

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інститут інформатики та радіоелектроніки

Факультет радіоелектроніки та телекомунікацій

(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра інформаційних технологій електронних засобів

(повне найменування кафедри)

**Пояснювальна записка**

до дипломного проекту (роботи)

бакалавра

(ступінь вищої освіти)

на тему «Розробка конструкції аудіомікшера»

Виконав: студент 4 курсу, групи РТ-518сп

Спеціальності 172 Радіотехніка та

телекомунікації

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація) Інтелектуальні

технології мікросистемної радіоелектронної

техніки

Демяненко Р.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник Шило Г.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Польська О.В.

(прізвище та ініціали)



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
**Національний університет «Запорізька політехніка»**  
*(повне найменування закладу вищої освіти)*

Інститут, факультет Інститут інформатики та радіоелектроніки,  
Факультет радіоелектроніки та телекомунікацій  
Кафедра інформаційних технологій електронних засобів  
Ступінь вищої освіти бакалавр  
Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»  
*(код і найменування)*  
Освітня програма (спеціалізація) Інтелектуальні технології мікросистемної  
радіоелектронної техніки  
*(назва освітньої програми(спеціалізації))*

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. зав.каф.ІТЕЗ

к.т.н. Огренич Є.В.

«31» 05 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА**

Демяненко Роман Олександрович

*(прізвище, ім'я, по батькові)*

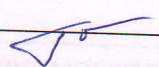
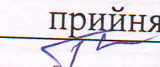

1. Тема роботи:	Розробка конструкції аудіомікшера
Затверджена наказом ректора від «26» квітня 2021 р. №163	
2. Термін виконання роботи:	з 16 квітня 2021 року до 31 травня 2021 року
3. Вихідні дані:	Схема електрична принципова, технічні та експлуатаційні вимоги, тип виробництва
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):	
Вступ, Призначення та принцип дії, Технічні вимоги та забезпечення,	
Обґрунтування вибору конструкції, Конструкторський розрахунок,	
Висновки	
5. Перелік обов'язкового графічного матеріалу	
Креслення, презентація	



## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пор	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1	Вибрати тему дипломної роботи	до 06.04.2021	
2	Затвердити тему і план роботи у наукового керівника	до 10.04.2021	
3	Визначити статистичну, інформаційну базу дослідження, скласти бібліографію	до 17.04.2021	
4	Оформити і обговорити з науковим керівником перший розділ роботи	до 27.04.2021	
5	Оформити і обговорити з науковим керівником другий розділ роботи	до 05.05.2021	
6	Оформити і обговорити з науковим керівником третій розділ роботи	до 12.05.2021	
7	Доопрацювати роботу, оформити її кінцевий варіант	до 14.05.2021	
8	Отримати відгук керівника та рецензію	до 14.05.2021	
9	Підготувати доповідь на захист	до 15.05.2016	

## 1. Консультанти з окремих розділів

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Розділи 1-4			
Нормоконтроль	<i>С.В.Михайло</i>		

## 2. Дата видачі завдання: 06.05.2021 р.

Керівник дипломної роботи \_\_\_\_\_

(підпис керівника)

*Шило Г.М.*  
(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

(підпис керівника)

*Димченко Р.О.*  
(П.І.Б.)

## РЕФЕРАТ

ПЗ.: 30 с., 12 рис., 7 табл., 6 джерел.

Об'єкт дослідження - аудіо мікшер.

Мета роботи - проектування приладу регулятора потужності, з забезпеченням технічних вимог на етапі конструкторського проектування.

Основні завдання проекту:

- вивчити методи конструкторського проектування приладів РЕА;
- вивчити методи забезпечення технічних вимог до приладів РЕА;
- дослідити особливості проектування сучасних РЕА;
- дослідити особливості виробництва виробів РЕА в умовах заданого типу виробництва;
- реалізувати знання діючих нормативно-технічних документів при оформленні пояснювальної записки та графічної частини курсового проекту.

Методи дослідження - аналітичний, розрахунковий, графічний.

Аудіомікшери - це одна з різновидів професійної аудіо апаратури, призначена для обробки звукових сигналів шляхом накладення на основний несучий «стерео» сигнал (звукову доріжку) додаткових «стерео» або «моно» сигналів (звукових ефектів) з метою отримання оригінальної композиції.

МІКШЕР, ЗВУКОВА ДОРОЖКА, ЗВУКОВІ ЕФЕКТИ, ТЕПЛОВИЙ РЕЖИМ, ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ, ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ, НАДІЙНІСТЬ, РЕМОНТОПРИДАТНІСТЬ, ТЕХНІЧНА ЕСТЕТИКА.

**ЗМІСТ**

РЕФЕРАТ .....	2
ВСТУП .....	6
1 ПРИЗНАЧЕННЯ І ПРИНЦИП ДІЇ ПРИЛАДУ .....	7
2 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ПРИЛАДУ .....	8
2.1 Експлуатаційні вимоги. ....	8
2.2 Вимоги технологічності .....	9
2.3 Вимоги техніки безпеки .....	10
2.4 Вимоги ергономіки та технічної естетики .....	12
2.5 Вимоги ремонтопридатності.....	13
3 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ.....	15
3.1 Забезпечення експлуатаційних вимог.....	15
3.2 Забезпечення вимог технологічності .....	16
3.3 Забезпечення вимог техніки безпеки .....	17
3.4 Забезпечення вимог ергономіки і технічної естетики.....	18
3.5 Забезпечення вимог ремонтопридатності .....	20
4 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЇ .....	22
5 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ.....	25
6 Опис конструкції .....	28
ВИСНОВКИ.....	29
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	30

## ВСТУП

Електроніка - область сучасної науки і техніки, яка займається вивченням і застосуванням електричних і іонних процесів, що протікають в вакуумі, газах, рідинах, твердих тілах, плазмі, на кордонах цих середовищ. Сучасний розвиток технічної електроніки втілило в життя ряд областей науки, техніки специфічного електронного напрямку. У зв'язку з цим технічна електроніка класифікується за самостійним областям і підрозділяється на радіоелектроніку промислову, транспортну, медичну, ядерну та ін.

