

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

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

фаховий молодший бакалавр
(освітньо-професійний ступінь)
на тему: <u>Розробка конструкції підсилювача звукової частоти на LA4285</u>

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

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітня програма: «Конструювання, виробництво та технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв».
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Гнопко Михайло Тарасович
(прізвище та ініціали)

Керівник Івашук А.Д.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

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

_____ **Гнопко Михайло Тарасович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи _____ **Розробка конструкції підсилювача
звукової частоти на LA4285**

керівник кваліфікаційної роботи _____ **Іващук Андрій Дмитрович**,
(прізвище, ім'я, по батькові)

КР затверджені наказом закладу фахової передвищої освіти від 27.02.2026 року №4/9-133.

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 16.06.2026 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:

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

Анотація

Вступ. Призначення і область застосування радіопристрою

Розділ 1 Загальна частина

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Розділ 2 Спеціальна частина

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покрить

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

- 2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів
- 2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу
- 2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності)
- 2.1.7 Розрахунок надійності проектного виробу
- 2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.
- 2.2 Технологічна частина
 - 2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології
 - 2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки
 - 2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів
 - 2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла
 - 2.2.5 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу
- Розділ 3 Економічна частина
 - 3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень.
 - 3.2 Визначення собівартості спроектованого виробу.
 - 3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.
- Розділ 4 Охорона праці
 - 4.1 Професійні захворювання та отруєння
 - 4.2 Шум. Основні джерела шкідливого шуму, кваліфікація шумів
- Висновки
- Перелік посилань
- Додатки

Додаткові вказівки:

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

без виготовлення макета

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

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

7. Дата видачі завдання 20 квітня 2026 р.

Студент

_____ Гнопко М.Т.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту

_____ Івашук А.Д.
(підпис)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....

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

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

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

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....

2.1 Розрахунково-конструкторська частина.....

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

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

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою.....

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

2.2 Технологічна частина.....

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

2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції.

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Гнапка			Розробка конструкції підсилювача потужності звукової частоти на мікросхемі LA4285 Пояснювальна записка			Лім.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Іващук								
Рецензент								ВСП ТФК ТНТУ ТР-402 м. Тернопіль		
Н. Контр.		Задорожний								
Затверд.										

2.2.3	Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів
2.2.4	Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла.....
2.2.5	Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.....
РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	
3.1	Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень
3.2	Розрахунок собівартості продукції.....
3.3	Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.....
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	
4.1	Професійні захворювання та отруєння.....
4.2	Шум. Основні джерела шкідливого шуму, кваліфікація шумів.....
ВИСНОВКИ.....	
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	
ДОДАТКИ.....	

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Гнопко М.Т. Розробка конструкції підсилювача звукової частоти на мікросхемі LA4285: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційний рівень молодший спеціаліст, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026.

Елементи на платі розташовані дуже компактно, і тому розміри плати мінімальні 100*55 мм. Всі основні елементи розміщені на одній стороні плати, на іншій стороні плати відсутні елементи. У приладі на вузлі елемент ДАЗ, котрий виділяє велику кількість тепла, тому він закріплюється на радіаторі.

Корпус виготовлений з металу, яка має хороші характеристики, гарний зовнішній вигляд, та хорошу конструкцію, розміри 110×110×100мм. Конструктивно він складається з верхньої та нижньої кришок корито-подібної форми. До верхньої кришки кріпляться гнізда для підключення навантаження, також гніздо живлення, динамік та резистор регулювання. Також кришки мають перфорацію.

До нижньої кришки кріпиться друкована плата за допомогою гвинтів та гайок. До верхньої кришки кріпиться гніздо підключення входу та гніздо підключення виходу. У місці з'єднання двх кришок кріпиться гніздо живлення. У верхній та нижній кришці корпусу є багато продовгуватих отворів для покращення відведення тепла від друкованої плати за межі корпусу.

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

Ключові слова: звук, підсилення потужності, звукова частота .

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Gnopko M.T. Development of the design of an audio frequency amplifier on the LA4285 microcircuit: qualification work for obtaining the educational and qualification level of a junior specialist, in the specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026.

The elements on the board are located very compactly, and therefore the dimensions of the board are minimal 100*55 mm. All the main elements are located on one side of the board, there are no elements on the other side of the board. The device has a DA3 element on the node, which emits a large amount of heat, so it is fixed on a radiator.

The case is made of metal, which has good characteristics, a beautiful appearance, and a good design, dimensions 110×110×100mm. Structurally, it consists of upper and lower covers of a trough-shaped shape. The top cover is attached to the sockets for connecting the load, as well as the power socket, speaker and adjustment resistor. The covers also have perforations.

The printed circuit board is attached to the bottom cover using screws and nuts. The input connection socket and the output connection socket are attached to the top cover. The power socket is attached at the junction of the two covers. There are many oblong holes in the top and bottom covers of the case to improve heat dissipation from the printed circuit board outside the case.

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

Keywords: sound, power amplification, audio frequency.

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Тема проєкту – розробка підсилювача потужності звукової частоти (ППЗЧ) на інтегральній мікросхемі LA4285.

У сучасних умовах експлуатації значна кількість побутових звуковідтворюючих пристроїв (магнітофони, радіоприймачі, портативні аудіосистеми, телевізори старих моделей) морально та технічно застаріли. Більшість із них містять підсилювачі звукової частоти з малою вихідною потужністю та невисокими якісними показниками. Такі підсилювачі не забезпечують достатньої гучності та мають обмежений діапазон відтворюваних частот.

Особливо помітним недоліком є слабе відтворення низьких частот, що погіршує якість звучання музичних композицій та мовних сигналів. Крім того, застарілі підсилювачі часто працюють у режимі перевантаження вихідних каскадів, що призводить до перегріву, появи нелінійних спотворень та зниження надійності пристрою в цілому. У результаті тривалої експлуатації такі апарати виходять з ладу або працюють нестабільно.

З метою модернізації подібних звуковідтворюючих пристроїв доцільно розробити та виготовити нескладний, економічний та надійний підсилювач потужності звукової частоти. Використання інтегральної мікросхеми дозволяє значно спростити конструкцію пристрою, зменшити габарити та кількість дискретних елементів, підвищити стабільність параметрів і зменшити ймовірність відмов.

В основу розробки покладено інтегральну мікросхему типу LA4285 виробництва компанії Sanyo Semiconductors. Дана мікросхема випускається в корпусі типу SIP1 OF та являє собою одноканальний підсилювач потужності звукової частоти з однополярним живленням.

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наявність вбудованого вузла електронного регулювання гучності дозволяє реалізувати плавне та стабільне керування рівнем сигналу без використання механічних потенціометрів, що підвищує довговічність пристрою. Мікросхема має два входи, які перемикаються електронним способом, що розширює функціональні можливості підсилювача (наприклад, можливість підключення двох різних джерел сигналу).

Проектований підсилювач може застосовуватися:

- для модернізації старих аудіопристроїв;
- у складі саморобних акустичних систем;
- у навчальних та лабораторних роботах;
- у переносній або автомобільній аудіоапаратурі;
- як окремий модуль у складі більш складних електронних пристроїв.

Таким чином, розробка підсилювача потужності звукової частоти на базі мікросхеми LA4285 є доцільною з точки зору підвищення якості звучання, зменшення елементної бази, підвищення надійності та спрощення конструкції модернізованих звуковідтворюючих пристроїв [1].

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

- Допустима вологість, %.....93;
- Діапазон робочих температур.....-10...+30°C;
- Коефіцієнт корисної дії~75%;
- Напруга живлення мікросхем5В;
- Кількість каналів.....1;
- Опір навантаження.....4/8Ом;
- Маса.....0,5 кг;
- Габаритні розміри110x110x100 мм;
- Максимальна вихідна потужність3 Вт,
- номінальна напруга живлення16 В,
- максимальна розсіювана потужність7 Вт,
- струм спокою близько35 мА,
- вхідний опір -40 кОм.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

Структурна схема складається з наступних блоків: живлення +21В, компенсаційний стабілізатор напруги, вхід, двоканальний попередній підсилювач, ПЗЧ та виходу навантаження.

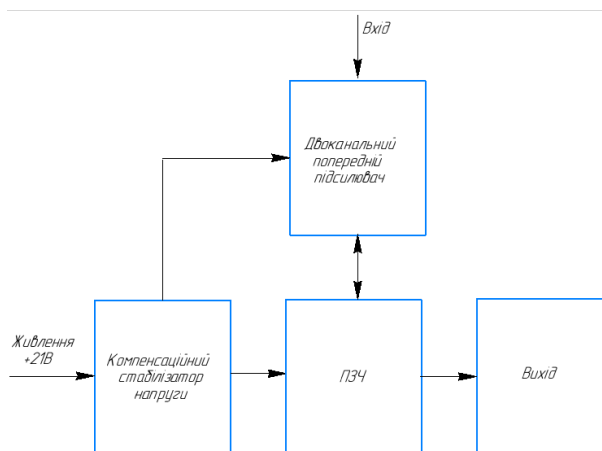


Рисунок 1.1-Схема електрична структурна

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

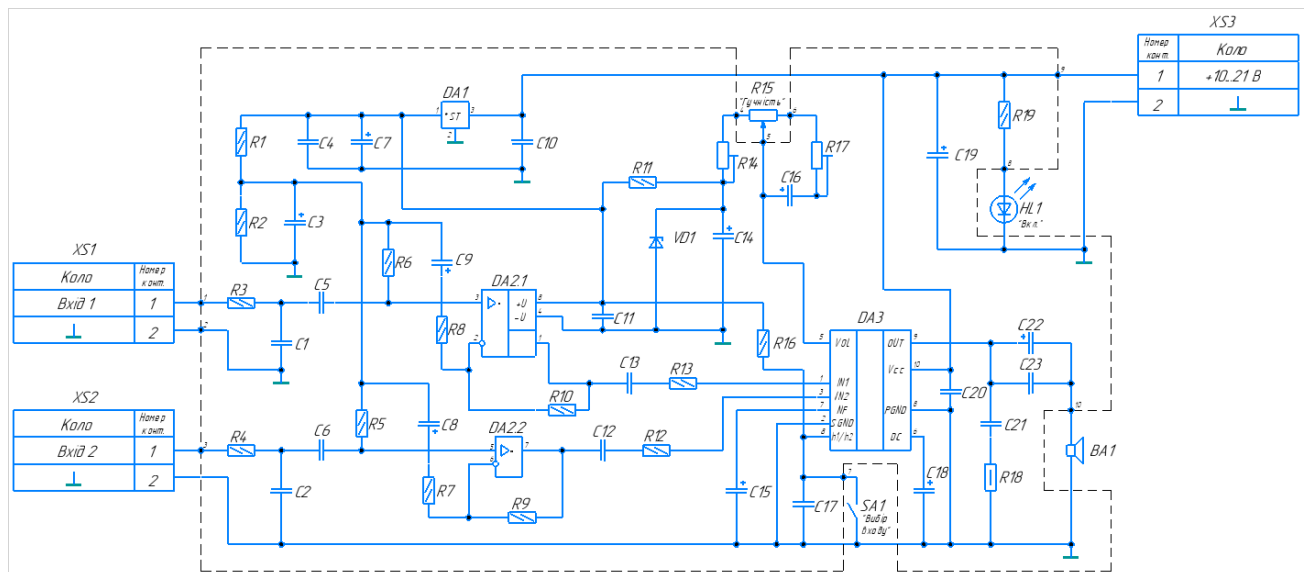


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

Сигнали звукової частоти подаються на вхідні роз'єми XS1 та XS2. На операційних підсилювачах DA2.1 і DA2.2 реалізовано двоканальний попередній підсилювач, увімкнений за неінвертуючою схемою. Коефіцієнт підсилення за напругою визначається співвідношенням номіналів резисторів R10 до R8 та R9 до R7.

RC-ланцюги R3C1 і R4C2 виконують функцію фільтрації високочастотних перешкод, запобігаючи проникненню радіочастотних сигналів на входи мікросхеми DA2. Живлення операційного підсилювача здійснюється напругою +8 В, яку формує компенсаційний стабілізатор на мікросхемі DA1. Робоча точка DA2 задається дільником напруги, утвореним резисторами R1 і R2.

Із виходів DA2 підсилені сигнали звукової частоти через розділові конденсатори C12 і C13 та резистори R12, R13 надходять на входи мікросхеми DA3. Вибір активного входу здійснюється перемикачем SA1. За потреби механічний кнопковий перемикач може бути замінений електронним вузлом керування з використанням TTL-рівнів логічної напруги.

Регулювання коефіцієнта підсилення DA3 здійснюється змінним резистором R15, який виконує функцію регулятора гучності. Вузол керування гучністю живиться стабілізованою напругою приблизно 5 В, що отримується від параметричного стабілізатора, утвореного елементами R11 і VD1. За допомогою підлаштувальних резисторів R14 та R17 встановлюються межі максимальної і мінімальної гучності.

Ланцюг C21R18 забезпечує придушення можливого самозбудження мікросхеми DA3 в області ультразвукових частот. Акустична система (динамічна головка BA1) підключається до виходу DA3 через розділові конденсатори C22 і C23. Конденсатори C3, C4, C7, C10, C11, C14, C19 і C20 виконують функцію блокування по ланцюгах живлення, зменшуючи рівень завад і пульсацій напруги. Світлодіод HL1 індикує наявність живлення пристрою.

У разі реалізації двоканального варіанта підсилювача на двох мікросхемах типу LA4285 однойменні виводи 4 та 5 обох мікросхем з'єднують паралельно, при цьому використовується один спільний вузол стабілізатора напруги +8 В.

Слід враховувати, що мікросхеми типу LA4285 характеризуються відносно великим струмом спокою, тому їх застосування в пристроях з автономним (батарейним) живленням є недоцільним через підвищене енергоспоживання [1].

					26 КР 172.402.011.000.000 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 виробу здійснено з урахуванням поділу електричної схеми на функціональні блоки, що дозволило підвищити технологічність складання, покращити надійність роботи та спростити подальше технічне обслуговування. Основні вузли пристрою — блок живлення, вхідний, попередній і вихідний каскади, а також вихідні клеми — розташовані таким чином, щоб скоротити довжину сигнальних доріжок і зменшити вплив паразитних наведень.

Силова частина схеми, зокрема вихідний каскад і елементи живлення, розміщена з урахуванням інтенсивного тепловиділення та вимог до ефективного відведення тепла. Вони винесені до периферійних зон друкованої плати або максимально наближені до радіаторів, що дає змогу знизити температурне навантаження на чутливі елементи. Водночас вхідні та попередні каскади виділені в окрему область плати, що мінімізує вплив силових ланцюгів і підвищує завадостійкість пристрою.

Окремо враховано організацію заземлення: використано принцип зіркоподібного або роздільного підключення «землі», що дозволяє зменшити контурні струми та знизити рівень фонових завад змінного струму. Силові та сигнальні тракти розведені окремо, що позитивно впливає на електромагнітну сумісність виробу.

Як конструкційна база застосовано друковану плату зі склотекстоліту FR-4, який відзначається високою механічною міцністю, стабільними діелектричними характеристиками та доброю термостійкістю. Провідники виконані з мідної фольги із захисним лудженням або паяльномасковим покриттям, що покращує паяність і запобігає окисненню.

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Корпус виробу виготовляється з ударостійких термопластів, при цьому передбачене часткове екранування внутрішніх вузлів для зменшення впливу зовнішніх електромагнітних завад.

Додатковий захист друкованої плати забезпечується нанесенням конформного лакового покриття, яке підвищує стійкість до вологи, пилу та корозії паяних з'єднань і провідників.

У підсумку, обране компонування та матеріали забезпечують збалансоване поєднання електричних, теплових і механічних властивостей виробу, що сприяє підвищенню його надійності та довговічності.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Корпус приладу виконує захисну та конструктивно-несучу функцію, забезпечуючи збереження всіх внутрішніх електронних компонентів від впливу зовнішнього середовища. Він запобігає потраплянню пилу, вологи та прямих сонячних променів, а також виконує важливу роль електробезпеки — ізолює користувача від струмоведучих частин під час експлуатації або налаштування пристрою. Крім того, корпус є базовим елементом конструкції, оскільки саме в ньому фіксуються всі вузли та забезпечується їхнє правильне взаємне розташування.

Конструктивно корпус виготовлено з металу, що підвищує його механічну міцність і забезпечує додаткове екранування від електромагнітних завад. Габаритні розміри виробу становлять 110×110×100 мм. Верхня та нижня частини корпусу виконані у П-подібній формі, що спрощує складання та доступ до внутрішніх елементів. На верхній кришці розміщено елементи зовнішнього підключення та індикації: гніздо для підключення навантаження, роз'єм живлення, кнопка керування, світлодіод індикації, встановлений через монтажну втулку, а також резистор, зафіксований за допомогою гайки і шайби. Додатково на верхній панелі закріплено динамік, який фіксується гвинтами з шайбами для забезпечення надійної механічної фіксації.

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До нижньої кришки корпусу кріпиться друкована плата, закріплена чотирма гвинтами з шайбами. Габарити друкованої плати становлять 100×55 мм, вона виконана у двосторонньому виконанні, що дозволяє більш щільне розміщення елементів і оптимізацію трасування.

До друкованого вузла висуваються вимоги раціонального компоновання: елементи повинні бути розміщені з урахуванням мінімальної довжини з'єднань і зменшення паразитних зв'язків між каскадами, які можуть впливати на параметри підсилювача. Важливим є також забезпечення зручності монтажу, налаштування та подальшого ремонту виробу.

Загалом корпус радіоелектронного пристрою виконує комплекс функцій: механічний захист внутрішніх вузлів, фіксація елементів конструкції, покращення зовнішнього вигляду виробу та забезпечення стабільних умов експлуатації. Розроблена конструкція відповідає основним вимогам щодо взаємного розташування компонентів, теплового режиму, електромагнітної сумісності, механічної міцності, компактності, зручності підключення та обслуговування, а також базового захисту від впливу навколишнього середовища.

