

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни
**“ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ
СИСТЕМАХ”**

для студентів напрямку підготовки
6.050901 «Інформаційні мережі зв'язку»
всіх форм навчання

2015

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Захист інформації в телекомунікаційних системах” для студентів напряму підготовки 6.050901 Інформаційні мережі зв’язку’ всіх форм навчання [Текст] / Укл. Дмитренко В.П., Сметанін І.М. -Запоріжжя: ЗНТУ, 2015.- 87 с.

Укладачі:

доц., к.т.н., В.П. Дмитренко
ст. викл. І.М. Сметанін

Затверджено
на засіданні кафедри радіотехніки і
телекомунікацій.
Протокол № 7 від 20.02.2015 р.

Рецензент:

доц., к.т.н. Бондарев Б.М.

Відповідальний
за випуск:

доц., к.т.н., В.П. Дмитренко

ЗМІСТ

Зміст.....	3
Перелік скорочень.....	6
Вступ.....	7
1 Лабораторна робота №1. Дослідження регламенту радіочастотного діапазону від 30 МГц до 1 ГГц м.Запоріжжя.....	9
1.1 Мета роботи.....	9
1.2 Загальні відомості.....	9
1.3 Завдання на підготовку до лабораторної роботи.....	12
1.4 Контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до роботи.....	12
1.5 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання.....	13
1.6 Порядок проведення лабораторної роботи.....	13
1.7 Зміст звіту.....	14
1.8 Додаткова рекомендована література.....	14
2 Лабораторна робота №2. Дослідження спрямованих мікрофонів.....	15
2.1 Мета роботи.....	15
2.2 Загальні відомості.....	16
2.2.1 Призначення та різновиди мікрофонів.....	16
2.2.2 Спрямовані властивості мікрофонів.....	17
2.2.3 Поширення звуку в трубах.....	21
2.2.4 Мікрофони органного типу.....	23
2.3 Завдання на підготовку до лабораторної роботи.....	25
2.4 Контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до роботи.....	25
2.5 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання.....	26
2.6 Порядок проведення лабораторної роботи.....	27
2.7 Зміст звіту.....	27
2.8 Додаткова рекомендована література.....	28
3 Лабораторна робота №3. Дослідження маскувача мовних сигналів.....	28
3.1 Мета роботи.....	28
3.2 Загальні відомості.....	29

3.2.1 Скремблери.....	29
3.2.2 Аналогове скремблювання.....	32
3.2.3 Цифрове скремблювання.....	39
3.2.4 Критерії оцінки систем утаємничення мови.....	41
3.3 Завдання на підготовку до лабораторної роботи.....	42
3.4 Контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до роботи.....	43
3.5 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання.....	44
3.6 Порядок проведення лабораторної роботи.....	45
3.7 Зміст звіту.....	45
3.8 Додаткова рекомендована література.....	45
4 Лабораторна робота №4. Дослідження генератору акустичного зашумлення ANG-2200.....	45
4.1 Мета роботи.....	45
4.2 Загальні відомості.....	46
4.2.1 Призначення генератору ANG-2200.....	46
4.2.2 Принцип дії та технічні характеристики генератору ANG-2200.....	47
4.2.3 Робота з генератором.....	50
4.3 Завдання на підготовку до лабораторної роботи.....	57
4.4 Контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до роботи.....	57
4.5 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання.....	59
4.6 Порядок проведення лабораторної роботи.....	61
4.7 Зміст звіту.....	62
4.8 Додаткова рекомендована література.....	62
5 Лабораторна робота №5. Вивчення характеристик та будови пристрою СРМ-700 («Акула»).....	62
5.1 Призначення та будова СРМ-700.....	62
5.2 Зонди і тестові передавачі.....	64
5.3 Органи керування і контролю.....	66
5.3.1 Органи регулювання каналу НЧ (AUDIO GROUP).....	67
5.3.2 Органи настроювання режиму моніторингу (MONITOR).....	68
5.3.3 Шкала дисплею (DISPLEY GROUP).....	68
5.3.4 Права бокова панель.....	69
5.4 Технічні характеристики зондів та СРМ-700.....	70
5.5 Головні телефони.....	73
5.6 Калібрування.....	73

5.6.1 Самодіагностика РЧ-зонду.....	73
5.7 Практичні можливості СРМ-700.....	74
5.8 Контрольні запитання.....	75
Додаток А.....	77
Додаток Б.....	80
Додаток В.....	81
Додаток Г.....	83
Додаток Д.....	85

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

FM – frequency modulation (частотна модуляція)
АДІКМ – адаптивна диференціальна імпульсно-кодова модуляція
АМ – амплітудна модуляція
АЧХ – амплітудночастотна характеристика
АРП – автоматичне регулювання підсилення
АЦП – аналогоцифровий перетворювач
ВАП – віброакустичний перетворювач
ВЧ - високі частоти
ДВЧ – дуже високі частоти
ДМ – дельта-модуляція
ДС – діаграма спрямованості
ЗП – закладний пристрій
ЕМП-електромагнітне поле
КСД – коефіцієнт спрямованої дії
ЛПМ – лінійний прогноз мови
НВЧ – надвисокі частоти
ПВП – псевдовипадкова послідовність
ПЕМВН- побічні електромагнітні випромінювання та наведення
РЗП – радіозакладний пристрій
РРЛ – радіорелейна лінія
РФ – Російська федерація
СБУ – служба безпеки України
СМ – спрямований мікрофон
СКД – служба космічних досліджень
СКЕ – служба космічної експлуатації
ТБ – телебачення
ЦАП – цифроаналоговий перетворювач
ШПФ – швидке перетворення Фур'є

ВСТУП

Вирішення проблем захищеності інформації забезпечується як рівнем захищеності безпосередньо інформації, так і її носіїв (людей, стану інформаційних систем, систем охорони і захисту) від різного виду загроз; ці загрози можуть мати різні джерела. В свою чергу, джерела загроз можуть бути навмисними (найчастіше штучно організованих), які ставлять за мету несанкціоноване отримання інформації, і ненавмисними (часто природного характеру), які такі цілі не переслідують.

Технічні канали витоку інформації зумовлено різноманітними процесами і явищами, які відбуваються під час функціонування майже всіх електричних і електронних пристроїв будь – якого призначення. Фізичні процеси, що мають місце під час роботи різноманітних пристроїв, лежать в основі появи каналів несанкціонованого доступу до інформації, що обробляється або передається такими пристроями.

Найчастіше це побічні електромагнітні випромінювання та наведення (ПЕМВН), які існують практично завжди. Причина цього в тому, що навкруги будь-якого провідника зі змінним у часі струмом виникає змінне у часі електромагнітне поле (ЕМП), яке і зумовлює ПЕМВН. Але не треба забувати, що наука і відповідно техніка розвідки невинно розвивається і те, що сьогодні є новітнім досягненням, завтра вже може стати застарілим.

Спеціалісти з питань захисту інформації, у свою чергу, повинні неперервно розвиватися, вдосконалювати свої знання, підвищувати рівень професіоналізму, що буде сприяти пошуку таких методів, засобів та технічних вирішень, які забезпечують процес захисту інформації в тих умовах, що склалися сучасним станом.

Цикл лабораторних робіт з дисципліни «Захист інформації в телекомунікаційних системах» доповнює об'єм практичних і теоретичних знань, які отримує студент під час вивчення цієї навчальної дисципліни.

Загальні вказівки з техніки безпеки

1. За ступенем захисту від поразки електричним струмом використовувані вимірювальні прилади відносяться до класу захисту 01 відповідно до вимог ДСТУ 4.275.003 – 77.

2. В приладах присутня висока напруга до 220 В, яка небезпечна для життя, тому при експлуатації, контрольно-профілактичних та регулювальних роботах, виконуваних з приладом, необхідно строго дотримуватися відповідних запобіжних заходів, а також перед

вмиканням приймачів треба перевірити наявність захисного заземлення:

– до включення мережевої вилки шнура живлення необхідно перевірити справність мережевого сполучного шнура та з'єднати клеми «» приладів з шиною захисного заземлення приміщення дротом перетином жили не меншого 4 мм;

– з'єднання клеми «» з шиною захисного заземлення, провести раніше інших пристосувань до приладів, а від'єднати – після всіх від'єдань;

– у випадках використання приладів сумісно з іншою апаратурою, при проведенні вимірювань, при обслуговуванні та ремонті з'єднати клеми «» всіх приладів з шиною захисного заземлення в цілях вирівнювання потенціалів їх корпусів;

– при ремонті приладів заміну будь-якого елемента проводити тільки при винятій з розетки мережевої вилки шнура живлення;

– при регулюванні та вимірюваннях в схемі приладу користуватися надійно ізольованим інструментом та пробниками.

– підключення і відключення від приладу кабелю допускається проводити тільки при вимкнених кнопках «СЕТЬ».

Загальна рекомендована література

1. Хорошко, В.А. Методи і засоби захисту інформації [Текст] / Хорошко В.А., Чекатков А.А. Під. ред. Ю.С. Катанюка – К.: Видавництво Юніор, 2003.- 504 с.

2. Петраков, А.В. Защита абонентского телеграфика [Текст] / Петраков А.В., Лагутин В.С. – М.: Радио и связь, 2001. – 504 с.

3. Петраков, А.В. Основы практической защиты информации. 3-е изд. Учебное пособие [Текст] / А.В.Петраков – М.: Радио и связь, 2001.- 368 с.

1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1. ДОСЛІДЖЕННЯ РЕГЛАМЕНТУ РАДІОЧАСТОТНОГО ДІАПАЗОНУ ВІД 30МГц до 1ГГц м.Запоріжжя

1.1 Мета роботи

- 1 Вивчити організацію існуючих систем радіомовлення, телебачення та зв'язку.
2. Вивчити способи передавання інформації каналами радіозв'язку.
3. Ознайомитися з регламентом радіозв'язку.
4. Дослідити радіочастотний діапазон м. Запоріжжя від 30 МГц до 1 ГГц за допомогою спеціального приймача Р-313 і селективного мікровольтметра SMV-8.5.
5. Дослідити спектр радіочастотного діапазону від 75 МГц до 110 МГц у м. Запоріжжя.
6. Обробити отримані результати за критеріями:
 - кількості радіостанцій на 10 МГц частотного діапазону;
 - ширини смуги частот випромінювання FM-радіомовних станцій;
 - способи модуляції несучих частот радіозасобів;
 - суб'єктивної оцінки якості переданих інформаційних сигналів, у залежності від смуги пропускання високочастотного тракту приймачів.

1.2 Загальні відомості

Для ефективного пошуку або розміщення пристроїв несанкціонованого передавання інформації радіоканалом за допомогою радіозакладних пристроїв необхідно уявляти організацію існуючих систем радіозв'язку, знати використовувані способи передачі інформації, особливо в діапазонах високих частот (ВЧ) і дуже високих частот (ДВЧ), оскільки саме в цих діапазонах працює більшість радіотехнічних систем негласного зняття інформації, а також оперативних систем радіозв'язку відомчого і загального користування. Діапазон частот від 30 МГц до 1 ГГц використовують

основні різновиди радіозакладних пристроїв, що робить ці частоти найбільш цікавими для служб безпеки.