Радіоелектроніка, будучи найстарішою галуззю технічної електроніки, займається питаннями використання електричних приладів, пристроїв і установок для передачі та прийому електромагнітних коливань в широкому діапазоні частот. [1]

Основний фізичний механізм роботи РЕА - багаторазове перетворення природи сигналів. Конструкцію РЕА слід розглядати у вигляді певним чином впорядкованої статичної комбінації (структури) вихідних властивостей (матеріалів, елементів) і їх взаємозв'язків, що забезпечують задане динамічне перетворення фізичної природи сигналів, переважно електромагнітної природи.

Таким чином метою даного дипломного проекту буде розробка конструкції і забезпечення заданих технічних вимог побутового аудіо мікшера (в умовах крупносерійного виробництва) на етапі конструкторського проектування. Підсумком дипломного проекту повинна бути розробка часткового комплексу конструкторської документації до виробу з обґрунтуванням вибору і розрахунками необхідних конструкторських параметрів.

## 1 ПРИЗНАЧЕННЯ І ПРИНЦИП ДІЇ ПРИЛАДУ

Аудіо мікшер призначений для обробки звукових "стерео" сигналів шляхом накладення (мікшування) на основний несучий сигнал (стерео доріжку) додаткових "моно" сигналів (аудіо ефектів) з зовнішніх записувальних пристроїв і мікрофонів, з метою отримання нового обробленого вихідного аудіо сигналу на одній несучій частоті з стерео доріжкою. Розглянутий аудіо мікшер також включає в себе функцію "караоке", тобто видалення або придушення сигналів з частотою голосу людини при редагуванні несучої стерео доріжки. В сонові роботи приладу покладено класичну схема побудови з використанням операційних підсилювачів середнього класу точності і малошумливих транзисторів типу КТ3012 з метою отримання високоякісного вихідного сигналу. Використання даних елементів дозволяє досягнути приладом характеристик нижчого і середнього професійного класу аудіо апаратури. Схема побудови приладу є досить простою, однак вимагає додаткового екранування від електромагнітних завад в тракці вузла мікшерування.

Розглянутий аудіо мікшер є "повноцінним" виробом аналогової схемотехніки, що виключає необхідність побудови складної електронної схеми для отримання аудіо сигналів досить високої якості.

Функціональна схема приладу представлена такими основними елементами, як чотири операційних підсилювача - мікшера, підключених паралельно за схемою з негативним зворотним зв'язком (ООС), і по суті грають роль змішувачів аудіо сигналів, і вихідного підсилювального каскаду на біполярних транзисторах. Робота схеми є класичною і знаходить своє опис в різноманітній радіотехнічній літературі. Фільтрація вхідних аудіо каналів здійснюється введенням в схему необхідного числа RC і 2R-ланцюжків, а також фільтруючих конденсаторів. Термостабілізація схеми здійснюється шляхом введення додаткових діодів.

## 2 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ПРИЛАДУ

### 2.1 Експлуатаційні вимоги

Виріб повинен зберігати свої параметри в межах норм, установлених технічними завданнями, стандартами або технічними умовами на протязі термінів служби і термінів зберігання, зазначених у технічному завданні, стандартах або технічних умовах, після і (або) в процесі впливу кліматичних факторів.

Виріб призначається для експлуатації, зберігання і транспортування в діапазоні від верхнього до нижнього значення цих кліматичних факторів, при цьому додатково до діапазонів кліматичних факторів, в межах яких при експлуатації забезпечується працездатність виробів, можуть бути встановлені один або декілька вузьких діапазонів кліматичних факторів, в межах яких забезпечується більш вузький діапазон, відхилень параметрів (наприклад, більш висока точність регулювання або вимірювань). В межах цих діапазонів може бути також встановлено кілька значень одного й того ж фактору при встановленні вимог щодо різних етапів експлуатації або окремих технічних характеристик, наприклад, кілька значень верхньої та (або) ефективної температури при різних ресурсах або терміні служби.

Для конкретних типів або груп виробів види впливаючих кліматичних факторів і їх номінальні значення встановлюють залежно від умов експлуатації виробів у відповідних технічних завданнях, стандартах і технічних умовах.

Допускається експлуатація виробів в макрокліматичних районах і (або) в місцях розміщення, що відрізняються від тих, для яких призначені вироби, якщо кліматичні чинники в період експлуатації не виходять за межі номінальних значень, встановлених для даних виробів. Допускається експлуатація виробів в умовах, де значення кліматичних факторів виходять за межі встановлених номінальних значень, якщо допустимі відхилення термінів служби і (або) інших параметрів виробів. При цьому допустимість експлуатації та її терміни, значення кліматичних факторів, допустимі відхилення термінів служби і (або) інших



параметрів виробів, а також (при необхідності) додаткові вимоги з обслуговування виробів встановлюють в нормативно-технічній документації або погоджують з постачальником виробів .

Розроблюваний аудіо мікшер, виходячи з його призначення призначений для роботи в побутових приміщеннях і відноситься до класу побутової апаратури. Звідси випливає, що даний прилад повинен відповідати умовам кліматичного виконання "О" (загальнокліматичний) і групи експлуатації "І" (стаціонарна апаратура).

