпусу, без необхідності демонтажу складних вузлів або застосування спеціального обладнання.

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

Друкована плата інтелектуального сенсорного дзвінка виконується як двостороння і виготовляється комбінованим методом, що поєднує фотолітографічний спосіб формування провідного рисунка та механічну обробку (свердління, фрезерування). Такий підхід забезпечує високу точність геометрії провідників, надійність міжшарових з'єднань і придатність плати до серійного виробництва.

Технологічний процес виготовлення друкованої плати включає кілька основних етапів. Спочатку здійснюється підготовка заготовки з фольгованого склотекстоліту необхідних розмірів. Далі виконується очищення поверхні міді від окислів і забруднень з метою забезпечення якісної адгезії фоторезисту.

Наступним етапом є нанесення світлочутливого шару (фоторезисту) на обидві сторони плати. Після цього виконується експонування через фотошаблон, на якому задано рисунок провідників, контактних площадок і

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

монтажних отворів. Під дією ультрафіолетового випромінювання змінюються властивості фоторезисту, що дозволяє сформувати захисний малюнок.

Після проявлення фоторезисту здійснюється травлення міді, в результаті якого видаляються незахищені ділянки провідного шару. У підсумку формується друкований рисунок провідників з обох сторін плати.

Для забезпечення електричного з'єднання між верхнім і нижнім шарами проводиться операція металізації отворів. Це дозволяє створити надійні міжшарові переходи, що є обов'язковим для двосторонніх друкованих плат.

Далі виконується видалення залишків фоторезисту, нанесення захисного покриття (луження або лакування), а також фінішна обробка поверхні. Завершальними операціями є свердління монтажних отворів, механічне фрезерування контуру плати та контроль якості готового виробу.

Після виготовлення плата проходить електричне тестування на відсутність коротких замикань і обривів провідників, а також візуальний контроль якості доріжок і контактних площадок.

Основним матеріалом для виготовлення друкованої плати є двосторонній фольгований склотекстоліт (наприклад, FR-4). Вибір цього матеріалу обумовлений його високими діелектричними властивостями, механічною міцністю, термостійкістю та стабільністю параметрів при зміні температури. Склотекстоліт забезпечує надійну основу для монтажу електронних компонентів і довговічність виробу.

Провідний шар плати виконано з міді, яка має високу електропровідність, технологічність у травленні та добру адгезію до основи. Товщина мідної фольги підбирається відповідно до струмових навантажень схеми і зазвичай становить 35 мкм.

До допоміжних матеріалів належать:

- фоторезист (сухий або рідкий) – для формування захисного рисунка провідників;

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- проявник – для видалення незасвічених або засвічених ділянок фоторезисту залежно від типу;
- розчин для травлення міді (хлорне залізо або персульфат амонію) – для формування провідного рисунка;
- знежирювальні розчини – для підготовки поверхні перед нанесенням фоторезисту;
- матеріали для захисного покриття (паяльна маска, лак або лудіння) – для захисту провідників від окиснення та механічних пошкоджень.

Застосування зазначених матеріалів забезпечує високу якість виготовлення друкованої плати, стабільність електричних параметрів та надійність роботи виробу в процесі експлуатації.

2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

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

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

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{епе}}} = \frac{5}{5 + 67} = 0,1 \quad (2,20)$$

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

$$K_{\text{а.м}} = \frac{H_{\text{а.м}}}{H_{\text{м}}} = \frac{172}{195} = 0,88 \quad (2.21)$$

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

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

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$K_{М.П.ЕРЕ} = \frac{H_{М.П.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = \frac{67}{67} = 1 \quad (2.22)$$

де $H_{М.П.ЕРЕ}$ 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 $K_{ПОВТ.ЕРЕ}$ визначається за формулою:

$$K_{ПОВТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{43}{67} = 0,4 \quad (2.23)$$

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

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

$$K_{ЗАСТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ОР.ЕРЕ}}{H_{Т.ЕРЕ}} = 1 - \frac{67}{67} = 0 \quad (2.24)$$

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

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

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

$$K_{ВСТ.Р} = 1 - \frac{H_{ВСТ.Р}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{9}{67} = 0,87 \quad (2.25)$$

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

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

$$K_{\phi} = \frac{D_{np}}{D} = \frac{1}{1} = 1 \quad (2.26)$$

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0,1*1 + 0,88*1 + 1*0,75 + 0,4*0,5 + 0*0,310 + 0,87*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,59 \quad (2.27)$$

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

Відношення K/K_n повинно задовольняти умову:

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

Перевіряємо умову: $\frac{0,59}{0,5} = 1,18 \geq 1.$

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

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

Маршрутно-операційна технологія складання включає в себе наступні кроки:

- установка друкованого вузла у нижню частину корпусу;
- кріплення друкованого вузла до нижньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів та шайб;
- кріплення перемикачів та світло діодів на верхню кришку та кріплення динаміка за допомогою гвинтів та шайб;
- кріплення гнізда, роз'єму та резистора;
- фіксація кришок за допомогою чотирьох гвинтів.

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

- розконсервація друкованої плати;
- маркування заводського номера;
- захист контактних площадок, які не підлягають автоматизованій пайці, латексом;
- сушка;
- формування виводів ЕРЕ;
- лудження виводів ЕРЕ;
- встановлення ЕРЕ;
- автоматизована пайка хвилею припою;
- рихтування;
- регулювання;
- лакування;
- технічний контроль [21].

					26 КР 172.403.006.000.000 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 100м²).

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

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

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

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 172.403.006.000.000 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:

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

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

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 172.403.006.000.000 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 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$B_M = 627 \times 1,04 = 652,08 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

Таблиця 3.2- Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	100	100
2	Кришка нижня	1	80	80
3	Кришка верхня	1	80	80
4	Мікросхема	2	70	140
5	Конденсатори електролітичні	1	10	10
6	Конденсатори постійні	5	1	5
7	Резистори постійні	14	0,5	7
8	Дисплей	1	100	100
9	Світлодіод	1	10	10
10	Кнопка	1	10	10
11	Роз'єм	2	20	40
12	Транзистор	3	15	45
				627

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

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

					26 КР 172.403.006.000.000 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:

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

$$P_{\text{від}} = \frac{32}{60} \times 220 = 117,33(\text{грн})$$

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

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

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

Таблиця 3.3- Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{\text{шт}, \text{хв.}}$	Розряд	Годинна тарифна ставка, (Сг),грн/год
1	Пайка	14	V	220
2	Регулювання	10	V	220
3	Складання	8	V	220
	Всього	32		

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

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

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

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = 117,33 \times 0,11 = 12,91 (\text{грн})$$

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

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

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (117,33 + 12,91) = 28,65 \text{ (грн)}$$

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:

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{35}{100} \times (117,33 + 12,91) = 45,58 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 35%);

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:

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

$$V_{\text{зв}} = \frac{167}{100} \times (117,33 + 12,91) = 217,5 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 167%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 652,08 + (117,33 + 12,91 + 28,65) + 45,58 + 217,5 = 1074,05 \text{ (грн.)}$$

					26 КР 172.403.006.000.000 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	652,08
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	117,33
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	12,91
4	Відрахування на соціальні заходи	28,65
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	45,58
6	Загальновиробничі витрати	217,5
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1074,05
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	810,97
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	263,08

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

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

$$Ц_{одпр} = 1074,05 \times \frac{100 + 29}{100} = 1385,52 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 29%);

3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\Pi_p = (1385,52 - 1074,05) \times 1950 = 607366,5 \text{ (грн),}$$

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\text{ЧП} = 607366,5 - 607366,5 \times \frac{18}{100} = 498040,53 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$S_{повq} = 1074,05 \times 1950 = 2094397,5 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$R_{п} = \frac{498040,53}{2094397,5} \times 100\% = 23,78 \%$$

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

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

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

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

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

$$\Gamma\Pi = 498040,53 + 1031,25 = 499071,78 \text{ (грн.)},$$

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

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

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

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за формулою:

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

$$\text{ЧТВ} = 453701,62 - 229125 = 224576,62 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ТВ} = \frac{499071,78}{(1 + 0,1)^1} = 453701,62 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ІП} = \frac{453701,62}{229125} = 1,98$$

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ІІ- індекс прибутковості інвестицій.

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

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

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

$$T_{ок_{диск}} = \frac{229125}{453701,62} = 0,51р$$

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

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

$$GP_{диск} = \frac{453701,62}{1} = 453701,62 \text{ (грн.)}$$

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.	1950
2	Собівартість виробу	грн./од.	1074,05
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1385,52
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	229125
5	Чистий прибуток	грн.	498040,53
6	Рентабельність виробу	%	23,78
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	224576,62
9	Індекс прибутковості	-	1,98
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,51

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Створення на підприємстві служби охорони праці

З метою створення безпечних і нешкідливих умов праці у кожному структурному підрозділі та на кожному робочому місці керівник підприємства (власник) повинен створити систему управління охороною праці і забезпечити її ефективне функціонування.

Система управління охороною праці (СУОП) є складовою частиною управління підприємствами, яка включає прогнозування і планування, організацію роботи, координацію і регулювання, активацію і стимулювання, контроль, облік і аналіз.

Управління охороною праці – це підготовка, прийняття і реалізація рішень щодо здійснення організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, направлених на забезпечення безпеки, збереження здоров'я і працездатності людини у процесі роботи. В СУОП наявні об'єкти і органи управління, що виконують визначені функції та завдання. Об'єктом управління є дієздатність функціональних служб і структурних підрозділів щодо забезпечення безпеки праці на робочих місцях, ділянках, в підрозділах і на об'єкті господарювання.

Управління охороною праці на підприємстві здійснює його керівник (власник); у цехах, службах і на ділянках – керівники відповідних підрозділів і служб. Для цього розробляється і затверджується Положення про систему управління охороною праці на підприємстві. Управління охороною праці дає можливість вирішувати такі основні задачі:

- навчання працівників безпеці праці і пропаганда досягнень охорони праці;
- забезпечення безпеки виробничого обладнання, виробничих процесів, а також будівель і споруд;

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- нормалізація санітарно-гігієнічних умов праці;
- забезпечення працівників засобами індивідуального захисту;
- забезпечення оптимальних умов праці та відпочинку працівників;
- організація лікувально-профілактичного і санітарно-побутового обслуговування працівників;
- професійний відбір працівників за окремими спеціальностями.

Організаційно-методична робота управління охороною праці, підготовкою управлінських рішень і контроль за їх реалізацією здійснюється службою охорони праці, яка підпорядкована безпосередньо керівнику підприємства. На підприємствах виробничої сфери з кількістю працівників до 50 чоловік, невиробничої сфери – до 100 чоловік функції цієї служби можуть виконувати люди із відповідною професійною підготовкою за сумісництвом.

Служба охорони праці керується в своїй роботі розробленим і затвердженим Положенням про службу охорони праці підприємства (закладу чи організації). Спеціалісти з охорони праці мають право:

- видавати керівникам структурних підрозділів обов'язкові для виконання приписи щодо усунення недоліків;
- отримувати від них необхідні відомості, документацію і роз'яснення з питань охорони праці;
- вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктаж, перевірку знань і не мають допуску до відповідних робіт;
- припиняти роботу виробництв, ділянок, машин, механізмів, обладнання у випадку порушень, які створюють загрозу для життя чи здоров'я працівників;
- направляти керівнику підприємства приписи про притягнення до відповідальності посадових осіб та інших працівників, які порушують вимоги охорони праці.