Відповідно до міжнародних угод, використання радіочастот суворо регламентовано. В Україні розподіл всього частотного діапазону здійснюється у відповідності до Постанови Кабінету Міністрів України № 803 та №803-а від 12.10.1995р., якою затверджено Національну таблицю розподілу смуг радіочастот України. Згідно цього документу, частотний діапазон розподілено між різними службами - від аматорського зв'язку до систем космічного зв'язку, радіолокації, радіонавігації, радіомовлення, військового зв'язку, супутникового телебачення і т.ін. Такий розподіл частот має назву **регламенту**. Регламент радіозв'язку охоплює частотний діапазон від 3 кГц до 3000 ГГц. Цей частотний діапазон складається з піддіапазонів. Частоти та назви основних піддіапазонів наведено в табл.1.1. Законодавство більшості країн передбачує ліцензування передавальних ефірних пристроїв, якщо рівень потужності їх випромінення перевищує 100 мВт, або, другими словами, ліцензування виділеної для забезпечення роботи відповідної частотної смуги.

Несанкціонований вихід в ефір передавачів може заважати або шкодити роботі легальних радіотехнічних систем або каналів - радіомовлення, телебачення, систем навігації, космічного зв'язку, служби швидкої допомоги, тощо.

Розподіл частот між різними службами дещо відрізняється у залежності від так званого номеру району, на які розбита поверхня земної кулі. Усього таких районів три. У Додатку А наведено розподіл частот для району № 1, що включає всю територію колишнього СРСР. Додаток Б знайомить з частотами несівних зображення і звукового супроводження та смуг радіоканалів телевізійних сигналів метрової смуги (діапазони I,II,III).

Таблиця 1.1 – Позначення діапазонів радіочастот

Смуга частот	Найменування	Позначення
30-300 Гц	Наднизькі частоти (Extremelylowfrequency)	ННЧ (ELF)
300-3000 Гц	Інфранизькі частоти (Infralowfrequency)	ІНЧ (ILF)
3-30 кГц	Дуже низькі частоти. Міріаметрові хвилі. (Verylowfrequency)	ДНЧ (VLF)
30-300 кГц	Низькі частоти. Кілометрові хвилі. (Lowfrequency)	НЧ (LF)
300-3000 кГц	Середні частоти. Гектометрові хвилі. (Mediumfrequency)	СЧ (MF)
3-30МГц	Високі частоти. Декаметрові хвилі. (Highfrequency)	ВЧ (HF)
30-300МГц	Дуже високі частоти. Метрові хвилі. (Veryhighfrequency)	ДВЧ (VHF)
300-3000МГц	Ультрависокі частоти. Дециметрові хвилі. (Ultrahighfrequency)	УВЧ (UHF)
3-30 ГГц	Надвисокі частоти. Сантиметрові хвилі. (Superhighfrequency - Microwave)	НВЧ (SHF)

В Україні інтенсивно впроваджується цифрове ефірне телебачення стандарту Т2. Для цієї цілі виділено чотири дециметрових канали (діапазон IV) з номерами 31, 43, 49, 57. Тут застосовується багатопозиційна цифрова модуляція типу САМ-64 і за рахунок цього вдалося організувати 32 програми цифрового телебачення. Природньо, що для організації побутового прийому треба застосовувати спеціалізований тюнер. При дослідженні регламенту радіозв'язку треба звернути увагу на вказані канали. Додаток В знайомить з загальним частотним планом та частотами несінних зображення і звукового супроводження радіоканалів телевізійних сигналів дециметрової смуги (діапазон IV-канали стандарту Т2 виділено).

1.3 Завдання на підготовку до лабораторної роботи

1. Ознайомтесь з організацією існуючих систем радіозв'язку.
2. Ознайомтесь зі способами передавання інформації за допомогою електромагнітних хвиль (радіоканалів).
3. Вивчіть регламент радіозв'язку для району №1.
4. Підготуйте шаблон таблиці для занесення результатів дослідження радіочастотного діапазону м. Запорожжя від 30 МГц до 1 ГГц із варіацією ширини смуги пропускання і видів модуляції.
5. Вивчіть функціональну схему робочого місця для дослідження регламенту радіозв'язку.
6. Вивчіть інструкції з експлуатації та технічні характеристики спецприймача Р-313 і селективного мікровольтметра SMV-8.5.
7. Відповісти на контрольні питання

1.4 Контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до роботи

1. Що таке регламент радіозв'язку?
2. На які діапазони поділяються радіочастоти?
3. Які різновиди модуляції застосовуються у випадках передавання інформації з застосуванням радіоканалу?
4. Чим принципово відрізняються аналогові та цифрові системи передачі інформації ?
5. Як впливає ширина смуги пропускання високочастотного тракту приймача на якість прийнятого сигналу?
6. До яких висновків приводить аналіз графіків щільності розміщення радіозасобів за критерієм можливого розміщення радіоканалу закладного пристрою.
7. Які вам відомі технології для виявлення несанкціонованих радіопередавальних засобів ?
8. Які документи регламентують розподіл радіочастот в Україні?
9. Які радіостанції та телевізійні канали було виявлено під час моніторингу радіодіапазону?
10. Чим відрізняються системи радіомовлення від систем телебачення?
11. Чим відрізняються системи аналогового телебачення від системи цифрового телебачення Т2 ?

12. Якими функціями, відповідно до Закону, наділено Держчастотнагляд України ?

13. Які канали виділено для цифрового ТБ Т2 ?

14. Які санкції можуть застосовуватись в разі порушення вимог Регламенту радіозв'язку ?

1.5. Матеріали, інструмент, прилади, обладнання

1. Спецприймач Р-313

2. Селективний мікровольтметр SMV-8.5.

3. Робоче місце для дослідження регламенту радіозв'язку

1.6 Порядок проведення лабораторної роботи

Експериментальна частина

1. Під'єднайте приймальну антену до приймача SMV-8.5.

2. Установіть ширину смуги пропускання високочастотного тракту SMV-8.5 рівною 20 кГц, ввімкніть приймач, установіть початкове значення частоти прийому 30 МГц. У разі виявлення працюючої станції перемикайте режими роботи АМ – ЧМ.

3. Досліджуйте радіочастотний діапазон до частоти 1000 МГц, заповнюючи Таблицю 1.2. Особливу увагу приділіть діапазону 70...110 МГц, намагайтесь розпізнати назви працюючих радіостанцій.

4. Вид модуляції визначайте суб'єктивно - за критерієм якості слухового прийому.

5. Під'єднайте прийомну антену до приймача Р-313

6. Установіть перемикач ширини смуги пропускання високочастотного тракту приймача «ПОЛОСА» у положення «ВУЗЬКА», тумблер «АРУ» - у положення «ВКЛЮЧЕНО», ввімкніть живлення приймача, установіть початкове значення частоти прийому 100МГц.

7. Досліджуйте радіочастотний діапазон до частоти 470 МГц, перемикаючи перемикач «ПОЛОСА» у положення «ВУЗЬКА» - «ШИРОКА» і доповнюйте таблицю 1.2 записами про нові виявлені станції.

Таблиця 1.2-Результати дослідження регламенту радіочастот

Централь- на частота	Належність	Вид модуляції	Смуга ВЧ тракту	Якість прийому

8. У разі можливості, вивчіть функціональну схему робочого місця для дослідження регламенту радіочастот в Запорізькій філії Держчастотнагляду України.

9. Ознайомтесь і законспектуйте дії оператора робочого місця під час сканування радіочастотного діапазону.

10. Графічно зобразіть вигляд отриманого спектру працюючої радіостанції.

Обробка результатів досліджень

1. Проведіть аналіз отриманої таблиці регламенту радіочастот, намалюйте графіки щільності розміщення радіозасобів у м. Запоріжжі для двох значень ширини смуги пропускання високочастотного тракту приймачів.

2. Проведіть аналіз графіка спектру радіочастотного діапазону м.Запоріжжя в діапазоні від 75 МГц до 110 МГц.

3. Посилаючись на таблицю регламенту, зобразіть гістограму графіку щільності розміщення радіозасобів і графік спектру радіочастотного діапазону м.Запоріжжя в діапазоні від 75 МГц до 110 МГц.

1.7 Зміст звіту

1. Таблиця регламенту радіозв'язку із суб'єктивною оцінкою якості переданих інформаційних сигналів, у залежності від смуги пропускання високочастотного тракту приймачів і виду модуляції інформаційного сигналу.

2. Графік щільності розміщення радіозасобів.

3. Графік щільності зайнятості спектру радіочастотного діапазону м.Запоріжжя в діапазоні від 75 МГц до 110 МГц.

4. Таблиця регламенту радіозасобів м. Запоріжжя.

1.8 Додаткова рекомендована література

1. Постанова Кабінету Міністрів України № 803 та №803-а від

12.10.1995р., якою затверджено Національна таблиця розподілу смуг радіочастот України.

2. Інструкція з експлуатації приймача Р-313.

3. Інструкція з експлуатації селективного мікровольтметра SMV8.5.

4. Седов, С.А. Індивідуальні відеозасоби: телеантени, телевізори, відеомагнітофони, відеокамери, відеопрогравачі, відеодиски.: Довідковий посібник [Текст] / С.А.Седов - К.: Наук. думка, 1990.-752 с.

2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2. ДОСЛІДЖЕННЯ СПРЯМОВАНИХ МІКРОФОНІВ (СМ)

2.1 Мета роботи

1. Вивчити основні параметри і характеристики, що визначають спрямовані властивості електроакустичних перетворювачів.
2. Ознайомитись з особливостями поширення звуку в трубах.
3. Розрахувати резонансні частоти труб СМ.
4. Дослідити спрямовані властивості мікрофонів з різними конструкціями пристроїв для забезпечення спрямованості.
5. Розрахувати коефіцієнт спрямованості і побудувати діаграму спрямованості (ДС) мікрофона.
6. Обробити отримані результати за критеріями:
 - ширини фронтальної пелюстки ДС;
 - відношенню чутливості фронт-тил;
 - нерівномірності фронтальної амплітудно-частотної характеристики (АЧХ) в області резонансних частот труб;
 - суб'єктивної якості прийнятих мовних сигналів в залежності від кута напрямку мікрофона.
7. Ознайомитись з реальними конструкціями мікрофонів.

2.2 Загальні відомості

2.2.1 Призначення та різновиди мікрофонів

Мікрофони мають дуже широкий спектр практичних застосувань. Вони використовуються на радіо та телебаченні, у більшості видів зв'язку, у лабораторних установках з акустичних вимірювань. Окрім того мікрофони є невід'ємним атрибутом більшості закладних пристроїв, за допомогою яких здійснюється несанкціоноване отримання акустичної інформації.

Мікрофон являє собою перетворювач акустичних коливань в електричні сигнали. У залежності від того фізичного явища, яке створює таке перетворення, розрізняють такі типи мікрофонів: електродинамічні, електромагнітні, електростатичні, п'єзоелектричні, електретні, магнітострикційні, контактні та ін.

Промисловістю виготовляються, а в торгівій мережі досить вільно продаються не тільки окремі пристрої для підслуховування, але й цілі системи, які дозволяють таємно отримувати інформацію крізь стіни, стелі, вентиляційні та інші отвори і взагалі контролювати акустику приміщень. Виявлені сигнали приймаються, підсилюються, відфільтровуються від завад (очищуються) і записуються з достатньою надійністю і чіткістю.