Згідно ДСТУ, групі експлуатації І відповідають наступні вимоги:

Міцність виробу:

- тривалість ударного імпульсу, мс 11
- число ударів в хвилину 40-80
- загальне число ударів, щонайменше 1000
- прискорення, g 15

теплотривкість:

- робоча температура, ° С 40
- гранична температура, ° С 55
- холодостійкість, ° С 5
- гранична температура, ° С -40

вологостійкість:

- відносна вологість 93%
- температура, ° С 25
- стійкість до зниженого атмосферного тиску, кПа 60

Згідно ДСТУ, кліматичному виконанню "О" відповідає: діапазон робочих температур  $-60 \div +45^{\circ}\text{C}$  і вологість 80% при температурі  $27^{\circ}\text{C}$ .

## **2.2 Вимоги технологічності**

Ефективність і якість конструкцій РЕЗ характеризується системою показників - найважливішим з них є технологічність, під якою розуміється

сукупність властивостей конструкції виробу, забезпечує оптимізацію витрат при виробництві, експлуатації, ремонті з врахуванням заданих показників якості.

Технологічність конструкції - поняття відносне. Наприклад, конструкція, технологічна при одиничному виробництві, коли використовують універсальне обладнання і висококваліфікований персонал, нетехнологічна при масовому виробництві, заснованому на використанні спеціалізованого обладнання, коли весь технологічний процес розбитий на операції, виконувани персоналом високої кваліфікації. РЕМ, технологічна для неавтоматизованого виробництва, може стати нетехнологічною в умовах гнучкого автоматизованого виробництва, заснованого на автоматизованій технології із застосуванням роботів і маніпуляторів. Розрізняють виробничу, експлуатаційну та ремонтну технологічність конструкції.

Виробнича технологічність визначає обсяг робіт по технологічній підготовці виробництва, складність виготовлення, зручність монтажу поза підприємства-виготовлювача і характеризується трьома складовими: Трудоємкістю, матеріаломісткістю і собівартістю. Забезпечення вимог даного виду технологічності, є основним при розробці даного приладу.

Експлуатаційна технологічність визначає обсяг робіт при підготовці виробу до роботи, технічного ремонту та утилізації.

Ремонтна технологічність характеризує властивості виробу при проведенні всіх видів ремонту, крім поточного.

Експлуатаційна та ремонтна технологічність характеризується п'ятьма складовими: доступністю, контролепридатністю, взаємозамінністю, забезпеченістю ЗП, легкоз'ємністю з об'єкта.

### **2.3 Вимоги техніки безпеки**

Безпека РЕА - властивість апаратури забезпечити відсутність небезпеки при виконанні заданих функцій в певних умовах протягом встановленого часу.

Вимоги безпеки побутової РЕА сформульовані в стандарті [2]: прилади повинні бути сконструйовані і виготовлені таким чином, щоб при нормальній експлуатації, а також в умовах несправностей для споживача не створювалася небезпека навіть у разі недбалого поводження з приладом. При цьому має бути забезпечений захист від ураження електричним струмом, дії високих температур, а також захист від вогню. Умови роботи приладу обумовлюються в розділі 2.1. При цьому передбачають випробування приладу в умовах несправності: імітують короткі замикання через повітряні проміжки і шляхи витоку, короткі замикання і відключення ЕРЕ і навантаження, ослаблення неармованих гвинтів, відключення примусового охолодження, гальмування рухомих частин і ін.

На приладі повинна бути нанесена наступна інформація:

- вид харчування, номінальна напруга живлення, позначення контактних пристроїв;
- ізоляція деталей, що знаходяться під небезпечною напругою, не повинна бути виготовлена з гігроскопічних матеріалів;
- конструкція приладу повинна виключати небезпеку ураження електричним-струмом з боку доступних деталей або тих деталей, які стають доступними при знятті кришки;
- конструкція приладу повинна виключати поразку електричним струмом в процесі регулювання;
- захист від ураження електричним струмом повинен забезпечуватися і в умовах несправності - при цьому допустиме значення сили струму збільшують в чотири рази.

При нормальній експлуатації приладу жодна з його частин не повинна нагріватися до небезпечної температури. Коли прилад працює в умовах несправності, то жодна його частина не повинна нагріватися до такої температури, а займисті гази не повинні виділятися в такій кількості, щоб з'явилася небезпека виникнення пожежі. Допустимі значення перевищення температури для різних матеріалів і елементів наведені в стандарті [2].



## 2.4 Вимоги ергономіки та технічної естетики

Питаннями реалізації вимог ергономіки художніми засобами займається технічна естетика - наука, що вивчає соціально-культурні, технічні і естетичні проблеми, формування гармонійної предметної середовища, створюваної засобами виробництва.

В даний час відомі ергономічні показники якості конструкції, а також естетичні засоби їх реалізації. Ергономічні показники конструкції діляться на [3]:

- гігієнічні (освітленість, вентиляцію, температура, напруженість електричного і магнітного нулів, токсичність, шум, вібрації);
- антропометричні (відповідність конструкції виробу розмірам і формі тілу людини і його частин, що входять в контакт з виробом);
- фізіологічні та психофізіологічні (відповідність конструкції виробу силовим, швидкісним, зоровим можливостям людини);
- психологічні (відповідність конструкції виробу можливостям сприйняття і обробки інформації, закріпленим і здобутим навичкам людини).

