

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
з дисциплін
„Організаційно-технічні методи захисту інформації” та
«Фізико-технічні методи захисту інформації»
для студентів спеціальностей 6.170101 і 6.170102
всіх форм навчання

2008

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін «Організаційно-технічні методи захисту інформації» та «Фізико-технічні методи захисту інформації» для студентів спеціальностей 6.170101 і 6.170102 всіх форм навчання./ Укл. Ключко В.В., Слепцов В.І.-Запоріжжя: ЗНТУ, 2008.-32с.

Укладачі: Ключко В.В., старший викладач
Слепцов В.І., старший викладач

Рецензент- професор Карпуков Л.М.

Затверджено
на засіданні кафедри ЗІ. Протокол № 6
від 20.03.2008р.

ЗМІСТ

1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1	
ДОСЛІДЖЕННЯ МАЛОГАБАРИТНОГО ПРИСТРОЮ	
АКТИВНОГО ЗАХИСТУ МОВИ «PSP-2A AUTO».....	4
ВСТУП	
1.1 Загальні питання звукомаскування	5
1.2 Пристрій захисту мови «PSP-2A AUTO»	8
1.2.1 Принцип дії «PSP-2A AUTO»	8
1.2.2 Загальний склад «PSP-2A AUTO»	9
1.3 Робота з «PSP-2A AUTO».....	10
1.3.1 Робота в режимі «ОФІС»	11
1.3.2 Режим «АВТО»	12
1.3.3 Робота в режимі захисту мовної інформації під час розмови по телефону.....	14
1.4 Основні експлуатаційні характеристики «PSP-2A AUTO».....	15
1.6 Контрольні питання	15
2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2	
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКВАЛАЙЗЕРУ «ОРБИТА ЭК 002	
СТЕРЕО»	17
ВСТУП.....	
2.1 Еквалайзери і їх різновиди.....	19
2.2 Еквалайзер «ОРБИТА ЭК - 002 СТЕРЕО».....	23
2.3 Лабораторний стенд.....	27
2.4 Виконання лабораторної роботи.....	27
2.4.1 Дослідження АЧХ регулюємих фільтрів еквалайзера	27
2.4.2 Визначення перехідного загасання між каналами.....	29
2.5 Контрольні питання.....	30
ЛІТЕРАТУРА.....	30

1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

ДОСЛІДЖЕННЯ МАЛОГАБАРИТНОГО ПРИСТРОЮ АКТИВНОГО ЗАХИСТУ МОВИ «PSP-2A AUTO»

ВСТУП

Для захисту мовної акустичної інформації використовуються два основних методи захисту: пасивний і активний.

Пасивний метод захисту - це пониження рівня мовного сигналу за межами приміщення за рахунок забезпечення необхідної його звукоізоляції. Тому пасивний метод інколи зветься будівельним, оскільки забезпечується будівельними заходами.

Активний метод захисту - це навмисне підвищення рівня акустичної завади в приміщенні, яке захищають, штучним шляхом. В цілому, пасивний (будівельний) метод створює більш надійний і стабільний в часі захист і практично не вимагає додаткового технічного обслуговування під час експлуатації приміщень. Його застосування в принципі не створює ніяких перешкод або незручностей, якіб заважали нормальному проведенню переговорів в приміщеннях.

Активний метод може бути застосований оперативно, але його можливості обмежені заборонаю перевищення певних рівнів шуму і не тільки що задаються санітарними нормами, але і рівнів, які можуть перешкодити нормальній роботі людей в приміщеннях.

Тому, як основний метод захисту мовної інформації, необхідно вибирати пасивний будівельний метод. Активний метод слід застосовувати як додатковий до пасивного тільки при дообладнанні приміщень в будівлях, що не піддаються реконструкції, або у випадках, коли подальші заходи по підвищенню звукоізоляції технічно важко реалізуються і економічно невиправдані або недоцільні.

1.1 Загальні питання теорії звукомаскування

Можливості підвищення звукоізоляції пов'язані з будівельними роботами по акустичному захисту виділених приміщень, але вони не дають потрібного захисту цих приміщень від внесених в подальшому засобів знімання акустичної інформації. Завдання захисту від витоку

полягає в перекритті всіх можливих каналів і нейтралізації засобів перехоплення (мікрофони, направлені мікрофони, диктофони, стетоскопи, закладні пристрої, лазерні та інфрачервоні системи, і т.д.)

Найбільш надійним напрямом протидії несанкціонованому отриманню мовної інформації є перешкода звукозапису переговорів або її ретрансляції з приміщення шляхом створення шумової акустичної завади, що забезпечує утаємничення інформативного сигналу, при цьому співвідношення «величина шумового сигналу/величина інформативного сигналу» повинні забезпечувати надійне утаємничення інформативного сигналу або зниження його розбірливості до достатніх меж.

Звичайно, нікому не подобається дискомфорт від акустичної завади або просто шуму, що створюється технічними засобами захисту. Але, на жаль, без цього не можливо вирішити задачу, оскільки без шуму не буде надійного захисту.

Існуючі засоби захисту акустичної інформації по вібраційних каналах є також генераторами шуму (білого або забарвленого) мовного діапазону частот в комплекті з віброперетворювачами (п'єзоелектричними або електромагнітними). Основне призначення їх — створення шумових перешкод засобам знімання інформації в стінах, вікнах, інженерних комунікаціях. Основний критерій забезпечення захисту — перевищення шуму над рівнем наведеного в цій конструкції інформативного сигналу. Норми перевищення визначені відповідними нормативно-технічними документами.

Перш за все дамо декілька визначень:

- «білий» шум — має рівномірний спектр в смузі частот мовного сигналу;
- «забарвлений» шум — формується з «білого» відповідно до огинаючої амплітудного спектру приховуваного мовного сигналу (такий шум має тенденцію пониження спектральної щільності 3 дБ на октаву в бік високих частот);
- шум з тенденцією спаду спектральної щільності 6 дБ на октаву в бік високих частот;
- «мовоподібні» завади — формуються шляхом міксування в різних поєднаннях відрізків мовних сигналів і музичних фрагментів, а також шумів, або формується з фрагментів приховуваного мовного сигналу при багатократному накладенні їх з різними рівнями.

Завади типу «білого» шуму реалізовані в більшості існуючих систем і засобів захисту мовної інформації, таких як «ПОПІГ-2М» (НПСТ МВС РФ), ANG-2000 (Research Electronics, США), VNG-006D (Росія), «Базальт-4 ГА» (Україна), VNG-023 (Росія).