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1- Конденсатор b41828 [2]

Позиційне позначення	C3, C7-C9, C14-C19, C22
Назва компонента	Конденсатор b41828
Виробник	Epcos
Критерії вибору	Напруга робоча, струм, розміри, тангенс кута втрат
Параметри та характеристики	
Параметри конструкції	Див.рис.2.1
Номинальна напруга	16В, 25В
Номинальна ємність	0,1...1000 мкФ
Допуск ємності	± 20%
Робоча температура	-55 ... 105 ° C
Тангенс кута втрат,%	0,14

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

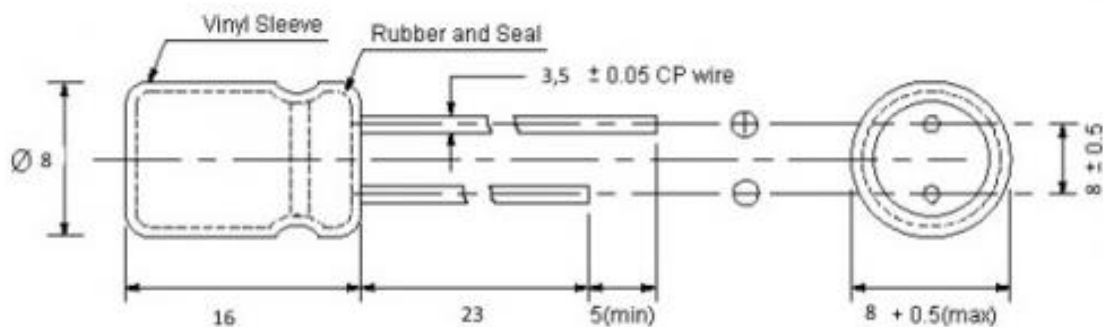


Рисунок 2.1- Габаритні розміри конденсатора типу ЕСАР

Таблиця 2.2- Резистор MFP [3]

Позиційне позначення	R1-R13, R16, R18-R19
Назва компонента	MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність розсіювання, максимальна робоча напруга, діапазон опорів,
Параметри конструкції	Див.рис.2.2
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

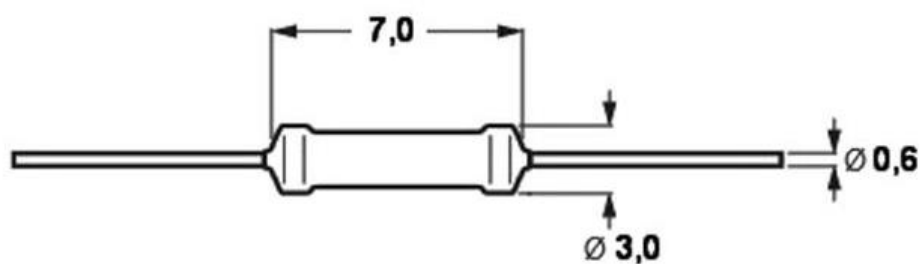


Рисунок 2.2- Габаритні розміри резисторів MFP " Yageo "

Таблиця 2.3- Конденсатор b37979 [4]

Позиційне позначення	C1, C4, C7-C15, C22-C25
Назва компонента	Конденсатор b37979
Виробник	Ерcos
Критерії вибору	Номінал ємності, напруга пробою, робоча напруга
Параметри конструкції	Див.рис.2.3
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50В
відхилення ємності від номінального значення	$\pm 10\%$
інтервал робочих температур	$-40^{\circ}\text{C} \dots +100^{\circ}\text{C}$
температурний коефіцієнт ємності	$+3,3\%$;
відносна вологість	до 98%
діапазон тиску	6,6-2942гПа
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ
група ТКЄ	H20

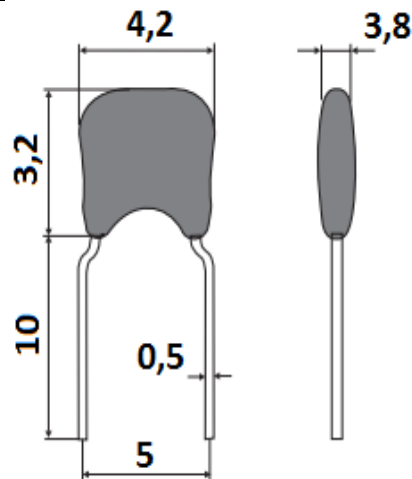


Рисунок 2.3- Габаритні розміри конденсатора b37979

Таблиця 2.4 - Змінні резистори 16K1 [5]

Позиційне позначення	R15
Назва компонента	Змінні резистори 16K1
Виробник	Song Huei
Критерії вибору	Діапазон опорів, максимальний струм, лінійна характеристика
Параметри конструкції	див.рисунок 2.4
Параметри та характеристики	
номінальний опір	47кОм
відхилення опору від номінального значення	$\pm 20\%$
тип потенціометра	однооборотний
максимальна робоча напруга	150В
кут повороту	$300 \pm 5^{\circ}$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ

Арк.

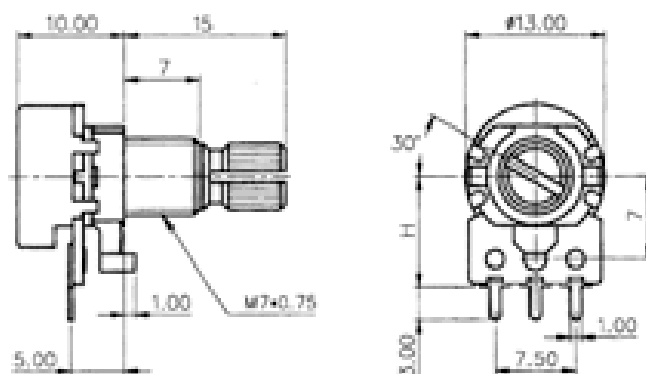


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри змінного резистора 16K1

Таблиця 2.5- Світлодіод L-1503GT "Kingbright" [6]

Позиційне позначення	HL1
Назва компонента	Світлодіод L-1503GT
Виробник	Kingbright
Критерії вибору	Колір світіння, робоча напруга, яскравість
Параметри конструкції	Див.рис.2.5
Параметри та характеристики	
Колір світіння	зелений
Робоча напруга	2,0 ÷ 2,5 В при струмі 20 мА.
Робочий струм	20 мА.
Яскравість світіння	При 20 мА — від 10 до 20 мКд
Робоча температура	Від -25°C до +85°C.
Довжина хвилі випромінювання	Типова — 565 нм

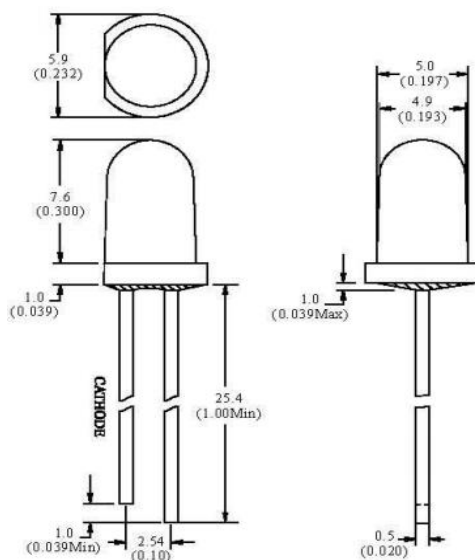


Рисунок 2.5 – Габаритні розміри світлодіода L-1503GT "Kingbright"

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ

Арк.

Таблиця 2.6- Перемикач PSM7-1-0 [7]

Позиційне позначення	SA1
Назва компонента	Перемикач PSM7-1-0
Виробник	"Wealth Metal Factory"
Критерії вибору	Напруга, струм, розміри.
Параметри конструкції	Див.рис.2.6
Параметри та характеристики	
Номінальність	6A, 250В/10А, 125В
Контактний опір	$\leq 50 \text{ мОм}$
Опір ізоляції	$\geq 100 \text{ мОм}$
Діелектрична інтенсивність	$\geq 1500 \text{ В/1 мін}$

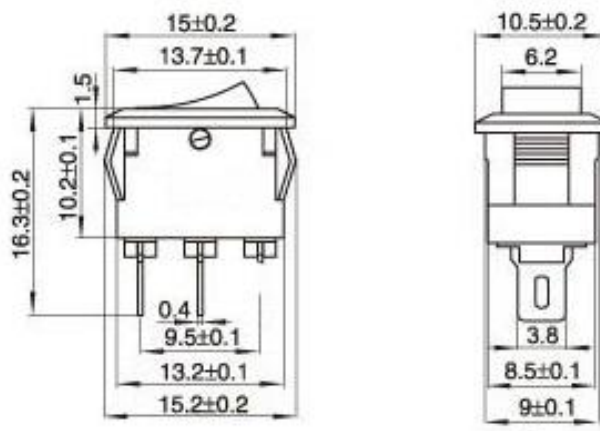


Рисунок 2.6- Габаритні розміри перемикача PSM7-1-0

Таблиця 2.7- Резистор підстроювальний 3329Н [8]

Позиційне позначення	R14,R17
Назва компонента	Резистор підстроювальний 3329Н
Виробник	"Bourns"
Критерії вибору	Функція, принцип роботи, струм та напруга
Параметри конструкції	Див.рис.2.7
Параметри та характеристики	
номінальне відхилення, %	10
максимальна постійна напруга	500
температурний коефіцієнт +/-	250
гранична вібрація	10 ... 500 Гц, 0.75 мм, 6г
ударостійкість	390 м / с ² , 4000 циклів
інтервал робочих температур	-55 ... + 125

3329H

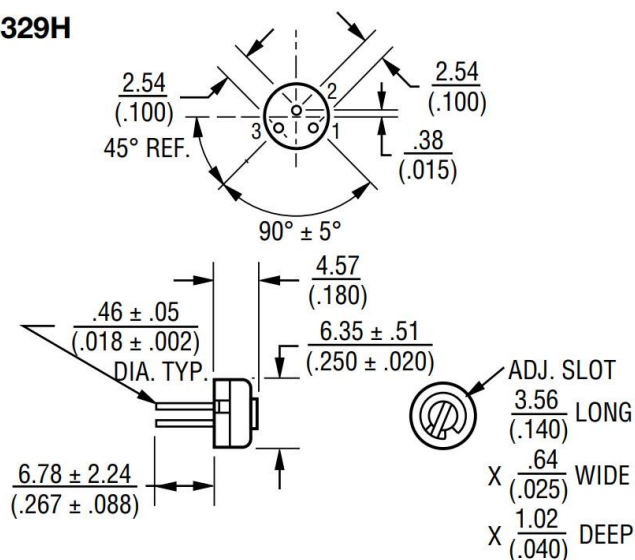


Рисунок 2.7 –Габаритні розміри резистора підстроювального 3329H

Таблиця 2.8 – Діод TZMC-5V1 "Diotec" [9]

Позиційне позначення	VD1
Назва компонента	Діод TZMC-5V1
Виробник	"Diotec"
Критерії вибору	Напруга пробою, струм, принцип роботи
Параметри конструкції	Див.рис.2.8
Параметри та характеристики	
мінімальна напруга стабілізації	4.8
номінальну напруга стабілізації	5.1
максимальна напруга стабілізації	5.4
мінімальний динамічний опір при I1 на частоті 1 кГц	35
максимальний динамічний опір при I2 на частоті 1 кГц	550
максимальна розсіюювана потужність, мВт	500
інтервал робочих температур	-65 ... + 175

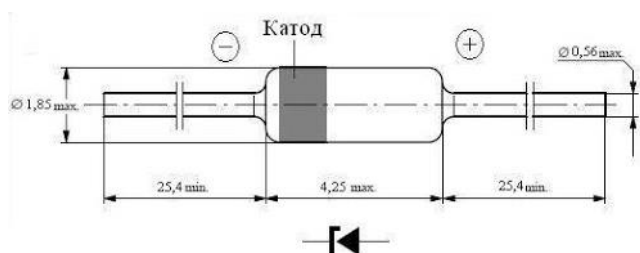


Рисунок 2.8 – Габаритні розміри діода TZMC-5V1

Таблиця 2.9 – Мікросхема KIA78L08F "КЕС" [10]

Позиційне позначення	DA1
Назва компонента	Мікросхема KIA78L08F
Виробник	"КЕС"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруга, тип виходу,
Параметри конструкції	Див.рис.2.9
Параметри та характеристики	
полярність	позитивна
Тип виходу	фіксований
Кількість виходів	1
Вихідна напруга, В	8
Максимальний струм навантаження, А	0.1
Максимальна вхідна напруга, В	30
Робоча температура, ° С	0 ... + 125
Корпус	to-92
Вага, г	0.3 В

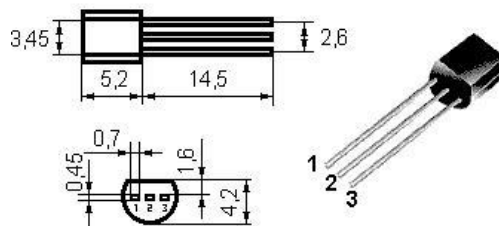


Рисунок 2.9- Габаритні розміри та вигляд мікросхеми KIA78L08F

Таблиця 2.10 – Мікросхема DBL358 "Texas Instruments" [11]

Позиційне позначення	DA2
Назва компонента	Мікросхема DBL358
Виробник	"Texas Instruments"
Критерії вибору	Тип живлення, вхідна та вихідна напруга,
Параметри конструкції	Див.рис.2.10
Параметри та характеристики	
Однополярне живлення	від 3 В до 32 В
Двухполярне живлення	$\pm 1,5$ до ± 16 В
Струм споживання	0,7 мА
Вхідна напруга зсуву	3 мВ
Диференціальна вхідна напруга	32 В
Синфазний вхідний струм	20 мА
Диференціальний коефіцієнт підсилення по напрузі	100 дБ
Коефіцієнт гармонійних спотворень	0,02%;
Частота одиничного посилення	1,0 МГц
Максимальна потужність, що розсіюється	830 мВт

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ

Арк.

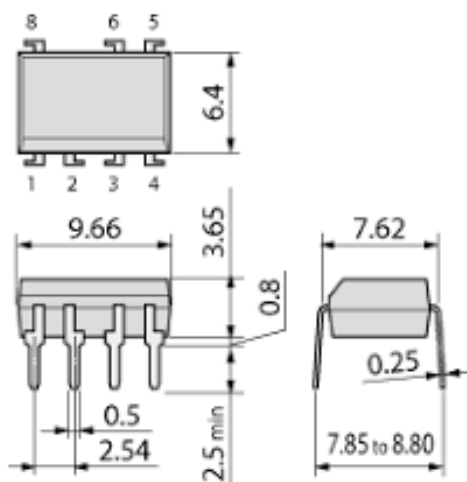


Рисунок 2.10 – Габаритні розміри мікросхеми DBL358

Таблиця 2.11 – Мікросхема LA4285 "Sanyo" [12]

Позиційне позначення	DA3
Назва компонента	Мікросхема LA4285
Виробник	"Sanyo"
Критерії вибору	Вихідна потужність, напруга живлення
Параметри конструкції	Див.рис.2.11
Параметри та характеристики	
Кількість каналів	1
Вихідна потужність, Вт	3
Напруга живлення, В	24
Тип корпусу	SIP10F
Напруга на навантаженні, В	16
Опір навантаження, Ом	8
Вид напруги живлення	однополярна



Рисунок 2.11 – Габаритні розміри мікросхеми LA4285 "Sanyo"

Таблиця 2.12 – Динамік 26CR08FE "CANOPUS" [13]

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

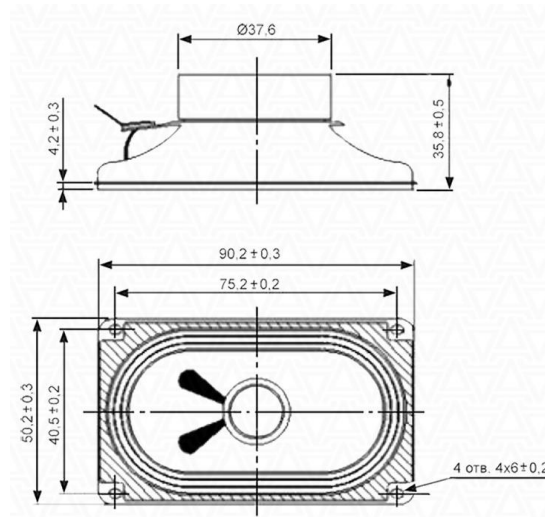


Рисунок 2.12 – Габаритні розміри гучномовця 26CR08FE "CANOPUS"

Таблиця 2.13 - Роз'єм PSCM3N "Velleman" [14]

Позиційне позначення	XS3
Назва компонента	Роз'єм PSCM3N
Виробник	"Velleman"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм
Параметри та характеристики	
Температурний діапазон	-40...+85 °С
Стійкість до напруги пробую	≥ 1500 В АС
Опір ізоляції	≥ 1000 МΩ
Номінальна напруга	до 250 В АС/DC

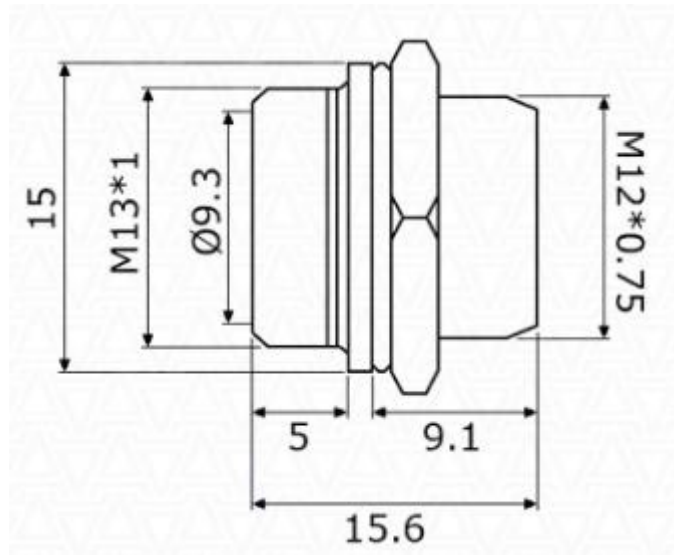


Рисунок 2.13 - Зовнішній вигляд роз'єму PSCM3N "Velleman"

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

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

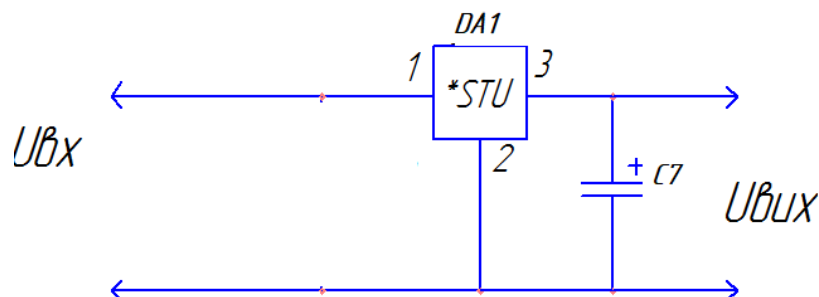


Рисунок 2.14—Схема стабілізатора і конденсатора

Вибір ІМС виконується за заданими $U_{\text{ст вих}}$, $I_{\text{ст вих max}}$, $K_{\text{стU}}$, γ ,

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ

Арк.