Наприклад, приладом професійного акустичного прослуховування є комплект РК-935. Набір містить різні мікрофони, за допомогою яких можливо виконувати різноманітні операції з підслуховування, а також спеціальний підсилювач для посилення слабких сигналів і касетний магнітофон для запису переговорів. У складі комплекту є:

- 1 РК-915. Контактний мікрофон для прослуховування через стіну, двері, стелю і т.д.
- 2 РК-795. Мікрофон в наручному годиннику з мініатюрним стереомагнітофоном РК-1985.
- 3 РК-900. Субмініатюрний електретний мікрофон з кабелем довжиною 50 м.
- 4 РК-905. Три мікрофони у вигляді стінних цвяхів різної довжини - 150, 300 і 400 мм. Ці мікрофони через отвір діаметром 2 мм в стіні, стелі або підлозі дозволяють проникати в сусіднє приміщення.

Комплект змонтовано в аташе-кейсі, вага комплекту з кейсом - 3 кг. У кейсі ж знаходиться і підсилювач та головні телефони. Живлення - від батарей або мережі.

Зауважимо, що більш сучасні вироби комплектуються і цифровими диктофонами, які, при умові застосування сучасних пристроїв FLASH-пам'яті об'ємом порядку 32 гигабайт, здатні здійснювати безперервний запис на протязі декількох сотень годин. Звичайно, що жоден магнітофон таких можливостей не має, бо в будь-якому випадку вимагає досить частої заміни касети з магнітною плівкою.

Мисливці за чужими секретами нерідко використовують і вузькоспрямовані мікрофони для підслуховування переговорів на вулицях або в громадських приміщеннях: бари, ресторани, вокзали і т.ін. Використання ефекту вузькоспрямованості дозволяє негласно підслуховувати переговори на відстанях до декількох сотень метрів. Розглянемо властивості, характеристики і параметри спрямованих мікрофонів (СМ).

2.2.2 Спрямовані властивості мікрофонів

Розглянемо мікрофон (М) і джерело звуку (Г), які розташовано на відстані L один від одного (рис. 2.1). Хай оптичну вісь джерела Г буде спрямовано в напрямі до мікрофону М, а оптичну вісь мікрофону М навпаки – в напрямі до джерела Г.

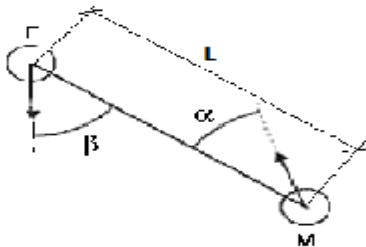
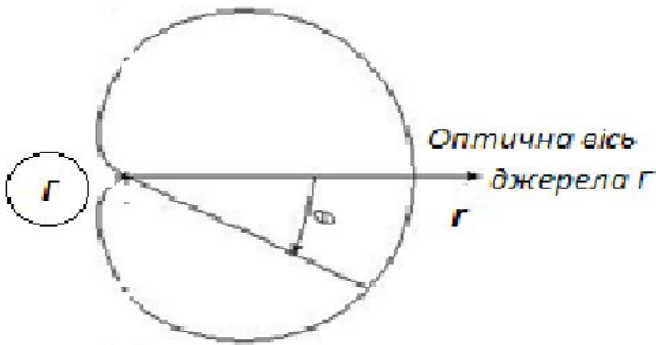


Рисунок 2.1- Взаємне розташування мікрофону і джерела звуку

Якщо джерело Γ створює звук в усіх напрямках рівномірно, тобто інтенсивність випроміненого звуку (вона характеризується звуковим тиском) не залежить від значення кута β то тоді кажуть, що це джерело звуку ізотропне. В тому випадку, коли джерело звуку має властивість спрямованості, то інтенсивність випроміненого звуку буде розподілено у просторі нерівномірно; тоді треба вводити деяку характеристику, яка буде давати інформацію про просторову залежність інтенсивності, або, другими словами, залежність від кута β . Для прикладу на рис.2.2 (тут $\theta=\beta$) зображено цю залежність, коли функція розподілу $f(\theta)$ має вигляд кардіоїди ($f(\theta) \sim 1 + \cos \theta$). Тут у фронтальному напрямі, коли $\theta=0$, звуковий тиск максимальний, а в напрямі тилу, коли $\theta=\pi$ інтенсивність звукового тиску $\rightarrow 0$. Функцію $f(\theta)$ звуть характеристикою спрямованості, або, при деяких умовах, **діаграмою спрямованості (ДС)** джерела звуку. Аналогічно щодо мікрофону М (рис.2.3). Умовно підключимо до нього



r – радіус-вектор оптичної вісі джерела звуку Γ

Рисунок 2.2- Діаграма спрямованості (ДС) джерела звуку Γ

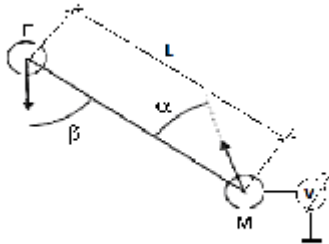


Рисунок 2.3 – До визначення ДС мікрофону

вольтметр V і будемо спостерігати зміну його показів при зміні значення кута α , тобто досліджувати ДС цього мікрофону. Якщо мікрофон повністю неспрямований, то зрозуміло, що при зміні кута α покази $U(\alpha)$ вольтметра V змінюватися не будуть, тобто $f(\alpha)=U(\alpha)=const=U_0$. Якщо ж мікрофон має властивість спрямованості то при цьому отримаємо деяку функціональну залежність $f(\alpha)$, яку і треба сприймати, як ДС. Але з найпростіших фізичних міркувань зрозуміло, що ці покази вольтметра будуть залежати від відстані L між Γ та M , тобто ДС визначається неоднозначно. Щоб уникнути цієї ситуації отриману ДС нормують за співвідношенням

$$R(\alpha) = f(\alpha)/f_{\max}(\alpha_0), \quad (2.1)$$

де $R(\alpha)$ – нормована ДС,

$f_{\max}(\alpha_0)$ – максимальне значення серед отриманих значень ДС,

α_0 – те значення кута α , яке відповідає максимуму ДС.

Найчастіше ДС спрямованих мікрофонів симетричні відносно оптичної вісі, а тому $\alpha_0=0$. В літературі практично завжди в якості ДС приймають її нормовану величину $R(\alpha)$; в подальшому викладенні ми також будемо притримуватись такого визначення ДС.

Для оцінки впливу спрямованих властивостей мікрофонів на їх технічні параметри (а практично це споживчі параметри), окрім ДС вводять коефіцієнт спрямованості Ω за співвідношенням

$$\Omega = \frac{1}{1/2 \int_0^p R^2(a) \sin(a) da} \quad (2.2)$$

Додатково вводять відношення коефіцієнтів спрямованості в передній і задній напівсферах (фронт/тил) $\Omega_{\text{ф}}/\Omega_{\text{т}} = \Omega_{\text{ф/т}}$ за співвідношенням

$$\Omega_{\text{ф/т}} = \frac{\int_0^{p/2} R^2(a) \sin(a) da}{\int_0^p R^2(a) \sin(a) da} \quad (2.3)$$

Вирази (2.2), (2.3) застосовують для тих мікрофонів, у яких ДС симетрична відносно акустичної вісі. Корисно також відзначити, що в теорії антен дещо аналогічний за фізикою параметр називають коефіцієнтом спрямованої дії (КСД).

Ці параметри дуже корисні для оцінки споживчих якостей мікрофону. Так, дальність дії мікрофону з коефіцієнтом спрямованості Ω у $\sqrt{\Omega}$ раз більше, ніж у не спрямованого (за умови однакового розподілу джерел завад навколо мікрофону в обох випадках). Тобто, щоб отримати один і той же сигнал спрямований мікрофон може знаходитися в $\sqrt{\Omega}$ раз далі від джерела звуку в порівнянні з не спрямованим.

Параметр $\Omega_{\text{ф/т}}$ корисний для оцінки придушення завад від джерел, розташованих позаду мікрофона, у порівнянні з джерелами, розташованими перед мікрофоном.

Звук поширюється у повітрі зі швидкістю 343 м/с і при цьому несе в собі деякий запас енергії

2.2.3 Поширення звуку в трубах

Для труби зручно користатися поняттями об'ємного зсуву U_0 й об'ємної швидкості Q . Цими поняттями користуються і у випадку поширення звукової хвилі у відкритому просторі.

Об'ємний зсув U_0 визначають як

$$U_0 = u \cdot S, \quad (2.4)$$

де u – зсув часток середовища;

S – поперечний переріз труби.

Об'ємну швидкість Q визначають як

$$Q = v \cdot S, \quad (2.5)$$

де v – швидкість коливань часток середовища

S – поперечний переріз труби.

У практиці акустичних вимірів використовують наступні значення акустичних опорів середовища:

§ хвильовий;

§ питомий;

§ повний.

Хвильовим опором Z називають відношення

$$Z = p/Q, \quad (2.6)$$

де p – величина звукового тиску;

Q – об'ємна швидкість.

Хвильовий опір Z з питомим акустичним опором χ пов'язано співвідношенням:

$$Z = \chi/S. \quad (2.7)$$

Повний опір

$$Z_S = F/v = \chi \cdot S = Z \cdot S^2, \quad (2.8)$$

де: v – швидкість коливань повітряного середовища,
 F – частота.

Якщо джерело звуку знаходиться в одному кінці труби зі сталим значенням поперечного перерізу, а довжина труби прагне до нескінченності, то в такій трубі утвориться плоска біжна хвиля (рухома хвиля, яка має властивість переносу енергії і рухається в додатному напрямі вісі x). При цьому передбачається, що поперечні розміри труби значно менше довжини хвилі.

У трубі зі скінченим значенням довжини кінцевих за наявності закритих кінців відбувається відбиття рухомих звукових хвиль від цих кінців. При цьому вже треба розглядати вже дві рухомі хвилі, з зустрічним напрямком руху. Оскільки ці хвилі когерентні, то вони будуть інтерферувати і тоді їхня сума буде

$$P = p_1 \times \exp[i\omega(t-x/c)] + p_2 \times \exp[i\omega(t+x/c)] = \\ = (p_1 - p_2) \times \exp[i\omega(t-x/c)] + 2p_2 \times \cos(\omega x/c) \exp(i\omega t).$$

де p_1 , p_2 - амплітуди звукового тиску в хвилях, що рухаються, відповідно, від джерела звуку («пряма» хвиля) і в напрямку джерела (відбита хвиля);

$(p_1 - p_2)$ - амплітуда тиску рухомої хвилі, яка рухається, у тому ж додатному напрямку, що і «пряма» хвиля;

c - швидкість звукових хвиль у середовищі;

$2p_2 \cos(\omega x/c)$ - амплітуда тиску стоячої хвилі.

Вхідна питома акустична провідність труби кінцевої довжини, яку закрито з обох кінців

$$Y_{\text{вх}} = 1/\xi_{\text{вх}} = (1/\xi_1 + 1/\xi_2) \cos(\omega l_T/c) + i(1/\xi_c)(1 + (\xi_c)^2/(\xi_1 \xi_2)) \sin(\omega l_T/c),$$

де: ξ_1 і ξ_2 - питомі акустичні опори відбивних матеріалів, які знаходяться на кінцях труби;

ξ_c - питомий акустичний опір внутрішнього середовища в трубі;

l_T — довжина труби.

Для частот $\omega = \pi c / l_r$ або $f = c / 2l_r$, для яких довжина хвилі зв'язана з довжиною труби співвідношенням $l_r = n\lambda / 2$ (тут n — будь-яке ціле число), вхідний питомий акустичний опір є чисто активним і має мінімальне значення.

Ці частоти називають **резонансними частотами труби**.