Ергономічні показники людини служать для оцінки погодження його можливостей з вимогами, зумовленими особливостями техніки і середовищем існування. Людина виконує свої функції на робочому місці, під яким розуміється зона, оснащена технічними засобами. Робоче місце повинно бути пристосоване для конкретного виду праці і для працівників певної кваліфікації з урахуванням їх особливостей.

З усіх ергономічних показників найбільш важливими є психофізіологічні показники людини і їх домінуючий фактор - зір. Це обумовлено тим, що за допомогою зору людина отримує 80 ... 90% всієї інформації. Тому при проектуванні даного приладу необхідно виконати ергономічний аналіз створюваної конструкції і переконатися в тому, що:

- вибір форми виробу і співвідношення розмірів його сторін, колірне рішення передньої панелі і корпусу забезпечують оптимальний режим роботи оператора;

- розташування органів управління забезпечує зручне положення людини при роботі;
- робоча площа знаходиться на зручній висоті з урахуванням робочого положення і відстані до очей;
- форма, розміри і матеріал органів управління відповідають заданому зусиллю, допустимому з точки зору фізіології;
- конструкція забезпечує зручність обслуговування і ремонту РЕЗ (доступність, ступінь ризику, освітленість і т.д.);
- органи управління та індикації розміщені на оптимальному положенні в полі зору, індикатори розташовані досить близько від відповідних органів управління;
- в однотипної апаратури органи управління розташовані однаково і по положенню органів управління і індикації, можливо швидко визначити ситуацію (наприклад, вмикання / вимикання);
- існує відповідність між переміщенням органів управління і викликаними ними ефектами;
- органи управління та індикації розміщені в послідовності, відповідає порядку виконання операцій.

## **2.5 Вимоги ремонтпридатності**

Згідно умов технічного завдання необхідно забезпечення вимог ремонтпридатності стосовно даного приладу, тобто вимог пристосованості виробу до виявлення, усунення та попередження відмов і до виконання ремонтів протягом заданого часу при повному забезпеченні ремонтними засобами і запасними частинами. Забезпечення цих вимог поширюється на весь час гарантійних зобов'язань підприємства-виготовлювача, а також можливості проведення ремонту по його закінченні. Частково під ремонтпридатністю заданого приладу слід розуміти можливість проведення таких видів ремонту, як поточний і профілактичний. Під поточним ремонтом виробу мається на увазі

проведення ремонтних операцій в разі явного виявлення несправностей приладу (як користувачем так можливими організаціями-посередниками), які необхідно усунути для відновлення працездатності приладу. Профілактичний же ремонт складається з ряду регламентних робіт, обсяг і терміни яких заздалегідь передбачаються для даної РЕЗ (заміна деяких деталей, періодична регулювання, чистка, змащення і т.д.).

Таким чином стосовно до даного аудіо мікшера, що належить до класу побутової апаратури, необхідною і достатньою умовою виконання вимог технічного завдання (ТЗ), з точки зору ремонтпридатності, буде забезпечення можливості проведення поточного ремонту приладу, при наявності можливих несправностей, при роботі з ним споживача. Дані умови обумовлюються в гарантійних зобов'язаннях самого підприємства-виготовлювача. Також для виконання вимог ремонтпридатності, умовами ТЗ необхідно забезпечення [3]: засобів перевірки функціональних і параметричних величин системи, мінімального часу відшукування місць несправностей і з'ясування їх характеру, високої доступності до змінних вузлів з мінімальною затратою часу, взаємозамінності вузлів і зручністю їх заміни, середньої забезпечення і стану ремонтного інструменту та обладнання, укомплектованості додатковими частинами і комплектуючими, правильних умов розміщення приладів в побутових приміщеннях, використання стандартної елементної бази, можливість багаторазової перепайки друкованих плат, наявність маркування (часткової), використання проводів різного кольору, забезпечення нормального запасу довжини джгутів (проводів) і т.д.



### **3 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ**

При створенні конструкції виробу необхідно прагнути до найбільш повного забезпечення реалізації вимог технічного завдання в конструкції. Необхідно забезпечити оптимальне поєднання іноді суперечливих вимог технічного завдання. Показники вимог технічного завдання в конструкції повинні бути близькі до базових показників для даного типу приладів. При повному виконанні вимог технічного завдання необхідно забезпечити максимальну простоту конструкції виробу і мінімальну його собівартість.

#### **3.1 Забезпечення експлуатаційних вимог**

При забезпеченні експлуатаційних вимог до розглянутого аудіо мікшера був застосований ряд конструкторських рішень.

Прилад являє собою паралелепіпед зручних для експлуатації розмірів. Матеріал корпусу - полістирол УПМ-0508. Колір приладу (сірий), припускається зручність його розміщення всередині побутових приміщень (добре вписується в інтер'єр, а також поєднується з іншими видами сучасної аудіо апаратури). Конструктивно забезпечена зручність підключення вхідних сигналів і регулювання аудіо параметрів вихідного сигналу (з точки зору середньостатистичного оператора).

Згідно умов технічного завдання, прилад, який розроблюється належить до класу нижчого і середнього професійного класу аудіо апаратури (І група експлуатації), що передбачає використання приладу в стаціонарних умовах (житлових приміщеннях). Конструктивно забезпечено виконання вимог механічних впливів при експлуатації. Забезпечення вимог транспортування відображено у введенні додаткової фіксації найбільш відповідальних складових приладу (стопоріння гайок, перев'язка джгутів і т.д.), а також оптимізації конструкції приладу, щоб уникнути його пошкодження (використовувані

матеріали, проста форма корпусу, введення додаткових елементів жорсткості і т.д.).