Р_{ст вих} із рисунку 2.15. 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 2.14- Параметри стабілізаторів

Тип ІМС	$U_{CT\ BIX}$, В (min... max)	$U_{CT\ BIX}$, В (min... max)	$K_{исту}$, % $\frac{B}{A}$ не більше за	$K_{исту}$, % $\frac{B}{A}$ не більше за	$K_{ст ст}$, дБ на 1кГц не більше за	α_U , % °C не більше за	$I_{ст вих}$, А (max)	$P_{ст роз}$, Вт без радіатора/ з радіатором	$I_{ст сп}$, мА	$U_{ст од}$, В не більше за
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K142EHА	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
K142EH1В	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
K142EH2А	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
K142EH2В	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
K142EH5А	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
K142EH5В	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
KP142EH5А	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
KP142EH5В	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
KP142EH6А	-...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
K142EH6В	-...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
142EH8А	11,5...35	8,73...9,27	0,05	0,67	40	0,02	1,5	-/9	10	2,5
142EH8Б	11,5...35	11,64...12,36	-	-	-	-	-	-	-	-

Було обрано стабілізатор KIA78L08F "КЕС", який має параметри такі як в KP142EH5А.

Незалежно від типу обраної ІМС визначаємо наступні параметри

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

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

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

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

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

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

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

$$I_{CT\ BHX} \equiv I_{CT\ BX} \cdot$$

Визначення ємності конденсатора за формулою:

$$C_0 = \frac{H}{rK_{\bar{I}\ 0}}$$

де C_0 – ємність, мкФ;

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

r – опір, Ом.

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_0 = \frac{60}{43 \cdot 0,03} = 220(\text{мкФ})$$

Розраховуємо робочу напругу:

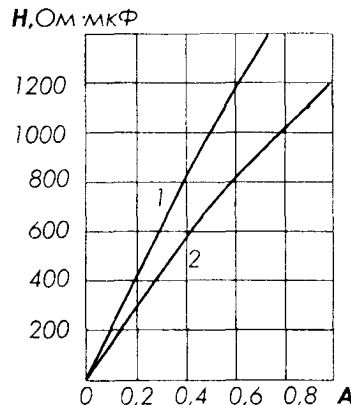


Рисунок 2.15 – Графік для визначення коефіцієнта Н:

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

$$U_{роб} = 1,4 \cdot 10 = 14(\text{В})$$

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

Вибираємо електролітичний конденсатор типу b41828-16 В-220 мкФ $\pm 10\%$ "Epcos" номінальною ємністю 220 мкФ та на робочу напругу 16 В.

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Виходячи з технологічних можливостей виробництва вибрано комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85.

Визначаємо мінімальну ширину друкованого провідника, мм., по постійному струму для кіл живлення і заземлення [18]:

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{дон}} * t} = \frac{1\text{А}}{48 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2} * 0,035\text{м}} = 0,6\text{мм} \quad (2.8)$$

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

Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{\max} = 1\text{А}$;

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ідоп – допустима густина струму, вибирається в залежності від методу виготовлення плати з табл.,

$$j_{\text{доп}} = 48 \text{ А/мм}^2, t - \text{товщина провідника, } 35 \text{ мкм} = 0,035 \text{ мм}$$

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

$$b_{\text{min}2} = \frac{\rho * I_{\text{max}} * l}{U_{\text{д}} * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} * 1 \text{ А} * 0,5 \text{ м}}{2 \text{ В} * 0,035 \text{ м}} = 1,25 \text{ мм} \quad (2.9)$$

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

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

$U_{\text{доп}} = 2 \text{ В}$ – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальні значення діаметрів монтажних отворів d :

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

де: d_E – максимальний діаметр виводу встановленого ЕРЕ (діаметр вивода ЕРЕ.)

$\Delta d_{\text{н.в.}}$ – нижнє граничне відхилення від номінального діаметру монтажного отвору (0,1 для всіх)

r – різниця між мінімальним діаметром отвору і максимальним діаметром вивода ЕРЕ, її вибирають в межах 0,1...0,4 мм. 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, стабілітрона та підпаювання провідників;

$$d = d_{E1} + |\Delta d_{\text{н.в.}}| + r = 0,7 + |\pm 0,1| + 0,3 = 1,1 \text{ мм}$$

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

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

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

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

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

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

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

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

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

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

де: Δd - допуск на отвір.

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

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

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

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

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

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

Максимальний діаметр контактної площадки:

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

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

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

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

$$b_{min} = b_{1min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.14)$$

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

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

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{1min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{max}}{2} + \delta_p \right) + \left(\frac{d_{max}}{2} + \delta_1 \right) \right] \quad (2.15)$$

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

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

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta_1) \quad (2.17)$$

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

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

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

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Сучасна потужна електроніка працює в побутовій техніці і пристроях промислового призначення, в стандартних і жорстких кліматичних умовах, вона різноманітна і багатозадачна. Збільшення функціональності і продуктивності електронних пристроїв у ряді випадків тягне за собою і зростання виділення теплової енергії. Це вимагає забезпечення ефективного відводу тепла з поверхні друкованих плат на корпус або радіатор і зумовлює застосування теплопровідних матеріалів з більш високою теплопровідністю, ніж традиційні рішення.

Електричні характеристики електронних приладів і модулів в сильній мірі схильні до впливу високих температур, тому дуже важливо забезпечити ефективне відведення тепла від джерела в зовнішнє середовище. Кількісно

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

передача тепла розраховується за допомогою теплового опору, чим нижчий тепловий опір, тим вища теплопередача. Тепловий опір компонентів електронних приладів (кристала, підкладки, підстави, радіатора), як правило, малий. Основне завдання при забезпеченні теплового режиму роботи приладу - знизити тепловий опір перехідних шарів.

Враховуючи те що пристрій споживає велику силу струму, то буде мати нагрівання, отже доведеться використовувати охолодження, а саме металевий корпус та перфорацію отворів, що значно впливає на проектування пристрою, а саме підвищує масу пристрою, ускладнює конструкцію та при цьому збільшуються затрати на виготовлення даного приладу.

Також в конструкції корпусу приладу передбачаються отвори для вентиляції, бо внутрішнього простору проектованого пристрою не вистачає для розсіювання такої кількості тепла.

2.1.7 Розрахунок надійності проектованого пристрою

Надійність характеризується рядом розрахункових показників, найбільш важливими з яких є інтенсивність відмов, середнє напрацювання до відмови, імовірність безвідмовної роботи. Надійність – це властивість виробу виконувати задані функції в певних умовах експлуатації при збереженні значень основних параметрів в заданих межах. Імовірність безвідмовної роботи вказує на те, яка частина виробів із заданої їх кількості буде працювати безвідмовно протягом заданого часу. Інтенсивністю відмов називають кількість відмов за одиницю часу, що приходить на один виріб, який продовжує працювати в даний момент часу. Середнє напрацювання до відмови знаходять при перевірці великої кількості виробів. Чим більше значення ТСР, тим краща надійність виробу. Розрахунок надійності проектованого виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [15]:

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.15 - 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	Резистор змінний	1	0,42	5	2,1
2	Стабілітрон	1	0,81	4,5	3,645
3	Світлодіоди	1	1	4	4
4	Конденсатори електролітичні	10	0,4	2,4	9,6
5	Конденсатори керамічні	13	0,1	1,4	1,82
6	Резистори постійні	18	0,42	0,8	6,048
7	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
8	Динамік	1	1	6,5	6,5
9	Пайки	117	1	0,02	2,34
10	Перемикач	1	1	0,5	0,5
11	ІМС	3	1	0,03	0,09

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: $3.6743e-005$ 1/год

Середня наробка до відмови: 27216.1 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999633$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.996332$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.963924$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.692512$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.025367$

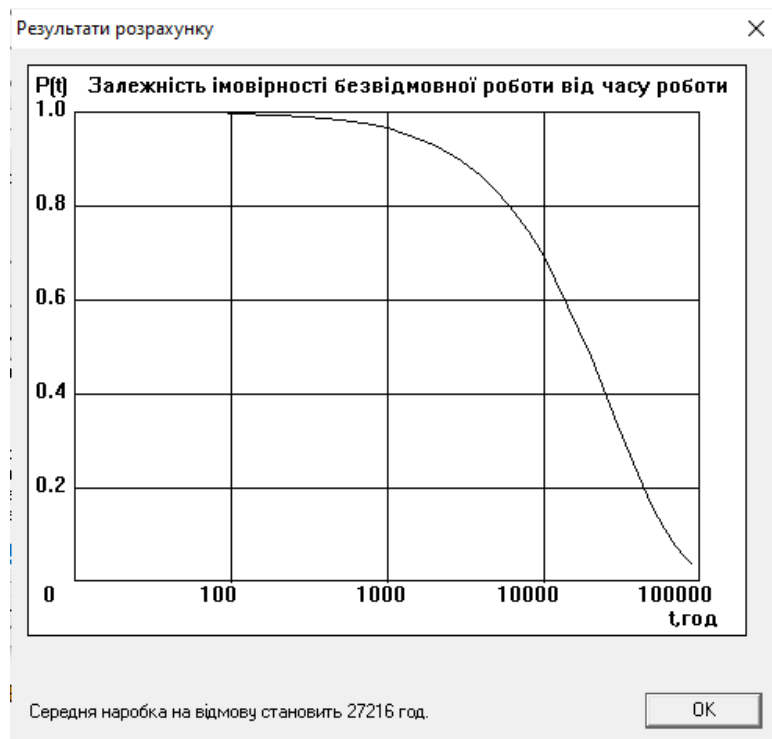


Рисунок 2.16 - Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 27216 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 розробленого підсилювача потужності звукової частоти свідчить про обґрунтованість прийнятих схемотехнічних і конструктивних рішень як з технічної, так і з економічної точки зору. Використання широко розповсюдженої елементної бази, уніфікованих друкованих плат та доступних конструкційних матеріалів дає змогу зменшити собівартість виробу та спростити технологію його виготовлення й складання.

Оптимальне компонування електронних вузлів на друкованій платі дозволяє скоротити обсяг монтажних робіт, зменшити кількість між'єднувальних провідників і підвищити загальну надійність пристрою. Застосування стандартних напівпровідникових компонентів і типових

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

роз'ємних з'єднань позитивно впливає на ремонтпридатність виробу та знижує витрати на його подальше технічне обслуговування.

З економічної точки зору суттєвим фактором є енергоефективність підсилювача, яка визначається рівнем споживаної потужності та коефіцієнтом корисної дії вихідного каскаду. Високий ККД дозволяє зменшити теплові втрати, знизити вимоги до системи охолодження (зокрема до розмірів радіатора) і, як наслідок, зменшити загальну вартість конструкції виробу. Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить 16В, а струм споживання 1А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=1*16=48 \text{ (Вт)} \quad (2.18)$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу

Корпус приладу виконує одночасно захисну, несучу та організаційну функції, забезпечуючи надійну роботу пристрою протягом усього терміну експлуатації. Його основне призначення полягає у захисті внутрішніх електронних компонентів від впливу зовнішніх факторів, таких як пил, волога, механічні дії та пряма дія сонячного випромінювання. Окрім цього, корпус відіграє важливу роль у забезпеченні електробезпеки користувача, оскільки виключає випадковий контакт зі струмоведучими частинами під час експлуатації, обслуговування або налаштування пристрою.

Також корпус є основою всієї конструкції виробу, оскільки саме на ньому та всередині нього здійснюється жорстке кріплення всіх функціональних вузлів. Він забезпечує правильне взаємне розташування елементів, що безпосередньо впливає на стабільність роботи електронної схеми, зменшення паразитних зв'язків та загальну надійність пристрою.

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструктивно корпус виготовлено з металу, що забезпечує високу механічну міцність, стійкість до деформацій та додатковий екрануючий ефект від електромагнітних завад. Габаритні розміри корпусу становлять 110×110×100 мм, що дозволяє розмістити всі необхідні вузли в компактному виконанні без перевантаження конструкції.

Конструкція корпусу складається з верхньої та нижньої частин П-подібної форми, що значно спрощує процес складання, монтажу та подальшого технічного обслуговування. Така конструктивна схема забезпечує зручний доступ до внутрішніх елементів пристрою.

На верхній кришці розміщено елементи керування та підключення зовнішніх пристроїв: гніздо для підключення навантаження, роз'єм живлення, кнопку керування, світлодіод індикації (встановлений через монтажну втулку), а також резистор, який зафіксовано за допомогою гайки і шайби. Крім того, на верхній панелі закріплено динамік, який монтується за допомогою гвинтів і шайб, що забезпечує його надійну фіксацію та зменшує вібраційні втрати.

У нижній частині корпусу розміщується друкована плата, яка кріпиться до основи за допомогою чотирьох гвинтів і шайб. Габаритні розміри плати становлять 100×55 мм, а її двостороннє виконання дозволяє більш ефективно використовувати площу для розміщення елементів і спрощує трасування провідників.

До друкованого вузла висуваються вимоги щодо раціонального компонування елементів, яке повинно забезпечувати мінімальну довжину з'єднань між каскадами. Це дозволяє зменшити паразитні електричні зв'язки, знизити рівень завад і підвищити стабільність роботи підсилювача. Важливими також є зручність монтажу, можливість налаштування та простота подальшого ремонту виробу.

У цілому корпус радіоелектронного пристрою виконує комплекс взаємопов'язаних функцій: забезпечує механічний захист внутрішніх елементів, фіксує вузли конструкції, покращує зовнішній вигляд виробу та створює

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стабільні умови для його роботи. Запропонована конструкція відповідає вимогам щодо оптимального взаємного розміщення компонентів, теплового режиму, електромагнітної сумісності, механічної міцності, компактності, зручності експлуатації та технічного обслуговування, а також забезпечує базовий захист від впливу навколишнього середовища.

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

Основною конструктивною складовою розробленого виробу є друкований вузол, на якому зосереджені всі електрорадіоелементи пристрою. Верхня та нижня кришки корпусу не містять жодних електронних компонентів і виконують виключно механічну та захисну функцію. Такий підхід дозволяє спростити конструкцію виробу, зменшити ризик механічних пошкоджень елементів і забезпечити їх концентроване розміщення в одному функціональному модулі.

Друкована плата виконана у двосторонньому варіанті, що зумовлено значною кількістю електричних з'єднань та необхідністю забезпечення компактних габаритів пристрою. Для підвищення щільності компоновки та зменшення кількості перемичок застосовано металізацію монтажних отворів, що дозволило організувати надійні міжшарові з'єднання та спростити трасування провідників. Завдяки цьому конструкція плати стала більш технологічною, а сам пристрій — компактнішим і зручнішим у виробництві.

Окремо на друкованій платі передбачено встановлення радіатора, до якого кріпляться силові транзистори. Це рішення забезпечує ефективне відведення тепла від найбільш навантажених елементів, підвищує стабільність роботи підсилювача та запобігає перегріву компонентів у режимі тривалої експлуатації.

Для виготовлення друкованої плати використовується фольгований склотекстоліт типу СФ2–35–1,5ІКП згідно з ГОСТ 10316-78, який

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

характеризується достатньою механічною міцністю, стабільними електроізоляційними властивостями та термостійкістю. Виробництво плати здійснюється комбінованим позитивним методом, який є найбільш поширеним і доцільним для двосторонніх конструкцій. Разом з тим даний технологічний процес є більш складним і затратним, оскільки включає операцію металізації отворів, що підвищує вартість виготовлення, але дозволяє реалізувати складні топології та досягти високої щільності монтажу.

Технологічність конструкції виробу визначається як сукупність властивостей, що характеризують можливість мінімізації витрат праці, матеріалів, часу та виробничих ресурсів на всіх етапах життєвого циклу виробу — від підготовки виробництва до виготовлення, експлуатації та ремонту. Оцінка технологічності виконується з метою аналізу конструкції та зниження загальних витрат на її реалізацію при одночасному забезпеченні заданого рівня якості.

Якісна оцінка технологічності передбачає аналіз конструкції з точки зору її пристосованості до умов серійного або одиничного виробництва, а також визначення витрат на виготовлення і подальшу експлуатацію. Вона включає обґрунтування вибору конструкційних матеріалів для корпусу і друкованої плати, опис технологічних методів виготовлення, а також перелік необхідного обладнання та інструментів.

У межах якісного аналізу розглядається послідовність основних технологічних операцій. Спочатку виконуються заготівельні роботи, що передбачають підбір та комплектацію всіх необхідних радіоелектронних компонентів, які здійснюються працівниками комплектації. Далі виконується встановлення та механічне закріплення елементів на друкованій платі, що переважно проводиться вручну, хоча у серійному виробництві можуть застосовуватись напівавтоматизовані монтажні системи для підвищення продуктивності.

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Операції з монтажу гнучких перемичок у даному виробі не застосовуються, оскільки всі електронні компоненти розміщені безпосередньо на друкованій платі. Аналогічно, спрощується процес пайки: основні з'єднання виконуються автоматизовано (наприклад, методом пайки хвилею припою), а ручна пайка перемичок не використовується. Як витратні матеріали застосовуються припій ПОС-61 та флюс АТІ-120.

Після монтажу виконується контроль якості паяних з'єднань, який включає перевірку їх механічної міцності на спеціальних стендах із моделюванням вібраційних та навантажувальних впливів, а також візуальний контроль правильності монтажу, що здійснюється працівниками середньої кваліфікації. Додатково проводиться перевірка електричної міцності з'єднань на спеціальному контрольному обладнанні.

У результаті виконання всіх технологічних операцій формується готовий друкований вузол виробу, що відповідає заданим вимогам до якості та надійності.

Важливим елементом конструкції залишається металевий корпус, оскільки він забезпечує високу механічну міцність, довговічність та надійний захист електроніки. Металеві корпуси й досі широко застосовуються завдяки їх надійності та відносно невисокій вартості у масовому виробництві.

У виробництві металевих корпусів для радіоелектронної апаратури застосовується низка технологій, серед яких найбільш поширеною є холодне листове штампування. За цією технологією для серійного виробництва виготовляється штамп, за допомогою якого формуються всі елементи корпусу.