Для труби довжиною 1 м резонансні частоти будуть наступними:

$$n=1, f_{1p} = c / 2l_r = 343 / 2 * 1 = 172 \text{ Гц};$$

$$n=2, f_{2p} = c / l_r = 343 / 1 = 343 \text{ Гц};$$

$$n=3, f_{3p} = 3 * 343 / 2 = 515 \text{ Гц}, \text{ і так далі.}$$

На частотах $\omega = ((2n-1)/2)\pi c / l_r$, для яких довжина труби зв'язана з довжиною хвилі співвідношенням $l_r = (2n-1) \times \lambda / 4$ вхідний питомий акустичний опір має чисто реактивний характер і за величиною досягає максимуму. Ці частоти називають *антирезонансними*. Для тієї ж труби антирезонансні частоти наступні:

$$n=1, f_{1ap} = 87,5 \text{ Гц};$$

$$n=2, f_{2ap} = 257 \text{ Гц};$$

$$n=3, f_{3ap} = 429 \text{ Гц}, \text{ і так далі.}$$

Для повітря вхідний питомий акустичний опір труби чисельно дорівнює акустичному опорі повітря для плоскої хвилі, але з множителем $(-j)$ тобто він має реактивний характер.

2.2.4 Мікрофони органного типу

Шляхом використання системи резонансних трубок різної довжини створюються мікрофони органного типу (по аналогії з відомим музикальним інструментом), які характеризуються високими спрямованими властивостями. З метою покращення спрямовувальних властивостей таких мікрофонів, можливе застосування їх разом з параболічними дзеркалами, як то показано на рис. 2.4.

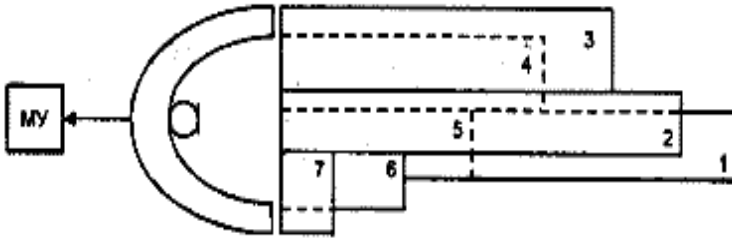
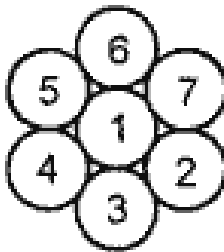
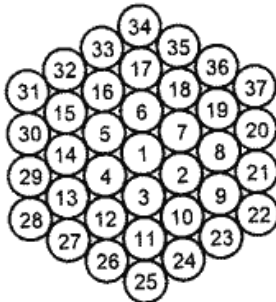


Рисунок 2.4- Геометрія мікрофону органного типу з параболічним дзеркалом

Трубки у таких мікрофонів розташовуються по колу або по спіралі (рис. 2.5-а, -б) – у залежності від їх кількості. Таким чином конструюються спрямовувальні пристрої спрямованих мікрофонів. При цьому найбільш довга трубка розташовується в центрі структури.



а)



б)



Рисунок 2.5- Розташування трубок в конструкціях мікрофонів органного типу

2.3 Завдання на підготовку до лабораторної роботи

1. Вивчіть основні параметри і характеристики, що визначають спрямовані властивості електроакустичних перетворювачів.
2. Вивчіть особливості поширення звуку в трубах.
3. Розрахуйте резонансні частоти труб спрямованого мікрофону для центральних частот рівноартикуляційних смуг (див. п.3 у 2.7).
4. Підготуйте шаблони таблиць для занесення результатів дослідження амплітудно-частотних характеристик спрямованих мікрофонів.
5. Вивчіть функціональну схему робочого місця (рис 2.5) для дослідження спрямованих мікрофонів.
6. Вивчіть інструкцію з експлуатації селективного низькочастотного мікровольтметра В6-9 і технічні характеристики мікрофона МД-80.

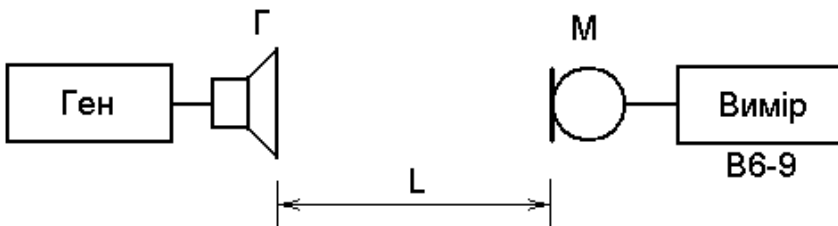
2.4 Контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до роботи

1. Де застосовуються спрямовані мікрофони ?
2. Яким чином використовуються мікрофони для несанкціонованого отримання інформації ?
3. Як діють спрямовані акустичні пристрої?
4. Які основні параметри і характеристики спрямовувальних акустичних пристроїв та їх різновиди ?
5. Які особливості має ізотропне джерело звуку ?
6. Які особливості має спрямоване джерело звуку з коефіцієнтом спрямованості $\Omega_{ЗВ}$?
7. Як експериментально визначити $\Omega_{ЗВ}$ та $\Omega_{Ф/Г}$ для джерела звуку ?
8. Проведіть аналіз графіків коефіцієнта спрямованості для різних акустичних насадок і різних частот ?
9. Які особливості має спрямований мікрофон з коефіцієнтом спрямованості $\Omega_{ЗВ}$?
10. Як експериментально визначити $\Omega_{ЗВ}$ та $\Omega_{Ф/Г}$ для спрямованого мікрофону ?
11. З якою метою проводять нормування ДС для СМ ?

12. Як класифікуються мікрофони за їх призначенням?
13. Як працюють і для чого призначені конденсаторні мікрофони?
14. Що являють собою конденсаторно-електретні мікрофони і де вони застосовуються?
15. Що являють собою стрічкові мікрофони та для чого вони призначаються?
16. Що собою являють радіомікрофони ?
17. Яким чином використовуються мобільні телефони у ролі радіозакладних пристроїв?
18. Які існують і як вводяться акустичні опори середовища ?
19. Які хвилі інтерферують у закритій з обох сторін акустичній трубці?
20. Що таке і за яким критерієм визначаються резонансна та антирезонансна частоти акустичної трубки ?

2.5 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання

Функціональну схему лабораторного пристрою і робочого місця для дослідження спрямованих мікрофонів наведено на рис. 2.5. Її основу складають: генератор НЧ; гучномовець; мікрофон; низькочастотний мікровольтметр В6-9.



Ген. –генератор НЧ; Г- гучномовець; М- мікрофон; Вимір. – низькочастотний мікровольтметр В6-9.

Рисунок 2.5 - Функціональна схема робочого місця для дослідження спрямованих мікрофонів.

2.6 Порядок проведення лабораторної роботи

Розрахункова частина

1. Розрахуйте довжину акустичної труби для нижньої частоти мовного сигналу 300 Гц.
2. Розрахуйте резонансні і антирезонансні частоти даної труби.
3. Розрахуйте комплект труб з першими резонансами на середніх рівноартикуляційних частотах для смуги частот мовного сигналу 300-3400 Гц, (500, 650, 800, 950, 1125, 1300, 1500, 1700, 1875, 2050, 2225, 2425, 3100Гц). Визначте перші резонансні та антирезонансні частоти для даних труб.

Експериментальна частина

1.Проведіть дослідження діаграми спрямованості мікрофона МД-80 (відстань $L=1\text{м}$; напруга на гучномовці від генератора звуку $U=1\text{В}$; частота джерела звуку 1 кГц):

§ без акустичних насадок;

§ з насадкою з однієї труби, розрахованої на резонанс нижньої частоти спектру мовного сигналу та у смузі частот 300-3400 Гц з відліком двох частот між середніми частотами рівноартикуляційних смуг мовного сигналу;

§ з насадкою з декількох труб, розрахованих на резонанс середніх частот рівноартикуляційних смуг мовного сигналу (у смузі частот 300-3400 Гц) – на частотах 500, 1000, 3000 Гц..

Обробка результатів досліджень

1. Порівняйте отримані результати за параметрами коефіцієнту спрямованості і чутливості на частоті $F=1\text{кГц}$.

Коефіцієнт спрямованості розраховувати, як відношення чутливості E_0 при $\alpha=0$ до чутливості E_α при $\alpha=10^\circ$

$$\Omega = E_0/E_\alpha.$$

2. Побудувати отримані діаграми спрямованості.

2.7 Зміст звіту

1. Призначення і різновиди мікрофонів.
2. Розрахунок труби для нижньої частоти спектра мовного сигналу (300 Гц).

3. Розрахунок труб для центральних частот рівноартикуляційних смуг.
4. Графіки ДС та розраховані відповідні значення коефіцієнтів спрямованості для досліджуваного мікрофона:
 - § без акустичних насадок;
 - § з насадкою з однієї труби, розрахованої на резонанс нижньої частоти спектру мовного сигналу;
 - § з насадкою з декількох труб, розрахованих на резонанс середніх частот рівноартикуляційних смуг мовного сигналу;

2.8 Додаткова рекомендована література

1. Сидоров, И.Н. Микрофоны и телефоны [Текст] / Сидоров И.Н. Димитров А.А.-М: Радио и связь, 1993.-254 с.
2. Акустика : Справочник [Текст] / А.П. Ефимов и др.; Под ред М.А. Сапожкова. – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Радио и связь, 1989. – 336 с.
3. Вемян, Г.В. Передача речи по линиям электросвязи [Текст] / Г.В.Вемян -М.: Радио и связь, 1985. – 272 с.
4. Сайт фирмы ООО «Электрет». www.electret.ru
5. Сайт фирмы «Октава». www.octava.ru
6. Сайт www.crime.ru. (Акустические каналы. Применениемикрофонов в разведке)
7. Сайт www.rambler.ru, раздел “Техника”. (Классификациямикрофонов. Акустическиеканалы.)

3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3. ДОСЛІДЖЕННЯ МАСКУВАЧА МОВНИХ СИГНАЛІВ

3.1 Мета роботи

1. Вивчити основні методи, параметри і характеристики, що визначають якість утаємничення мовних сигналів у каналах зв'язку.
2. Вивчити принципи дії і параметри пристроїв маскування мовного сигналу.
3. Вивчити методи виміру якості мовного сигналу.

4. Дослідити розбірливість слів у різних точках тракту перетворення мовного сигналу.
5. Дослідити спектри сигналів у різних точках тракту перетворення.
6. Оцінити розбірливість слів для досліджуваної схеми маскування.

3.2 Загальні відомості

3.2.1 Скремблери

У системах зв'язку застосовують два основні методи утаємничення мовних сигналів, які розрізняються за способом передавання по каналах зв'язку: аналогове скремблювання і дискретизація мови з подальшим шифруванням. Під **скремблюванням** розуміється зміна характеристик мовного сигналу таким чином, що одержаний перетворений сигнал, володіючи властивостями нерозбірливості і невпізнання, займає ту ж смугу частот, що і початковий сигнал.

Кожний з цих методів має свої переваги і недоліки.

Так, для **аналогових скремблерів** характерна присутність під час передавання в каналі зв'язку фрагментів початкового відкритого мовного повідомлення, перетвореного в частотній і (або) часовій області. Це означає, що зломисники можуть спробувати перехопити і проаналізувати передавану інформацію, на рівні звукових сигналів. Досвід свідчить, що новітні алгоритми аналогового скремблювання здатні забезпечити дуже високий рівень утаємничення.