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На кожному підприємстві для забезпечення ефективного функціонування СУОП за участю служб охорони праці:

- розробляються перспективні і поточні плани щодо створення безпечних і нешкідливих умов праці, комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці і виробничої санітарії, а також положення, інструкції та інші нормативні акти про охорону праці, які діють в межах підприємства;

- проводиться паспортизація цехів, діляниць, робочих місць на відповідність їх вимогам охорони праці і атестація робочих місць за умовами праці, складається розділ «Охорона праці» колективного договору;

- проводиться навчання, інструктаж і перевірка знань з питань охорони праці;

- організується проходження попереднього і періодичних медичних оглядів працівників певних категорій, а також забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, лікувально-профілактичним харчуванням, молоком чи рівноцінними харчовими продуктами, мийними засобами;

З метою залучення представників власника і трудового колективу до співробітництва у справах управління охороною праці на підприємстві з кількістю працівників 50 і більше чоловік створюється комісія з питань охорони праці підприємства. Трудовий колектив на загальних зборах (конференції) затверджує Положення про комісію з питань охорони праці підприємства.

Від власника у склад цієї комісії включаються працівник служби охорони праці, спеціалісти виробничої, юридичної та інших служб;

- від трудового колективу – працівники основних професій, уповноважений з питань охорони праці, представник профспілкової організації.

Основні завдання комісії такі:

- захист законних прав та інтересів працівників в області охорони праці;

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- підготовка рекомендацій власнику і працівникам з профілактики виробничого травматизму і професійних захворювань;
- узгодження позицій сторін у вирішенні практичних питань охорони праці;
- вироблення пропозицій щодо включення в колективний договір окремих питань з охорони праці і використання засобів охорони праці.

Для практичного вирішення питань забезпечення безпеки праці на підприємстві створюються постійно діюча комісія з питань атестації робочих місць за умовами праці та комісія з вводу в експлуатацію об'єктів виробничого або соціального призначення, відремонтованого чи модифікованого обладнання. В управлінні охороною праці і здійсненні громадського контролю за дотриманням законодавства з охорони праці беруть участь уповноважені трудових колективів з питань охорони праці. Їх діяльність регламентується Положенням про роботу уповноважених трудових колективів з питань охорони праці, яке затверджується на загальних зборах (конференції) трудового колективу підприємства. Уповноважені з питань охорони праці беруть участь у:

- розробці розділу «Охорона праці» в колективному договорі і комплексних заходів щодо досягнення встановлених нормативів з охорони праці;
- роботі постійно діючої комісії з атестації робочих місць за умовами праці;
- розслідуванні нещасних випадків і професійних захворювань на виробництві (якщо потерпілий не є членом профспілки);
- вирішенні спірних питань, заяв та скарг, що пов'язані із забезпеченням безпеки праці.

На підприємстві для управління охороною праці необхідно мати такі документи:

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Положення про систему управління охороною праці на підприємстві;
- Положення про службу охорони праці на підприємстві;
- Положення про комісію з питань охорони праці підприємства;
- Положення про роботу уповноважених трудових колективів з питань охорони праці;
- Положення про навчання, інструктажі і перевірку знань працівників з питань охорони праці;
- Положення про організацію та проведення інструктажів і спеціального навчання (пожежно-технічного мінімуму) з питань пожежної безпеки;
- Наказ про порядок атестації робочих місць на їх відповідність нормативним актам про охорону праці;
- Положення про організацію попереднього (при прийомі на роботу) та періодичного (впродовж трудової діяльності) медичних оглядів працівників певних професій;
- Положення про санітарну лабораторію підприємства;
- Інструкції з охорони праці для працівників за професіями і видами робіт;
- Інструкції про порядок організації і проведення зварювальних та інших вогневих робіт на підприємстві;
- Загальнооб'єктові і цехові інструкції щодо заходів пожежної безпеки;
- Перелік робіт з підвищеною небезпекою, для проведення яких необхідне спеціальне навчання і щорічна перевірка знань з охорони праці;
- Перелік посадових осіб підприємства, які зобов'язані проходити попередню і періодичну перевірку знань з охорони праці;
- Наказ про організацію видачі безкоштовно працівникам визначених категорій лікувально-профілактичного харчування (для підприємств, де є виробництва з особливо шкідливими умовами праці);

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Наказ про організацію видачі безкоштовно молока чи інших рівноцінних харчових продуктів працівникам підприємства, зайнятих на роботах зі шкідливими умовами праці;

- Наказ про порядок забезпечення працівників підприємства спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту, організацію належного зберігання й утримання цих засобів.

4.2 Основні поняття та визначення пожежної безпеки.

Вогонь, що вийшов із під контролю, здатний викликати значні руйнівні та смертоносні наслідки. До таких проявів вогняної стихії належать пожежі.

Пожежа - неконтрольоване горіння, що розповсюджується у часі і просторі.

Залежно від розмірів матеріальних збитків пожежі поділяються на особливо великі (коли збитки становлять від 10000 і більше розмірів мінімальної заробітної плати) і великі (збитки сягають від 1000 до 10000 розмірів мінімальної заробітної плати) та інші.

Пожежна безпека об'єкта - стан об'єкта, за якого з регламентованою імовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі та впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її наслідків. Об'єкти повинні мати системи пожежної безпеки, спрямовані на запобігання пожежі, дії на людей та матеріальні цінності небезпечних факторів пожежі, в тому числі їх вторинних проявів. До таких факторів належать: полум'я та іскри, підвищена температура навколишнього середовища, токсичні продукти горіння і термічного розкладу матеріалів і речовин, дим, знижена концентрація кисню.

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вторинними проявами небезпечних факторів пожежі вважаються: уламки, частини зруйнованих апаратів, агрегатів, установок, конструкцій; радіоактивні та токсичні речовини і матеріали, викинуті зі зруйнованих апаратів та установок; електричний струм, пов'язаний з пошкодженням ізоляції під дією високих температур; небезпечні фактори вибухів.

Системи пожежної безпеки - це комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання пожежі та збитків від неї.

Метою пожежної безпеки об'єкта є попередження виникнення пожежі на визначеному чинними нормативами рівні, а у випадку виникнення пожежі - обмеження її розповсюдження, своєчасне виявлення, гасіння пожежі, захист людей і матеріальних цінностей.

Забезпечення пожежної безпеки - невід'ємна частина державної діяльності щодо охорони життя та здоров'я людей, національного багатства і навколишнього природного середовища. Правовою основою діяльності в галузі пожежної безпеки є Конституція, Закон України «Про пожежну безпеку» та інші закони України, постанови Верховної Ради України, розпорядження Кабінету Міністрів України; рішення органів державної виконавчої влади, місцевого та регіонального самоврядування, прийняті в межах їх компетенції.

Закон України «Про пожежну безпеку» визначає загальні правові, економічні та соціальні основи забезпечення пожежної безпеки на території України, регулює відносини державних органів, юридичних і фізичних осіб у цій галузі незалежно від виду їх діяльності та форм власності.

Згідно цього закону власники підприємств, установ та організацій або уповноважені ними органи зобов'язані:

- розробляти комплексні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки, впроваджувати досягнення науки;

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- забезпечувати дотримання протипожежних вимог стандартів, норм, правил, а також виконання вимог приписів і постанов органів державного пожежного нагляду;

- організовувати навчання працівників правилам пожежної безпеки та пропаганду заходів щодо їх забезпечення;

- у разі відсутності нормативних актів, необхідних для забезпечення пожежної безпеки, вживати відповідні заходи, погоджуючи їх з органами державного нагляду;

- утримувати в справному стані засоби протипожежного захисту і зв'язку, пожежну техніку, обладнання та інвентар, не допускати їх використання не за призначенням;

- створювати у разі потреби, відповідно до встановленого порядку, підрозділи пожежної охорони та необхідну для їх функціонування матеріально-технічну базу;

- подавати на вимогу державної пожежної охорони відомості та документи про стан пожежної безпеки об'єктів і продукції, що ними виробляється;

- здійснювати заходи щодо впровадження автоматичних засобів виявлення та гасіння пожеж і використання для цієї мети виробничої автоматики;

- своєчасно інформувати пожежну охорону про несправність пожежної техніки, систем протипожежного захисту, водопостачання, а також про закриття доріг і проїздів на своїй території;

- проводити службове розслідування випадків пожеж.

Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з питань пожежної безпеки, забороняється.

Новостворені підприємства починають свою діяльність після отримання дозволу в органах державного пожежного нагляду.

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Інтелектуальний сенсорний дзвінок». 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 115×75мм 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 дуже не складною. Корпус проектованого виробу виготовлений з термопластичної пластмаси, з допомогою одного із методів виготовлення корпусів, тобто методом лиття під тиском, він має такі габаритні розміри 153x101x56. Так як використаний пластмасовий корпус то маса приладу є невеликою.

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

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

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сайт схеми пристрою [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.joyta./4334-avtomaticheskij-poliv-rastenij-v-teplice-i-sadovom-uchastke-svoimi-rukami/> (дата звернення 10.02.2026).
2. Конденсатор типу b41828 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/b41828a6225m007> (дата звернення 15.02.2026).
3. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu//details/b37979-g5102/kondensatory-keramicheskie-tht-50v/> (дата звернення 15.02.2026).
4. Конденсатор b37979 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/> (дата звернення 15.02.2026).
5. Діод 1N5819 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/kx-26-32-768-khz-kvarczevyj-rezonator_2404.html (дата звернення 15.02.2026).
6. Світлодіод типу L-1503GT [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://car-led.org/ua/p31490203-chervonij-semisegmentnij-led.html> (дата звернення 15.02.2026).
7. Резистор 16K1-B50K [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/kls7-ts6601-13.0-180> (дата звернення 15.02.2026).
8. Транзистор ZVN2120G [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://hardelectronics./diod-1n4148.html> (дата звернення 15.02.2026).
9. Мікросхема CD4013A [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://electronoff.ua/good/tranzistor-bc556b-pnp-65v-0-1a-korpus-to-92.php> (дата звернення 15.02.2026).
10. Мікросхема 78L05 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/b41828a6225m007> (дата звернення 15.02.2026).

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Мікросхема ISD1416 "Nuvoton" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.tme.eu//details/b37979-g5102/kondensatory-keramicheskie-tht-50v/>(дата звернення 15.02.2026).
12. Резистор 3329H-1 "Bourns" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/>(дата звернення 15.02.2026).
13. Дросель FWCMT090503201M-200мкГн-20% [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. Перемикач ASW-09-102 "Jietong Switch" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://car-led.org/ua/p31490203-chervonij-semisegmentnij-led.html>(дата звернення 15.02.2026).
15. Динамік 26CR08FE "CANOPUS" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.chipdip./product/cls7-ts6601-13.0-180>(дата звернення 15.02.2026).
16. Перемикач PBS-15A "Jietong Switch" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<http://hardelectronics./diod-1n4148.html>(дата звернення 15.02.2026).
17. Мікросхема ISD1416 "Nuvoton" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://electronoff.ua/good/tranzistor-bc556b-pnp-65v-0-1a-korpus-to-92.php>(дата звернення 15.02.2026).
18. Сенсор AT42QT1010-MAHR "Microchip" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.chipdip./product/cls7-ts6601-13.0-180>(дата звернення 15.02.2026).
19. Роз'єм ST-114N "Dragon City Industries"[електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/>(дата звернення 15.02.2026).