Завади типу «забарвленого» шуму використовуються в таких системах, як «Кабінет» (Росія), «Барон» (Росія), Ві (Україна).

Формування «мовоподібної» завади застосоване у виробках «Луна», «Луна-кейс (Росія) », ПМ-2А, PSP-2А (Україна), «MONGOOSE-M» (Україна).

Це далеко не повний перелік засобів акустичного захисту, оскільки подібну апаратуру розробляють і випускають практично всі відомі в області технічного захисту інформації фірми.

Порівняльна оцінка ефективності різних видів завад, проведена фахівцями, виявила ряд особливостей застосування кожної з них. Дослідження показали, що будівельні конструкції і поверхні мають неоднакові акустичні опори на різних частотах, крім того, самі віброперетворювачі також мають свої конструктивні особливості, що впливають на їх частотні характеристики. В результаті виявляється, що для оптимального настроювання сигналу завади, з метою забезпечення заданого рівня перевищення шумів над інформативним сигналом на окремих частотах, через неправильно зформовану амплітудно-частотну характеристику системи зашумлення, доводиться ставити достатньо високий рівень завади. Це призводить до того, що рівень паразитних акустичних шумів на окремих частотах може бути дуже високим і приводити до дискомфорту (про який говорилося вище) для людей, що працюють у виділеному приміщенні. Цей недолік, перш за все властивий завадам типу «білий» шум.

Для формування «забарвленого» шуму, зформованого з «білого» відповідно до огинаючої амплітудного спектру приховуваного мовного сигналу, генератором в п'яти октавних смугах діапазону 100 — 6000 Гц проводиться оцінка параметрів мовного сигналу і здійснюється коректування рівня шуму в тих же смугах за допомогою вбудованих еквайзерів. Таким чином, забезпечується енергетична оптимальність завади, при якій задане нормоване співвідношення «сигнал/завада» витримується в межах всього діапазону частот мовного сигналу, що захищається.

У деяких комплексах це завдання вирішується розділенням рівнів по кожному з виходів. Це дозволяє використовувати комплекс

для одночасного зашумлення різних захищаючих конструкцій, інженерних комунікацій, вікон і т.п., що мають неоднакові опори і звукопровідні властивості.

Найбільш перспективним виявилось формування «мовоподібної» завади. Фахівцями в основному пропонується створення трьох різновидів такої завади:

- «мовоподібна завада — 1» — формується з фрагментів мови трьох дикторів радіомовних станцій за умови приблизно рівних амплітуд змішуваних сигналів;
- «мовоподібна завада — 2» — формується з одного домінуючого мовного сигналу або музичного фрагменту і суміші фрагментів радіопередач з шумом;
- «мовоподібна завада — 3» — формується з фрагментів приховуваного мовного сигналу при багатократному їх накладенні з різними рівнями.

Аналіз досліджень показав, що найбільшою ефективністю з тих, що існують, володіє саме «мовоподібна завада — 3». Така завада забезпечує значне (на 6-10 дБ), по відношенню до інших видів перешкод, зниження необхідного рівня сигналу завади для досягнення заданої ефективності захисту мовної інформації, що забезпечить підвищення комфортності ведення конфіденційних розмов.

Фахівцями в області технічного захисту інформації В.М. Івановим і А. А. Хоревим запропонований спосіб формування «мовоподібної» завади, корельованої по рівню, спектру і часу її випромінювання з приховуваним сигналом, за допомогою спеціального перетворення приховуваного мовного сигналу за рахунок складної інверсії спектру і акустичної псевдореверберації шляхом множення і ділення його частотних складових і багатократного накладення перевідображених акустичних сигналів, що приймаються. Цей спосіб і реалізований у приладі «PSP-2A AUTO».

1.2 Пристрій захисту мови «PSP-2A AUTO»

Малогабаритний пристрій захисту мови акустичного типу «PSP-2A AUTO» призначений для забезпечення конфіденційності переговорів, що проводяться в замкнутих приміщеннях і автомобілях. Пристрій відноситься до класу приладів ефективного захисту переговорів і нарад і відрізняється своїми малими розмірами і

зручністю в експлуатації. При використанні не вимагає спеціальної кваліфікації працівника.

Прилад може виконувати наступні функції:

- здійснювати ефективну протидію акустичному моніторингу в ході переговорів в приміщенні будь-якого об'єму;
- здійснювати протидію акустичному моніторингу в ході переговорів в салоні автомобіля;
- здійснювати протидію засобам акустичного моніторингу даного приміщення або салону автомобіля під час розмови по телефону .

1.2.1 Принцип дії «PSP-2A AUTO»

При використанні в приміщенні (режим «ОФІС») «PSP-2A AUTO» формує не відновлювану акустичну заваду, що корелюється з вихідним мовним сигналом, дія якої приводить до «руйнування» сенсу окремих фраз і речень у разі перетворення мовного сигналу в електричну копію в акустичних засобах моніторингу всіх типів. Акустичний сигнал завади порівняно комфортний для сприйняття і, практично, не заважає ходу переговорів.

У випадках використання пристрою в автомобілі (режим «АВТО») «PSP-2A AUTO» генерує мовоподібну некорельовану акустичну заваду, що ефективно маскує початковий мовний сигнал у разі спроб його запису або ретрансляції. У будь-якому випадку принцип запису або передачі мовного сигналу в конкретному акустичному засобі контролю не має значення. За певних умов застосування «PSP-2A AUTO» запис не підлягає навіть подальшому комп'ютерному відновленню.

1.2.2 Загальний склад «PSP-2A AUTO»

Основна робоча частина приладу розміщена у зручній борсетці. Блок живлення, що входить до комплекту являє собою самостійний пристрій. Загальний вигляд пристрою «PSP-2A AUTO» наведено на рис. 1.1.



- 1-модуль електроніки..... -1 шт.
- 2- акустична система (камуфляж - FM приймач, що діє).....-1 шт.
- 3-акумуляторна батарея 6В\1.2 А\ч -1 шт.
- 4- зарядний пристрій \блок живлення..-1 шт.
- 5-мініатюрний кейс (органайзер або барсетка) для перенесення і

безпосереднього застосування виробу.-1 шт.