Цифрові скремблери не передбачають передачі якої-небудь частини початкового мовного сигналу. Мовні компоненти кодуються в цифровий потік даних, який змішується з псевдовипадковою послідовністю, що виробляється ключовим генератором по одному з криптографічних алгоритмів. Підготовлене таким чином повідомлення передається за допомогою модему в канал зв'язку, на приймальному кінці якого проводяться зворотні перетворення з метою отримання відкритого мовного сигналу.

Технологія створення широкосмугових систем, призначених для утаємничення мови, добре відома, а її реалізація не уявляє особливих труднощів. При цьому використовуються такі методи кодування мови,

як АДІКМ (адаптивна диференціальна імпульсно-кодова модуляція), ДМ (дельта-модуляція) і т.ін. Але представлена таким чином дискретизована мова може передаватися лише по спеціально виділеним широкосмуговим каналам зв'язку із смугою пропускання 4,8–19,2 кГц. Це означає, що вона не придатна для передачі по лініях телефонної мережі загального користування, де необхідна швидкість передавання даних повинна складати не менше 2400 бит/с. У таких випадках використовуються вузькосмугові системи, головною проблемою при реалізації яких є висока складність алгоритмів зняття мовних сигналів, здійснюваних у **вокодерних пристроях**.

За допомогою дискретного кодування мови з подальшим шифруванням завжди досягався високий ступінь утаємничення. Раніше цей метод мав обмежене застосування в наявних вузькосмугових каналах із-за низької якості відновлення передаваної мови. Досягнення в розвитку технологій низькошвидкісних дискретних кодерів дозволили значно поліпшити якість мови без зниження надійності утаємничення.

Аналогові скремблери підрозділяються на:

- мовні скремблери простих типів на базі часових і (або) частотних перестановок мовного сигналу (рис. 3.1);
- комбіновані мовні скремблери на основі частотно-часових перестановок відрізків мови, представлених дискретними відліками, із застосуванням цифрової обробки сигналів (рис. 3.2).

Цифрові системи утаємничення мови підрозділяються на широкосмугові (рис. 3.3) і вузькосмугові (рис. 3.4).

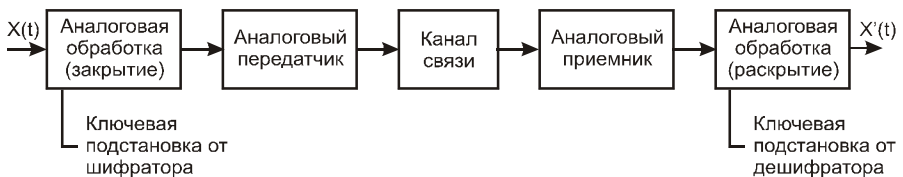


Рисунок 3.1- Схема простого мовного скремблера

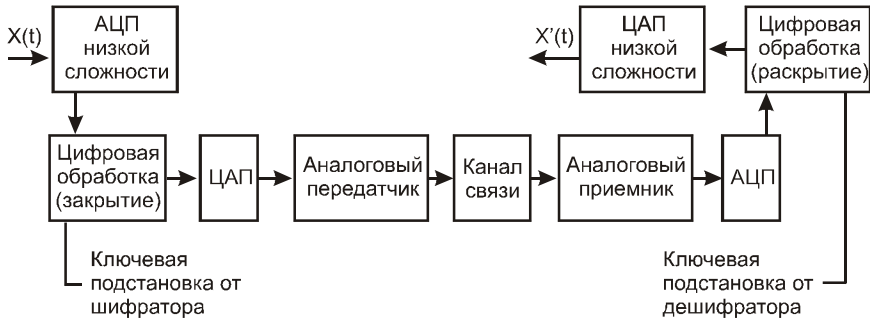


Рисунок 3.2- Схема комбінованого мовного скремблеру

Оцінюючи рівень захисту систем закриття мови, слід зазначити, що це поняття вельми умовне. При цьому слід констатувати, що у ряді виробів основні рівні захисту визначаються, як **тактичний** і **стратегічний**, що в деякому розумінні перекликається з поняттями практичної і теоретичної *стійкості криптосистем утаємнення даних*.

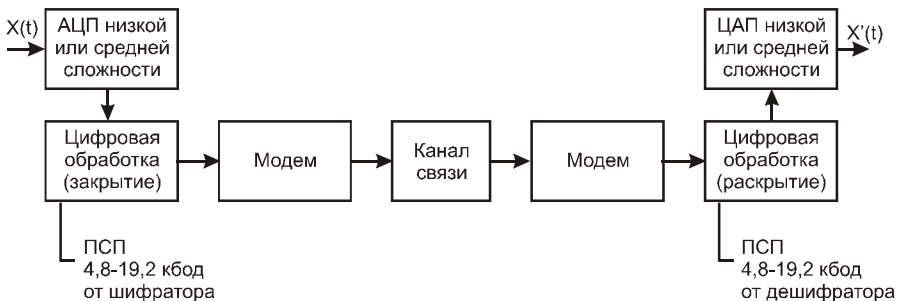


Рисунок 3.3. Схема широкополосної системи утаємнення мови

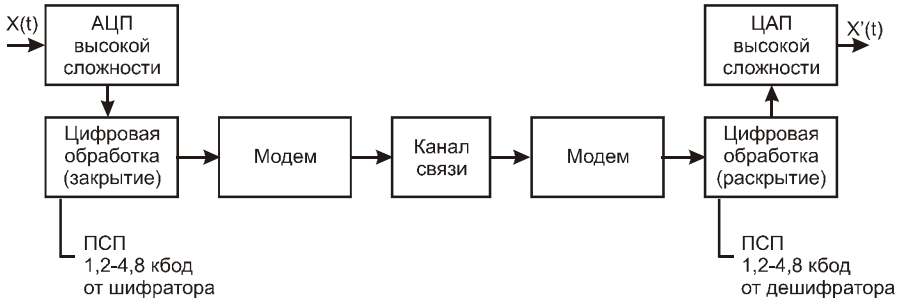


Рисунок 3.4. Схема вузькосмугової системи утаємничення мови

Тактичний, або низький, рівень використовується для захисту інформації від прослуховування сторонніми особами на період, вимірюваний від хвилин до днів. Існує багато простих методів і способів забезпечення такого рівня захисту з прийнятною стійкістю.

Стратегічний, або високий, рівень захисту інформації від перехоплення використовується в ситуаціях, які мають на увазі, що висококваліфікованому, технічно добре оснащеному фахівцю буде потрібно для дешифрування перехопленого повідомлення період часу від декількох місяців до декількох років.

Слід зазначити, що таке поняття, як *якість відновленої мови*, є достатньо умовним, оскільки під ним звичайно розуміють факт пізнання абонента і розбірливість сигналу, що приймається.

3.2.2 Аналогове скремблювання

Серед сучасних пристроїв утаємничення мовних сигналів найбільше розповсюдження мають пристрої, що використовують метод аналогового скремблювання. Це дозволяє, по-перше, понизити вартість таких пристроїв, по-друге, ця апаратура застосовується в більшості випадків в стандартних телефонних каналах із смугою 3 кГц, по-третє, вона забезпечує комерційну якість дешифрованої мови, і, по-четверте, гарантує достатньо високий ступінь утаємничення.

Аналогові скремблери перетворюють початковий мовний сигнал за допомогою зміни його амплітудних, частотних і часових параметрів в різних комбінаціях. Скрембльований сигнал потім може

бути переданий по каналу зв'язку в тій же смузі частот, що і відкритий. У апаратах такого типу використовується один або декілька **принципів аналогового скремблювання**. Розглянемо їх особливості.

Різновиди скремблювання в частотній області: *частотна інверсія* (перетворення спектру сигналу за допомогою гетеродину і фільтру); *частотна інверсія і зсув* (*частотна інверсія із змінним стрибкоподібним зсувом несівної частоти*); *розділення смуги частот мовного сигналу на ряд піддіапазонів з подальшою їх перестановкою і інверсією*.

Скремблювання в часовій області — розбиття фрагментів на сегменти з перемішуванням їх за часом з подальшим прямим і (або) інверсним прочитуванням.

Комбінація часового і частотного скремблювання.

Як правило, всі перестановки яким-небудь чином виділених сегментів або ділянок мови в часовій і (або) в частотній областях здійснюються за законом псевдовипадкової послідовності (ПВП). ПВП виробляється шифратором з ключом, який змінюється від одного мовного повідомлення до іншого.

На стороні приймача виконується дешифрування цифрових кодів, одержаних з каналу зв'язку, і перетворення їх в аналогову форму. Системи, робота яких заснована на такому методі, є достатньо складними, оскільки для забезпечення високої якості передаваної мови потрібна висока частота дискретизації вхідного аналогового сигналу і, відповідно, висока швидкість передачі даних (не менше 2400 бод). За таким же принципом можна розділити і пристрої дискретизації мови з подальшим шифруванням.

Не зважаючи на всю свою складність, апаратура даного типу використовується в комерційних структурах, більшість з яких передає дані по каналу зв'язку зі швидкостями модуляції від 2,4 до 19,2 кбит/с, забезпечуючи при цьому дещо гіршу якість відтворення мови в порівнянні із звичайним телефоном. Основною ж перевагою таких цифрових систем кодування і шифрування залишається високий ступінь утаємничення мови. Це досягається за допомогою використання широкого набору криптографічних методів, вживаних для захисту передачі даних по каналах зв'язку.

Оскільки скрембловані мовні сигнали в аналоговій формі лежать в тій же смузі частот, що і початкові сигнали, це означає, що їх

можна передавати по звичайних каналах зв'язку, що використовуються для передачі мови, без якого-небудь спеціального устаткування (модему). Тому пристрої мовного скремблювання не такі дорогі і значно простіші, ніж пристрої дискретизації з подальшим цифровим шифруванням.

За режимами роботи аналогові скремблери можна розбити на два класи:

- **статичні системи**, схема кодування яких залишається незмінною протягом всієї передачі мовного повідомлення;
- **динамічні системи**, що постійно генерують кодові підстановки в ході передачі (код може бути змінений в процесі передачі протягом кожної секунди).

Очевидно, що динамічні системи забезпечують вищий ступінь захисту, оскільки різко обмежують можливість легкого прослуховування переговорів сторонніми особами.

Процес аналогового скремблювання є складним перетворенням мовного сигналу з його подальшим відновленням після проходження перетвореного сигналу по вузькосмуговому каналу зв'язку, в умовах дії шумів і завад. Можливе *перетворення мовного сигналу за трьома параметрами: амплітуді, частоті і часу*. Вважається, що використовувати амплітуду недоцільно, оскільки співвідношення сигнал/шум, що змінюється в часі, роблять надзвичайно складним завдання точного відновлення амплітуди сигналу. Тому практичне застосування одержали тільки частотне і часове скремблювання, а також їх комбінації.

Існує два основні види **частотних скремблерів** – **інверсні і смугові**. Обидва засновані на перетвореннях спектру початкового мовного сигналу для приховування передаваної інформації і відновлення одержаного повідомлення шляхом зворотніх перетворень.

Інверсний скремблер (рис. 3.5) здійснює перетворення мовного спектру, рівносильне повороту частотної смуги мовного сигналу навколо деякої частоти. При цьому досягається ефект перетворення низьких частот у високі і навпаки.

Даний спосіб забезпечує невисокий рівень утаємничення, оскільки у разі перехоплення легко встановлюється значення частоти, відповідне середній точці інверсії в смузі спектру мовного сигналу.