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. Роз'єм PSCM3N "Velleman"[електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.tme.eu//details/b37979-g5102/kondensatory-keramicheskie-tht-50v/>(дата звернення 15.02.2026).

21. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2016

22. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Конструювання РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018

23. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>

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

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

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

27. 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

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

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

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

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

37. 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.

38. 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.

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

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

40. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL:
https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzgzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ4OS4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ..*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRIb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNIWHAzWWxZWlJTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0Z1M3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2024).

41. 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.

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

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

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

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А Друкована плата

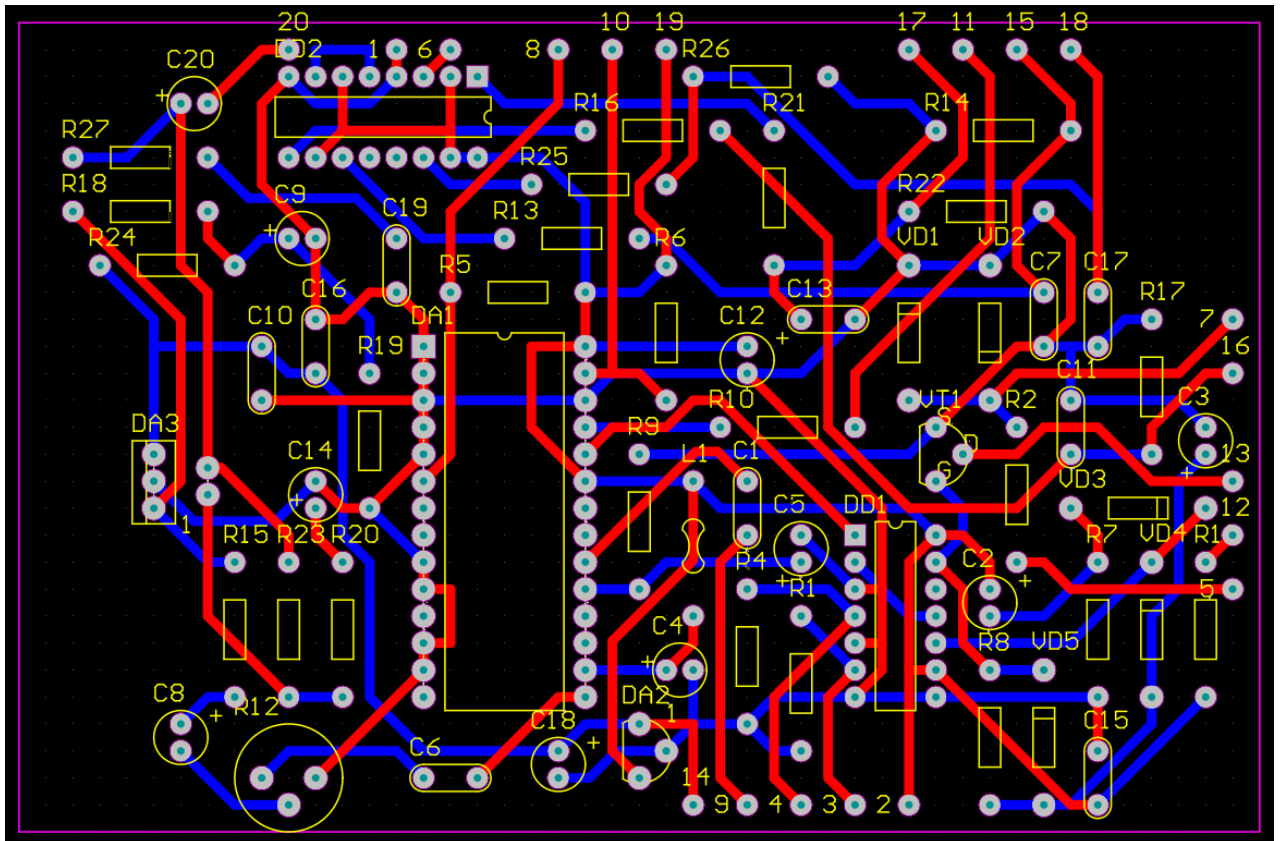
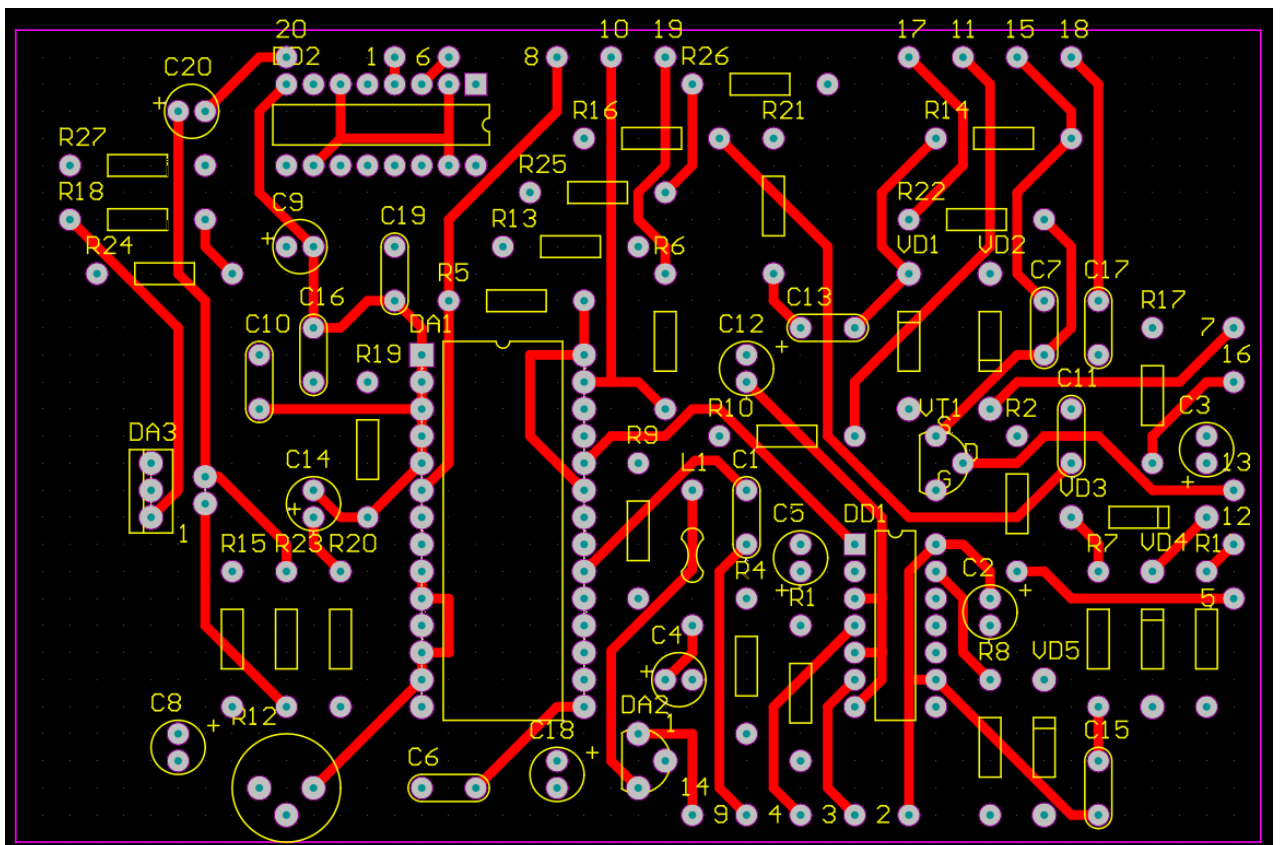


Рисунок А.1 – Друкована плата



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ

Арк.

Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Top

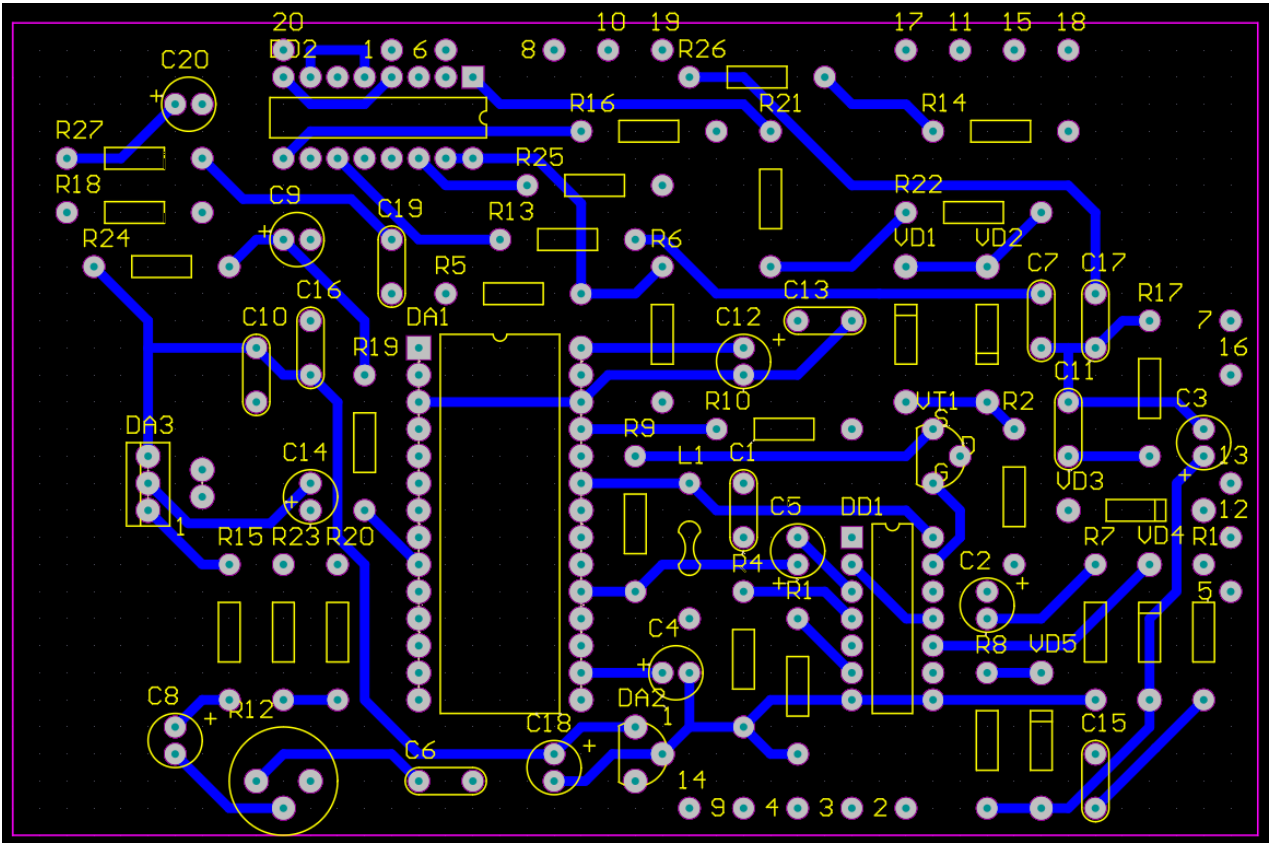


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Bottom

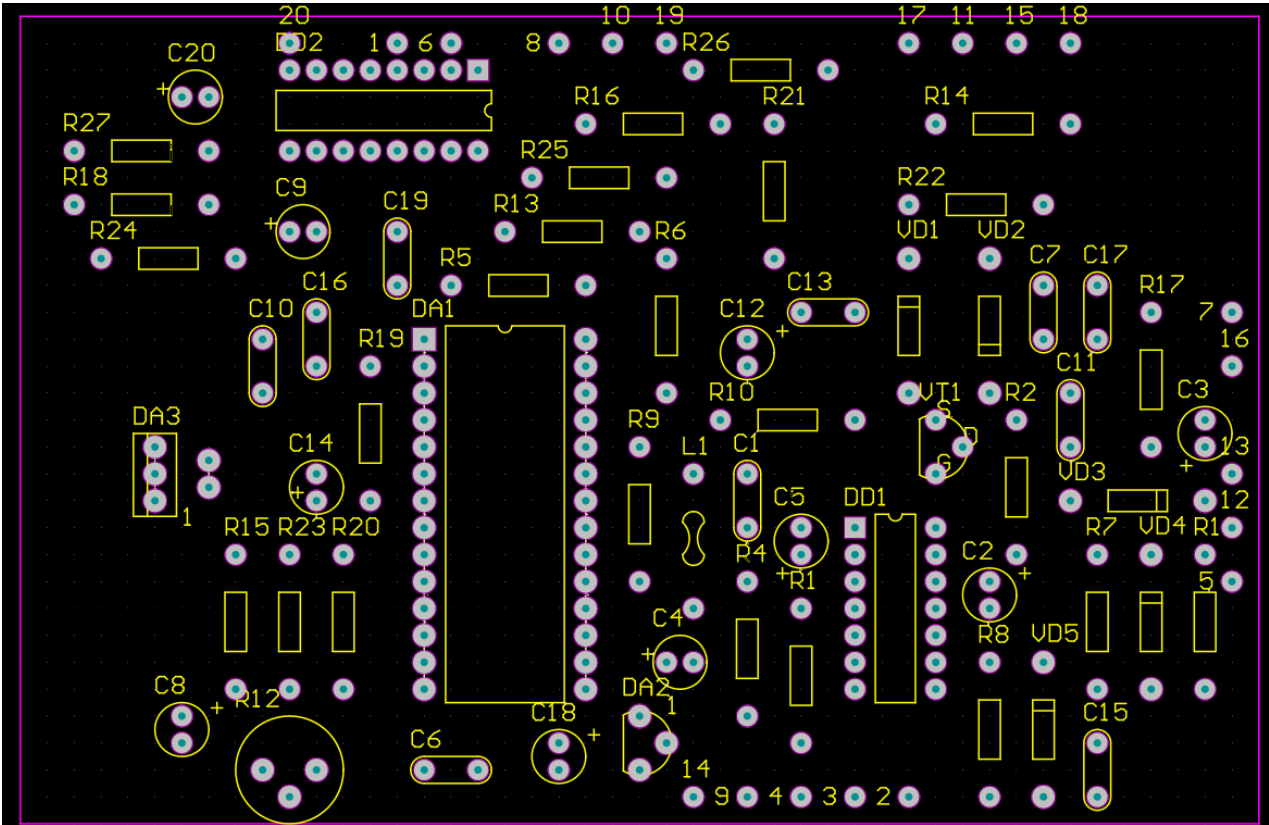


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

Додаток Б 3D модель пристрою

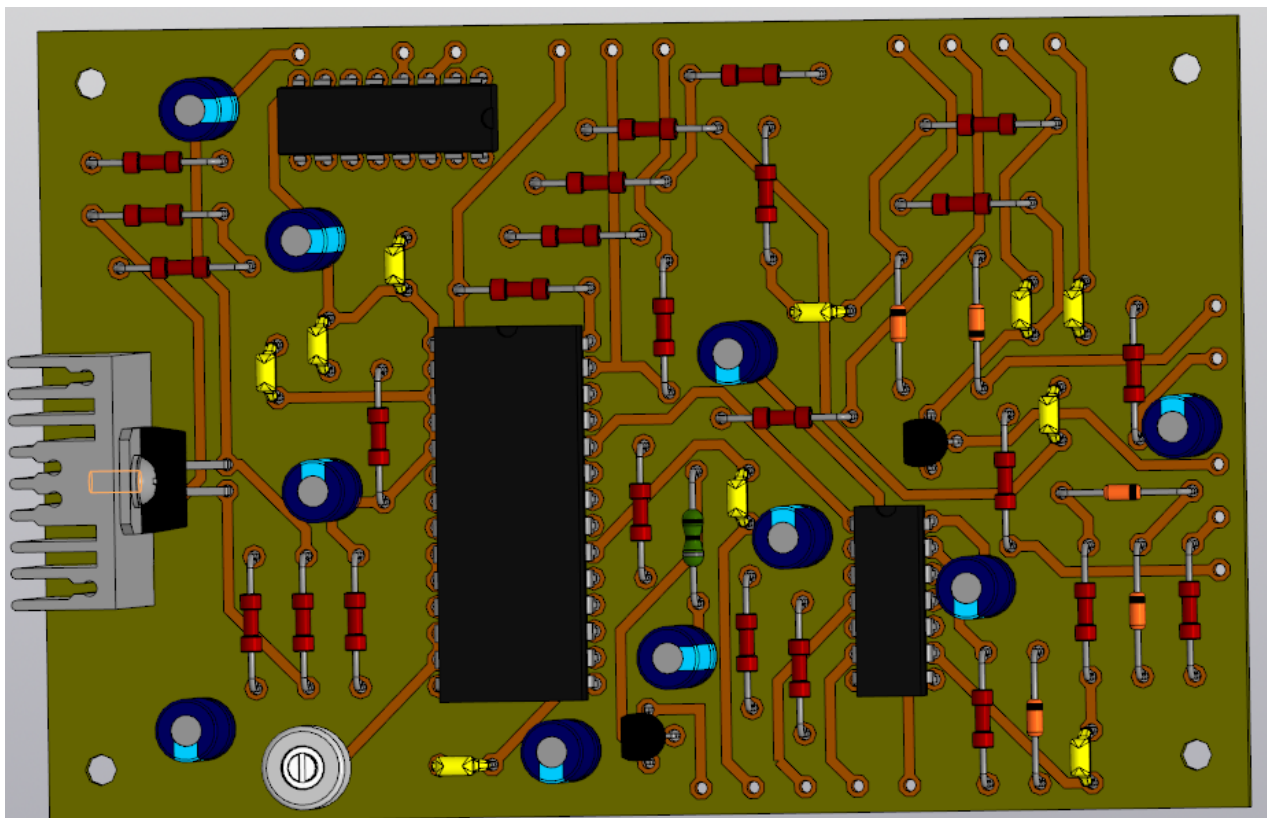


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний

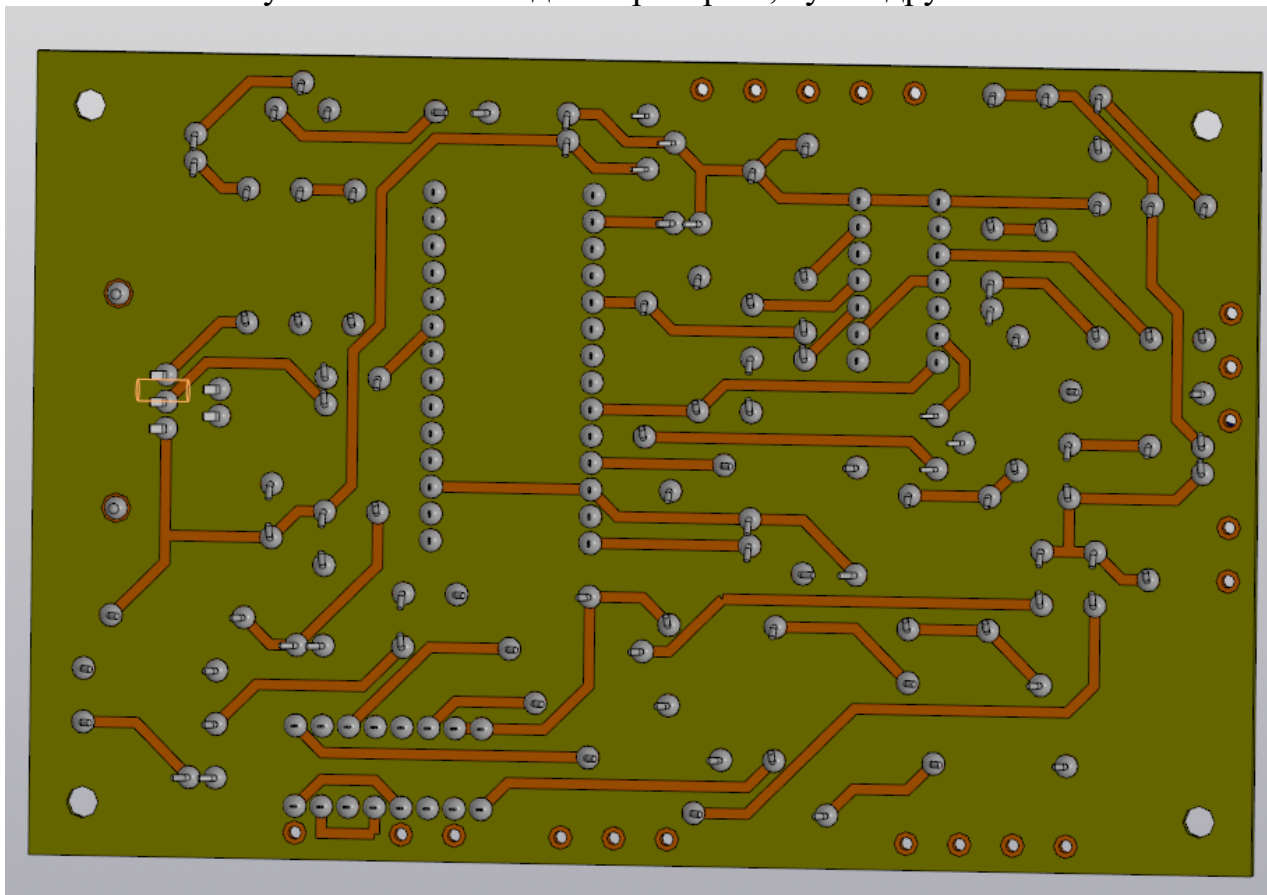


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний знизу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ

Арк.