Так як передбачається експлуатація приладу всередині побутових приміщень немає необхідності герметизації корпусу приладу. Щоб уникнути можливих електромагнітних наведень при мікшуванні аудіо сигналу передбачається використання багат шарового екрану. Також для забезпечення більш високої електромагнітної сумісності, а також нормального теплового режиму основна плата виконана з склотекстоліту. Щоб уникнути коротких замикань друкованих провідників в умовах обумовленої вологості, був забезпечений запас відстані в найбільш електрозавантажених місцях плат. Забезпечення кліматичних вимог класу "О" закладено застосуванням в конструкції стандартної елементної бази всекліматичного виконання, що має гарантувати надійну і безвідмовну роботу приладу протягом гарантійного терміну служби.

Живлення приладу здійснюється від стандартної електромережі  $\sim 220\text{В} / 50\text{Гц}$ . Підведення живлення до блоку аудіо мікшера здійснено через стандартний блок живлення  $15\text{В} / 200\text{мА}$ .

### **3.2 Забезпечення вимог технологічності**

Так як передбачається виготовлення даного приладу в умовах великосерійного виробництва, то для забезпечення високих технологічних показників були використані наступні конструктивно-технологічні рішення:

- використання найбільш прийнятних методів формоутворення основних деталей (лиття під тиском з пластмаси корпусу, холодне листове штампування кріпильних деталей і екрану, гальванометр при створенні шарів екрану), а також виключення з технологічного циклу операції додаткової механічної обробки деталей;

- простота конфігурації оригінальних деталей, що передбачає їх високу відтворюваність при використанні простих ливарних матриць і штампів

багаторазового застосування, що також призводить до зменшення відходів і витрат на їх утилізацію;

- скорочення кількості використовуваних видів матеріалів (пластмаса, листовая сталь, алюмінієвий сплав, склотекстоліт), а також виключення дорогих металів при виробництві оригінальних деталей (наприклад, екрану), що само по собі передбачає зниження загальної собівартості виробів;

- обґрунтований вибір квалітетів точності (12, 14 квалітет), шорсткості поверхні (Ra3.2, Ra12.5, Rz40) веде до загального зменшення витрат на виробництво приладу;

- використання найбільш простого методу з'єднання деталей - нарізного, виключає необхідність використання складного технологічного обладнання при виробництві;

- використання стандартної елементної бази, відсутність оригінальних схемотехнічних виробів, веде до загального поліпшення технологічності;

- скорочення числа типорозмірів ЕРЕ і УФЕ, дає можливість оптимізації технологічних циклів виробництва та збирання функціональних вузлів;

- використання типових технологічних циклів при виробництві друкованих плат;

- використання стандартів при виробництві і збірці друкованих плат (ОСТ 4ГО.010.019, ОСТ 4ГО.010.030), дає можливість використання методу групової пайки, що є найбільш прийнятним при виробництві.

### **3.3 Забезпечення вимог техніки безпеки**

Конструкція даного аудіо мікшера передбачає, що при нормальній експлуатації, а також в умовах несправностей, відсутня небезпека для споживача навіть у разі недбалого поводження з приладом. Були застосовані такі конструкторські прийоми:

- в конструкції відсутні електронавантажені елементи або вузли під напругою;



- матеріал корпусу (полістирол УПМ-0508) є відмінним діелектриком, що передбачає повний захист від можливості ураження електричним струмом в разі несправностей;
- матеріал корпусу є нетоксичним і має слабку возгораємість;
- підключення приладу до мережі передбачає використання понижуючого блоку живлення, розташованого поза тілом корпусу приладу, що виключає поразку оператора електричним струмом мережі;
- для усунення перетирання мережевого шнура передбачено додаткове введення перехідного з'єднувача;
- передбачено додаткове кріплення джгутів об'ємного монтажу;
- передбачена екранування аудіо каналів і основного вузла мікшера;
- на блоці живлення до приладу наносяться наведені нижче дані: вид харчування, номінальна напруга живлення, параметри вихідного харчування, позначення контактної пристрою.

### **3.4 Забезпечення вимог ергономіки і технічної естетики**

При розробці ергономіки розглянутого приладу були вирішені завдання зручності його використання в побутових умовах, а також можливості роботи з ним користувачів середньої кваліфікації.

Аудіо мікшер є паралелепіпед зручних розмірів, з чітко вираженими лініями поділу областей управління, і підключення. Прилад має чітке маркування англійською мовою (що відповідає міжнародним стандартам), що не несе додаткового навантаження на оператора і дозволяє точно визначити стан роботи приладу. Розташування областей підключення, управління вибрано оптимально. Розташування ж ручок управління вибрано з розрахунком на використання приладу середньостатистичним європейцем (правша). Конструкція корпусу передбачає нечасте підключення вилок аудіо сигналів (гнізда підключення розташовані ззаду), що не повинно заважати оглядності органів управління розташованих на передній панелі. Відстань між ручками управління

параметрами сигналів, а також ними і краєм корпусу відповідає фізіологічним можливостям людини, так само як і розміри самих органів управління. Прилад має 10-ть вхідних "моно" гнізд (позначені "IN1" .. "IN10"), одне гніздо для підключення основного несучого "стерео" сигналу ( "INS"), а також одне вихідне гніздо ( "OUT"). Всі гнізда виконані на трьохканальних з'єднаннях типу "38Г1-3" (зарубіжний аналог з'єднань для аудіоапаратури тип "JO", типорозмір 3.81мм або 0,15 '), що передбачає сумісність приладу з зарубіжної аудіоапаратурою. Розташування ручок управління дозволяє швидку варіацію параметрів звукового сигналу: ручки рівня каналів 1..10 (позначення "CHANNEL LEVEL") розташовані в два ряди в лівій частині лицьової панелі з однаковому кроком, ручки тембру ВЧ і НЧ (позначення "TIMBRE HI", " TIMBRE LO ") розташовані правіше і вертикально на відстані перевищує крок ручок рівня, а ручка аудіозниження (позначення " VOICE LEVEL ") розташована по центру праворуч і має діаметр більше за інших ручок. Таке розташування відповідає вимогам ергономіки і технічної естетики при роботі з приладом оператором середнього рівня.