Деяке підвищення рівню утаємнення забезпечує **смугово-зсувний інвертор**, що розділяє смугу на дві субсмуги. При цьому точка розбиття виступає в ролі деякого ключа системи.

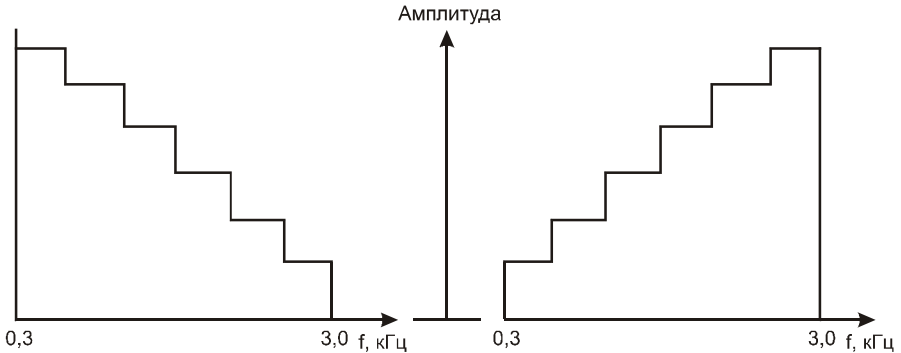


Рисунок 3.5- Принцип роботи інвертора мови

Надалі кожна субсмуга може інвертуватися навколо своєї середньої частоти. Цей вид скремблювання, проте, також дуже простий для розкриття при перехопленні і не забезпечує надійного закриття. Підвищити рівень закриття можна шляхом зміни за деяким законом частоти, відповідній точці розбиття на смуги мовного сигналу (**ключ системи**).

Мовний спектр можна також розділити на декілька частотних смуг рівної ширини і провести їх перемішування і інверсію за деяким правилом (ключ системи). Так функціонує **смуговий скремблер** (рис. 3.6).

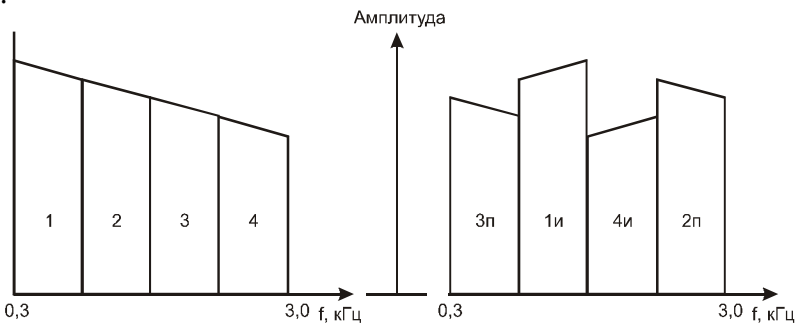


Рисунок 3.6 - Принцип роботи чотирьохсмугового скремблера

Зміна ключа системи дозволяє підвищити ступінь закриття, але вимагає введення синхронізації на приймальній стороні системи. Основна частина енергії мовного сигналу зосереджена в невеликій області низькочастотного спектру, тому вибір варіантів перемішування обмежений, і багато систем характеризуються відносно високою залишковою розбірливістю.

Істотне підвищення ступеню закриття мови може бути досягнуте шляхом реалізації в смуговому скремблері *швидкого перетворення Фур'є* (ШПФ). При цьому кількість допустимих перемішувань частотних смуг значно збільшується, що забезпечує високий ступінь закриття без погіршення якості мови. Можна додатково підвищити ступінь закриття шляхом здійснення затримок різних частотних компонент сигналу на різну величину. Схему такої системи показано на рис. 3.7.

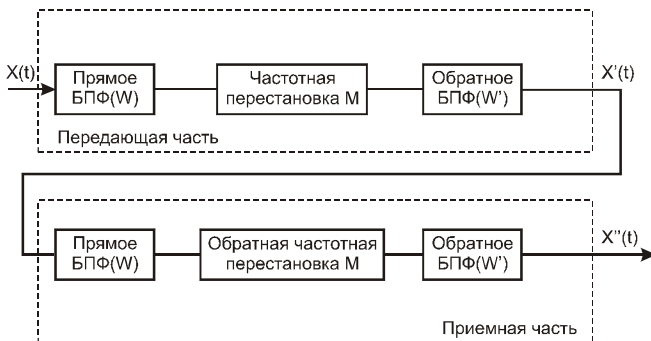


Рисунок 3.7 - Основна форма реалізації аналогового скремблера на основі ШПФ

Головним недоліком використання ШПФ є виникнення в системі великої затримки сигналу (до 300 мс), обумовленою необхідністю використання вагових функцій. Це призводить до утруднень в роботі дуплексних систем зв'язку.

Робота часових скремблерів заснована на двох основних способах утаємничення: *інверсія сегментів мови за часом*; *часова перестановка сегментів мови*. В порівнянні з частотними скремблерами, затримка у часових скремблерів набагато більше, але існують різні методи її зменшення.

У скремблерах з **часовою інверсією** мовний сигнал ділиться на послідовність часових сегментів, кожен з яких передається інверсно в часі — з кінця. Такі скремблери забезпечують обмежений рівень закриття, залежний від тривалості сегментів. Для досягнення нерозбірливості повільної мови необхідно, щоб довжина сегментів складала близько 250 мс. Затримка системи у такому разі складає близько 500 мс, що може виявитися неприйнятним в деяких додатках.

Для підвищення рівня утаємничення вдаються до способу перестановки часових відрізків мовного сигналу в межах фіксованого кадру (рис. 3.8).

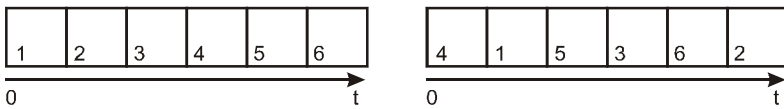


Рисунок 3.8 -. Схема роботи часового скремблера з перестановками у фіксованому кадрі

Правило перестановок є **ключем системи**, зміною якого можна істотно підвищити ступінь утаємничення мови. Залишкова розбірливість залежить від довжини відрізків сигналу і довжини кадру (чим довше останній, тим гірше розбірливість). Головний недолік скремблера з фіксованим кадром — великий інтервал часу затримки (приблизно 2 кадри). Цей недолік усувається в скремблері з перестановкою тимчасових відрізків мовного сигналу з *ковзаючим вікном*. У ньому кількість перестановок обмежена так, щоб затримка не перевищувала встановленого максимального значення. Кожний відрізок початкового мовного сигналу має так би мовити тимчасове вікно, усередині якого він може займати довільне місце при скремблюванні. Це вікно ковзає в часі у міру надходження в нього кожного нового відрізка сигналу. Затримка при цьому знижується до тривалості вікна.

Використовуючи комбінацію тимчасового і частотного скремблювання, можна значно підвищити ступінь утаємничення мови. **Комбінований скремблер** набагато складніше за звичайний і вимагає компромісного вирішення з вибору рівня утаємничення, залишкової розбірливості, часу затримки, складності системи і ступеню спотворень у відновленому сигналі. Кількість же всіляких систем, що працюють за таким принципом, обмежена лише уявою розробників.

Як приклад такої системи, розглянемо скремблер, схему якого представлено на рис. 3.9. У цьому скремблері операція частотно-часових перестановок дискретизованих відрізків мовного сигналу здійснюється за допомогою чотирьох процесорів цифрової обробки сигналів, один з яких може реалізовувати функцію генератора псевдовипадкової послідовності.

У такому скремблері спектр оцифрованого аналого-цифровим перетворенням мовного сигналу розбивається за допомогою використання алгоритму цифрової обробки сигналу на частотно-часові елементи. Ці елементи потім перемішуються на частотно-часовій площині відповідно до одного з криптографічних алгоритмів (рис.3.10) і підсумовуються, не виходячи за межі частотного діапазону початкового сигналу.

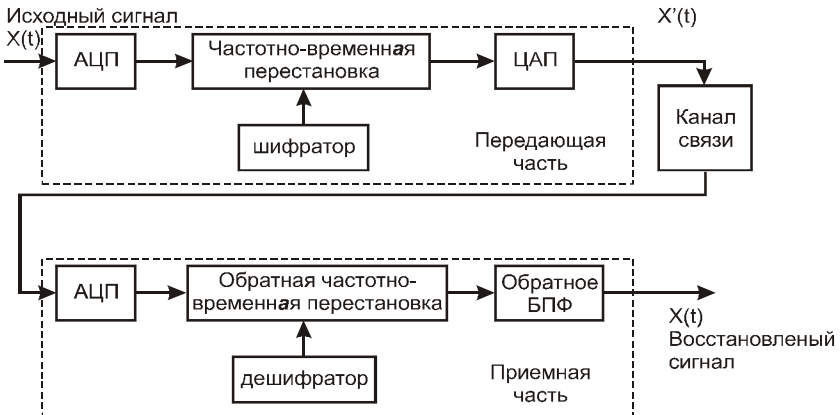


Рисунок 3.9 - Блок-схема комбінованого скремблера

У представленій на рис. 3.10 системі утаємнення мови використовується чотири процесори цифрової обробки сигналів. Кількість частотних смуг спектру, в яких проводяться перестановки з можливою інверсією спектру, дорівнює чотирьом. Максимальна затримка частотно-часового елементу за часом дорівнює тривалості п'яти дискретизованих відрізків мовного сигналу. Одержаний таким чином утаємничений сигнал за допомогою ЦАП переводиться в аналогову форму і подається до каналу зв'язку.

На приймальному кінці проводяться зворотні операції з відновлення одержаного утаємненого мовного повідомлення.

Стійкість представленого алгоритму порівняна із стійкістю систем цифрового закріплення мови.

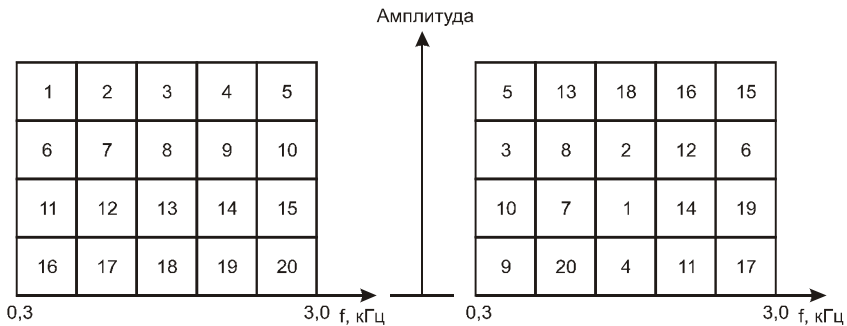


Рисунок 3.10 - Принцип роботи комбінованого скремблера

Скремблери всіх типів, за винятком простого (з частотною інверсією), вносять спотворення у відновлений мовний сигнал. Межі часових сегментів порушують цілісність сигналу, що неминуче призводить до появи позасмугових частотних складових. Небажаний вплив роблять і групові затримки складових мовного сигналу в каналі зв'язку. Результатом спотворень є збільшення мінімально допустимого співвідношення сигнал/шум, при якому може здійснюватися надійний зв'язок.

Проте, не дивлячись на вказані проблеми, методи часового і частотного скремблювання, а також комбіновані методи успішно використовуються в комерційних каналах зв'язку для захисту конфіденційної інформації.