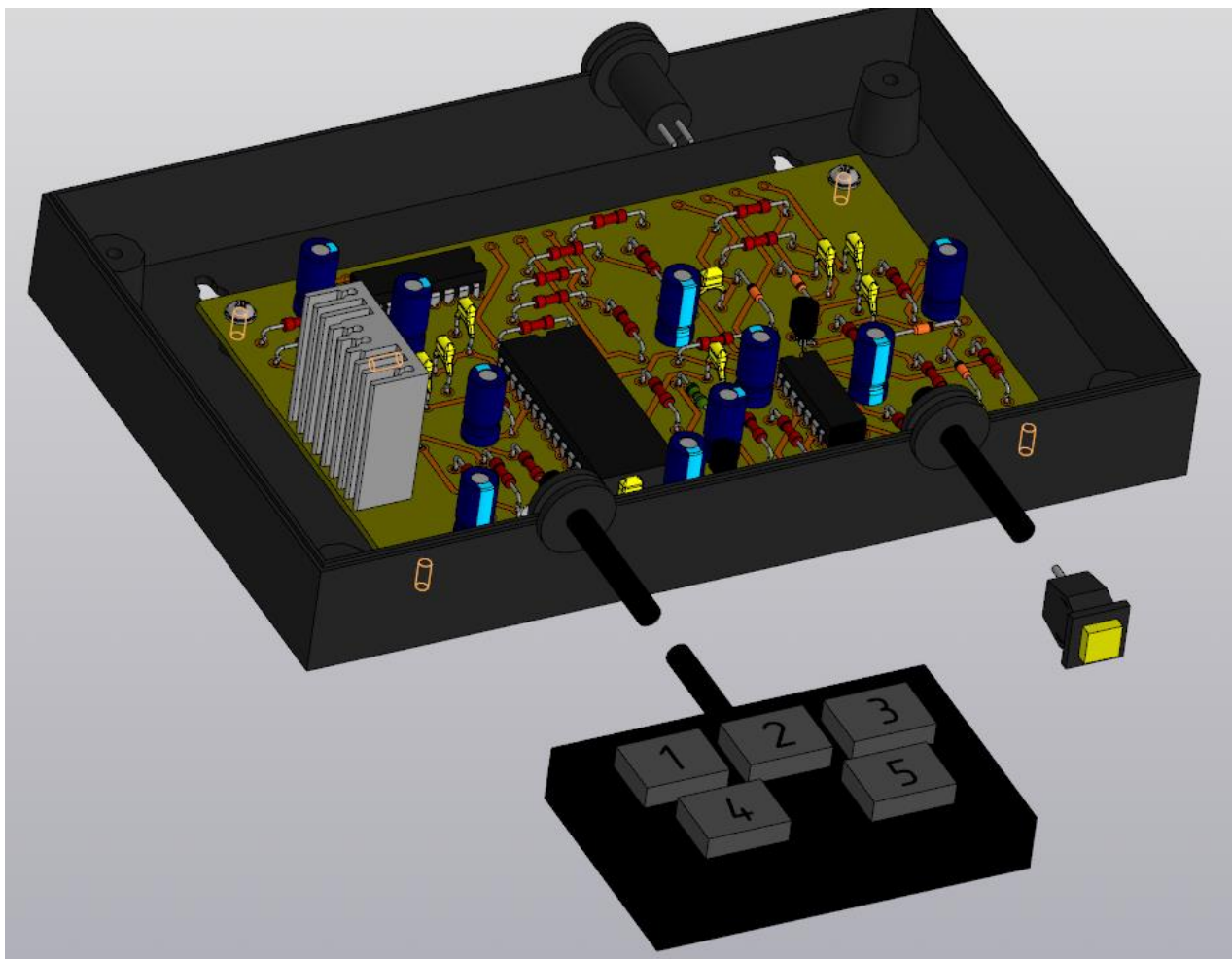


Рисунок Б.3– 3D модель пристрою, нижня кришка

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



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



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

					26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

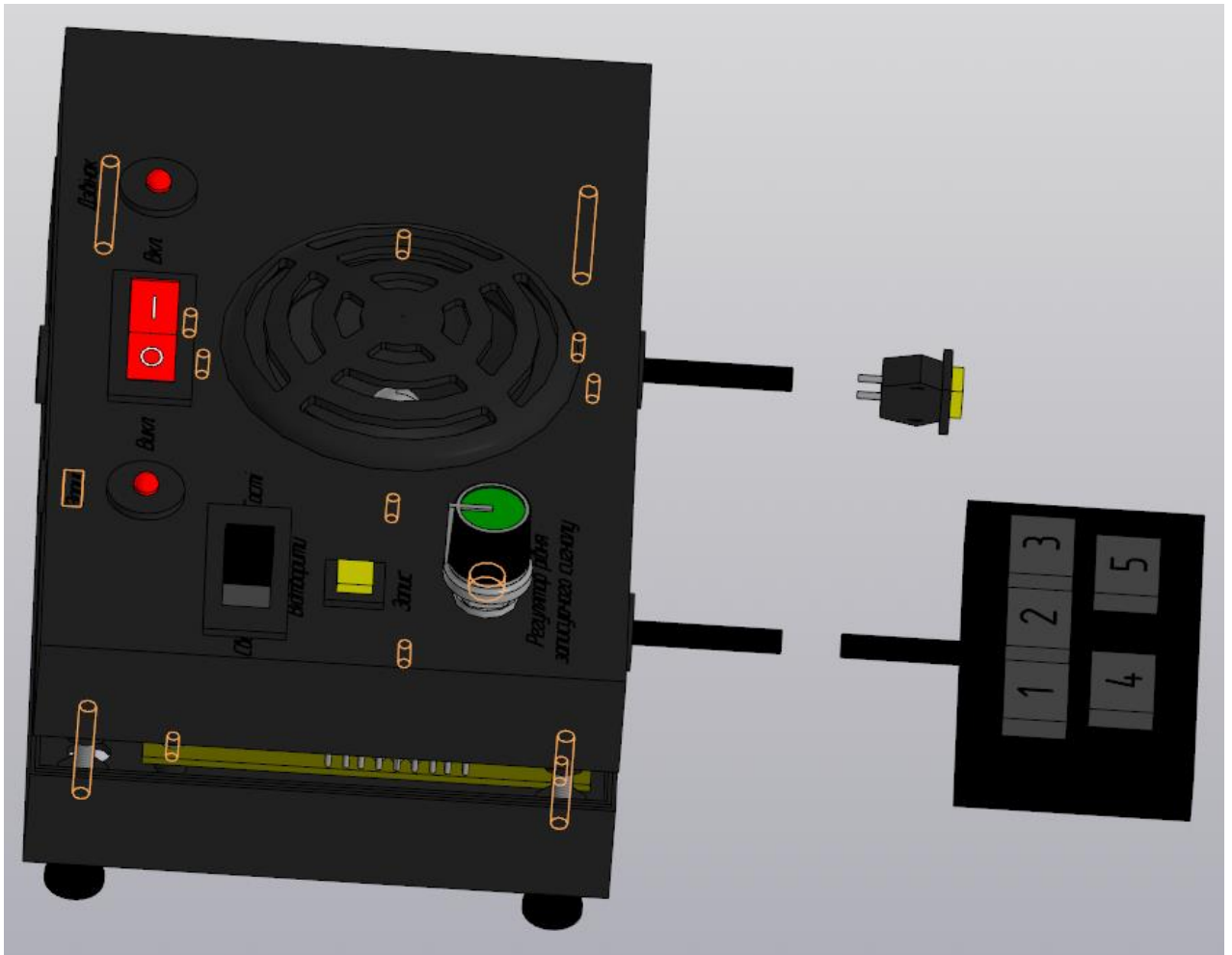


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

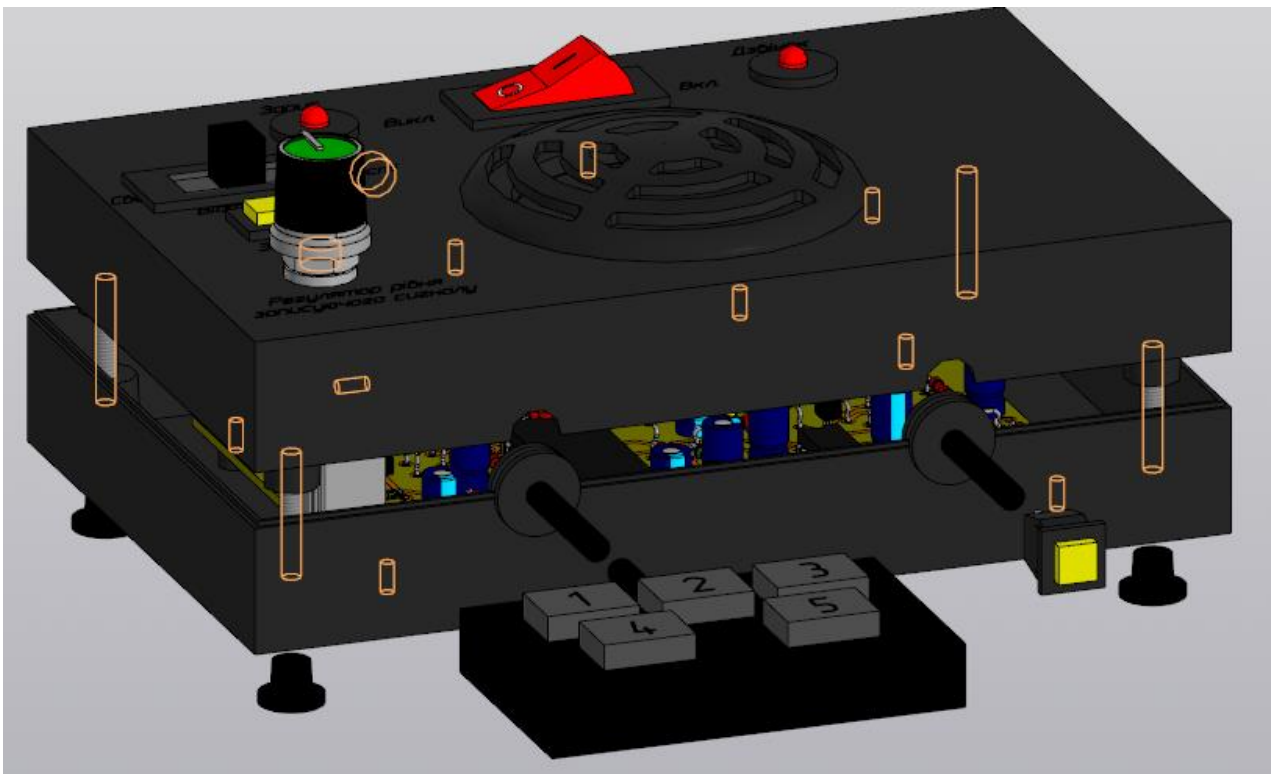


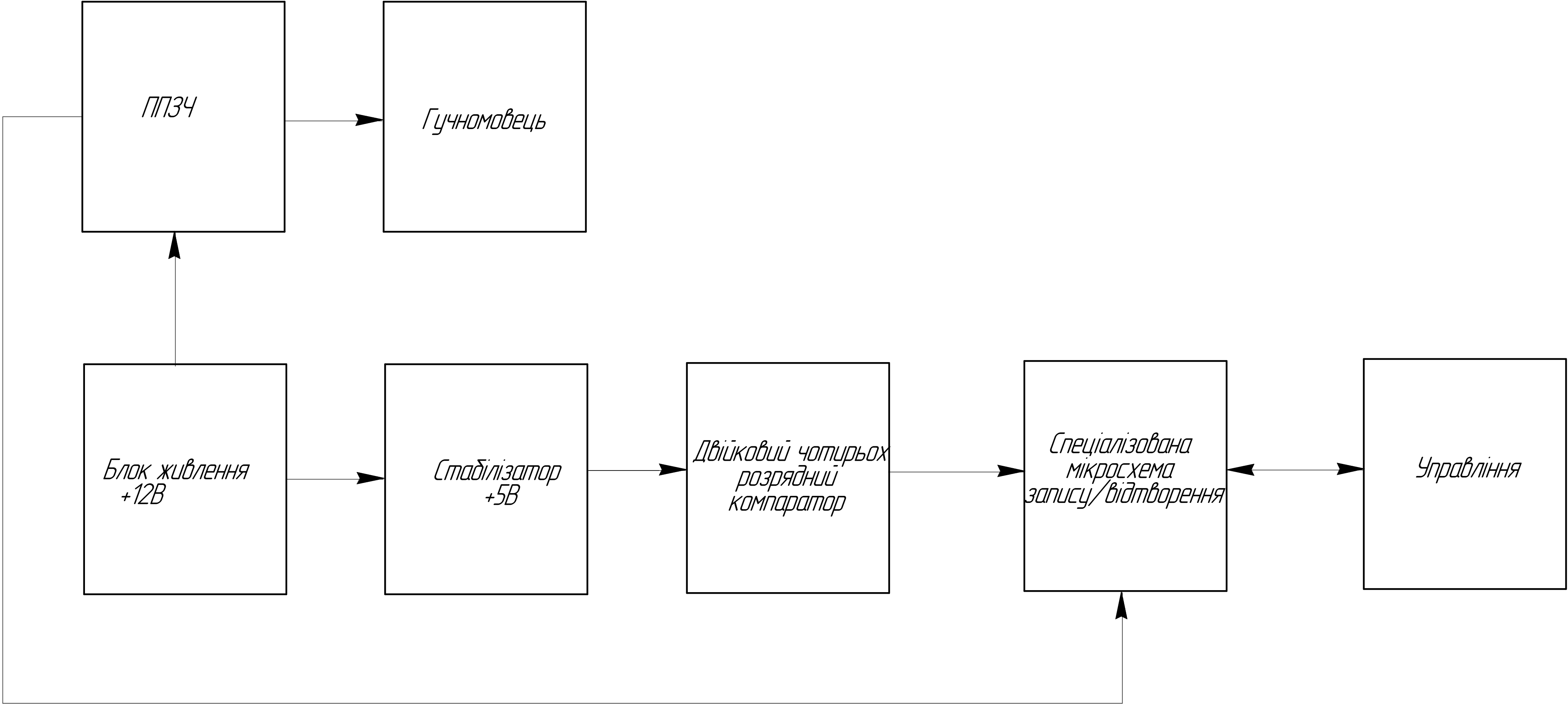
Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.006.000.000 ПЗ