Кольорове оформлення приладу (сірий корпус) добре контрастує з чорною маркіровкою, що забезпечує спостереження за станом приладу з деякої відстані. Вибір кольору корпусу пояснюється функціональним призначенням приладу, який передбачає тривалу роботу з ним, а також добре вписується в загальний інтер'єр житлового приміщення.

Прилад має малу масу (не більше 0.5кг), зручні для експлуатації розміри (240 \* 142 \* 80мм), що обумовлює зручність при його розміщенні і транспортуванні. Прилад не токсичний, не має шкідливих електромагнітних полів, при роботі має допустимий рівень температури.

Щоб уникнути випадкового ураження оператора електричним струмом на блоці живлення до приладу нанесено маркування про характер і значення параметрів живлення.

До додаткових зручностей слід віднести наявність гумових втулок на підставі корпусу приладу, що усувають можливість його ковзання по робочій поверхні.

### 3.5 Забезпечення вимог ремонтпридатності

Так як розглянутий прилад являє собою аудіо апаратуру нижчого і середнього професійного класу, який використовується в побутових умовах, він характеризується рядом параметрів надійності і ремонтпридатності, виконання яких повинно забезпечуватися протягом гарантійного терміну ремонту, а також може виконуватися після його закінчення. Для забезпечення вимог ремонтпридатності в приладі були застосовані наступні конструкторські рішення:

- легкорозбірність корпусу приладу, а також легкоз'ємність екрану, забезпечує легкий доступ до найбільш відповідальних, з точки зору ремонту, елементів приладу при проведенні як поточного, так і профілактичного ремонту;
- наявність маркування полегшує, як візуальний, так і аналітичний пошук поламаних складових;
- використання стандартної елементної бази, дозволяє легкий пошук аналогів елементів і їх заміну;
- використання роз'ємів при об'ємному монтажі плати з іншими функціональними елементами приладу (зокрема з регульовальними резисторами), забезпечує можливість проведення "безпечної" заміни поламаних компонентів;
- відсутність елементів підстроювання веде до скорочення часу ремонтних операцій;
- використання стеклотекстолітової плати повністю забезпечує необхідний температурний режим роботи теплонавантажених елементів (мікросхем), знижує величину електромагнітних наведень, а також передбачає можливість багаторазової перепайки в разі несправностей;
- використання колірної поділу проводів дозволяє легкий пошук ланцюгів, при необхідності їх контролю;
- для забезпечення електромагнітної сумісності передбачено введення багатошарового електромагнітного екрану;

- вибір правильної конфігурації топології друкованих плат з урахуванням місць, схильних до підвищених електричних навантажень, дозволяє скоротити частоту відмов приладу;

- правильне забезпечення запасу довжини проводів і джгутів виключає можливість їх обриву, а також дозволяє їх неодноразовий монтаж;

- використання перехідного гнізда для мережевого шнура запобігає його перетиранню і наступний за ним вихід приладу з ладу.

Розрахунок надійності роботи аудіо мікшера наведено в розділі 5.

## 4 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЇ

Пошук варіантів конструкції виробів як правило виробляють, відштовхуючись від аналізу аналогічних за функціональним призначенням виробів, і рухаючись в напрямку їх доопрацювання і поліпшення з метою виконання поставленого завдання. Крім аналогів даного типу, широко використовують приватні аналоги - опробірованні конструкції різних структурних рівнів, які не є готовими виробами. Слід чітко уявляти собі, що використання аналогів не тільки полегшує працю конструктора, але також забезпечує можливість поєднання їх найкращих якостей.

Опрацювання варіанту конструкторського рішення виробу включає вибір типу конструкції виробу, визначення числа блоків, складання компоновальні схеми (КС), вибір типу несучої конструкції (НК), вибір і обґрунтування засобів забезпечення надійності і низькогабаритності, вибір і обґрунтування засобів захисту від зовнішніх і внутрішніх дестабілізуючих факторів. При цьому повинні бути розглянуті і виконані вимоги ТЗ за технологічними і економічними показниками, уніфікації, ергономіки та технічної естетики, техніці Безпеки, і т.і. Глибина опрацювання повинна бути достатньою для зіставлення аналізуючих варіантів. Під типом конструкції, який в основному визначається призначенням РЕЗ (замовником), розуміють тип конструктивного виконання РЕМ з точки зору конструкторської ієрархії.

Зважаючи на специфіку функціонального призначення розглянутого приладу (аудіо мікшер), число варіантів конструкції обмежено малою їх кількістю. До розгляду пропонується два найбільш типових для даного виду РЕА варіанти конструкції приладу:

Варіант №1.

Опис: прилад являє собою форму паралелепіпеда з заввишки більше довжин сторін підстави. Розміщення елементів керування та підключення - на передній панелі. Компонування конструкції аналогічна сучасним цифровим

вимірювальним приладам. Розміщені на передній панелі ручки управління 1 розташовані вгорі, а гнізда підключення 2 внизу і закриваються при необхідності суцільною кришкою прикріпленою до корпусу за принципом "шарніра". Плата всередині корпусу розташована вертикально. Варіант конструкції зображений на рисунку 4.1.