3.2.3 Цифрове скремблювання

Альтернативним аналоговому скремблюванню мови є шифрування мовних сигналів, перетворених в цифрову форму, перед їх передачею (див. рис.3.3). Цей метод забезпечує вищий рівень утаємничення в порівнянні з описаними вище аналоговими методами. В основі пристроїв, що працюють за таким принципом, лежить представлення мовного сигналу у вигляді цифрової послідовності, що утаємничується за одним з криптографічних алгоритмів. Передавані дані, що представляють дискретизовані відліки мовного сигналу або

його параметрів, телефонними мережами, як і у разі пристроїв шифрування алфавітно-цифрової і графічної інформації, здійснюється через пристрої, звані **модемами**.

Основною метою під час розробки пристроїв цифрового утаємничення мови є збереження тих її характеристик, які найбільш важливі для сприйняття слухачем. Одним з шляхів є **збереження форми мовного сигналу**. Цей напрям застосовується в широкосмугових цифрових системах утаємничення мови. Проте ефективніше використовувати **властивості надлишковості тієї інформації**, що міститься в мові людини. Цей напрям розробляється у **вузькосмугових цифрових системах утаємничення мови**.

Ширину спектру мовного сигналу можна вважати приблизно рівною 3,3 кГц, а для досягнення хорошої якості сприйняття необхідне співвідношення сигнал/шум приблизно 30 дБ. Тоді, згідно теорії Шеннона, необхідна швидкість передачі дискретизованої мови відповідатиме величині 33 кбіт/с.

З іншого боку, мовний сигнал є послідовністю фонем, що передають інформацію. У англійській мові, наприклад, близько 40 фонем, в німецькій — близько 70 і т.д. Таким чином, для представлення фонетичного алфавіту потрібно приблизно 6-7 біт. Максимальна швидкість вимови не перевищує 10 фонем в секунду. Отже, мінімальна швидкість передачі основної технічної інформації про мову — не менше 60-70 біт/с.

Збереження форми сигналу вимагає високої швидкості передачі і, відповідно, використання широкосмугових каналів зв'язку. Так при імпульсно-кодовій модуляції (ІКМ), використовуваний в більшості телефонних мереж, необхідна швидкість передачі дорівнює 64 кбіт/с. У разі застосування адаптивної диференціальної ІКМ швидкість знижується до 32 кбіт/с і нижче. Для вузькосмугових каналів, які не забезпечують такі швидкості передавання, потрібні пристрої, що зменшують надлишковість мови до її передачі. Зниження інформаційної надлишковості мови досягається параметризацією мовного сигналу, при якій зберігаються істотні для сприйняття характеристики мови.

Таким чином, правильне застосування методів цифрової передачі мови з високою інформаційною ефективністю, є вкрай важливим напрямом розробки пристроїв цифрового утаємничення мовних сигналів. У таких системах пристрій кодування мови

(**вокодер**), аналізуючи форму мовного сигналу, проводить оцінку параметрів змінних компонент моделі генерації мови і передає ці параметри в цифровій формі по каналу зв'язку на синтезатор, де згідно цієї моделі по прийнятих параметрах синтезується мовне повідомлення. При малих інтервалах часу (до 30мс) параметри сигналу можуть розглядатися, як сталі. Чим коротший інтервал аналізу, тим точніше можна представити динаміку мови, але при цьому повинна бути вищою швидкість передавання даних. В більшості випадків на практиці використовуються інтервали 20-мілісекунд, а швидкість передачі досягає 2400 біт/с.

3.2.4 Критерії оцінки систем утаємничення мови

Існує чотири основні критерії, за якими оцінюються характеристики пристроїв утаємничення мовних сигналів, а саме: ***розбірливість мови; впізнаність того, хто говорить; ступінь утаємничення; основні технічні характеристики системи.***

Прийнятною комерційною якістю відновленої на приймальному кінці мови вважається така, коли слухач може без вагань визначити голос того, хто говорить і сенс вимовленого повідомлення. Крім цього, під хорошою якістю передаваного мовного сигналу мається на увазі і можливість відтворення емоційних відтінків і інших специфічних ефектів розмови.

При використанні радіоканалів труднощі з розбірливості і впізнаності ще більш зростають із-за невизначеності умов поширення радіохвиль, і досягти повторюваності результатів неможливо без застосування моделей радіоканалів. Для дуплексних систем додатковий вплив на якість робить часова затримка сигналу, що вноситься мовним скремблером або шифратором. Оскільки основним показником секретності передаваних мовних повідомлень є його нерозбірливість у разі перехоплення злоумисником, порівняння по ступенях захисту є визначальним моментом при виборі користувачем конкретної системи закриття мови.

Як правило, аналогові скремблери використовуються там, де застосування цифрових систем утаємничення мови утруднене з-за наявності можливих помилок передавання.

Якщо ж необхідно зберегти конфіденційність інформації від можливих конкурентів, що володіють достатнім технічним і

спеціальним оснащенням, то потрібно застосовувати аналогові скремблери середнього рівня закриття з динамічно змінним в процесі розмови ключем. Природньо, що ці системи будуть дорожчі, ніж системи утаємничення з фіксованим ключем, проте вони настільки ускладнюють роботу зломисників по розробці дешифруючого алгоритму, що час, витрачений на це, значно знецінить здобуту інформацію з перехопленого повідомлення.

Оскільки у вітчизняних пристроях утаємничення, як правило, перед початком повідомлення передається синхропослідовність, в якій міститься частина додаткової інформації про ключ поточного передаваного повідомлення, у зломисника є тільки один шанс спробувати його розкрити, перебравши безліч ключових установок. Якщо ключі міняються щодня, то навіть у разі відомого алгоритму перетворення мови зломиснику доведеться перебрати багато тисяч варіантів у пошуках дійсної ключової послідовності.

Слід зазначити, що в системах засекречування мови, заснованих на шифрі перестановки N -мовних елементів, загальна кількість ключів-перестановок дорівнює $N!$. Проте це значення не відображає реальної криптографічної стійкості системи із-за надлишковості інформації, що міститься в мовному сигналі, а також з-за розбірливості недосконалим чином переставленої і інвертованої мови. Тому криптоаналітику часто необхідно випробувати лише $K \ll N!$ випадкових перестановок для розкриття мовного коду. Цей момент слід враховувати під час вибору надійної системи аналогового скремблювання.

3.3 Завдання на підготовку до лабораторної роботи

1. Вивчити основні методи, параметри і характеристики, що визначають якість утаємничення мовних сигналів у каналах зв'язку.
2. Вивчити принципи дії і параметри пристроїв маскуванню мовного сигналу.
3. Вивчити методи оцінки якості мовного сигналу.
4. Вивчити функціональну схему робочого місця (рис.3.11) для дослідження маскувача мовних сигналів.
5. Вивчити схему і передню панель (рис.3.12) маскувача мовних сигналів.
6. Вивчити описи й інструкцію з експлуатації аналізатору

спектра та порядок роботи на ньому.

3.4 Контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до роботи

1. Чим пояснюється практична необхідність застосування маскувачів мовного сигналу ?
2. У чому переваги і недоліки маскувачів з інверсією спектру ?
3. Як діють маскувачі з інверсією спектру ?
4. Які основні параметри і характеристики маскувачів з інверсією спектру?
5. До яких висновків приводить аналіз акустичного прослуховування мовного сигналу в різних точках схеми маскувача ?
6. Що являє собою аналогове та цифрове скремблювання ?
7. Які структурні схеми мають різні типи скремблерів ?
8. Що являють собою смугові вокодери ?
9. Які існують критерії оцінки систем закриття мови ?
10. Для чого застосовуються артикуляційні іспити на розбірливість слів?

3.5 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання

Функціональну схему лабораторного пристрою і робочого місця для дослідження маскувача мовних сигналів наведено на рис.3.11. Її основу складають: джерело сигналу; маскувач; акустичний контроль; аналізатор спектру та програмне забезпечення.



Рисунок 3.11 - Функціональна схема робочого місця для дослідження маскувача мовних сигналів

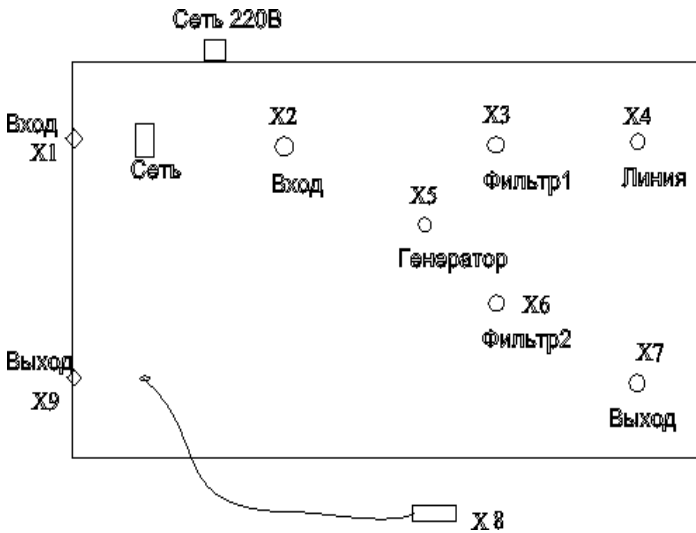


Рисунок 3.12- Вигляд передньої панелі маскувача мовних сигналів

3.6 Порядок проведення лабораторної роботи

Експериментальна частина

1. Проведіть акустичний контроль мовних сигналів у різних точках схеми маскувача.

2. За допомогою таблиць, наведених у додатках проведіть артикуляційні іспити маскувача.

Обробка результатів досліджень

1. Порівняйте спектри сигналів у різних точках схеми маскувача.
2. Розгляньте склад неправильно прийнятих слів і , аналізуючи його, зробіть висновок про параметри перекручувань під час перетворення слів маскувачем.

3.7 Зміст звіту

1. Обґрунтуйте задачі і параметри маскування.
2. Наведіть основні алгоритми маскування мовних сигналів у каналах зв'язку.
3. Опишіть суб'єктивні відчуття акустичного прослуховування мовного сигналу в різних точках схеми.
4. Наведіть порівняльну таблицю слів, прийнятих після демаскування.

3.8 Додаткова рекомендована література

1. Вемян, Г.В. Передача речи по линиям электросвязи [Текст] / Г.В. Вемян -М.: Радио и связь, 1985. – 272 с.

4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4. ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕНЕРАТОРУ АКУСТИЧНОГО ЗАШУМЛЕННЯ ANG-2200

4.1 Мета роботи

Метою лабораторної роботи є вивчення властивостей та здатності комплексу ANG-2200 створювати завади, які перекривають акустичний канал витоку розмовної інформації.

4.2 Загальні відомості

Інформація, яка передається усно співрозмовнику, являє собою високу цінність з наступних обставин:

- Усно передають відомості, які інколи не можуть бути довірено навіть технічним засобам передачі;
- Інформація, отримана в момент її озвучування, є найбільш оперативною;
- Сучасні методи обробки аудіозапису дають можливість ідентифікувати особистості тих, хто вів розмову.

Такі особливості пояснюють неослабний інтерес до безпосереднього підслуховування розмов. Для захисту розмов від несанкціонованого прослуховування застосовуються пасивні і активні методи. Пасивні методи призводять до ослаблення акустичних сигналів, що циркулюють у приміщенні, а також продуктів електроакустичних перетворень у лініях, що виникають як природним шляхом, так і в результаті ВЧ-нав'язування.

Активні методи передбачають створення штучних шумових завад, що маскують розмову, придушують апарати звукозапису і пристрої для підслуховування, а також здійснюють знищення складних пристроїв.