Типовий технологічний процес виготовлення металевого корпусу включає лазерну різку листового металу, подальше згинання заготовок, зварювання елементів, запресування кріпильних деталей, нанесення порошкового покриття для захисту від корозії, а також маркування виробу методом шовкографії або термодруку за необхідності. [18].

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Технологія виготовлення друкованої плати розробленого виробу базується на застосуванні комбінованого позитивного методу, який є найбільш доцільним для двосторонніх друкованих плат із підвищеною щільністю монтажу та великою кількістю електричних з'єднань. Даний метод дозволяє отримати високу точність провідникового рисунка, забезпечити надійні міжшарові з'єднання та реалізувати компактне компонування елементів, що є критично важливим для розробленого підсилювача.

Вихідним матеріалом для виготовлення плати є фольгований склотекстоліт, який використовується як основа для формування провідникового шару. Як основний матеріал обрано склотекстоліт типу СФ2–35–1,5ІКП, що відповідає вимогам ГОСТ 10316-78. Він характеризується високою механічною міцністю, стабільними діелектричними властивостями, низьким водопоглинанням та достатньою термостійкістю, що забезпечує стабільну роботу пристрою в умовах експлуатації. Провідниковий шар виконується з електролітичної міді, яка забезпечує добру провідність та технологічність при травленні і паянні.

Допоміжні матеріали включають фоточутливий фоторезист, який використовується для формування захисного малюнка провідників під час експонування, а також проявники та травильні розчини (наприклад, хлорне залізо або інші стандартні травильні склади), що забезпечують видалення зайвої міді з поверхні плати. Для підвищення надійності з'єднань і забезпечення міжшарової провідності застосовується процес металізації отворів, який є ключовим етапом комбінованого методу.

Технологічний процес виготовлення двосторонньої плати комбінованим позитивним методом включає кілька основних етапів. Спочатку здійснюється підготовка заготовки з фольгованого матеріалу, включаючи очищення та знежирення поверхні. Далі наноситься шар фоторезисту, після чого

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виконується експонування через фотошаблон із формуванням рисунка провідників. Наступним етапом є проявлення та травлення, у результаті чого видаляється зайва мідь і формується необхідна топологія провідників на обох сторонах плати.

Після формування провідникового рисунка виконується свердління монтажних отворів та їх подальша металізація, що забезпечує електричний зв'язок між верхнім і нижнім шарами плати. Завершальними операціями є нанесення захисної паяльної маски, лудження контактних площадок та контроль якості виготовленої плати.

Застосування комбінованого позитивного методу дозволяє отримати високоточну двосторонню друковану плату з підвищеною щільністю монтажу, мінімізувати габарити виробу та забезпечити надійну роботу електронної схеми в цілому.

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:

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{епе}}} = \frac{3}{3 + 45} = 0,1 \quad (2,19)$$

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

$$K_{\text{а.м}} = \frac{H_{\text{а.м}}}{H_{\text{м}}} = \frac{83}{103} = 0,81 \quad (2,20)$$

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $N_{A.M}$ – загальна кількість монтажних з'єднань, які здійснюються або можуть здійснюватись автоматизованим способом, тобто наявні механізми для виконання монтажних з'єднань.

N_M – загальна кількість монтажних з'єднань.

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

$$K_{M.П.ЕРЕ} = \frac{H_{M.П.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = \frac{44}{45} = 0,98 \quad (2.21)$$

де $H_{M.П.ЕРЕ}$ кількість ЕРЕ, підготовка до яких до монтажу здійснюється або може здійснюватись 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:

$$K_{ПОВТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{T.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{34}{45} = 0,24 \quad (2.22)$$

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

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

$$K_{ЗАСТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{T.ОР.ЕРЕ}}{H_{T.ЕРЕ}} = 1 - \frac{4}{45} = 0,91 \quad (2.23)$$

де $H_{T.ОР.ЕРЕ}$ кількість типорозмірів оригінальних ЕРЕ у виробів

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

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

$$K_{ВСТ.Р} = 1 - \frac{H_{ВСТ.Р}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{45}{45} = 0 \quad (2.24)$$

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

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$K_{\phi} = \frac{D_{np}}{D} = \frac{1}{1} = 1 \quad (2.25)$$

де D_{np} – кількість деталей, заготовки або самі деталі отримані прогресивним методом формоутворення.

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0,1*1 + 0,81*1 + 0,98*0,75 + 0,24*0,5 + 0,91*0,310 + 0*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,57 \quad (2.26)$$

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:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad (2.27)$$

Перевіряємо умову: $\frac{0,57}{0,5} = 1,14 \geq 1.$

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

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- кріплення резистора, світлодіода через втулку до верхньої кришки за допомогою гвинтів;
- кріплення динаміка, перемикача, та гнізд на верхню кришку;
- фіксація кришок за допомогою саморізів та кріплення ніжок;
- кріплення ручки до резистора.

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 172.402.011.000.000 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 172.402.011.000.000 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 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 - Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

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

3.2 Розрахунок собівартості продукції

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

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

Виробнича собівартість

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

Повна собівартість

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$B_M = 701 \times 1,04 = 729,04 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

Таблиця 3.2- Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	75	75
2	Кришка нижня	1	80	80
3	Кришка верхня	1	80	80
4	Мікросхема	3	50	150
5	Конденсатори електролітичні	10	10	100
6	Конденсатори постійні	13	1	13
7	Резистори постійні	16	0,5	8
8	Динамік	1	100	100
9	Світлодіод	1	10	10
10	Перемикач	1	20	20
11	Роз'єм	3	20	60
12	Діоди	1	5	5
				701

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

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

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

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

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

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

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

Таблиця 3.3- Розрахунок основної заробітної плати

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

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

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

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

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = 110 \times 0.11 = 12,1 (\text{грн})$$

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

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

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{105}{100} \times (110 + 12,1) = 128,21 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 105%);

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:

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

$$V_{\text{зв}} = \frac{209}{100} \times (110 + 12,1) = 255,19 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 209%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 729,04 + (110 + 12,1 + 25,86) + 128,21 + 255,19 = 1260,4 \text{ (грн.)}$$

					26 КР 172.402.011.000.000 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	729,04
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	110,00
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	12,1
4	Відрахування на соціальні заходи	25,86
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	128,21
6	Загальновиробничі витрати	255,19
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1260,4
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	877,11
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	383,29

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

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

$$Ц_{одпр} = 1260,4 \times \frac{100 + 27}{100} = 1600,71 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 27%);

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:

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

$$\Pi_p = (1600,21 - 1260,4) \times 500 = 169905 \text{ (грн),}$$

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\text{ЧП} = 169905 - 169905 \times \frac{18}{100} = 139322,1 \text{ (грн.)}$$

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

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

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

$$S_{повq} = 1260,4 \times 500 = 630050 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$R_{п} = \frac{139322,1}{630050} \times 100\% = 22,11 \%$$

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:

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

$$\Gamma П = 139322,1 + 1031,25 = 140353,35 \text{ (грн.)},$$

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

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

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

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за формулою:

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

$$\text{ЧТВ} = 243588,45 - 229125 = 14463,45 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ТВ} = \frac{140353,35}{(1+0,1)^1} + \frac{140353,35}{(1+0,1)^2} = 243588,45 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ІП} = \frac{243588,45}{229125} = 1,06$$

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ПП- 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:

$$T_{ок_{диск}} = \frac{П}{ГП_{диск}} \quad (3.24)$$

$$T_{ок_{диск}} = \frac{229125}{121794,23} = 1,88р$$

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

$$ГП_{диск} = \frac{ТВ}{t}, \quad (3.25)$$

$$ГП_{диск} = \frac{243588,45}{2} = 121794,23 \text{ (грн.)}$$

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.	500
2	Собівартість виробу	грн./од.	1260,4
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1600,21
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	229125
5	Чистий прибуток	грн.	139322,1
6	Рентабельність виробу	%	22,11
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	14463,45
9	Індекс прибутковості	-	1,06
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	1,88

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Професійні захворювання та отруєння.

До професійних хвороб належать насамперед хвороби, що виникають внаслідок безпосередньої дії на людей виробничих шкідливих факторів, а також ті, що за певних виробничих умов розвиваються значно частіше, ніж звичайно. Найпоширенішими професійними чинниками, які впливають на організм робітників сільського господарства є:

- хімічні речовини, що широко використовуються для захисту рослин від шкідників та захворювань;
- вібрація та шум, пил рослинного й тваринного походження;
- перенапруження окремих органів і систем, що виникає у відповідь на тривале навантаження на одні і ті самі нервово-м'язові групи;
- біологічні чинники (мікроорганізми) - збудники заразних хвороб, що передаються від тварини людині.

У разі тривалої дії на організм високих концентрацій пилу можуть розвинути хвороби легенів і дихальних шляхів; під впливом високих рівнів вібрації, виникає вібраційна хвороба, внаслідок дії шуму - захворювання органів слуху - неврит, хімічних речовин - отруєння.

До професійних хвороб, які в умовах виробництва зустрічаються частіше, ніж звичайно, належать бруцельоз, сибірка, сап, ящур та інші, що передаються людям від тварин; бронхіальна астма, хвороби шкіри (дерматози, екземи), хронічні захворювання нервово-м'язового апарату тощо. Як відомо, ці хвороби можуть бути і непрофесійними. Визначити їх походження може тільки лікар, який при обстеженні хворого обов'язково враховує його трудову діяльність.

Розрізняють гострі і хронічні професійні захворювання та отруєння. Хвороби, зумовлені тривалим, протягом багатьох років, вдиханням невеликих концентрацій пари хімічних речовин, пилу, газів, впливом на організм вібрації

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

і шуму, як правило, мають хронічний характер і виникають поступово - через 10-15 і більше років роботи в несприятливих умовах. Наприклад, вібраційна хвороба розвивається за 15-20 і більше років у разі нехтування гігієнічними рекомендаціями.

Прояви перших ознак хронічного отруєння пестицидами при контакті з ними без суворого виконання профілактичних заходів можуть спостерігати вже через 2-3 роки.

У тих рідкісних випадках, коли працюючі протягом одного робочого дня зазнають короткочасного, часто випадкового, впливу великих концентрацій хімічних речовин або якогось іншого шкідливого чинника (високої температури, випромінювання тощо) і при цьому не користуються засобами індивідуального захисту або порушують інші правила безпеки, може виникнути так зване гостре професійне отруєння або захворювання. Так, у працівників сільського господарства можливе гостре отруєння пестицидами, сонячний удар під час польових робіт, електрофтальмія на зварювальних роботах.

Проте робота в умовах впливу на організм шкідливих професійних чинників не завжди супроводиться розвитком професійної хвороби. У виникненні її відіграють:

- кількість (доза) шкідливих речовин, які потрапляють в організм або рівень вібрації, шуму тощо;
- тривалість дії їх на працюючих;
- умови праці й побуту, які можуть зменшити вплив шкідливого впливу на здоров'я;
- індивідуальна чутливість сприймання людьми тих чи інших виробничих чинників.

Негативні зміни в організмі відбуваються тільки в тому випадку, якщо вплив несприятливого виробничого чинника перевищує безпечний для здоров'я працюючого рівень.

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для шкідливих хімічних речовин встановлено гранично допустимі концентрації у повітрі робочої зони і в атмосферному повітрі, у воді, продуктах харчування, ґрунті.

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони - це такі концентрації, які при щоденній восьмигодинній дії на працюючих усього о робочого стажу не викликають у них захворювань або відхилень у стані здоров'я, що виявляються сучасними обстеженнями, безпосередньо в процесі або у віддалені строки.

При обґрунтуванні гранично допустимих концентрацій хімічних речовин враховується безпечність їх не тільки для нинішніх, а й для майбутніх поколінь.

Встановлено гранично допустимі концентрації для всіх хімічних речовин, що використовуються з метою захисту сільськогосподарських рослин від шкідників і хвороб, визначено гранично допустимі рівні для різних видів вібрації та шуму, які створюються сільськогосподарськими машинами. За додержанням цих гігієнічних нормативів повинні стежити не тільки органи державного санітарного нагляду (санітарно-епідеміологічні станції), а й власник с-г підприємства.

Суворе дотримання гранично допустимих концентрацій хімічних речовин у повітрі робочої зони та рівнів шуму і вібрації, інших шкідливих для здоров'я чинників дає змогу запобігти виникненню професійних захворювань серед працівників сільського господарства.

Шкідлива дія виробничих чинників на організм людини посилюється при поєднанні їх з так званими супутніми несприятливими умовами праці і побуту, під якими розуміють увесь комплекс негативних соціально-економічних умов. До них насамперед належать шкідливі звички - вживання алкогольних напоїв, куріння, неправильна організація відпочинку, нераціональне харчування тощо.

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нераціональне неповноцінне харчування (порушення режиму, харчування, одноманітність їжі, недостатнє споживання вітамінів), ослаблюючи захисні сили організму, знижує його опір шкідливим професійним чинникам. Особливо, це слід пам'ятати тим, хто часто цілий день перебуває у полі (трактористам, рільникам та ін). Цих працівників треба регулярно забезпечувати гарячими стравами, безпосередньо на робочому місці. Їди всухом'ятку їм потрібно уникати.

Перед вживанням їжі (особливо у випадках роботи з пестицидами) слід мити руки і полоскати рот, щоб запобігти потраплянню шкідливих речовин у травний тракт.

Важливу роль у профілактиці професійних хвороб відіграє правильна організація відпочинку трудівників під час і після роботи, в тому числі й у вихідні дні.

Нерідко виникненню професійного захворювання сприяє індивідуальна чутливість організму, тобто чутливість людини до дії тих чи інших факторів зовнішнього середовища. Поняття індивідуальної чутливості організму включає, з одного боку - алергічні його реакції, а з другого – загально-біологічну відповідь на дію тих чи інших чинників.

Ослаблюють організм хвороби, нераціональне харчування, зловживання спиртними напоями, порушення режиму праці та відпочинку. Наприклад, не можна допускати до роботи з пестицидами осіб з органічними захворюваннями центральної нервової системи, виразковою хворобою шлунка і дванадцятипалої кишки. Професія тракториста не рекомендується особам, які мають радикуліт чи порушення опорно-рухового апарату.

Наслідки дії спиртних напоїв на організм людини загальновідомі - це тяжкі хронічні захворювання, втрата працездатності, передчасна старість і народження неповноцінних дітей.

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нині точно встановлено, що будь-які дози алкоголю згубні для нервової системи та інших життєво важливих органів людини, але особливо вони небезпечні для осіб, які працюють в умовах дії несприятливих чинників.

Вплив шуму, вібрації, пестицидів, мінеральних добрив на організм людини у разі вживання алкоголю різко посилюється, часто призводить до безповоротних змін у стані здоров'я. Так само, як і алкоголь, на внутрішні органи, особливо на печінку, діють хімічні речовини, спричиняючи хронічні захворювання (гепатит, холецистит, ангіохоліт).

Під впливом алкоголю прискорюються всмоктування шкідливих хімічних речовин у травному каналі. В цьому випадку дія однієї речовини різко посилюється за рахунок дії іншої (потенційний ефект). Ось чому у людей, які часто вживають спиртне, професійні хвороби розвиваються швидше і перебіг їх тяжчий, а в разі гострого отруєння може навіть настати смерть.

Слід окремо розглянути питання про вплив алкоголю на водіїв автомобілів, трактористів, комбайнерів, операторів інших сільськогосподарських машин (йдеться не лише про шкідливість алкоголю для здоров'я, але і працездатності.) Людина у нетверезому стані за кермом стає надзвичайно небезпечною для навколишніх.

Відомо, що обов'язковою вимогою до водіїв є здатність концентрувати та швидко переключати увагу, швидкість реакції, нормальна координація і точність рухів. Під впливом алкоголю всі ці якості різко знижуються, а при систематичному вживанні спиртних напоїв взагалі втрачаються. Невипадково більшість нещасних випадків стається з причини нетверезого стану водіїв.

Треба знати, що при систематичному пияцтві людина деякий час вже спроможна виконувати звичні професійні обов'язки, але не здатна сприймати нове, погано запам'ятовує, втрачає інтерес до роботи.

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Шум. Основні джерела шкідливого шуму, кваліфікація шумів.

Під терміном „шум” розуміють будь-який неприємний або небажаний звук або сукупність звуків, що заважають сприйняттю корисних сигналів, що порушують тишу, зумовлюють шкідливий або дратівливий вплив на організм людини, знижують працездатність.

Шум – це голосний звук, що викликає неприємне почуття та негативно впливає на фізичний та психологічний стан людини, змінюючи при цьому його поведінку; потенційно патогенний збудник, здатний створювати рефлекторну дугу, що приймає участь у формуванні загальної адаптації до постійно діючого стресу.

Звук як фізичне явище являє собою механічні коливання пружного середовища в діапазоні змішаних частот. Як фізіологічне явище звук – це відчуття, що сприймається органом слуху при дії на нього звукових хвиль.

Шум включає звуки майже всіх частот слухового діапазону. Шуми відрізняються різним розподілом рівня звукового тиску по частотам та їх розподіленні у часі. Вони можуть бути:

- низькочастотними (частоти нижче 300Гц);
- середньочастотні (300-800 Гц);
- високочастотні (вище 800 Гц).

Шум являє собою сукупність звукових хвиль. Звукові хвилі – це коливальні зміни тиску повітря – скупчення та розрідження. Фізичними характеристиками звукових хвиль є: інтенсивність, спектр та часові характеристики

Інтенсивність звуку (енергетична характеристика) – визначається зміною рівня тиску в навколишньому середовищі. Суб'єктивною характеристикою звуку, пов'язаною з його інтенсивністю, є гучність, що залежить від частоти звуку.

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Спектр – прості гармонічні коливання, що складають звук та характеризуються частотою, фазою та амплітудою. Сумарний тиск створений складним звуком, виражається рівнем звукового тиску.

В залежності від частоти коливань звуки поділяють на:

- інфразвук – від 10-1 до 50 Гц;
- чуттєвий звук – від 50 до $5 \cdot 10^4$ Гц;
- ультразвук – від $5 \cdot 10^4$ до 10^9 Гц;
- гіперзвук – від 10^9 до 10^{13} Гц.

Звуки, що сприймаються людським вухом, лежать в діапазоні від 16 Гц до 20 кГц. Цей діапазон називається звуковим діапазоном частот. Звукові хвилі з частотою нижче 20 Гц називаються інфразвуком, а вище 20 кГц – ультразвуком.