Рисунок 1.1 – Загальний вигляд приладу «PSP-2A AUTO»

1.3 РОБОТА З «PSP-2A AUTO»

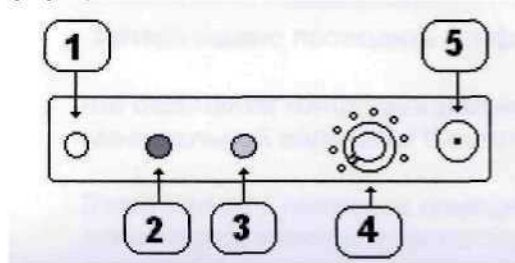
Увага! Перед застосуванням приладу слід переконатися, що акумуляторна батарея заряджена.

Для цього слід включити прилад за допомогою регулятора рівня гучності з вимикачем, розташованого на передній панелі модуля електроніки. Світлодіод 1 на передній панелі (рис.1.2) повинен засвітитися червоним кольором, а це означає, що батарея достатньо заряджена.

Жовте свічення світлодіода означає, що батарея розряджена і її слід зарядити за допомогою зарядного пристрою, що входить в комплект приладу. При включенні в мережу на зарядному пристрої (блоці живлення) спочатку включається світлодіод зеленого кольору. У разі правильного з'єднання з блоком модуля електроніки і справній роботі системи автономного живлення цей світлодіод світиться вже червоним кольором. Після повної зарядки акумуляторної батареї цей світлодіод знову починає світитися зеленим кольором.

Примітка: зарядний пристрій одночасно може використовуватись як блок живлення, тобто під час зарядки акумулятору можна проводити конфіденційні переговори.

1- отвір під мікрофон;



- 2- світлодіод (рівень мовного акустичного сигналу - зеленого кольору)
 3- світлодіод червоного кольору (включення живлення);
 4- регулятор рівня акустичної перешкоди (одночасно вимикач живлення);
 5- роз'єм для підключення зарядного пристрою

Рисунок 1.2 - Передня панель модуля електроніки

1.3.1 Робота в режимі «ОФІС»

Розміщення «PSP-2A AUTO» на столі переговорів в режимі «ОФІС» при стандартній розкладці кейса приведені на рис. 1.1. Для роботи з «PSP-2A AUTO» в режимі «ОФІС» необхідно перемикач режиму на бічній стінці модуля електроніки поставити в положення, позначене білою крапкою.

При цьому прилад працюватиме в корельованому (синхронізованому з мовою) режимі утворення завад.

Кейс з вбудованим всередині приладом розкладається на столі, за яким розташовуються учасники переговорів так, як це показано на рис. 1.1. Максимальна кількість учасників – 4.

Для уловлювання мови учасників переговорів використовується мікрофон, вбудований в модуль електроніки (лівий отвір в передній панелі). Його бажано розташувати на максимально можливій відстані від акустичної системи (приймача) шляхом повного розложення борсетки. В той же час, мікрофон (тобто фактично передня панель модуля електроніки) повинен знаходитись якомога ближче до місця розташування учасників переговорів.

Включається система за допомогою ручки регулятора 4 (поворотом за годинниковою стрілкою з клацанням) на модулі електроніки (при цьому на передній панелі модуля електроніки засвітиться світлодіод 3 червоного кольору (див. рис.2)).

Далі тим же регулятором 4 на модулі електроніки встановлюється необхідний рівень акустичної завади, наступним чином:

- спочатку при мовчанні всіх учасників збільшують гучність до моменту появи акустичної зав'язки, тобто безперервного звучання завади;

- потім зменшують рівень гучності акустичної завади трохи нижче за рівень акустичної зав'язки так, щоб завада звучала тільки під час промови слів учасниками переговорів - в паузах рівень завади автоматично повинен спадати до мінімальної величини;

- **тільки після такої підготовки можна проводити конфіденційні переговори !**

- після закінчення конфіденційних переговорів система відключається поворотом проти годинникової стрілки ручки гучності до клацання (ручка 4 на передній панелі модуля електроніки (рис.1.2)).

Зауваження:

1. У деяких приміщеннях навіть при максимальній гучності завади акустичної зав'язки не відбувається. В цьому випадку приймається, що максимальна гучність завадового сигналу і є оптимальною для даного приміщення.

Причому, гучність сигналу завади, при якій здійснюється істотне спотворення змістовної складової можливого запису, досягається при положенні регулятора рівня, відповідному передостанній білій крапці регулятору 4.

2. В цілях досягнення максимальної ефективності захисту переговорів розмови необхідно вести неголосно.

Контроль гучності в період ведення бесіди здійснюється за допомогою зеленого світлодіода 2 на передній панелі блоку електроніки (рис. 1.2). Він повинен переривисто горіти в такт з розмовою, але не повинен горіти постійно! **Постійне свічення світлодіода 2 свідчить про неприпустимий рівень гучності розмови!**

3. Для маскування самого факту застосування приладу треба включити приймач його регулятором гучності, акустична система якого використовується в приладі, і настроїтися на яку-небудь станцію при рівні сигналу не більш, ніж 20-30 % від рівня акустичного сигналу завади.

4. По закінченні роботи з «PSP-2A AUTO» не забудьте вимкнути живлення приймача!

1.3.2 Режим «АВТО»

Цей режим роботи застосовується у тому випадку, коли зовнішні акустичні умови не дозволяють застосувати корельований режим – режим «ОФІС» (тобто застосовується в умовах сильних зовнішніх акустичних завад, таких як шум дороги і двигуна під час руху в автомобілі або при сильних шумах в офісі, наприклад, при працюючих механізмах, відкритому вікні.

У режимі «АВТО» пристрій «PSP-2A AUTO» може застосовуватися при неповній розкладці кейса, як це показано на рис. 1.3.



Рисунок 1.3 - Типова розкладка борсетки в режимі «АВТО»

Пристрій розташовується поміж ведучими розмову.

Для установки режиму «АВТО» перемикач режиму на бічній стінці модуля електроніки ставиться в положення, протилежне білій крапці.

Вмикання приладу здійснюється аналогічно розглянутому вище режиму роботи:

- включається система за допомогою вимикача на модулі електроніки (при цьому на передній панелі модуля електроніки світиться світлодіод 3 червоного кольору (Рис.1.2)).

Настроювання приладу має свої особливості, які залежать від підготовленості того, хто встановлює даний засіб активного захисту:

- регулятором 4 на модулі електроніки встановлюється необхідний рівень акустичної завади (наперед зафіксований під час попереднього моделювання можливих ситуацій несанкціонованого акустичного контролю в даному приміщенні або в автомобілі).