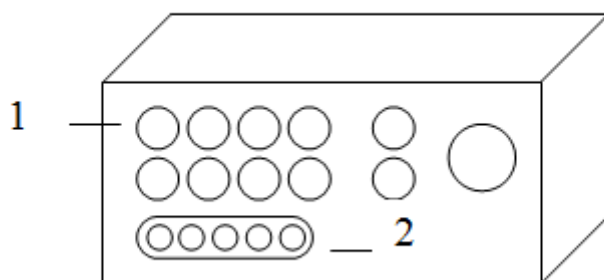


Рисунок 4.1 - Варіант конструкції виробу №1

Переваги: можливість швидкого підключення гнізд аудіосигналів; висока динамічність при роботі з приладом.

Недоліки: досить велика висота приладу і його нестійкість; підключаються гнізда можуть заважати при роботі з органами управління; більшість видів аудіоапаратури мають вихідні гнізда в задній частині корпусу, що може доставити деякі незручності при підключенні у зв'язку з великою довжиною проводів і труднощами їх розміщення на робочому полі.

Варіант №2.

Опис: прилад являє собою форму паралелепіпеда з висотою менше довжин сторін підстави. Розміщення елементів: управління 1 - на передній, і підключення - на задній панелі приладу. Компонування конструкції аналогічна сучасним відео приладів. Плата всередині корпусу розташована горизонтально. Варіант конструкції зображений на рисунку 4.2.



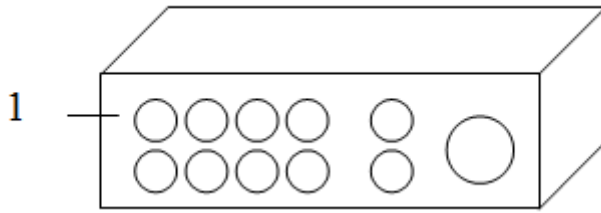


Рисунок 4.2 - Варіант конструкції виробу №2

Переваги: зручність роботи з органами управління; зручність підключення до іншої відеоапаратури; зручність розміщення на робочому полі.

Недоліки: відсутність прямого візуального контролю підключаючих каналів; зниження динаміки роботи, яке частково усувається досить великою кількістю вхідних каналів.

Найбільш прийнятним з двох розглянутих варіантів є другою, так як він повністю відповідає функціональному призначенню аудіо мікшера і передбачає зручність експлуатації при роботі середньостатистичного оператора.

## 5 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ

Розрахунок надійності проводиться для того щоб визначити максимально можливу тривалість роботи вимірювача з урахуванням часу роботи його протягом дня. На основі цих результатів виробник вирішує, яку гарантію на даний прилад він може дати. Зазвичай виробник дає гарантію менше того, скільки прилад може пропрацювати. Це обумовлено тим, що виробник намагається уникнути гарантійного обслуговування, а значить і великих витрат на утримання сервісних відділів.

Методика розрахунку полягає в тому щоб, знаючи інтенсивність відмови кожного конкретного елемента визначити загальну інтенсивність відмови у всьому пристрої. Інтенсивність відмови у всьому пристрої обчислюється за формулою:

$$\lambda = k * \sum_{i=1}^m \lambda_{oi} * n_i \quad (5.1)$$

де  $k$  - поправочний коефіцієнт;

$m$  - число груп елементів;

$n_i$  - число  $i$ -х елементів;

- інтенсивність відмови  $i$ -го елемента, 1 / год.

Потім проводиться розрахунок середнього часу на одну відмову  $T$ , ч по формулі:

$$T = \frac{1}{\lambda} \quad (5.2)$$

Розрахункові дані і результати розрахунку заносяться в таблицю 5.1.

Потім розраховується ймовірність безвідмовної роботи за цікавить час за формулою 5.3 і будується графік залежності  $P(t)$ , наведений на рисунку.5.1.

$$P(t) = e^{-\lambda t}, \text{ при } t=0 \dots 3T_0 \quad (5.3)$$

Результати розрахунку заносяться в таблицю 5.2.

Таблиця 5.1 - Розрахункові дані і результати розрахунку надійності

Елемент	Позначення	Кількість, n	$\lambda_i$ , 1/год	$\lambda_i \times n$
Конденсатори К10-17	C1..C14	14	1,50E-08	2,10E-07
Конденсатори К50-16	C15..C17	3	2,00E-06	6,00E-06
Мікросхеми К157УД2	DD1, DD2	2	1,00E-07	2,00E-07
Резистори СПЗ-4АМ	R6..R18	13	5,50E-08	7,15E-07
Резистори С2-23	R1..R5, R19..R33	20	1,00E-08	2,00E-07
Діод КД522А	VD1, VD2	2	1,00E-07	2,00E-07
Транзистор КТ3102В	VT1..VT3	3	1,00E-07	3,00E-07
Вилка СНПЗ	XP1..XP3	3	2,00E-07	6,00E-07
Гніздо 38Г1-3	XS1..XS10, XS15, XS16	12	1,00E-06	1,20E-05
Розетка СНПЗ	XS11, XS12, XS13	3	2,00E-07	6,00E-07
Розетка РС-7Б	XS14	1	1,00E-06	1,00E-06
Пайка друкована	-	236	5,00E-08	1,18E-05
Пайка об'ємна	-	67	1,00E-07	6,70E-06
Загальна інтенсивність відмов, 1/год				4,05E-05
Час напрацювання на відмову, год				23576,56
Час праці виробу, років				2,97

Таблиця 5.2 - Результати розрахунку залежності Р (t).