Часові характеристики звукових хвиль представляють собою суму короткочасних імпульсів, що характеризуються, часом появи та амплітудою, які визначаються типом джерела звуку. В залежності від тривалості виділяють безперервні (або стаціонарні) звуки, час дії яких, або тривалість, більше 2 с, та імпульсивні звуки – пульсуючі коливання, що з'являються нерегулярно і тривають менше 1 с. Параметрами імпульсивних звуків є час зростання, піковий рівень та тривалість. Частотний склад імпульсивних звуків встановлюється спектральною густиною енергії.

З урахуванням сказаних властивостей слуху встановлено логарифмічну шкалу для вимірювання рівня звукового тиску шуму. Кожний рівень цієї шкали, що відповідає зміні інтенсивності шуму в 10 разів, називається белом (БА). Так, якщо інтенсивність одного звуку більша інтенсивності другого в 10 разів, то другий звук вважають більшим на 1 БА, якщо в 100 разів більше - на 2 БА, в 10000 разів – на 4 БА і т. д. На практиці більш зручно виявилася величина в 10 разів менша бела – децибел (дБА). Це не абсолютна, а відносна одиниця, що ґрунтується на використанні логарифма відношення даної інтенсивності звуку (i) та порогової інтенсивності (i_0); за цей поріг

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приймається інтенсивність, що відповідає звуковому тискові $0,4 \cdot 10^{-4}$ Па або потужності близько 10-16 Вт. Вважається, що це мінімальна інтенсивність, яка сприймається людським вухом.

Серед фізіологічних ефектів шумів велику роль відіграють реакції слухового аналізатора. Наприклад, при космічних польотах акустична енергія впливає на вестибулярний апарат, механічні рецептори тіла, нервову систему, на сон та емоції (поява почуття страху).

Джерела шуму можуть бути розділені на дві великі групи: внутрішні і зовнішні.

До внутрішніх джерел шуму можна віднести:

- інженерні,
- технічні,
- санітарно-технічне побутове обладнання (наприклад: кондиціонери, сміттєпровід, трубопровід);
- джерела шуму, створені безпосередньою діяльністю людини.

Зовнішніми джерелами шуму є: транспортний, промисловий, виробничий та побутовий шум.

Транспортний шум – це шум, що створюється двигунами, колесами, гальмами та аеродинамічними особливостями транспортних засобів (поділяється на автомобільний, залізничний, водний тощо). Транспортний шум є одним з найбільш розповсюджених джерел шуму. Скарги на шум від транспорту складають ~ 60% усіх скарг на міські шуми.

Шум авіаційний – це шум, що створюється роботою двигунів та аеродинамічними характеристиками повітряного судна.

В зонах аеропортів статистично достовірно збільшується кількість психічних розладів у людей. Максимально допустимий рівень шуму літаків на поверхні землі становить 50 дБА.

Автомобільний шум – це шум, який виникає при русі автомобіля в результаті роботи його агрегатів та взаємодії шин з поверхнею дороги.

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Шум вуличного руху – це сукупність транспортного шуму та усіх вуличних звуків (шурхотіння кроків, стукіт пішоходів, шум на гральних та спортивних майданчиках на подвір'ї будинків, свист регулювальника дорожнього руху тощо). У будинках шум вуличного руху знижується при зачинених вікнах, спеціальними протишумовими клапанами, великою товщиною стін споруд. Шум вуличного руху не повинен перевищувати: вдень – 50, вночі – 40 дБА.

Промисловий шум – це шум, джерелом якого є промислове (рідше сільськогосподарське) виробництво. Для зниження його дії на жителів населених пунктів встановлюються шумові екрани, лісові захисні загорожі.

Виробничий шум – шум, що створюється у приміщеннях працюючими механізмами та машинами.

Побутовий шум – шум, що виникає в побутових приміщеннях від роботи радіоапаратури, побутових пристроїв та поведінки людей. Загальний рівень шуму в побутових приміщеннях не повинен перевищувати 40 дБА вдень і 30 дБА вночі.

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Підсилювач потужності звукової частоти на мікросхемі LA4285 ». Проведено вибір елементної бази на основі сучасних і поширених радіоелементів.

Найкращим методом для виготовлення друкованої плати виявився комбінований метод. Елементи розміщені на друкованому вузлі досить компактно. Конструкція друкованого вузла є не досить складна, але конструкція корпусу виробу є складною.

Для зменшення маси і спрощення технології виготовлення корпусу матеріалом для нього є пластмаса. Проведено розрахунок друкованого монтажу в результаті якого визначено ширину друкованих провідників, відстань між друкованими провідниками, між провідником і контактною площадкою, діаметри монтажних отворів.

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

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Підсилювача потужності звукової частоти (ППЗЧ) на інтегральній мікросхемі LA4285 [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://radiolub./page/zhurnal-radio-2014-7> (дата звернення 4.01.2026).
2. Конденсатор b41828 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/b41828a6225m007> (дата звернення 15.01.2026).
3. Резистор MFP-"Yageo" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu//details/b37979-g5102/kondensatory-keramicheskie-tht-50v/> (дата звернення 15.01.2026).
4. Конденсатор b37979 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/> (дата звернення 15.01.2026).
5. Змінні резистори 16K1 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/kx-26-32-768-khz-kvarczevyj-rezonator_2404.html (дата звернення 15.01.2026).
6. Світлодіод L-57EGW "Kingbright" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://car-led.org/ua/p31490203-chervonij-semisegmentnij-led.html> (дата звернення 15.01.2026).
7. Перемикач PSM7-1-0 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/cls7-ts6601-13.0-180> (дата звернення 15.01.2026).
8. Резистор підстроювальний 3329H [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://hardelectronics./diod-1n4148.html> (дата звернення 15.01.2026).
9. Діод TZMC-5V1 "Diotec" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://electronoff.ua/good/tranzistor-bc556b-pnp-65v-0-1a-korpus-to-92.php> (дата звернення 15.01.2026).

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Мікросхема KIA78L08F "KEC" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.chipdip./product/irl640>(дата звернення 15.01.2026).
11. Мікросхема DBL358 "Texas Instruments" [електронний ресурс]– Режим доступу:URL:https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg12_62137.html (дата звернення 1.01.2026).
12. Мікросхема LA4285 "Sanyo" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.01.2026)
13. Динамік 26CR08FE "CANOPUS"[електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.chipdip./product/irl640>(дата звернення 15.01.2026).
14. Роз'єм PSCM3N "Velleman"[електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.chipdip./product/irl640>(дата звернення 15.01.2026).
15. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>(дата звернення 4.02.2026).
16. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2016
17. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Технологія виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017
18. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання практичної роботи "Конструктивний розрахунок друкованого монтажу" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018
19. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Конструювання РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. Васишин О.З., Штогрин П.І. Методичні вказівки "Розробка 3D-моделей типових корпусів РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

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

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

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

24. Штогрин П.І. Навчальний посібник "Altium Designer 10 для початківців" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

25. Штогрин П.І. Методичні вказівки "Розробка 3D-моделей радіоелементів" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

26. 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.

27. 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.

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

29. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzgzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ0S4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLj

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

AuMTUxNjM0NjA3MQ..*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbj
drNWNDZTc5QUV6OFRIb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNIWHAzWWxZWl
JTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDd
Rb016bCUyRjBhZ1QwY0Z1M3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2024).

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

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

32. Васильківський І. С., Фединець В. О., Юсик Я. П. Виконавчі при-
строї систем автоматизації: навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівсь-
кої політехніки, 2020. 220 с.

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

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А Друкована плата

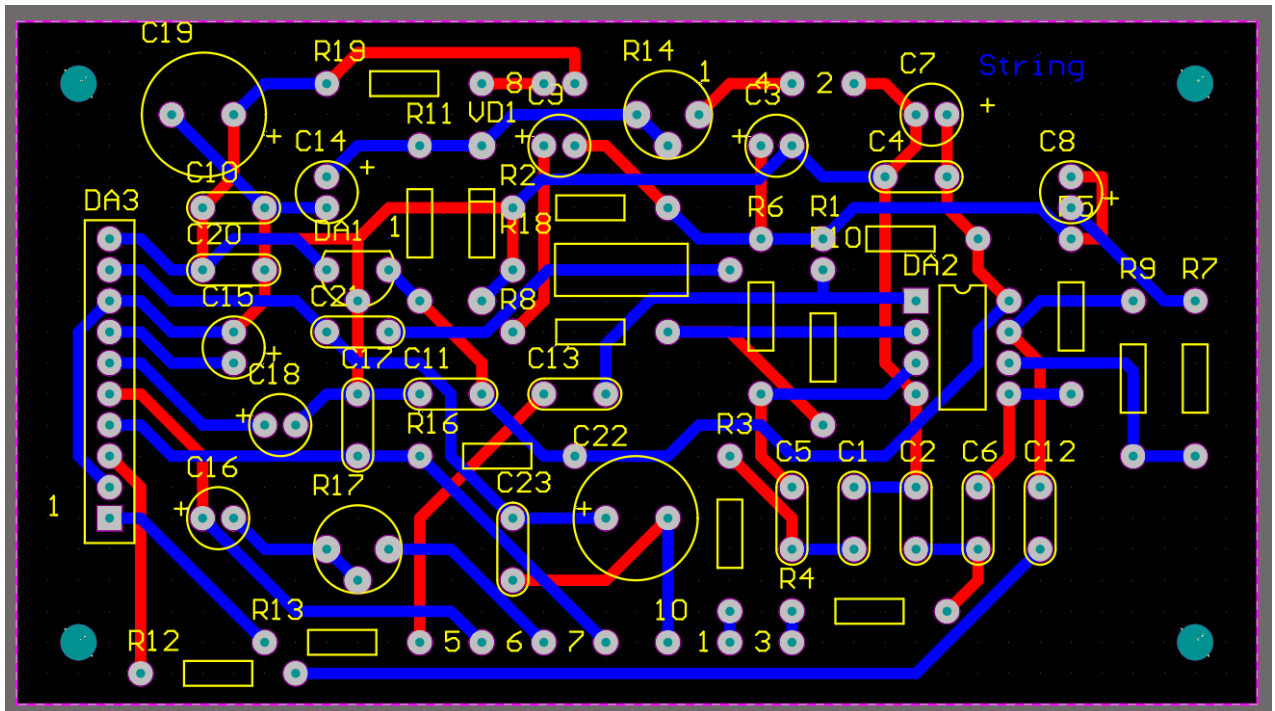


Рисунок А.1 – Друкована плата

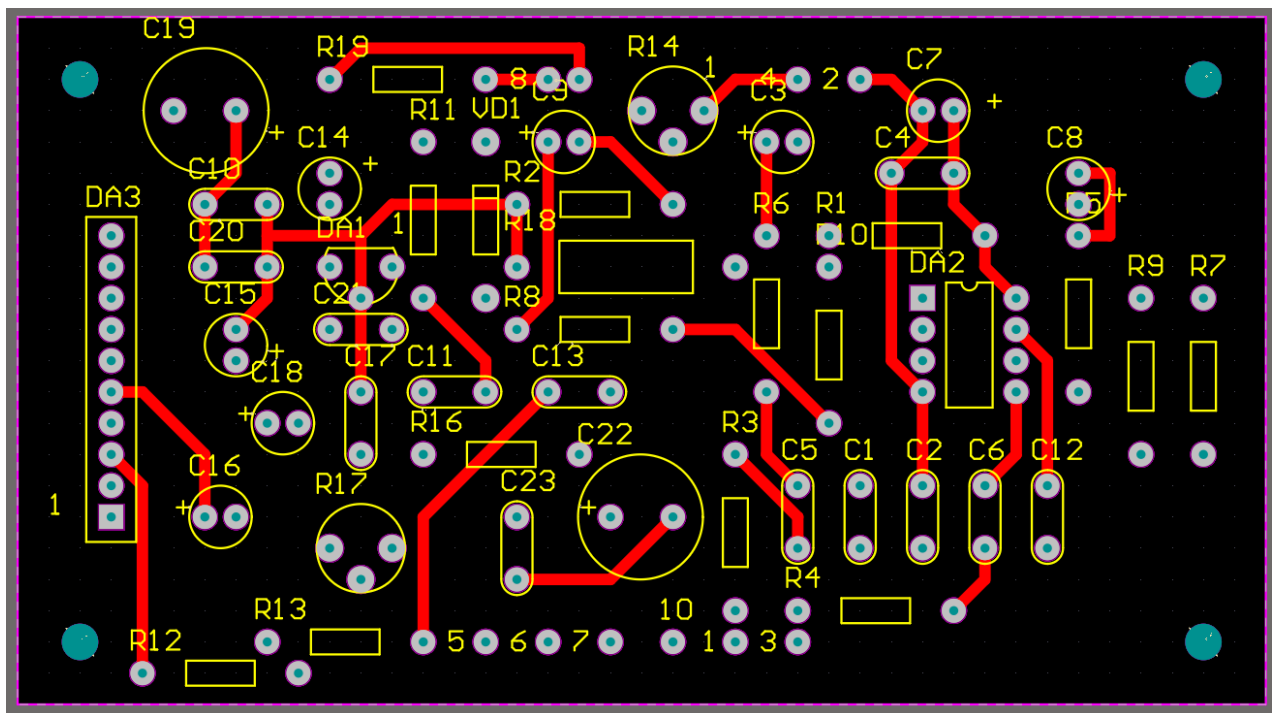


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Тор

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ

Арк.

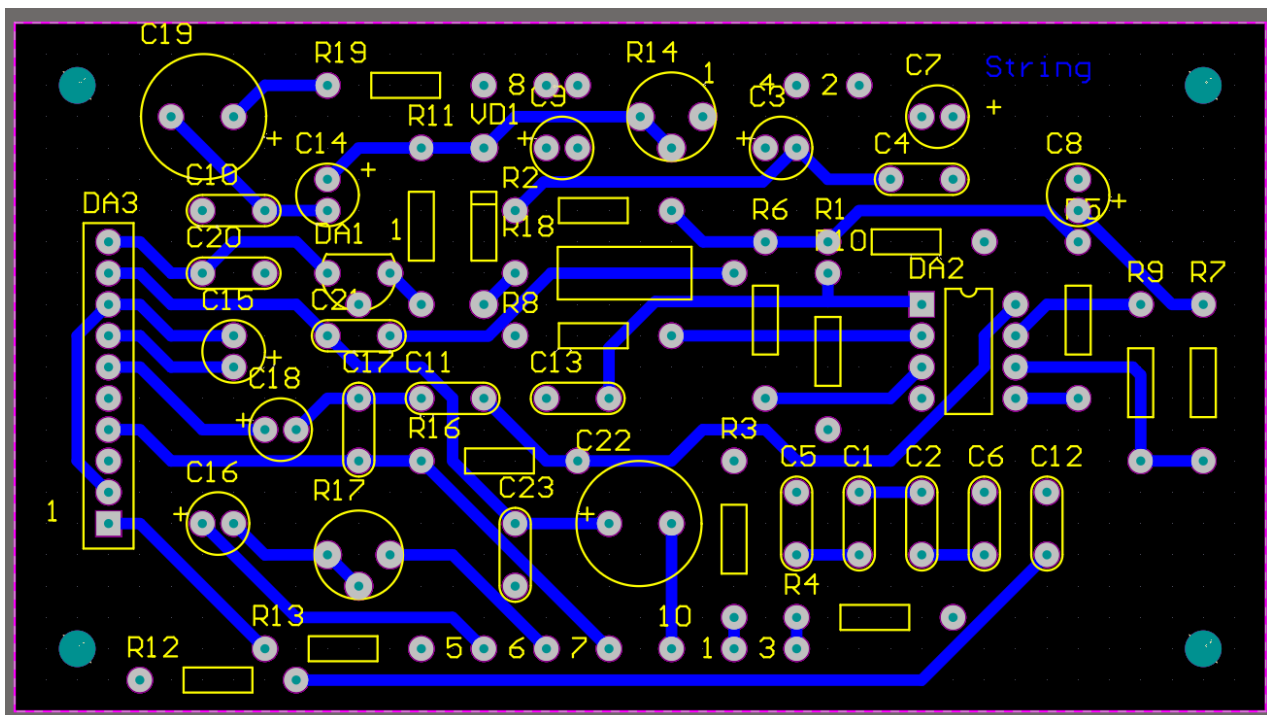


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Bottom

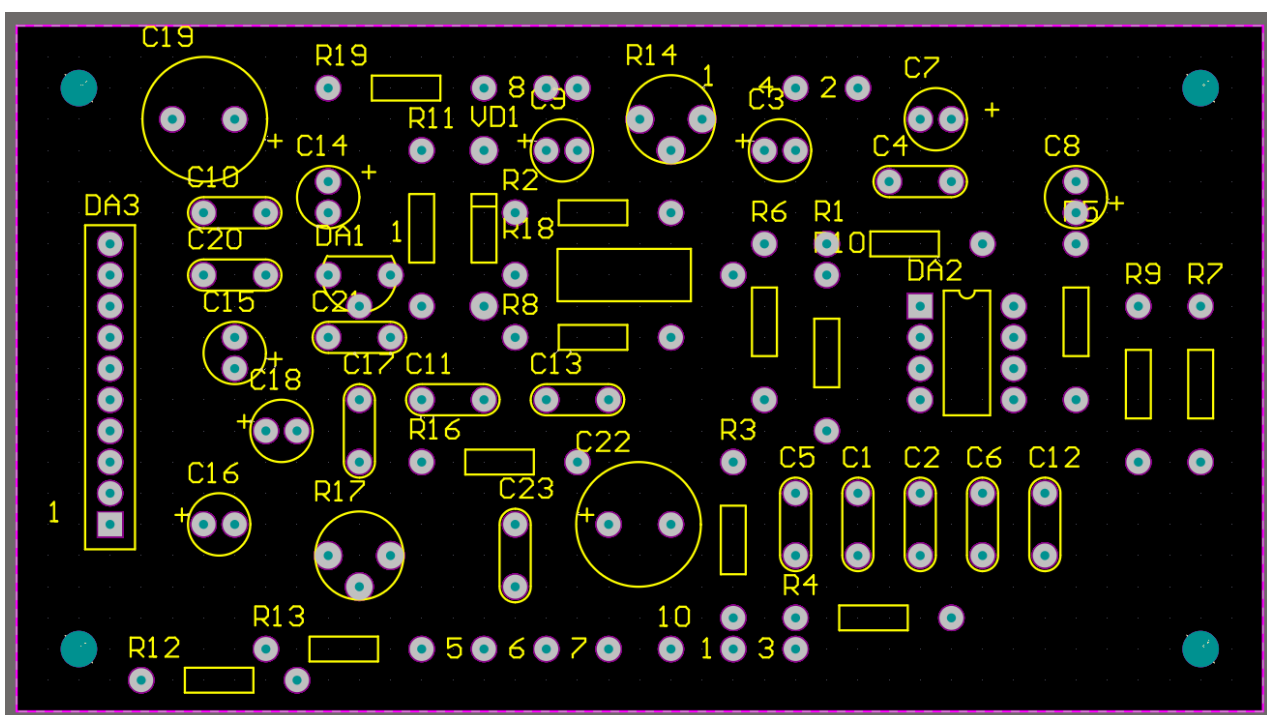


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ

Арк.