Зауваження:

- 1.Також, як і для режиму «ОФІС» оптимальна гучність сигналу завади, при якій починається істотне спотворення змістовної складової можливого запису, досягається при положенні регулятора рівня, відповідному передостанній білій крапці для регулятора 4.

- 2.Починаються переговори при малій гучності і поступово протягом 2-х...3-х хвилин (після «звикання» до наявності завади) гучність збільшують до встановленого рівня.

- 3.Лише після цього можна ввести конфіденційні переговори.

4. Також, як і в корельованому режимі роботи (режим «ОФІС»), при включеному приладі в режимі «АВТО» для досягнення максимальної ефективності захисту розмову слід проводити неголосно .

- 5.Для маскування самого факту застосування захисту доцільно включити приймач, акустична система якого використовується в приладі, і настроїтися на яку-небудь станцію при рівні сигналу не більш, ніж 20-30 % від рівня акустичного сигналу завади.

- 6.По закінченню конфіденційних переговорів гучність завади зменшують до мінімальної величини і вимикають модуль електроніки та приймач.

1.3.3 Робота в режимі захисту мовної інформації під час розмови по телефону

«PSP-2A AUTO» дозволяє реалізувати ще одну додаткову функцію при своєму застосуванні. Пристрій може бути використаний і для захисту мовної інформації від засобів акустичного моніторингу даного приміщення при веденні телефонних розмов.

Як правило, для захисту телефонних переговорів користувачі захисної техніки застосовують спеціальну техніку захисту телефонних переговорів в каналах телефонного і радіотелефонного зв'язку (наприклад скремблери або генератори завад). Але такі заходи не усувають небезпеку несанкціонованого безпосереднього запису мовної інформації абонента апаратурою, яка встановлена у приміщенні. Таку ситуацію виправляє «PSP-2A AUTO».

Під час розмови по телефону користувач включає «PSP-2A AUTO», розташовуючи його прямо перед собою на столі або тримаючи його в руках. Настроювання приладу таке ж, як і в пунктах 3.1 або 3.2 (в залежності від акустики приміщення).

При цьому акустична завада практично не проникає в розмовний тракт телефону, але перешкоджає поширенню мовної інформації по акустичному каналу приміщення.

1.4 Основні експлуатаційні характеристики «PSP-2A AUTO»

1.Залишкова змістова розбірливість, що забезпечується приладом в основному режимі на зовнішньому мікрофонному тракті при максимальній гучності завади, оцінювана при відтворенні записаних акустичних мовних сигналів, - не більше 15%.

2.Змістова розбірливість, що забезпечується придушувачем в межах прямої чутності при максимально можливому рівні завадового сигналу в приміщенні, - не менше 95%.

3.Смуга частот шумового (завадового) сигналу: 0.2кГц...5.5кГц.

4. Час безперервної автономної роботи приладу при максимальній гучності - до 10-ти годин (при повністю зарядженому акумуляторі).

1.5 Контрольні питання

1. Які методи використовуються для захисту мовної інформації?
2. Що собою являють пасивні методи захисту мовної інформації?
3. Що передбачають методи активного захисту мовної інформації?
4. Які обмежуючі фактори існують для застосування активних заходів блокування каналів витоку мовної інформації?
5. Який з методів захисту мовної інформації є більш привабливим у вирішенні питань захисту мовної інформації?
6. Що таке віділене приміщення і яка існує класифікація захищених приміщень?
7. Яка небезпека для інформації існує навіть у виділених приміщеннях?
8. Що являє собою завада типу «білий шум»?
9. Що являє собою «забарвлений» («рожевий») шум і можливості його застосування?
10. Які принципи закладені у створення «мовоподібних» завад?
11. До чого призводить неправильне формування АЧХ систем зашумлення?
12. Яким чином налаштовується апаратура «забарвленого» шуму?
13. Які існують різновиди «мовоподібних» завад?
14. Для чого призначений малогабаритний пристрій захисту мови «PSP-2A AUTO»?
15. Який принцип дії приладу «PSP-2A AUTO»?
16. Який загальний склад приладу «PSP-2A AUTO»?
17. Як підготувати до роботи прилад «PSP-2A AUTO». Організація керування та контролю на передній та бічній панелі модуля електроніки?
18. Як настраюється та здійснюється робота з приладом «PSP-2A AUTO» в режимі «ОФІС»?
19. Функція приймача в комплекті приладу «PSP-2A AUTO». Чому необхідно вимикати приймач по закінченні роботи з приладом?

20.В якому разі вибирається режим роботи «АВТО» для «PSP-2A AUTO»?

21.Які особливості налаштувань «PSP-2A AUTO» під час підготовки до роботи в режимі «АВТО»?

22.Чим визвана необхідність застосування приладу «PSP-2A AUTO» в режимі захисту мовної інформації під час розмови по телефону?

23.Які особливості роботи з «PSP-2A AUTO» під час захисту розмов по телефону?

24.Які основні експлуатаційні характеристики «PSP-2A AUTO»?

2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКВАЛАЙЗЕРУ «ОРБИТА ЕК 002 СТЕРЕО»

ВСТУП

Досягнення технічного прогресу дозволяють сьогодні використовувати широкий спектр методів і пристроїв передачі і зберігання інформації. Проте і в даний час особливий інтерес викликає контроль мовної інформації, живої розмови. Це пов'язано з декількома специфічними особливостями, властивими виключно мовній інформації і пов'язаними з деякими рисами людської психіки:

- конфіденційністю, яка припускає, що усно робляться повідомлення або віддаються розпорядження, які не можуть бути довірені ніякому носію інформації або засобу передачі;
- оперативністю, що полягає в тому, що інформація може бути перехоплена у момент її озвучування;
- віртуальністю, яка полягає в тому, що, досліджуючи живу мову людини, можна зробити висновок про його емоційний стан, особисте відношення до повідомлення, скласти психологічний портрет і т.д.

Незайве також нагадати про те, що перехоплена мовна інформація, особливо так званий первинний сигнал (мова, що не пройшла ніякої обробки), є, по суті, документом з особистим підписом людини, яка озвучила повідомлення, оскільки сучасні методи аналізу мови дозволяють ідентифікувати його особу.

Перераховані унікальні особливості, властиві мовній інформації, пояснюють її виняткову цінність, а отже, і високу зацікавленість можливого супротивника в її перехопленні. При цьому знімання мовної інформації по прямому акустичному (через повітроводи, отвори, щілини) і віброакустичному (через стіни, вікна, підлоги і стелі, труби різного призначення) каналах залишається одним з найбільш зручних і ефективних видів такого перехоплення.