Арк.

26 КР 172.403.006.001.000 Е1



Перш. Викорис.

Додат. №

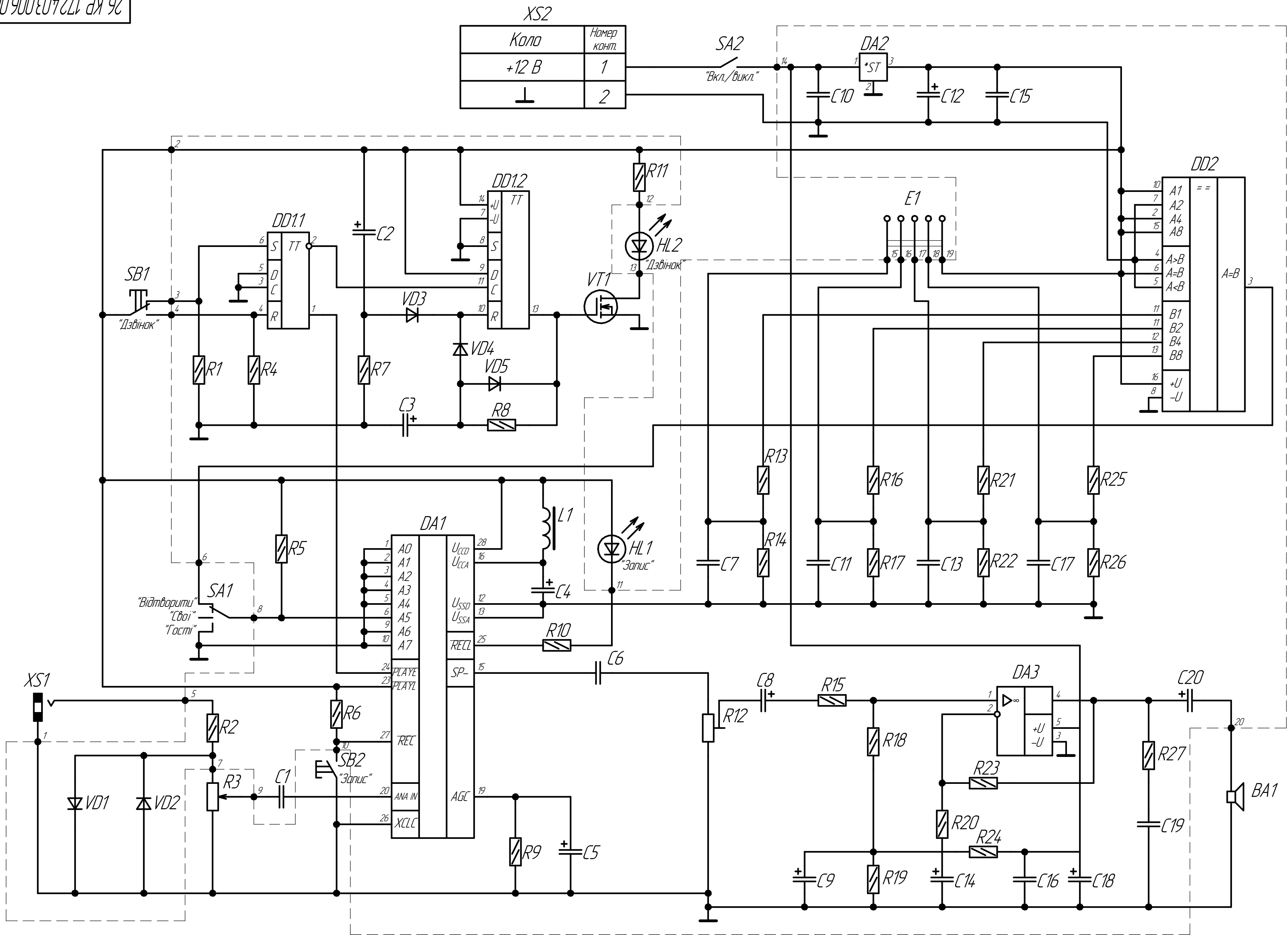
Підпис і дата

Інв. № змін.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № змін.



					26 КР 172.403.006.001.000 ЕЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Інтелектуальний сенсорний дзвінок		Лист	Маса	Масштаб
Розроб.		Гесюк			Схема електрична принципова		Н	-	-
Перевір.		Савчук							
Т.контр.							Аркш		Аркшів 1
Н.контр.		Задорожний					ВСП ТФК ТНТУ ТР-40Зск		
Затверд.							м. Тернопіль		