Додаток Б 3D модель пристрою

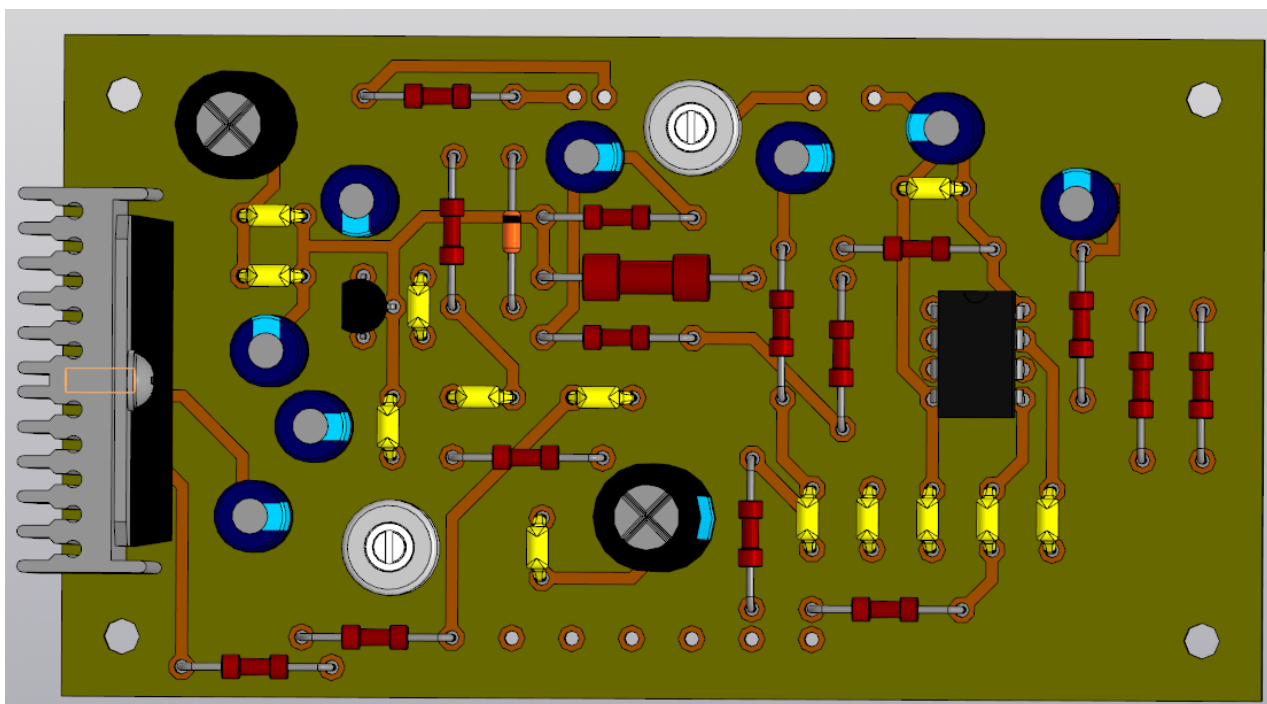


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний

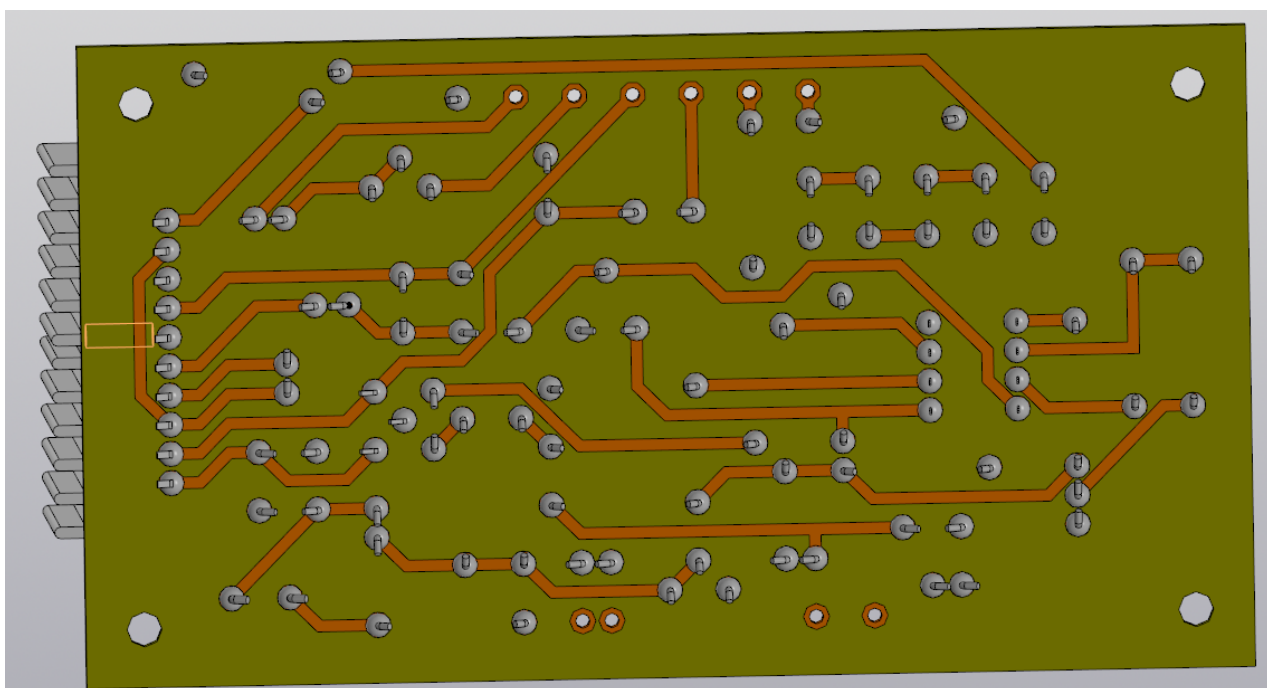


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний знизу

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

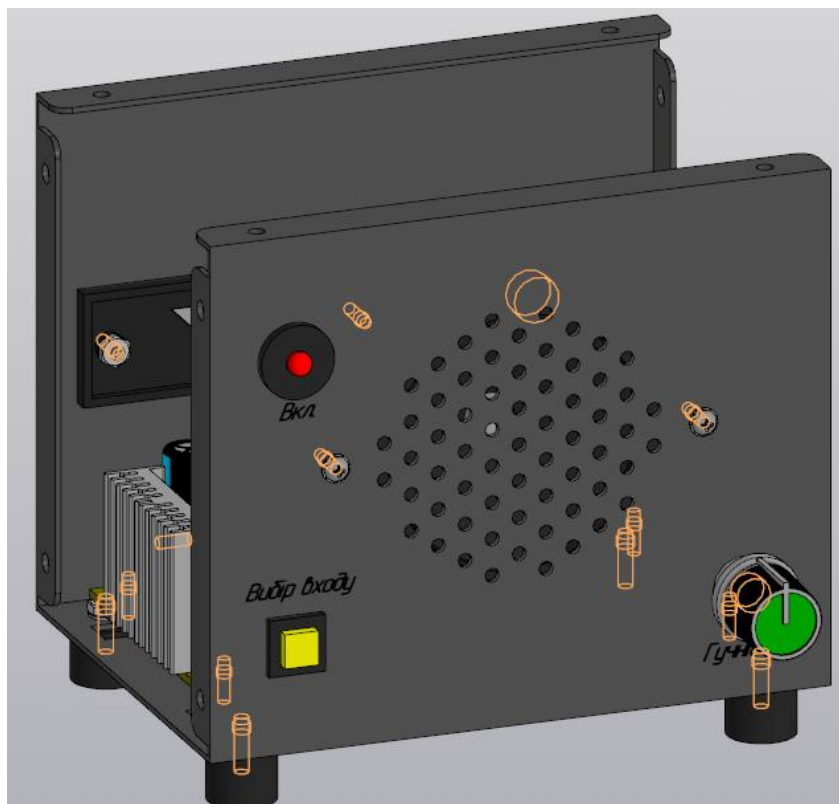


Рисунок Б.3– 3D модель пристрою, нижня кришка

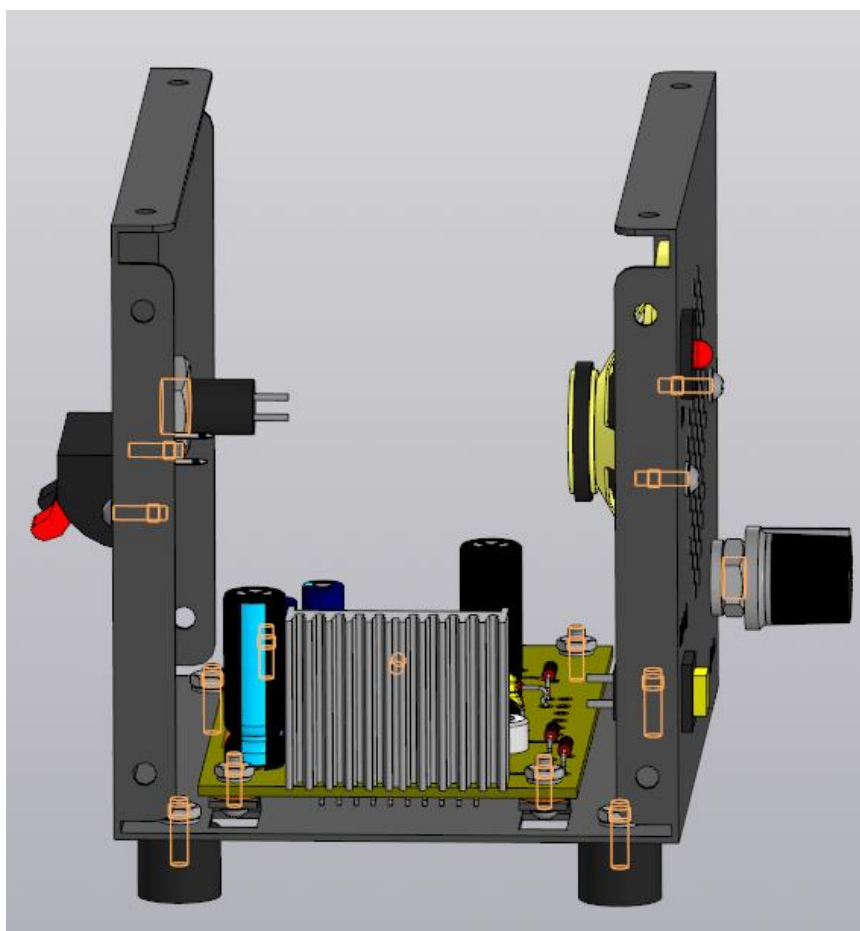


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, нижня кришка збоку

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

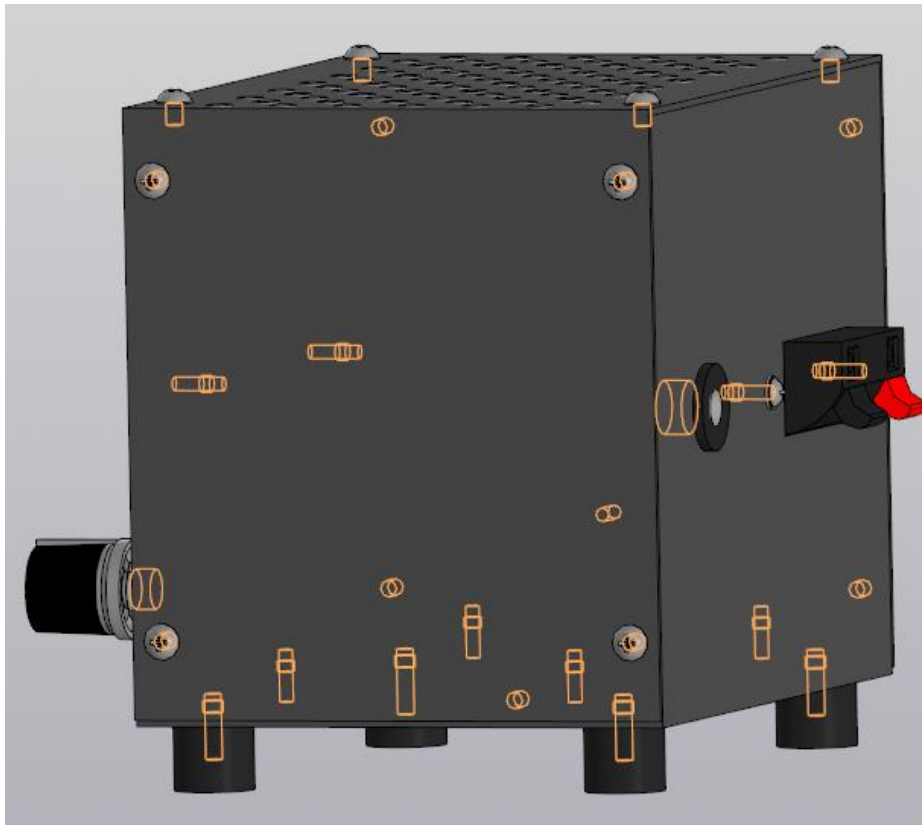


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

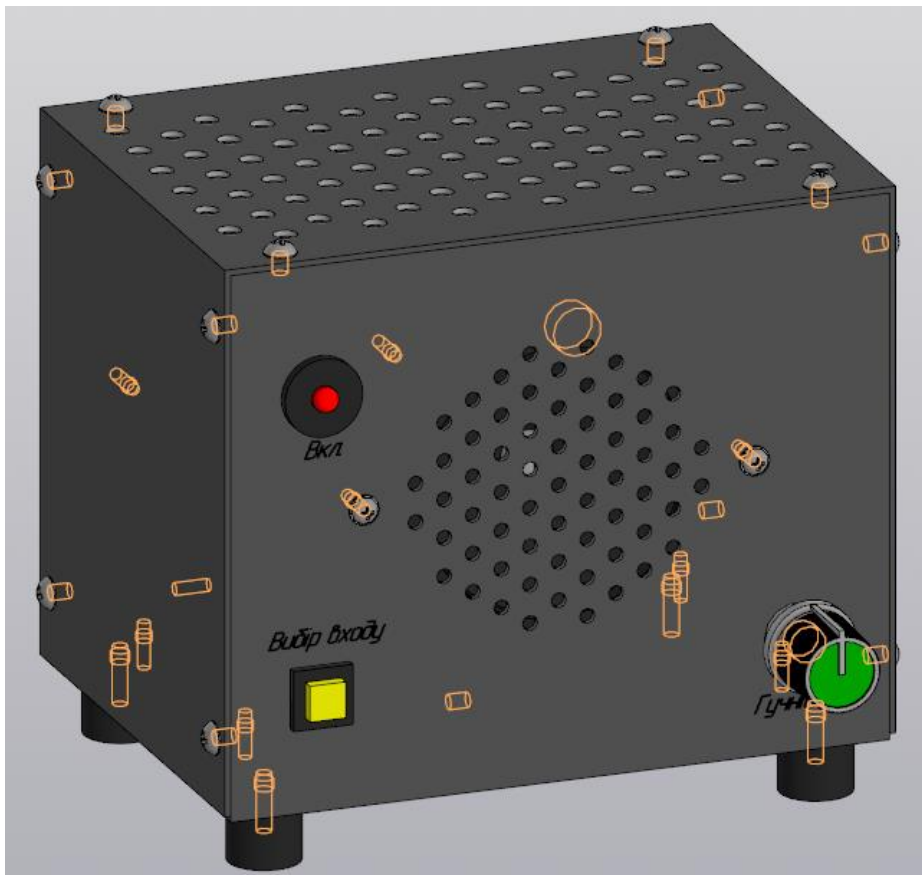


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

					26 КР 172.402.011.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дубл.																
Замість																
Підпис																
											Аркушів 9		Аркуш 1			
Розробив		Гнопко				ВСП ТФК ТНТУ		26 КР 172.402.009.001.000					26 КР 172.402.009.001.000			
Перевірів		Іващук														
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																
A 03		402		09	005	40209005 Комплектування										0,07
0 04			Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (81шт)													
05																
A 06		402		09	010	40209010 Розконсервація ДП										0,005
0 07			Розконсервація плати по ТТО 124781													
08																
A 09		402		09	015	40209015 Маркування заводського номеру										0,005
0 10			Маркувати заводський номер по ТТО 664170 (6шт)													
Т 11			Штамп РТ 125878													
М 12			Фарба	ТНТФ-01		ГОСТ 12574-45						120	100	0,018		
13																
A 14		402		09	020	40209020 Захист										0,002

[illegible]

Дубл															
Замість															
Підпис															
														Аркуш 3	
											26 КР 172.402.009.001.000			26 КР 172.402.009.001.000	
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції			Позначення документа							
Б	Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу				Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр
01		5. Формувати конденсатори поз.7(С8,С9)поз.8(С18)поз.9(С14,С16)поз.10(С15)поз.11(С3,С7) згідно рис.7 поз.12(С22)поз.13(С19) згідно рис.8 згідно карти													
02															
03															
04															
05	402		09	035	40209035 Залудження										0,04
06		Тігель РД4.24.231													
07		Лудити згідно ТТП 532685 (83шт)													
08		Пінцет		РТ 235641											
09		Припой ПОС-61			ГОСТ 21931-76							180	100	0,25	
10		Флюс АТІ-120			ГОСТ 32142-86							120	100	0,42	
11															
12	402		09	040	40209040 Установка ЕРЕ										0,013
13		Установку ЕРЕ проводити по ОСТ 4.010.030-81 з кроком координатної сітки 2,5мм (23шт)													
14		1. Установити резистори поз.19(R18) згідно рис.2 поз.20(R11)поз.21(R12,R13)поз.22(R19)поз.24(R3,R4)поз.25(R1,R2)поз.26(R7,R8)поз.27(R16)													
15		поз.28(R9,R10)поз.29(R5,R6)згідно рис.1 поз.23(R14,R17)згідно рис.3 згідно карти ескізів													
16		2. Установити мікросхеми поз.15(DA2) згідно рис.4 поз.16(DA1) згідно рис.5 поз.17(DA3) згідно рис.9 згідно карти ескізів, по ТТП 254681													
17		3. Установити стабілітрон поз.31(VD1) згідно рис.1 згідно карти ескізів, по ТТП 254681													
18		4. Установити конденсатори поз.4(С1, С2)поз.5(С5,С6,С21) поз.6(С4,С10,С13,С17,С20,С23) згідно рис.6 згідно карти ескізів, по ТТП 254681													

Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
															Аркуш 4				
												26 КР 172.402.009.001.000		26 КР 172.402.009.001.000					
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документу										
Б					Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
к-м					Назва деталі, скл одиниці або матеріалу				Позначення. код					СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр	
01		5. Установити конденсатори поз.7(С8,С9)поз.8(С18)поз.9(С14,С16)поз.10(С15)поз.11(С3,С7) згідно рис.7 поз.12(С22)поз.13(С19) згідно рис.8 згідно карти																	
02		Кусачки РТ 145532																	
03		Пінцет РТ 265641																	
04	1	Плата друкована				26 КР 172.402.009.001.001									796	100	100		
05	4	Конденсатори				b37979-180пФ ±5%				"Epcos"						796	100	200	
06	5	Конденсатори				b37979-0,1мкФ ±5%				"Epcos"						796	100	100	
07	6	Конденсатори				b37979-1мкФ ±5%				"Epcos"						796	100	800	
08	7	Конденсатори				b41828-25 В-4,7 мкФ± 10%				"Epcos"						796	100	200	
09	8	Конденсатори				b41828-25 В-10 мкФ± 10%				"Epcos"						796	100	100	
10	9	Конденсатори				b41828-16 В-4,7 мкФ± 10%				"Epcos"						796	100	200	
11	10	Конденсатори				b41828-25 В-4,7 мкФ± 10%				"Epcos"						796	100	100	
12	11	Конденсатори				b41828-16 В-220 мкФ± 10%				"Epcos"						796	100	200	
13	12	Конденсатори				b41828-25 В-1500 мкФ± 10%				"Epcos"						796	100	100	
14	13	Конденсатори				b41828-25 В-2200 мкФ± 10%				"Epcos"						796	100	100	
15	15	Мікросхема				DBL358				"Texas Instruments"						796	100	100	
16	16	Мікросхема				K1A78L08F				"KEC"						796	100	100	
17	17	Мікросхема				LA4285				"Sanyo"						796	100	100	
18	19	Резистори				MFP-0,5-1 Ом ±10%				"Yageo"						796	100	100	

Дубл															
Замість															
Підпис															
													Аркуш 5		
											26 КР 172.402.009.001.000		26 КР 172.402.009.001.000		
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції			Позначення документу							
Б	Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу				Позначення. код					СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр	
01	20	Резистори			MFP-0,125-470 Ом ±10%			"Yageo"				796	100	100	
02	21	Резистори			MFP-0,125-1кОм ±10%			"Yageo"				796	100	200	
03	22	Резистори			MFP-0,125-4,3 кОм ±10%			"Yageo"				796	100	100	
04	23	Резистори			3329H-1-4,7 кОм			"Bourns"				796	100	200	
05	24	Резистори			MFP-0,125-4,7к Ом ±10%			"Yageo"				796	100	200	
06	25	Резистори			MFP-0,125-5,6к Ом ±10%			"Yageo"				796	100	200	
07	26	Резистори			MFP-0,125-6,8кОм ±10%			"Yageo"				796	100	200	
08	27	Резистори			MFP-0,125-8,2кОм ±10%			"Yageo"				796	100	100	
09	28	Резистори			MFP-0,125-43кОм ±10%			"Yageo"				796	100	200	
10	29	Резистори			MFP-0,125-150кОм ±10%			"Yageo"				796	100	200	
11	31	Стабілітрон			TZMC-5V1			"Diotec"				796	100	100	
12															
13															
14															
A 15	402		09	045	40209045 Автоматизована пайка										0,04
16	Установка пайки хвилью АРП М6.890.001														
0 17	Пайку проводити згідно ТТП 316530 (83шт)														
M18		Припой ПОС-61						ГОСТ 21931-76				180	100	0,25	

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл.																						
Замість																						
Підпис																						
														Аркушів 5			Аркуш 1					
Розробив		Гнопко							ВСП ТФК ТНТУ			26 КР 172.402.009.004.000					26 КР 172.402.009.04.018					
Перевірив		Іващук							Підсилювач потужності звукової частоти на мікросхемі LA4285										Н			
Нормував																						
Затвердив																						
Н. контр.		Задорожний																				
А	Цех	Діл	РМ	Опер	Код, назва операції					Позначення документу												
Б					Код, назва обладнання					СМ.	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ		
К-М					Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу					Позначення, код					СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР			
01					Охорона навколишнього середовища, згідно інструкції МВЯ790831																	
02	402		09	005	402009001 Комплектування															0,08		
03					Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (91шт)																	
04																						
05	402		09	010	40209002 Слюсарно-складальна															0,026		
06					Пневмоверт РТ 532964																	
07					Складання проводити по ТТП 231587																	
08					1. Кріпити вузол друкований поз.1 нижньої кришки поз.4 гвинтами поз.17(4шт/гайкою поз.15(4шт)/через шайбу поз.19(8шт) та діелектричну шайбу поз.7(4шт)																	
09					2. Кріпити роз'єм поз.12(XS1.XS2) гвинтами поз.17(4шт/гайкою поз.15(4шт)/через шайбу поз.19(8шт) на верхню кришку поз.3 згідно карти ескізів																	
10					3. Кріпити світлодіод поз.9(HL 1) через втулку поз.5(1шт) та перемикач поз.11(SA1) на верхню кришку поз.3 згідно карти ескізів																	
11					4.Кріпити роз'єм поз.13(XS1) та резистор поз.10(R15) гайкою поз.16(2шт)/через шайбу поз.20(2шт) на верхню кришку поз.3 згідно карти ескізів																	
12					5. Кріпити динамік поз.8(BA1) гвинтами поз.15(2шт/гайкою поз.17(2шт)/через шайбу поз.19(4шт)згідно карти ескізів																	
13	1				Вузол друкований					26 КР 172.402.009.003.000 СК							796	100	100			
14	3				Верхня кришка					26 КР 172.402.009.004.001							796	100	100			

Дубл																
Замість																
Підпис																
															Аркуш 2	
											26 КР 172.402.009.004.000			26 КР 172.402.009.04.018		
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документу							
Б	Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ	
К-М	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу				Позначення. код					СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр		
01	4	Нижня кришка						26 КР	172.402.009.004.002			796	100	100		
02	5	Втулка						26 КР	172.402.009.004.003			796	100	100		
03	7	Діелектрична шайба 2,5				26 КР				172.402.009.004.005			796	100	400	
04	8	Динамік		26CR08FE				"CANOPUS"				796	100	100		
05	9	Світлодіод		L-1503GT				"Kingbright"				796	100	100		
06	10	Резистор		16K1-B50K-47 кОм				"Song Huei"				796	100	100		
07	11	Перемикач		PSM7-1-0				"Wealth Metal Factory"				796	100	100		
08	12	Роз'єм		ST-314N				"Dragon City Industries"				796	100	200		
09	13	Роз'єми		PSCM3N				"Velleman"				796	100	100		
10	15	Гайка		M2,5-6H				ГОСТ 5916-70				796	100	1400		
11	16	Гайка		M8-6H				ГОСТ 5916-70				796	100	200		
12	18	Гвинт		Г2,5мм-6мм-gx10				ГОСТ 17473-80				796	100	1400		
13	19	Шайба		2,5мм				ГОСТ 10450-78				796	100	2800		
14	20	Шайба		8мм				ГОСТ 10450-78				796	100	200		
15																
16																
17																
18																

[illegible]

[illegible]

Дубл.													
Замість													
Підпис													
										Аркушів 5		Аркуш 5	
Розробив		Гнопко				ВСП ТФК ТНТУ		26 КР 172.402.009.004.000				26 КР 172.402.009.04.018	
Перевірів		Іващук											
Нормував													
Затвердив													
Н. контр.		Задорожний											
А		Цех		Діл		РМ		Опер		Код, назва операції		Позначення документу	
Б										Код, назва обладнання		СМ. Проф Р УТ КР КОВД ОН ОП К ШТ Т ПЗ Т ШТ	
К-М										Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу		Позначення, код СПП ОВ ОН КВ ВНТР	

The left drawing shows a rectangular chassis with a large circular speaker grille in the center. It includes a power switch labeled 'Вкл' (On) and a volume knob labeled 'Гучність' (Volume). Various components are numbered 1 through 19, with callouts indicating quantities and types of components (e.g., '7 (4 шт.)', '15 (4 шт.)').

The right drawing is a detailed component layout on a rectangular board, showing the placement of various electronic components like resistors, capacitors, and integrated circuits, numbered 1 through 19 with similar callouts.

1 * Розміри для довідки.

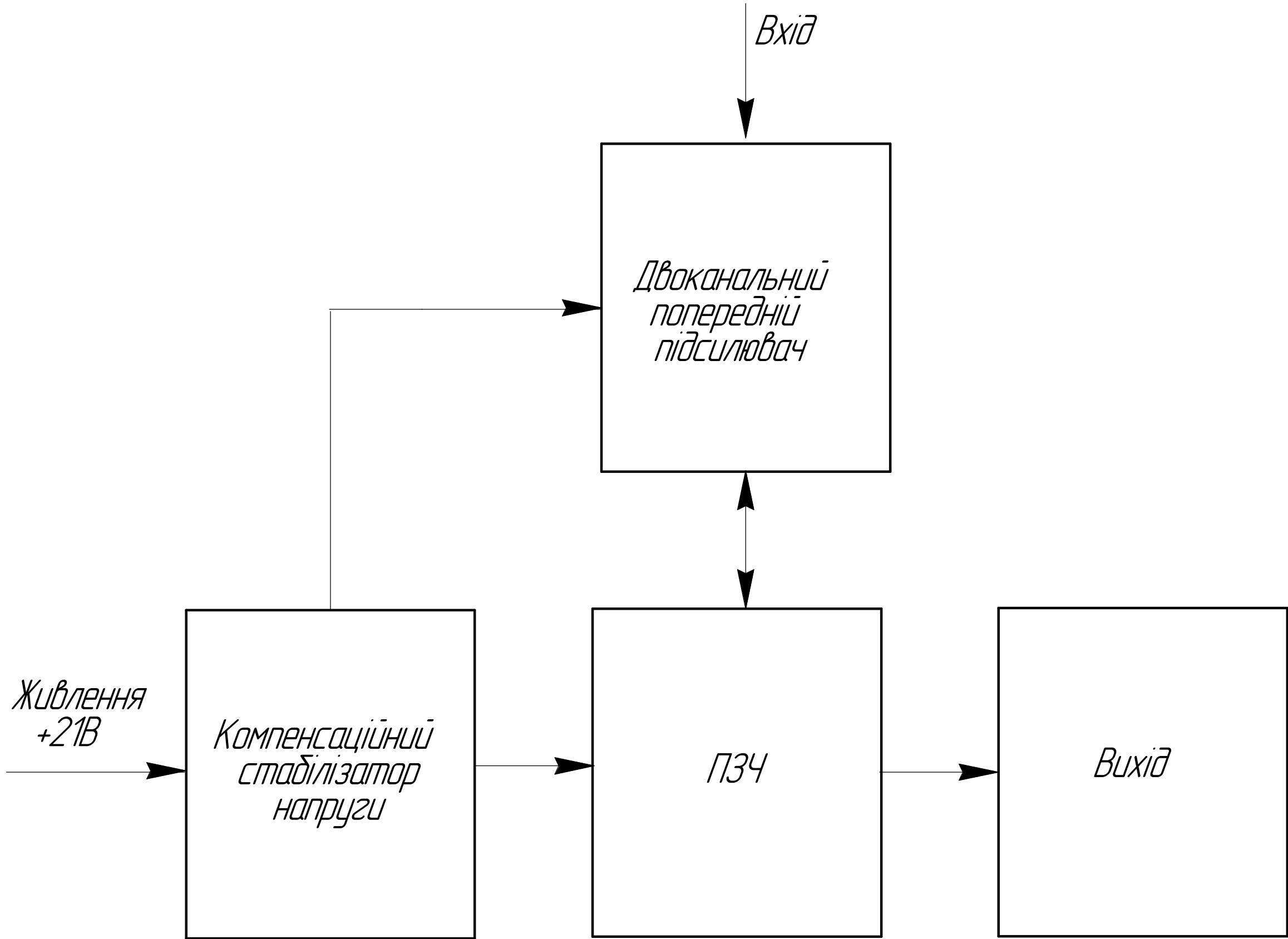
2. Електронні компоненти відповідають зразку з 20.26.ККП 172.402.011.001.000.03

3. Інші технічні вимоги по ДСТУ 4000:2015

Додат. №	Перш. викорис.

Інв. № арх.	Інв. № дідл.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № дідл.	Підпис і дата

26 КР 172.402.011.001.000 Е1



					26 КР 172.402.011.001.000 Е1										
					Підсилювач потужності звукової частоти на мікросхемі LA4285 Електрична структурна схема					Лист	Маса	Масштаб			
										-	Н	-	-	-	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						Аркциш		Аркцишів	1		
Розроб.	Голова									ВСП ТФК ТНТУ				ТР-402	
Перевір.	Іващук									м. Тернопіль					
І.контр.															
Рецензент															
Н.контр.	Задорожний														
Затверд.															

Перш. викорис.	Довід. №	Поз. познач.	Найменування				Кіл.	Примітка
		BA1	Динамік 26CRO8FE "CANOPUS"				1	
		Конденсатори						
		C1, C2	b37979-180 пФ ±5% "Ерсос"				2	
		C3	b41828-16 В-220 мкФ ±10% "Ерсос"				1	
		C4	b37979-1 мкФ ±5% "Ерсос"				1	
		C5, C6	b37979-0,1 мкФ ±5% "Ерсос"				2	
		C7	b41828-16 В-220 мкФ ±10% "Ерсос"				1	
		C8, C9	b41828-25 В-4,7 мкФ ±10% "Ерсос"				2	
		C10...C13	b37979-1 мкФ ±5% "Ерсос"				4	
Підпис і дата	Інв. № добул.	C14	b41828-16 В-4,7 мкФ ±10% "Ерсос"				1	
		C15	b41828-25 В-4,7 мкФ ±10% "Ерсос"				1	
		C16	b41828-16 В-4,7 мкФ ±10% "Ерсос"				1	
		C17	b37979-1 мкФ ±5% "Ерсос"				1	
		C18	b41828-25 В-10 мкФ ±10% "Ерсос"				1	
		C19	b41828-25 В-2200 мкФ ±10% "Ерсос"				1	
		C20	b37979-1 мкФ ±5% "Ерсос"				1	
		C21	b37979-0,1 мкФ ±5% "Ерсос"				1	
		C22	b41828-25 В-1500 мкФ ±10% "Ерсос"				1	
		C23	b37979-1 мкФ ±5% "Ерсос"				1	
Зам. інв. №	Підпис і дата	Мікросхеми						
		DA1	K1A78L08F "KEC"				1	
		DA2	DBL358 "Texas Instruments"				1	
		DA3	LA4285 "Sanyo"				1	
Інв. № ориг.	Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26 КР 172.402.011.001.000 ПЕЗ			
					Підсилювач звукової частоти на мікросхемі LA4285			
					Перелік елементів			
					Літ. Аркцш Аркцшів Н 1 2 ТК ТНТУ ТР-404 м. Тернопіль			
Розрод.	Гнопко							
Перевір.	Іващук							
Н.контр.	Задорожний							
Затверд.								