Несанкціоноване отримання інформації з обмеженим доступом (ІзОД) у разі акустичного каналу її витоку має дуже широке практичне розповсюдження. Акустична інформація звичайно записується за допомогою різних електронних пристроїв. Такий запис може здійснюватись як у стаціонарних умовах, так і в тих, які складаються у місці запису. Останні записи безумовно потребують їх подальшої

обробки, що здійснюється за допомогою багаточастотних регулюючих пристроїв –еквалайзерів.

З появою цих пристроїв словом «еквалайзер» називали пристрій, який використовувався для частотної компенсації АЧХ неякісних мікрофонів. Зараз цей регулятор частотної характеристики використовують для корекції недосконалих фонограм, завдяки чому створюється новий, якісний, звук.

В умовах реального запису аудіоінформації (на вулиці, в кафе, інших людних місцях, в умовах працюючих підприємств або офісів і т. ін.) розмова виявляється «замаскованою» шумами, які створюються в умовах робочого запису. Шуми автомобілів, перехожих, працюючого виробничого обладнання, та навіть листя дерев, мають явно виявлені частотні характеристики. Такі завади потребують різкого зменшення підсилення на цих частотах тракту прослуховування або запису звукового сигналу. І навпаки, з за артикуляційних особливостей одного або декількох учасників розмови, виникає необхідність збільшення підсилення на окремих ділянках частотного діапазону.

Підслуховування є способом здійснення розвідки і промислового шпівонажу, який застосовується агентами, інформаторами, спеціальними постами підслуховування. В інтересах здобування важливої для себе інформації зловмисники йдуть на різноманітні хитрощі, використовуючи для того спеціальних людей, співробітників, сучасну техніку, різноманітні засоби її застосування з метою проникнення до чужих секретів.

Підслуховування привабливо також тим, що цей канал отримання інформації має безпосередній доступ до людської мови з її особливостями, забарвленням, інтонаціями, емоційним навантаженням, які несуть не менш важливі моменти, аніж прямий зміст отриманого змісту.

До цього слід додати, що підслухана розмова сприймається в реальному масштабі часу, що може дозволити своєчасно і оперативно прийняти упереджуючі рішення.

2.1 Еквалайзери і їх різновиди

Спочатку словом «еквалайзер» (англ. equalize – вирівнювати, equalizer – вирівнювач, компенсатор) називали пристрої, які використовувались для частотної корекції (вирівнювання) сигналів, які отримувались за допомогою неякісних мікрофонів. Тобто це були регулювачі АЧХ, за допомогою яких покращувалось неякісне звучання а то й створювався зовсім новий звук.

Перші еквалайзери здійснювали регулювання у двох частотних діапазонах – в області нижніх частот і в області верхніх частот. Для чого використовувались два регулятора. У відповідності до того, у якому положенні знаходились регулятори, еквілайзери забезпечували «підйом» або «завалювання» низьких чи високих частот, а в разі знаходження регулятора в середньому положенні еквалізація не здійснювалась.

На відміну від регуляторів гучності, які регулюють весь вхідний сигнал, не змінюючи його тональної характеристики, еквалайзер підсилює або послаблює окремі вибрані частоти.

Простіші приклади еквалайзера – це звичайні пасивні регулятори тембру - високих, низьких, а інколи і середніх частот. Регулятори тембру являють примитивний еквалайзер, оскільки складаються лише з двох або трьох керованих пасивних фільтрів.

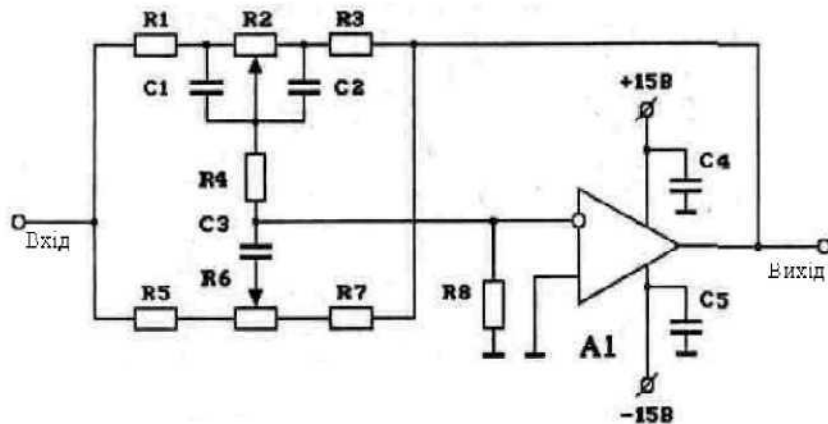


Рисунок 2.1-Схема двополосного регулятору тембру

На рис. 2.1, 2.2 наведено схеми простих двополосного та триполосного регуляторів тембру для підсилювачів НЧ, виконаних на сучасній елементній базі. Таким схемам передусе каскад на операційному підсилювачі, що забезпечує низький вхідний опір попереднього каскаду і нормальну роботу цих регуляторів. З метою підвищення стійкості роботи схеми на ВЧ, виводи живлення операційного підсилювача шунтуються конденсаторами ємністю 0,1 мкФ (C4, C5), які підключаються якомога ближче до ОП. Регулятори низьких (Bass) (R_2) і високих (Treble) (R_6) частот управляють двома пороговими фільтрами. При цьому коефіцієнт підсилення порогового фільтру залежить від частоти сигналу.