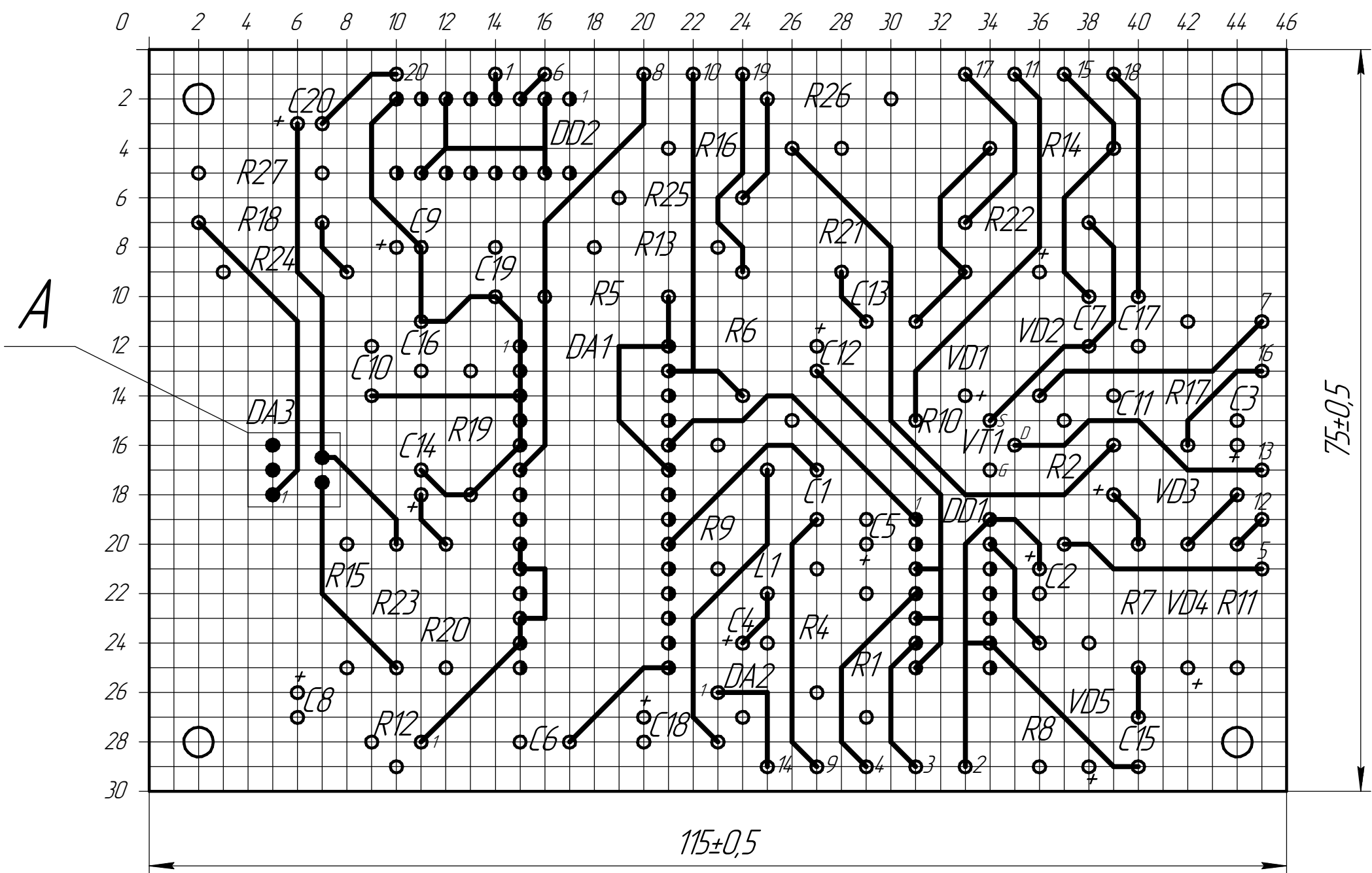
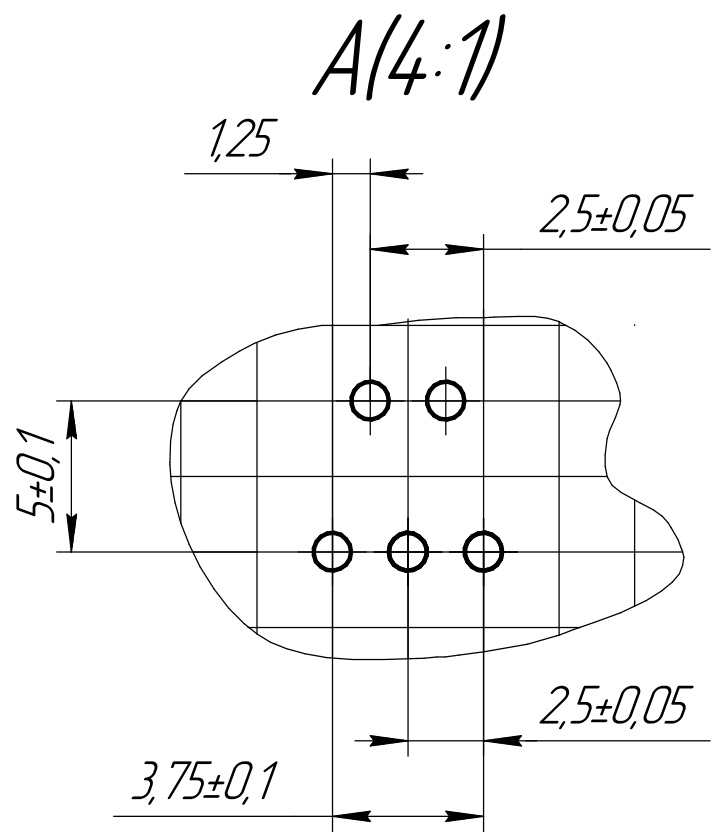
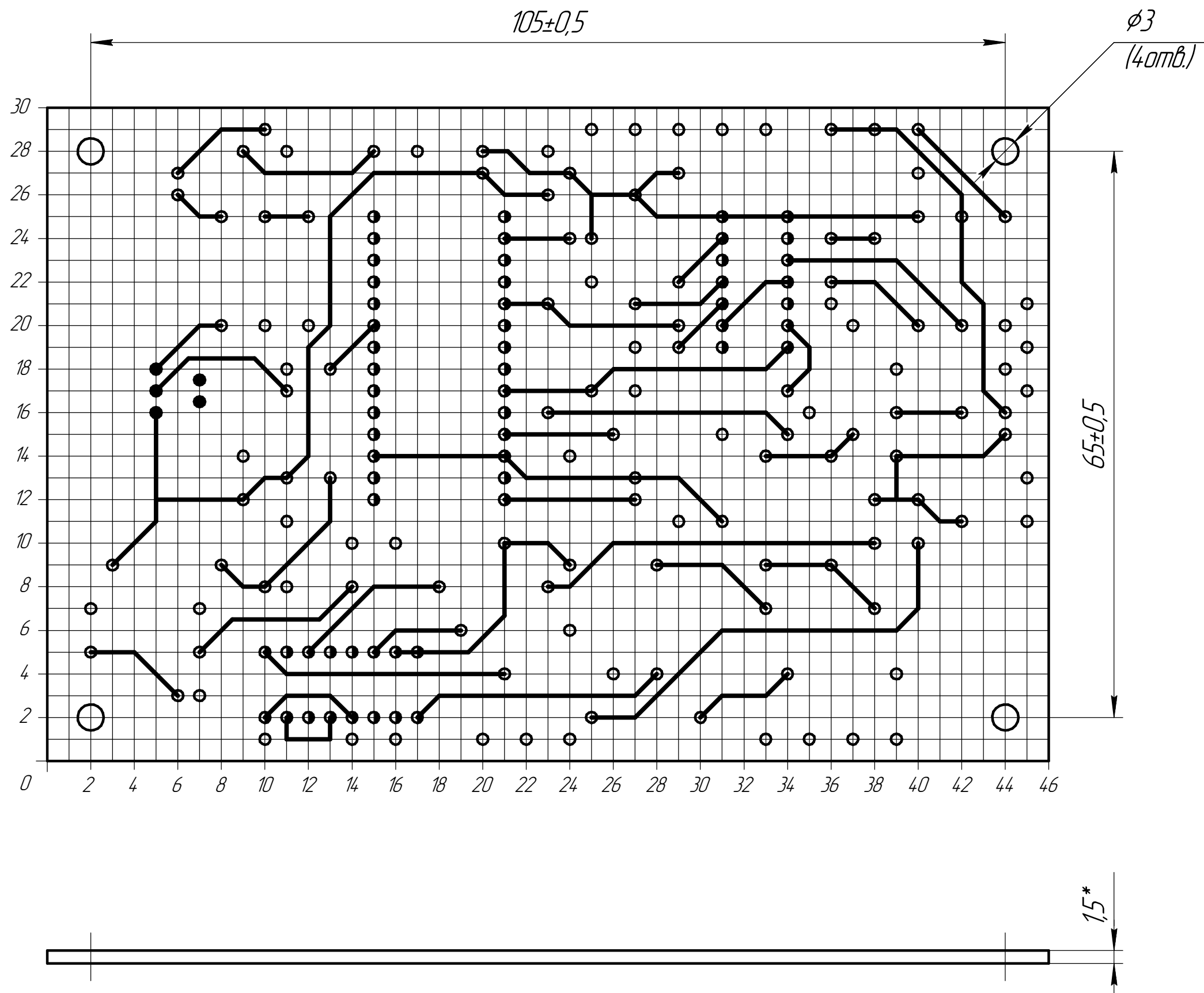
Перш. викорис.		Поз. познач.	Найменування			Кіл.	Примітка		
		BA1	Динамік 26CRO8FE "CANOPUS"			1			
			Конденсатори						
		C1	b37979-0,22 мкФ ±5% "Ерcos"			1			
		C2	b41828-16 В-10 мкФ ±10% "Ерcos"			1			
		C3	b41828-10 В-4,7 мкФ ±10% "Ерcos"			1			
		C4	b41828-10 В-220 мкФ ±10% "Ерcos"			1			
		C5	b41828-16 В-4,7 мкФ ±10% "Ерcos"			1			
		C6	b37979-0,047 мкФ ±5% "Ерcos"			1			
		C7	b37979-180 пФ ±5% "Ерcos"			1			
		C8, C9	b41828-16 В-10 мкФ ±10% "Ерcos"			2			
		C10	b37979-0,22 мкФ ±5% "Ерcos"			1			
		C11	b37979-180 пФ ±5% "Ерcos"			1			
		C12	b41828-16 В-220 мкФ ±10% "Ерcos"			1			
		C13	b37979-180 пФ ±5% "Ерcos"			1			
		C14	b41828-16 В-10 мкФ ±10% "Ерcos"			1			
		C15	b37979-0,068 мкФ ±5% "Ерcos"			1			
		C16	b37979-0,22 мкФ ±5% "Ерcos"			1			
		C17	b37979-180 пФ ±5% "Ерcos"			1			
		C18	b41828-16 В-470 мкФ ±10% "Ерcos"			1			
		C19	b37979-0,22 мкФ ±5% "Ерcos"			1			
		C20	b41828-16 В-470 мкФ ±10% "Ерcos"			1			
			Мікросхеми						
		DD1	CD4013A "Texas Instruments"			1			
		DD2	MC14585BDG "ON Semiconductor"			1			
						26 КР 172.403.006.001.000 ПЕЗ			
		Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
		Розроб.	Гесюк				Інтелектуальний сенсорний дзвінок Перелік елементів		
		Перевір.	Савчук						
		Н.контр.	Задорожний						
		Затверд.							
		Інв. № ориг.					Літ.	Аркцш	Аркцшів
							н	1	3
						ВСП ТФК ТНТУ ТР-403ск м. Тернопіль			

Поз. познач.		Найменування	Кіл.	Примітка
DA1		ISD1416 "Nuvoton"	1	
DA2		L78L05ABZ "ST Microelectronics"	1	
DA3		TDA2030AL "UTC"	1	
E1		Сенсор AT42QT1010-MAHR "Microchip"	1	
HL1, HL2		Світлодіод L-1503GT "Kingbright"	2	
L1		Дросель FWCMT090503201M-200мкГн-20%	1	
		Резистори		
R1		MFP-0,125-120 кОм ±10% "Yageo"	1	
R2		MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"	1	
R3		16K1-B50K-10 кОм "Song Huei"	1	
R4		MFP-0,125-120 кОм ±10% "Yageo"	1	
R5		MFP-0,125-330 кОм ±10% "Yageo"	1	
R6		MFP-0,125-51 кОм ±10% "Yageo"	1	
R7		MFP-0,125-120 кОм ±10% "Yageo"	1	
R8		MFP-0,125-150 кОм ±10% "Yageo"	1	
R9		MFP-0,125-470 кОм ±10% "Yageo"	1	
R10		MFP-0,125-470 Ом ±10% "Yageo"	1	
R11		MFP-0,125-24 Ом ±10% "Yageo"	1	
R12		3329H-1-22 кОм "Bourns"	1	
R13		MFP-0,125-390 кОм ±10% "Yageo"	1	
R14		MFP-0,125-3,3 МОм ±10% "Yageo"	1	
R15		MFP-0,125-2 кОм ±10% "Yageo"	1	
R16		MFP-0,125-390 кОм ±10% "Yageo"	1	
R17		MFP-0,125-3,3 МОм ±10% "Yageo"	1	
R18		MFP-0,125-150 кОм ±10% "Yageo"	1	
R19		MFP-0,125-22 кОм ±10% "Yageo"	1	
R20		MFP-0,125-2 кОм ±10% "Yageo"	1	

Інв. № орг.		Підпис і дата		Зам. інв. №		Інв. № докл.		Підпис і дата	
				</					

Таблиця отворів

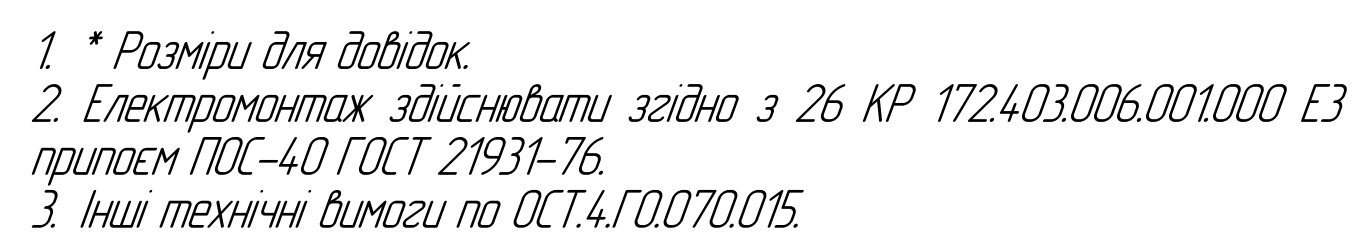
Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
•	0,7	є	1,1	58	
○	0,9	є	1,3	131	
●	1,1	є	1,5	5	



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 0,4 мм.
8. Мінімальна відстань між провідниками не менше 1,1 мм.
9. Контактні площадки покрити сплавом "Розе" ТУ 6-09-4065-75, решту поверхні зі сторони провідного шару покрити компаундом на основі ЕД-22 ГОСТ 19587-76.
10. Плату маркувати фарбою ТНПФ-01 діля ТУ 29-02-889-88 шрифтом 2,5 Пр 41 ГОСТ 26.020-80.
11. Інші вимоги по ОСТ 4.0.005.051.