Копіював

Формат А4

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
						Документація				
		A4			26 КР 172.402.011.000.000 ПЕЗ	Перелік елементів.				
		A2			26 КР 172.402.011.000.000 ЕЗ	Схема електрична принципова				
		A2			26 КР 172.402.011.001.000 СК	Вузол друкований				
						Деталі				
Підпис і дата	Інв. № добул.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A2	1	26 КР 172.402.011.001.001	Плата друкована	1		
				БК	2	26 КР 172.402.011.001.002	Перемичка	10		
				БК	3	26 КР 172.402.011.001.003	Радіатор	1		
								Інші вироби		
								Конденсатори		
					4		b37979-180 нФ ±5% "Epcos"	2	С1, С2	
					5		b37979-0,1 мкФ ±5% "Epcos"	3	С5, С6, С21	
					6		b37979-1 мкФ ±5% "Epcos"	8	С4, С10...С13, С17, С20, С23	
					7		b41828-25 В-4,7 мкФ ±10% "Epcos"	2	С8, С9	
					8		b41828-25 В-10 мкФ ±10% "Epcos"	1	С18	
					9		b41828-16 В-4,7 мкФ ±10% "Epcos"	2	С14, С16	
Інв. № ориг.	Затверд.									
26 КР 172.402.011.001.000										
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розрод.	Гнопко				Літ.	Аркцш	Аркцшів			
Перевір.	Іващук				Н	1	2			
Н.контр.	Задорожний				ВСП ТФК ТНТУ ТР-402					
Затверд.					м. Тернопіль					

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
						Документація				
		A4			26 КР 172.402.011.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів				
		A2			26 КР 172.402.011.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1			
		A1			26 КР 172.402.011.004.000 СК	Складальне креслення	1			
						Складальні одиниці				
Підпис і дата	Інв. № добул.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A2	1	26 КР 172.402.011.003.000 СК	Вузол друкований	1		
								Деталі		
				БК	3	26 КР 172.402.011.004.001	Верхня кришка	1		
				БК	4	26 КР 172.402.011.004.002	Нижня кришка	1		
				БК	5	26 КР 172.402.011.004.003	Втулка	1		
				БК	6	26 КР 172.402.011.004.004	Ніжка	4		
				БК	7	26 КР 172.402.011.004.005	Діелектрична шайба 2,5	4		
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Підпис і дата							
								Інші вироби		
					8		Динамік 26CR08FE "CANOPUS"	1	BA1	
					9		Світлодіод L-1503GT "Kingbright"	1	HL 1	
					10		Резистор 16K1-B50K-47 кОм "Song Huei"	1	R15	
				26 КР 172.402.011.004.000						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.	Гнопко				Літ.	Аркцш	Аркцшів			
Перевір.	Іващук				Н	1	2			
Н.контр.	Задорожний				ВСП ТФК ТНТУ ТР-402					
Затверд.					м. Тернопіль					

Підсилювач звукової частоти на мікросхемі LA4285

Копіював

Формат А4

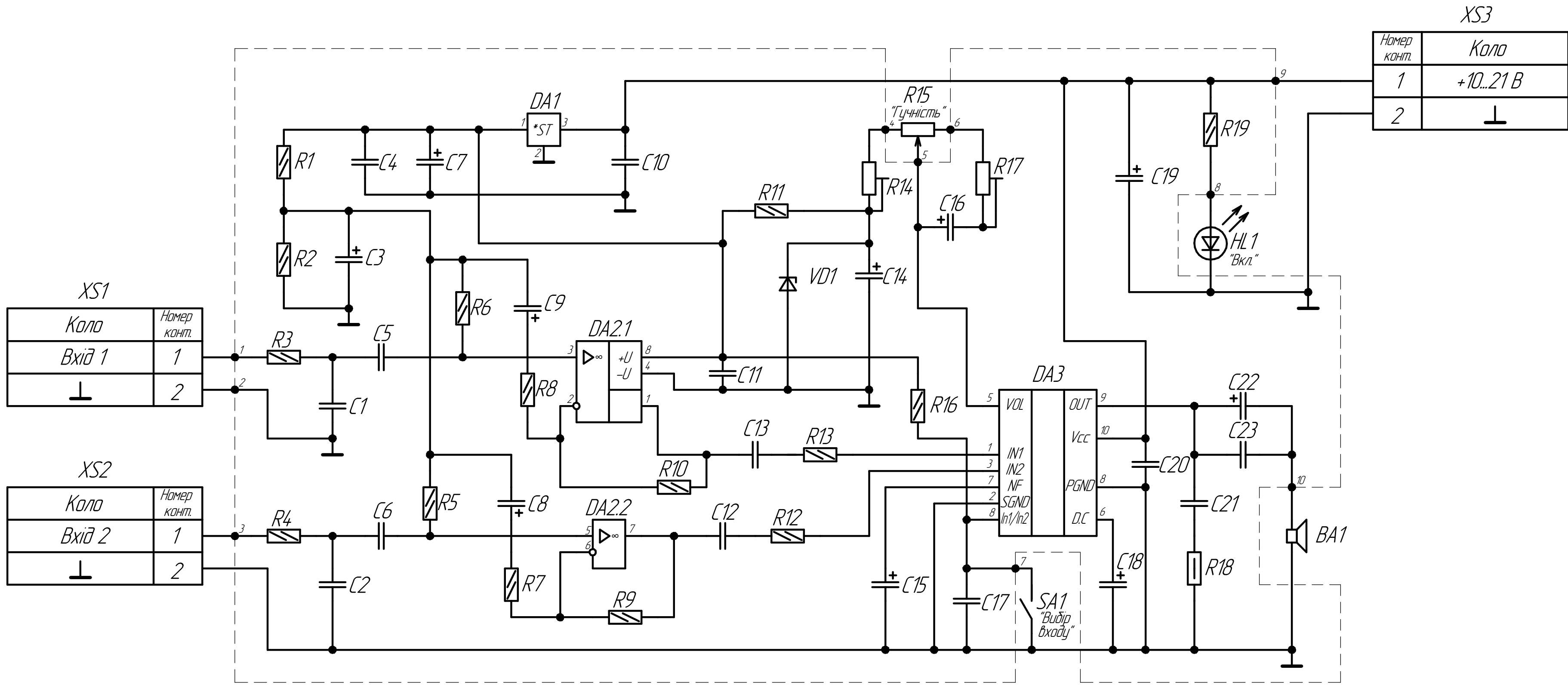
Інв. № оруд.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № збл.	Підпис і дата

[illegible]

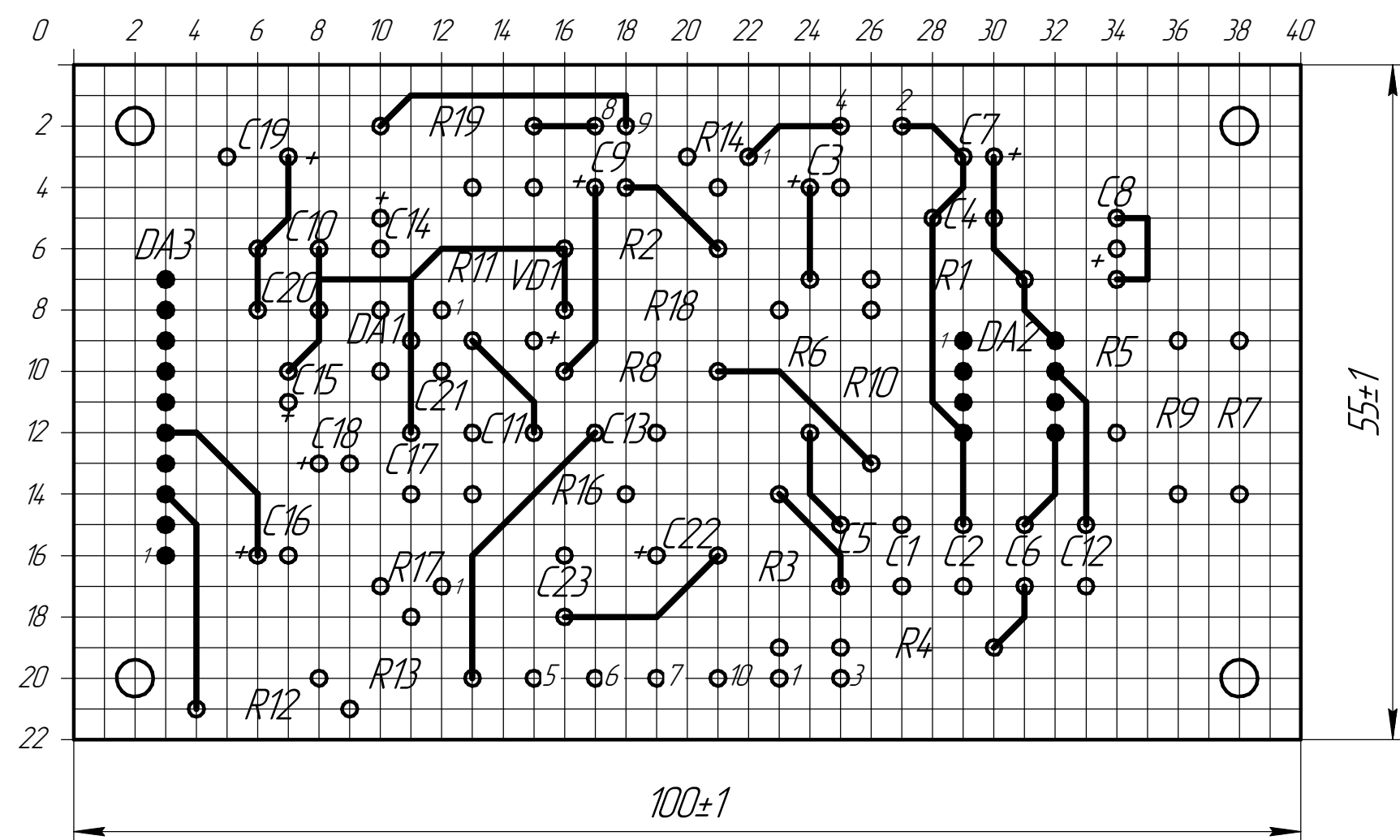
26 КР 172.402.011.001.000 ЕЗ

Перш. викорис.
Додат. №

Підпис і дата
Інв. № змін.
Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № змін.
Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № змін.



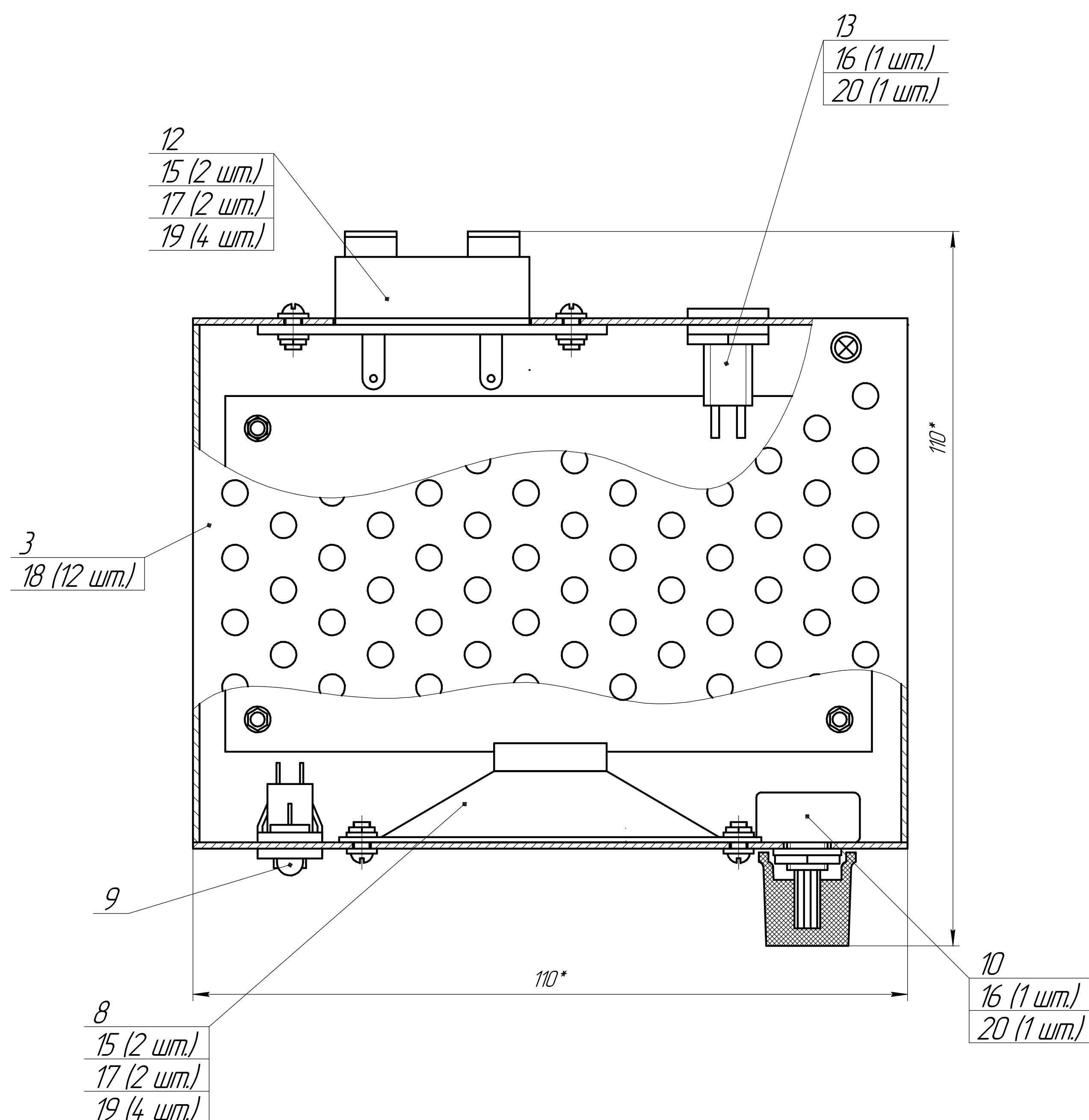
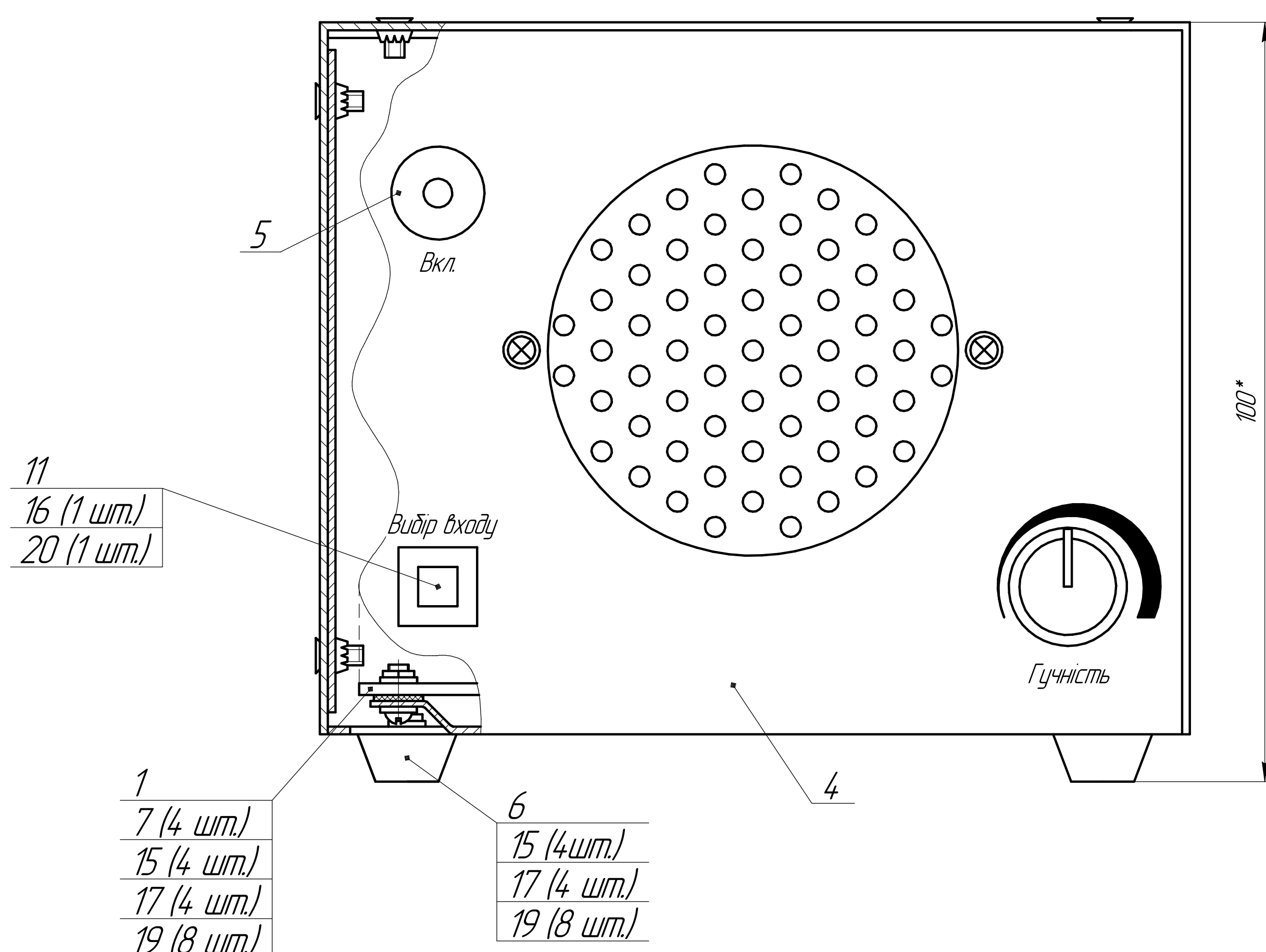
26 КР 172.402.011.001.000 ЕЗ						Підсилювач звукової частоти на мікросхемі LA4285			Лит.	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		Н			-	-	
Разроб.	Голова					Архив	Архив	1			
Перевір.	Інженер					ВСП ТФК ТНТУ ТР-402					
І.контр.	Задорожний					м. Тернопіль					
Затверд.						Формат А2					



Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
	0,7	Є	1,1	18	
	0,9	Є	1,3	99	

1. Плата повинна відповідати ГОСТ 23752-79.
2. *Розмір для довідок.
3. Клас точності 4 по ГОСТ 23751-86.
4. Крок координатної сітки 2,5 мм.
5. Плату виготовити комбінованим методом.
6. Параметри отворів дивись в таблиці.
7. Мінімальна ширина провідників не менше 1 мм.
8. Мінімальна відстань між провідниками не менше 1 мм.
9. Контактні площадки покрити 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 біла ТУ 29-02-889-88 шрифтом 2,5 Пр 41 ГОСТ 26.020-80.
11. Інші вимоги по ОСТ 4.ГО.005.051.

					26 КР 172.402.011.001.001				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Плата друкована	Літ.	Маса	Масштаб	
Розроб.	Гнапко					н		0,03	2:1
Перевір.	Івашук								
Т.контр.						Аркш	Аркшів	1	
Н.контр.	Задорожний				ЄФ2-35-151КП ГОСТ 10316-78	ВСП ТФК ТНТУ ТР-402 м. Тернопіль			
Затверд.					Копіював	Формат А2			



1. * Розміри для довідок.
2. Електромагніт захисивати згідно з 26 КР 172.4.02.011.001.000 ЕЗ припоєм ПОС-40 ГОСТ 21931-76.
3. Інші технічні вимоги по ГОСТ.4.00.070.015.

						26 КР 172.402.011.004.000 СК			
Эм.	Арх.	№ док-им.	Підпис	Дата	Підсилювач звукової частоти на мікросхемі LA4285		Лит.	Маса	Масштаб
Розроб.	І наско				Складальні креслення		Н	0,4	2:1
Перевір.	Івашук						Архив	Архив	Т
І контр.							ВСП ТФК ТНТУ ІР-402		
І контр.	Задорожний						м. Тернопіль		
Затверд.									

Техніко – економічні показники підсилювача звукової частоти на мікросхемі LA4285

	Технічні показники			Економічні показники	
1	Напруга живлення вхідна	+10..21В	1	Річний обсяг виробництва	500шт.
2	ККД	75%	2	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	229125 грн
3	Габаритні розміри	110*110 *100 мм	3	Чистий прибуток	139322,1 грн
4	Маса	0,4кг	4	Повна собівартість на виріб	1260,4 грн
5	Максимальна вихідна потужності	3Вт	5	Ціна одиниці виробу	1600,21 грн.
6	Опір навантаження	4/80м	6	Рентабельність виробу	26,11%
7	Кількість каналів	1шт.	7	Термін окупності	1,88р
8			8	Індекс продуктивності	1,06