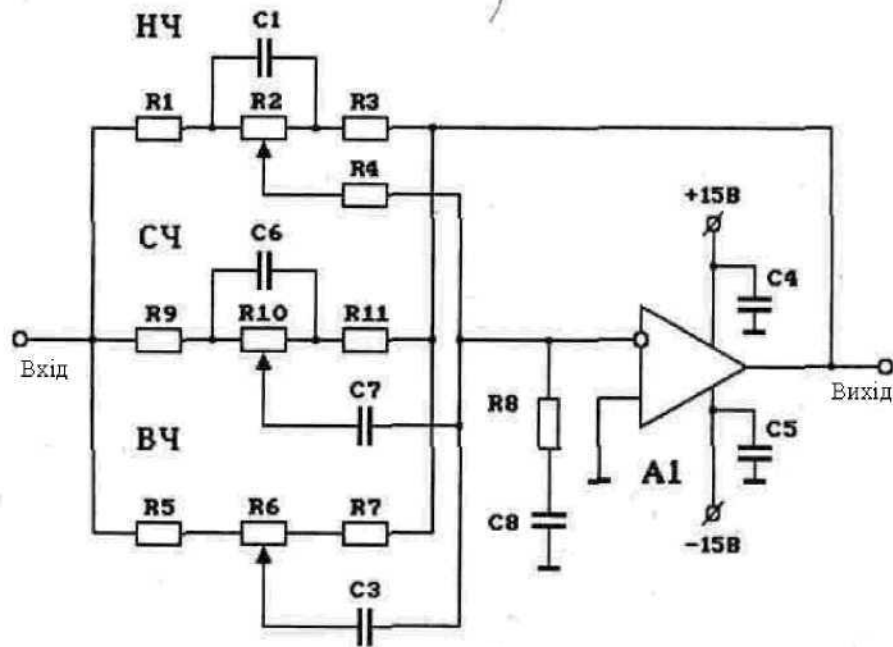


Рисунок 2.2- Схема триполосного регулятору тембру

Значно кращі результати з придушення завад і у характеристиках регулювань (у порівнянні з попередніми схемами) дає застосування у каналах підсилювачів НЧ багатополосного регулятора частотної характеристики підсилювача — еквайзера. **Еквайзер, являючи собою багатополосний регулятор тембру, забезпечує можливість корекції АЧХ каналу підсилення з метою реалізації необхідних параметрів такого каналу.**

На рис. 2.3 представлено приклад схеми 11-полосного еквайзера на ОП (канали від А до К). Схема еквайзера складається з 11 активних смугових фільтрів другого порядку, до складу кожного з яких входить операційний підсилювач (ОП) і чотири пасивних елементи R1, R2, C1, C2. Еквівалентна добротність фільтрів Q дорівнює 1,25, що забезпечує оптимальну АЧХ.

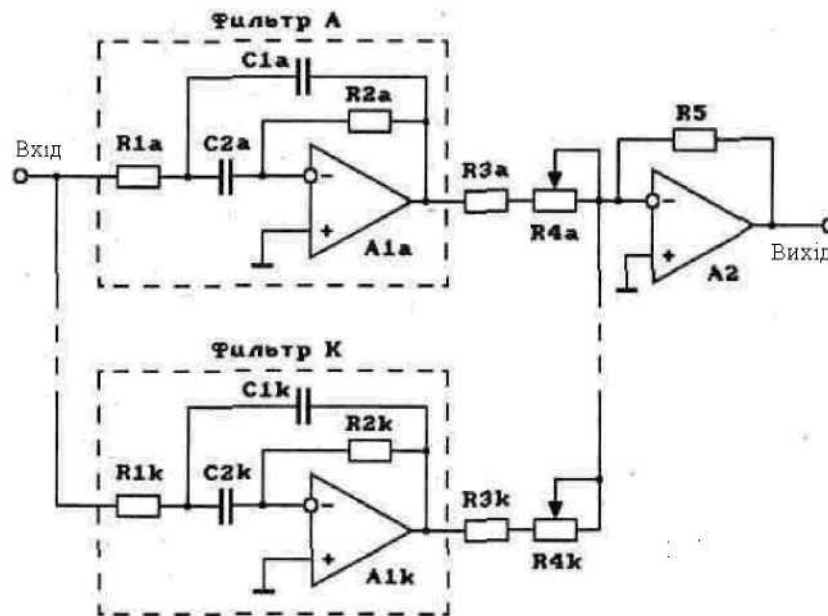


Рисунок 2.3 – Схема 11-полосного еквайзера

Сигнали з виходів полосових фільтрів поступають на суматор A2. Рівень підйому і зниження підсилення в смузі частот кожного фільтру визначається опором резисторів R3, R4 і дорівнює від -12 до

+12 дБ. Змінні резистори R4, за допомогою яких здійснюється корекція АЧХ шляхом встановлення необхідних коефіцієнтів посилення в частотних діапазонах фільтрів, повинні мати лінійну характеристику. При цьому слід розуміти, що коефіцієнт підсилення каскаду на ОП по кожному каналу дорівнює: $R5 / (R3 + R4)$. Ступінь змін АЧХ каналу обробки аудіосигналу залежить від кількості фільтрів. За звичай їх використовують у кількості 8 – 11.

Еквалайзери можуть бути сконструйовані за двома принципами – за послідовною або за паралельною схемами. В послідовній схемі сигнал проходить всі елементи і вузли схеми незалежно від того чи буде частина спектру сигналу змінюватись у цьому каскаді, чи ні.

У паралельній схемі вхідний сигнал розподіляється за допомогою набору паралельно з'єднаних фільтрів на відповідну кількість частотних смуг. При цьому вихідні сигнали з фільтрів додаються до вхідного сигналу або віднімаються від нього.

Окрім того існують два різновиди еквалайзерів – **графічний і параметричний**. Графічний еквалайзер – це по суті різновид темброблоку, створеного для регулювання тембру на декількох фіксованих частотах. Для органів керування ним застосовано повзункові регулятори (резистори), ручки яких виводяться на лицьову або верхню панель, тому завдяки такій конструкції положення ручок відображає АЧХ пристрою у квазі-графічному вигляді. Звідки і появилась назва цього різновиду еквалайзерів. У еквалайзерів такого типу можливо регулювати лише величину «підйому» або «завалу» АЧХ. Інші параметри визначаються схемотехнікою і їх змінювати неможливо.

Графічні еквалайзери широко використовуються в побутовій Ні-Фі апаратурі, однак їх основне призначення – це професійні мікшерські пульти для звукозапису і акустичної корекції приміщень. Під час настроювання концертної апаратури часто виникає необхідність створити максимально площинну АЧХ залу з тим, щоб не з'явився позитивний акустичний зв'язок на деяких частотах у конкретному приміщенні.

Параметричний еквалайзер має більші можливості для регулювань своїх параметрів. Він дозволяє керувати не лише коефіцієнтом підсилення фільтру, але і його середньою частотою, а також шириною регульованої смуги. Тому для кожної смуги регулювання параметричний еквалайзер має по три органи керування –

за числом регулюємих параметрів. Діапазон змінювання параметрів в параметричному еквалайзері досягає значних величин.

Напівпараметричні еквалайзери застосовуються інколи в мікшерських пультах. Вони мають можливість регулювання коефіцієнтів підсилення фільтрів, а також їх середніх частот.