	$0 \times T_0$	$0,5 \times T_0$	$1 \times T_0$	$1,5 \times T_0$	$2 \times T_0$	$2,5 \times T_0$	$3 \times T_0$
P(t)	1	0,60653	0,367879	0,22313	0,135335	0,082085	0,049787



Рисунок 5.1 - Графік залежності  $P(t)$ .

Як видно з розрахунків при постійному використанні пристрою може пропрацювати трохи менше 3-х років, що досить багато.

## 6 ОПИС КОНСТРУКЦІЇ

Корпус аудіо мікшера має форму паралелепіпеда. На передній панелі приладу розміщені (зліва направо): 10-ть ручок регулювання рівня вхідних каналів - 1 (позначення «CHANNEL LEVEL»), ручки регулювання тембру ВЧ і НЧ - 2 (позначення «TIMBRE HI LO») і регулятор шумопониження - 3 (позначення «VOICE LEVEL»). На задній панелі розташовані гнізда для підключення аудіо каналів - 4, а також розетка для підключення джерела живлення - 5. Корпус приладу складається з двох основних частин: підстави поз.1, на яке кріпляться плата мікшера, планка для установки змінних резисторів і кришки поз. 5. Деталі і складальні одиниці з'єднуються між собою гвинтами і шурупами. На підставку корпусу приладу установлені гумові амортизатори. Зовнішній вигляд приладу наведено на рисунку 6.1.

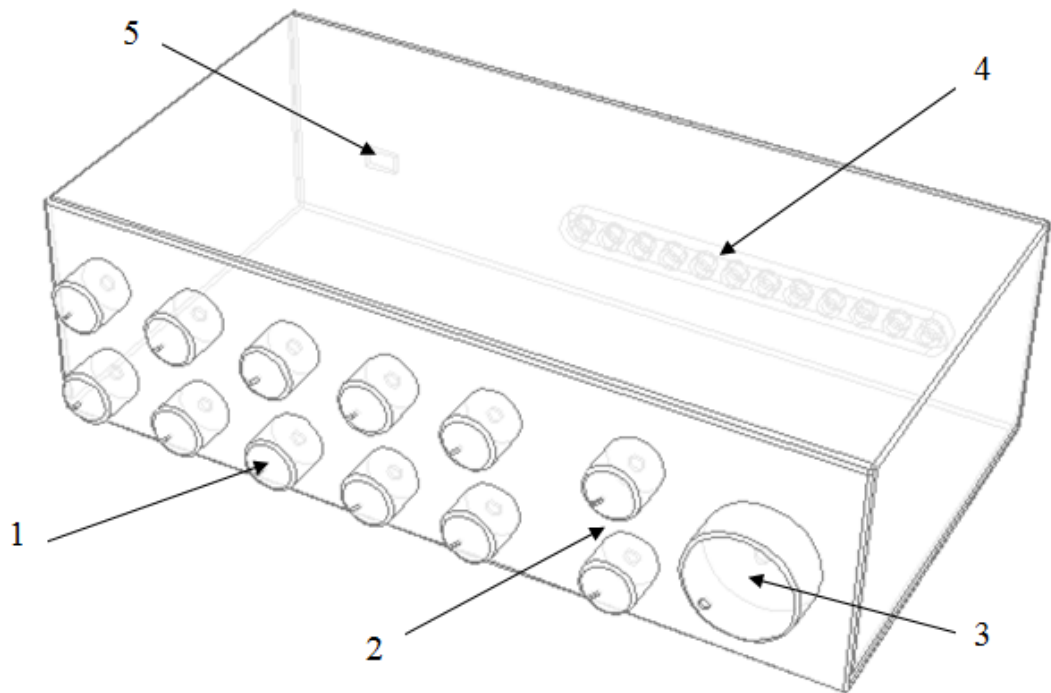


Рисунок 6.1 - Зовнішній вигляд аудіо мікшера

## **ВИСНОВКИ**

В ході виконання дипломного проекту була розроблена конструкція побутового аудіо мікшера. В ході проектування були виконані наступні роботи: визначені призначення і принцип дії пристрою, складені і забезпечені технічні вимоги до пристрою (експлуатаційні, вимоги технологічності, техніки безпеки та ергономіки та технічної естетики, а також ремонтпридатності), наведено обґрунтування вибору конструкції пристрою, дано опис конструкції, зроблені висновки про виконану роботу. Було проведено конструкторський розрахунок надійності роботи приладу.



**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. ГОСТ 22261-82 Засоби вимірювання електричних і магнітних величин. Загальні технічні умови - Введ. 01.01.84
2. ГОСТ 12.2.006-87.ССБТ. Апаратура радіоелектронна побутова. Требуван-ня безпеки і методи випробувань. - Введ. 01.01.89
3. Методичні вказівки до циклу лабораторних робіт з курсу КРЕС "Системний аналіз" для студентів усіх форм навчання спеціальностей 7.091.002 і 7.091.701 / Укладачі: Перегрин Г.Р., Поспеева Є.І., Башмакова Л.І. - Запоріжжя: ЗДТУ, 1997-36 с.
4. Дульнев Г. Н. Тепло і масообмін в радіоелектронній апаратурі: Учеб-ник для вузів по спец. "Конструює. і произв. радіоапаратури ". - М .: Вища. шк., 1984. - 247 с., іл.
5. Довідник конструктора РЕА: Загальні принципи конструювання / Под ред. Р. Г. Варламова. - М .: Сов. радіо, 1980. - с., іл.
6. Белінський В.Т., і ін. Практичний посібник з навчального конструюва-нню РЕА.- К .: Вища школа, 1992 - 494с., Мул.