					26 КР 172.403.006.001.001					
Зм	Арк	№ док-м	Підпис	Дата	Плата друкована			Лист	Маса	Масштаб
Розроб.	Технік	Склад			Н	0,02	2:1			
Перевір.					Арк-шіт	Арк-шіт	1			
Т.контр.					ВСТ ТФК ТНТУ ТР-403ск м. Тернопіль					
Н.контр.	Задорожний				ГФД-35-15КП ГОСТ 10316-78					
Копія				Формат А1						

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
						Документація				
		A4			26 КР 172.403.006.000.000 ПЕЗ	Перелік елементів				
		A2			26 КР 172.403.006.000.000 ЕЗ	Схема електрична принципова				
		A1			26 КР 172.403.006.001.001	Плата друкована				
		A2			26 КР 172.403.006.001.000 СК	Вузол друкований				
						Деталі				
Підпис і дата	Інв. № добул.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.403.006.001.001	Плата друкована	1		
				БК	2	26 КР 172.403.006.001.002	Перемичка	20		
				БК	3	26 КР 172.403.006.001.003	Радіатор	1		
				БК	4	26 КР 172.403.006.001.004	Шпилька	2		
								Інші вироби		
								Конденсатори		
Інв. № ориг.	Затверд.	Н.контр.	Задорожний	6		b37979-180 нФ ±5% "Epcos"	4	С7,С11,С13,С17		
				7		b37979-0,047 мкФ ±5% "Epcos"	1	С6		
				8		b37979-0,068 мкФ ±5% "Epcos"	1	С15		
				9		b37979-0,22 мкФ ±5% "Epcos"	4	С1,С10,С16,С19		
				10		b41828-16 В-4,7 мкФ ±10% "Epcos"	2	С3, С5		
				11		b41828-16 В-10 мкФ ±10% "Epcos"	4	С2,С8,С9,С14		
				12		b41828-10 В-220 мкФ ±10% "Epcos"	2	С4, С12		
				13		b41828-16 В-470 мкФ ±10% "Epcos"	2	С18, С20		
26 КР 172.403.006.001.000										
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розрод.	Гесюк				Літ.	Аркцш	Аркцшів			
Перевір.	Савчук				Н	1	2			
					ВСП ТФК ТНТУ ТР-40Зск					
					м. Тернопіль					
					Формат А4					



						26 КР 172.403.006.004.000 СК			
Эм.	Адж.	№ док-им.	Підпис	Дата	Інтелектуальний сенсорний дзвінок		Лит.	Маса	Масштаб
Розроб.	Тех. еск.				Складальнія креслення		н	0,2	2:1
Перевір.	Габчук						Архивш	Архивш	Т
Т. контр.							ВСП ТФК ТНТУ ТР-403ск		
Н.контр.	Задорожний						м. Тернопіль		
Затверд.									

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
						Документація		
		A4			26 КР 172.403.006.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів		
		A2			26 КР 172.403.006.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1	
		A1			26 КР 172.403.006.004.000 СК	Складальне креслення	1	
						Складальні одиниці		
		A2	1	26 КР 172.403.006.003.000 СК	Вузол друкований	1		
						Деталі		
Підпис і дата	Інв. № дубл.	БК		3	26 КР 172.403.006.004.001	Верхня кришка	1	
		БК		4	26 КР 172.403.006.004.002	Нижня кришка	1	
		БК		5	26 КР 172.403.006.004.003	Ручка	1	
		БК		6	26 КР 172.403.006.004.004	Втулка А	2	
		БК		7	26 КР 172.403.006.004.005	Втулка Б	2	
		БК		8	26 КР 172.403.006.004.006	Заглушка	4	
Зам. інв. №	Підпис і дата							
Інв. № ориг.								
					26 КР 172.403.006.004.000			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розрод.	Гесюк				Інтелектуальний сенсорний дзвінок			
Перевір.	Савчук							
Н.контр.	Задорожний							
Затверд.					ВСП ТФК ТНТУ ТР-403ск			
						м. Тернопіль		

Копіював

Формат А4

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
																Аркуш 4			
												26 КР 172.403.006.03.000				26 КР 172.403.006.03.118			
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
701		Кусачки	РТ 145532																
02		Пінцет	РТ 265641																
К 03	1	Плата друкована					26 КР 172.403.006.001.001							796	100	100			
04	6	Конденсатори	b37979-180 пФ 5%				"Epcos"							796	100	400			
05	7	Конденсатори	b37979-0,047 мкФ 5%				"Epcos"							796	100	100			
06	8	Конденсатори	b37979-0,068 мкФ 5%				"Epcos"							796	100	100			
07	9	Конденсатори	b37979-0,22мкФ 5%				"Epcos"							796	100	400			
08	10	Конденсатори	b41828-25 В-4,7 мкФ ± 10%				"Epcos"							796	100	200			
09	11	Конденсатори	b41828-25 В-10 мкФ ± 10%				"Epcos"							796	100	400			
10	12	Конденсатори	b41828-25 В-220 мкФ ± 10%				"Epcos"							796	100	200			
11	13	Конденсатори	b41828-25 В-470 мкФ ± 10%				"Epcos"							796	100	200			
12	15	Мікросхема	CD4013A				"Texas Instruments"							796	100	100			
13	16	Мікросхема	ISD1416				"Nuvaton"							796	100	100			
14	17	Мікросхема	L78L05ABZ				"ST Microelectronics"							796	100	100			
15	18	Мікросхема	MC14585BDG				"ON Semiconductor"							796	100	100			
16	19	Мікросхема	TDA2030AL				"UTC"							796	100	100			
17	21	Дросель	FWCMT090503201M-200мкГн-20%				"Epcos"							796	100	100			
18	23	Резистори	MFP-0,125-30м ± 10%				"Yageo"							796	100	100			

[illegible]

Дубл															
Замість															
Підпис															
													Аркуш 6		
											26 КР 172.403.006.03.000		26 КР 172.403.006.03.118		
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	
0 01		Паїку проводити згідно ТТП 316530 (172шт)													
М02		Припой ПОС-61			ГОСТ 21931-76							180	100	0,52	
03		Флюс АТІ-120			ГОСТ 32142-82							120	100	0,86	
04		Спиртобензинова суміш			ГОСТ 443-76							120	100	0,86	
05															
А06	403		006	050	4030060055 Електромонтаж										0,004
0 07		1. Рихтувати елементи згідно ТТП 315826 (23шт)													
08		2. Установити перемички поз.2(20шт) та шпильки поз. 4(2шт) з радіатором поз. 3 згідно рис. 8.2, згідно карти ескізів по ТТП254681													
09		3. Запаяти перемички поз.2(20шт) та шпильки поз. 4(2шт) згідно карти ескізів по ТТП254681													
К 10		Паїку проводити згідно ТТП 316530													
11	2	Перемичка			26 КР 172.403.006.001.001							796	100	2000	
12	3	Радіатор			26 КР 172.403.006.001.002							796	100	100	
13	4	Шпилька			26 КР 172.403.006.001.003							796	100	200	
14		Електропаяльник РТ 105278													
15		Пінцет РТ 235641													
М16		Припой ПОС-61			ГОСТ 2131-76							180	100	0,69	
17		Флюс АТІ-120			ГОСТ 32142-82							180	100	0,69	
18		Спиртобензинова суміш			ГОСТ 443-76							120	100	0,69	

[illegible]

Дубл.									
Замість									
Підпис									

						Аркушів 8		Аркуш 8	
Розробив	Гесюк				ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.403.006.03.000		26 КР 172.403.006.03.118	
Перевінив	Савчук								
Нормував									
Затвердив									
Н. контр.	Задорожний								

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

1. Розміри для виробки

2. Установочні і формувальні елементи виробити з класичної координатної сітки 2,5 мм. Елементи формувати (установка і формувальні елементи на рисунках показані в масштабі 2:1) R1, R2, R4, R11, R13, R27, V01, V05, L1-на рис. 1, R12-на рис. 2, D01, D02-на рис. 3, DA1-на рис. 4, C1, C6, C7, C10, C11, C13, C15, C17, C19-на рис. 5, C2, C5, C8, C9, C12, C14, C18, C20-на рис. 6, DA2, VT1-на рис. 7, DA3-на рис. 8. Мікросхеми DA3, прикріплені до радіатора збитком поз.4.2

3. Паяти припаєм ПОС61 ГОСТ 21931-76

4. Деталі поз.13, 44 прикріпити до деталі поз.3 класом ПЗ-2 ОСТ11.054.141-74

5. Зварювальні: номер, позначення елементів накривати фарбою чорн. марк. БМ, біл. ТУ029-02-859-78. Шрифтом 25 по ГОСТ 21931-76

6. Позначення елементів накривати фарбою чорн. марк. АКА-113

7. Позначення елементів накривати фарбою чорн. марк. АКА-113

8. Додаткові позначення елементів накривати фарбою чорн. марк. АКА-113

9. Інші дані по ГОСТ 40.070.015.

Дубл.															
Замість															
Підпис															
											Аркушів 5		Аркуш 1		
Розробив		Гесюк				ВСП ТФК ТНТУ		26 КР 403.006.004.000 СК				26 КР 403.006.004.000.18			
Перевірів		Савчук				Інтелектуальний сенсорний дзвінок							Н		
Нормував															
Затвердив															
Н. контр.		Задорожний													
А	Цех	Діл	РМ	Опер	Код, назва операції				Позначення документа						
Б	Код, назва обладнання				СМ.	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
К-М	Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу				Позначення, код					СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР	
01				Охорона навколишнього середовища, згідно інструкції МВЯ790831											
02															
А 03	403		006	005	40300601 Комплектування										0,011
004		Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (4 шт)													
05															
А 06	403		006	010	40300603 Слюсарно-складальна										0,026
Б 07		Пневмоверт РТ 532964													
008		Складання проводити по ТТП 231587													
09		1. Кріпити вузол друкований поз.1 до нижньої кришки поз.4 гвинтами поз.21(4шт)через шайбу поз.25(4шт) згідно карти ескізів													
10		2. Кріпити динамік поз.10(ВА1)до верхньої кришки поз.3 гвинтами поз.22(4шт)через шайбу поз.26(4шт) сенсор поз.11(Е1) через втулку А поз.6 згідно карти													
11		3. Кріпити світло діод поз.12(НЛ1,НЛ2)до верхньої кришки поз.3 через втулку Б(2шт) роз'єм поз.19(XS2) у місці з'єднання двох кришок													
12		4. Кріпити розєм поз.18(XS1) гайкою поз.24(1шт) через шайбу поз.27(1шт) резистор поз.13(R12) гайкою поз.24(1шт) через шайбу поз.27(1шт)													
13		5. Кріпити перемикач поз.14(SA1)поз.15(SA2) поз.17(SB2) на верхню кришку поз.3 поз.16(SB1) через втулкуА поз.6 згідно карти ескізів													
К 14	1	Вузол друкований				26 КР 172.403.006.003.000 СК							796	100	100

[illegible]

Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
																Аркуш 3			
												26 КР 403.006.004.000 СК				26 КР 403.006.004.000.18			
Позначення документа																			
Позначення. код																			
СПП																			
ОВ																			
ОН																			
КВ																			
Н витр																			
ГОСТ 10450-78																			
ГОСТ 10450-78																			
0,006																			

[illegible]

Дубл.																				
Замість																				
Підпис																				
										Аркушів 5			Аркуш 5							
Розробив		Гесюк				ВСП ТФК ТНТУ		26 КР 403.006.004.000 СК				26 КР 403.006.004.000.18								
Перевірів		Савчук																		
Нормував																				
Затвердив																				
Н. контр.		Задорожний																		
А	Цех	Діл	РМ	Опер	Код, назва операції				Позначення документа											
Б					Код, назва обладнання				СМ.	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ	
К-М					Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу				Позначення, код				СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР			

Техніко – економічні показники інтелектуального сенсорного дзвінка

	Технічні показники			Економічні показники	
1	Напруга живлення вхідна	+12В	1	Річний обсяг виробництва	1950шт.
2	Струм споживання	10мА	2	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	168025 грн
3	Габаритні розміри	153*101 *56мм	3	Чистий прибуток	498040,53 грн
4	Маса	0,4кг	4	Повна собівартість на виріб	1074,05 грн
5	Допустима вологість повітря	93%	5	Ціна одиниці виробу	1385,52 грн.
6			6	Рентабельність виробу	23,78%
7			7	Термін окупності	0,51р
8			8	Індекс придатковості	1,98