2.2 Еквалайзер «ОРБИТА ЭК - 002 СТЕРЕО»

Свого часу у колишньому СРСР здійснювався випуск побутового стереофонічного комплексу «ОРБИТА ЭК - 002 СТЕРЕО», до складу якого входив одноіменний еквалайзер. Зовнішній вигляд комплексу представлено на рис. 2.4.



Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд стереокомплексу «Орбіта»

Еквалайзер «ОРБИТА ЭК - 002 СТЕРЕО» являє собою 10-полосний двоканальний однооктавний пристрій, призначений для корекції АЧХ відтворюючих трактів побутової радіоапаратури. За його допомогою здійснюється покращення звучання гучномовців і звукових

колонок, зменшення рівня шумів і завад магнітних фонограм, зниження завад від працюючих електропрогравачів.

Еквалайзер має світлові індикатори вмикання електроживлення, а також оперативного включення і відключення каналу еквалізації. Загальний вид еквалайзера представлено на рис. 2.4 (еквалайзер розташований зверху) та на рис. 2.5.



Рисунок 2.5 – Еквалайзер «Орбита ЭК - 002 стерео»

Основні технічні характеристики еквалайзера:

Робочий діапазон частот – 20 ... 20 000 Гц;

Вхідний опір – $47 + 4$ кОм;

Номінальна вхідна напруга – 1 В;

Номінальна вихідна напруга – 1 В;

Діапазон регулювання АЧХ всіх фільтрів - $\pm 12 \pm 1$ дБ;

Коефіцієнт гармонік в межах робочого діапазону частот – 0,02%;

Співвідношення сигнал / зважений шум -95 дБ;

Перехідне загасання між каналами на частоті 1000 Гц – 55 дБ;

Потужність електроживлення - 20 Вт;

Габарити – 320 x 320 x 60 мм;

Маса – 5 кг

Всі фільтри еквалайзера побудовані за однотиповою схемою, яка являє собою смуговий активний фільтр другого порядку зі смугою пропускання в одну октаву. АЧХ фільтру під час різних положень регулятора (α) наведена на рис.2.6.

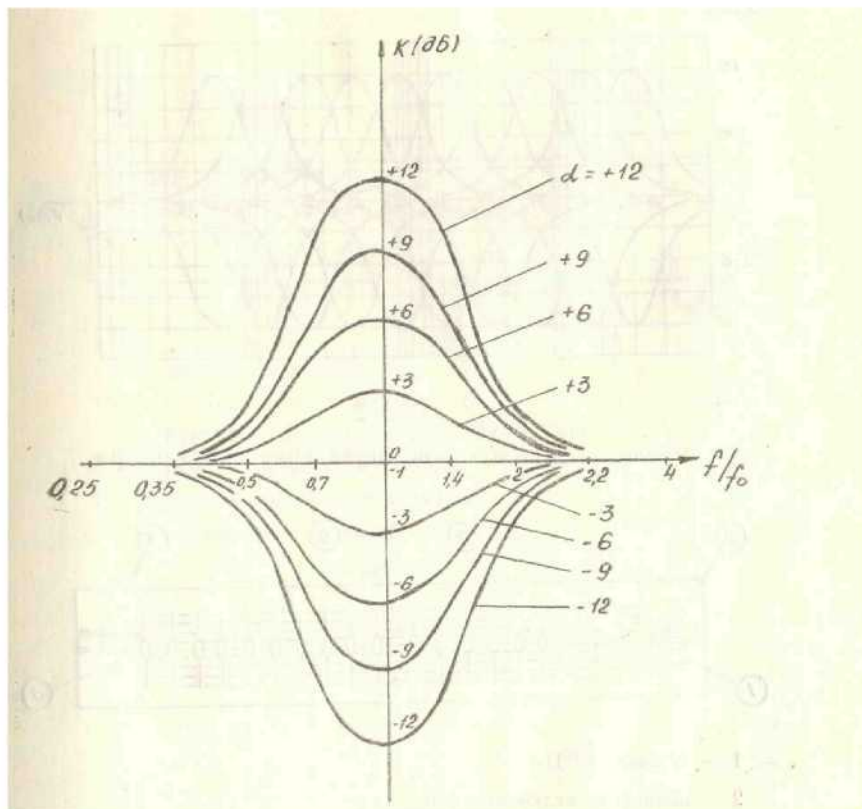


Рисунок 2.6 – Нормована АЧХ кожного фільтру

Загальна дія фільтрів наведена на рис 2.7. Перелік центральних частот октавних смуг є такою: 32, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000, 16 000 Гц.

При цьому на вхід еквайзера можливо підключити попередній підсилювач, магнітофон, тюнер. До виходу приладу підключається підсилювач потужності.

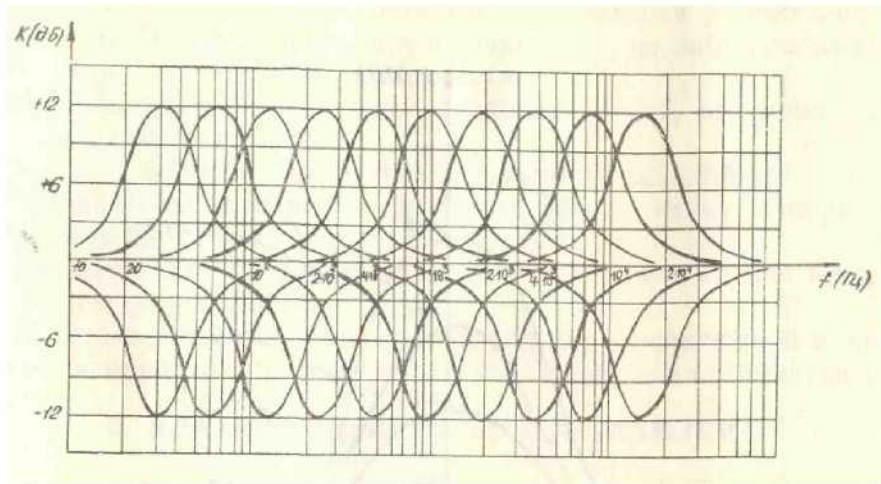


Рисунок 2.7 – АЧХ фільтрів еквалайзера

На рис. 2.8 представлено сучасний професійний мікшер, який може використовуватись як для озвучування різних заходів, що проводяться у великих приміщеннях (концерти, з'їзди і т. ін.), так і для



Рисунок 2.8 – Мікшерний пульт фірми “Behringer” SL3242FX

2.3 Лабораторний стенд

Структурна схема лабораторного стенду наведено на рис. 2.9. До його складу входить низькочастотний генератор ГЗ-112, еквалайзер та два мілівольтметри ВЗ-38, один з яких вимірює напругу на вході еквалайзера, а другий – на його виході.

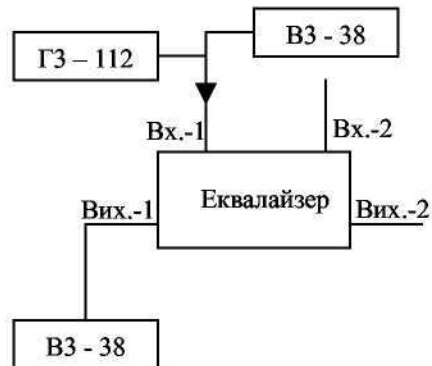


Рисунок 2.9 – Структурна схема експериментальної установки

Зовнішній вигляд лабораторного стенду наведено на рис. 2.10.



Рисунок 2.10 – Лабораторний стенд

2.4 Виконання лабораторної роботи

Експериментальна частина лабораторної роботи складається з двох частин : дослідження АЧХ регулюємих фільтрів, а також визначення перехідного загасання між каналами на частоті 1000 Гц.

2.4.1 Дослідження АЧХ регулюємих фільтрів еквалайзера

Дослідження АЧХ проведемо на основних частотах мовного діапазону, тобто вимірювання будемо здійснювати навколо семи центральних октавних частот мовного діапазону: 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Для отримання вигляду АЧХ для кожної з вказаних частот будемо проводити вимірювання на двох-трьох частотах лівого та правого схилів АЧХ.

Напередодні вимірювань заготовте таблицю (Табл. 2.1), яку під час виконання роботи необхідно заповнити. У таблиці $U_{вих}$ – вихідна напруга у каналі вимірювання, співвідношення $U_{вих} / U_{цч}$ обчислюється відносно напруги на кожній центральній октавній частоті - $U_{цч}$. Це дасть змогу отримати АЧХ у нормованому вигляді. Ввімкніть режим роботи «Еквалайзер» правою кнопкою на передній панелі, про що буде свідчити червоний світлодіод.

На вхід пристрою подайте напругу 800 мВ частотою 1000 Гц. По-перше визначте вихідну напругу у разі знаходження усіх регуляторів у середньому положенні. Вона повинна дорівнювати також 800 мВ (у відповідності до технічних характеристик еквалайзера).

Для визначення вигляду АЧХ підніміть вверх повзун центральної октавної частоти, яка досліджується, а повзуни інших октавних частот передвиньте вниз. Це дозволить мінімізувати вплив сусідніх регуляторів на чистоту експерименту.

Таблиця 2.1 – Результати експериментальних вимірювань

Середня частота,	125 Гц				
Частота вимірювань	60	80	125	150	170
$U_{вих}$					
$U_{вих} / U_{цч}$					

250 Гц						
180	200	220	250	270	300	350

500 Гц						
300	400	450	500	550	600	700

1000 Гц						
400	600	800	1000	1200	1400	1600

2000 Гц						
1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600

4000 Гц						
2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500

8000 Гц						
5000	6000	7000	8000	9000	10000	12000

2.4.2 Визначення перехідного загасання між каналами

Згідно ДСТУ вимірювання здійснюється на частоті 1000 Гц. Оскільки прилад двоканальний (стерео), то вимірювання буде проводитись для кожного з каналів відносно іншого.

Схема вимірювань наведена на рис. 2.11.

На вхід -1 подайте напругу 1 В і заміряйте напругу на виході-2.

Під час другого вимірювання поміняйте місцями канал входу і канал вимірювань. Регулятори встановіть на нульову відмітку.

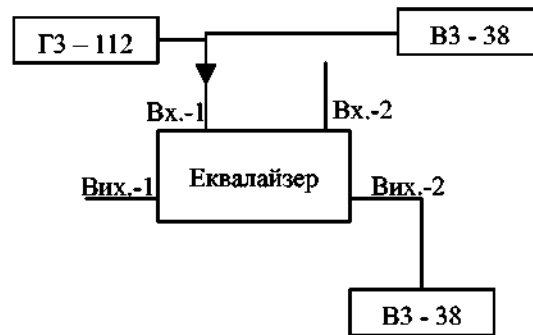


Рисунок 2.11 – Схема вимірювань перехідного загасання

На вхід -1 подайте напругу 1 В і заміряйте напругу на виході-2. Згідно нижченаведеної формули визначте реальну величину перехідного загасання для еквалайзера «Орбита ЭК - 002 стерео».

$$A_{nz} = 20 \lg \left(\frac{U_{ex}}{U_{vix}} \right) [dB]$$

Запишіть отриману величину у звіт з лабораторної роботи.

Після цього виконайте аналогічне вимірювання для входу-2 і для виходу-1; занесіть отримане значення до звіту.

2.5 Контрольні питання

1. У чому особливості і цінність мовної інформації?
2. Які особливості мають фонограми, записані під час підслуховування у реальних умовах?
3. Чим привабливе підслуховування для зловмисників?
4. Що таке евалайзери і для чого вони застосовувались в умовах неякісної техніки або умов звукозапису?
5. Що являється основою всіх частотнокоректуючих і частотнорегулюючих пристроїв?

6. Які різновиди еквалайзерів застосовуються в практичній діяльності?
7. Які експлуатаційні можливості мають графічні та параметричні еквалайзери?
8. Чим відрізняються принципи конструювання еквалайзерів за послідовною та паралельною схемами?
9. Які основні характеристики мають еквалайзери?
10. Що таке октавні смуги частот і чому дорівнюють центральні частоти октавних смуг?
11. Які основні параметри має еквалайзер «Орбита ЭК-002-Стерео»?
12. Які фільтри використані у еквалайзеру «Орбита ЭК-002-Стерео»?
13. Які органи керування має еквалайзер «Орбита ЭК-002-Стерео»?
14. Які фізико-технічні обставини лежать в основі просочування сигналу з каналу 1 до каналу 2 і навпаки у еквалайзерах?

ЛІТЕРАТУРА

1. Техническое описание НЧ – ВЧ эквалайзера «Орбита ЭК-002-Стерео». – Запорожье, Предприятие А/Я 1.- 1990, 29 с.
2. сайт [//www.dj.ru/djlab/studio](http://www.dj.ru/djlab/studio).