Ця лабораторна робота присвячена вивченню сучасного генератора типу ANG-2200 для активного зашумлення акустичного каналу можливого витоку інформації.

4.2.1 Призначення генератору ANG-2200

Генератор ANG-2200 є представником сучасної апаратури забезпечення активного захисту технічних каналів витоку акустичної інформації. При цьому захист здійснюється шляхом утворення шумової завади за допомогою як динамічних гучномовців, так і віброакустичних перетворювачів (ВАП). ANG-2200 розроблено і виготовлено фірмою Research Electronics, Intl. (REI), США. Аббревіатура ANG означає Akustik Noise Generator – Генератор Акустичних Шумів.

Коливання повітря, які викликані розмовами у приміщенні, можуть бути передані вентиляційними каналами, іншими

технологічними отворами, трубами будівельних комунікацій, стінами, стелями, і т.п. Ці коливання можуть бути зареєстровані і прослухані на деякій відстані від джерела. А це означає, що навіть у разі, коли приміщення було очищене від підслуховувальних пристроїв, мовна інформація залишається вразливою.

Цей генератор здійснює акустичне зашумлення периметру робочого приміщення, а також зашумлення будівельних конструкцій з метою ліквідації або суттєвого ослаблення акустичного та віброакустичного каналів витоку інформації. ANG-2200 захищає від можливостей прослуховування за допомогою мікрофонів (як вбудованих, так і у складі радіозакладних пристроїв), а також лазерно-мікрохвильових пристроїв знімання інформації з вікон та відбивних поверхонь.

4.2.2 Принцип дії та технічні характеристики генератору ANG-2200

Захист акустичної інформації здійснюється за допомогою джерел штучного шуму, які накладають на розмовний сигнал такий шум, щоб його було важко відфільтрувати. ANG-2200 є генератором випадкових шумів з двома ідентичними каналами. Генератор комплектується трьома гучномовцями типу OMS-2000, віброакустичним перетворювачем типу TRN-2000, блоком електроживлення. Це дозволяє більш точно маскувати розмови шляхом регулювання в ANG необхідного рівня акустичного та віброакустичного зашумлення. При цьому зашумлення об'єму приміщення здійснюється за допомогою системи гучномовців, а зашумлення віброакустичних каналів витоку інформації – за допомогою віброакустичних перетворювачів. Таким чином можливо захищати як периметр, так і об'єм приміщення.

Розділене зашумлення з двома окремими каналами дозволяє більш точно реалізувати задачу постановки завад і мати більш комфортні умови для повсякденної роботи працюючих у захищеному приміщенні, тому що тут утворюється як розподілене, так і спрямоване зашумлення з невисоким рівнем механічних шумів, які виникають за рахунок механічних коливань віброакустичних перетворювачів, а також динаміків. Перетворювачі забезпечені системами кріплення до різних будівельних конструкцій.

Система ANG 2200 захищає периметр приміщення шляхом утворення звукового бар'єру, який і є перепорою на шляху витоку розмовної інформації. Перетворювачі TRN-2000 призначені для утворення маскувальних шумів на огорожувальних поверхнях контрольованого приміщення, в той час як гучномовці OMS-2000 використовуються з метою захисту повітряного простору того ж об'єму, і тих об'єктів, які розташовано вище підвісної стелі. Такий метод забезпечує утворення маскувальної «шумової ковдри» для контрольованого приміщення.

Спектр утворюваного шуму розподілено за нормальним законом у діапазоні мовних частот. Вигляд гістограми розподілу спектральної щільності генерованих шумів наведено на рис.4.1.

ANG-2200 створено для виконання задач захисту від тих закладних пристроїв, які не вдалося виявити засобами пошуку.

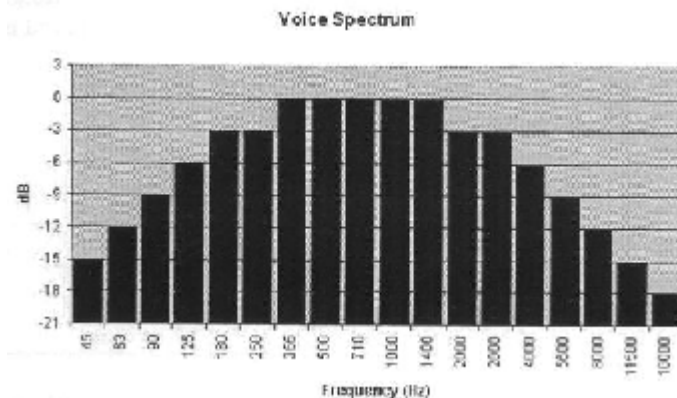


Рисунок 4.1- Гістограма розподілу спектральної щільності шуму

Характеристики ANG-2200

Розміри	20,3 x 14,0 x 4,1 см
Маса	0,5 кг
Кількість каналів	2
Вихідна напруга	змінна 0-14 В на 6 Ом
Мінімальне навантаження	2 Ом
Діапазон робочих частот	125 Гц - 4 кГц, +/- 3 dB
Живлення	DC ±12V, 1A

Віброакустичний перетворювач TRN-2000

Розміри	Ø101.6 x 38.1 мм
Маса	454 г.
Опір	6 Ом

Гучномовець OMS-2000

Розміри	12,7 x 14,6 см
Маса	907 г.
Опір	24 Ом

Блок живлення

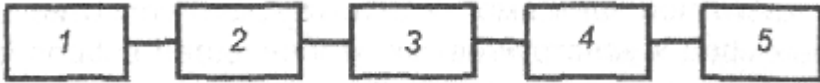
AC $\approx$ 220 V, 50/60 Гц; DC $\pm$ 14...16V, 1...2A, 25 Вт.

Система ANG-2200 утворює звукові хвилі у об'ємі приміщень і визиває вібрації їх огорожувальних поверхонь, таких як стіни, вікна, двері, підлога. Адже для акустичного прослуховування приміщень можуть використовуватись як акустичні, так і віброакустичні мікрофони, а також лазерні, інфрачервоні або мікрохвильові промені, які відбиваються від різних відбивних поверхонь безпосередньо розташованих у об'ємі приміщень.

Як відомо, звуки можуть поширюватись у різних матеріалах зі швидкістю, більшою, аніж у повітрі. Пристрої підслуховування використовують ці якості будівельних матеріалів і конструкцій за допомогою контактних мікрофонів – фонендоскопів або акселерометрів. Такі мікрофони реєструють вібрації труб, будівельних конструкцій, стін, вікон, дверей, підлоги, стелі і т.д. Завдяки поширенню віброакустичних хвиль мікрофон може не знаходитись у тій кімнаті, де відбувається розмова, а може бути механічно під'єднаним до елементів будівельних конструкцій або інженерних комунікацій на відстані декількох поверхів або кімнат.

Встановлені у приміщеннях сучасні закладні пристрої виявляти дуже важко, оскільки навкруги них не утворюються ніякі характерні фізичні ефекти. Такі пристрої зловмисники ховають у стінах, у меблях або за плінтусами, у приладах освітлення. ANG-2200 здатен нейтралізувати такі пристрої.

Структурну схему системи для технічної реалізації генераторів акустичних завад з метою захисту каналів витоку мовної інформації наведено на рис. 4.2.



1 - генератор білого шуму; 2 -смуговий фільтр; 3 – октавний еквалайзер; 4-підсилювач потужності; 5- система перетворювачів (акустичні колонки, віброперетворювачі)

Рисунок 4.2 - Технічна реалізація активних методів захисту розмовної інформації

Задаючий генератор (генератор «білого шуму») у ANG-2200 реалізовано на основі цифрового генератору псевдовипадкових чисел.

4.2.3 Робота з генератором

Генератор ANG-2200 застосовується для захисту виділених приміщень. До початку встановлення генератора необхідно обов’язково провести обстеження такого приміщення з метою виявлення можливих закладок. Таке обстеження можливо провести, наприклад, за допомогою зонду-монітору СРМ-700 („Акула”).

Основне призначення ANG-2200 – забезпечити надійний захист периметру виділеного приміщення. Тому розташовані в центрі кімнати або на робочому місці співробітника підслуховувальні пристрої можуть виконати свою роль. Це треба враховувати.

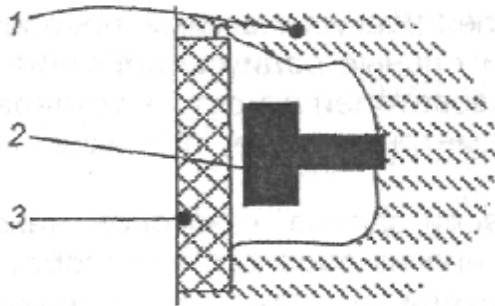
4.2.3.1 Розрахунок необхідної кількості перетворювачів

Фірма-виготовлювач рекомендує визначати необхідну кількість перетворювачів з таких міркувань:

- Стіни: 1 на кожні 3 метра довжини, по центру між підлогою і стелею;
- Підлога або стеля: 1 на кожні 9 кв.м.
- Вікна: 1 на кожну віконну раму по її центру;
- Двері: 1 на кожні двері (встановлювати посередині верхньої частини коробки дверей).

4.2.3.2 Особливості монтажу віброакустичних перетворювачів

Ідеальним випадком організації активного захисту приміщення є встановлення системи зашумлення на етапі будівництва або реконструкції. Вразливі ділянки приміщення може бути захищено віброперетворювачами, вбудованими у споруду. У разі можливості вони монтуються безпосередньо на стіни і стелю. Перетворювачі можуть поміщатись у спеціальні заглиблення у стінах, отвори яких закриваються кришкою з гіпсокартону, як це показано на рис. 4.3.



1— основна будівельна конструкція; 2- перетворювач; 3- кришка з гіпсокартону

Рисунок 4.3- Монтаж віброперетворювача

Комплект поставки ANG-2200 має 3 основні монтажні елементи:

- прямий гвинт: для твердих поверхонь (дерево, цегляна кладка, лита стіна – з попереднім встановленням пробки-дюбеля);
- пластиковий спеціальний диск: для кріплення за допомогою трьох гвинтів до дерев'яних або до капітальних стін, стель, підлог;
- плівка (міцний папір), яка з двох боків покрита клейовим шаром – для встановлювання перетворювачів на площинних рівних поверхнях (скло, пластик і т.п.).

У разі постійного встановлення перетворювачів на скло або іншу подібну поверхню слід скористатись силіконовим клеєм для зовнішніх робіт. При цьому така суміш наноситься на центр перетворювача, який потім щільно притискається до поверхні з тим, щоб уникнути появи повітряних бульбашок. У цьому стані перетворювач утримується до повного затвердіння клею (згідно інструкції на клей).

Рекомендується встановлювати перетворювачі перед під'єднанням проводки. Це запобігає непотрібному закручуванню проводів.

Динаміки OMS-2000 кріпляться шляхом підвішування за під'єднувальний провід на необхідній висоті.

4.2.3.3 Підключення перетворювачів і динаміків

Забороняється вмикання генератора без навантаження!

Існують різноманітні варіанти підключення як вібродатчиків TRN-2000, так і динаміків OMS-2000. Слід пам'ятати основне правило: **навантаження в кожному каналі не повинно мати опір, менший**

ніж 2 Ом.

Фірма-виробник ANG-2200 пропонує керуватись такими поняттями:

- «Повний рівень потужності» («FullLevel»)- це рівень, який необхідно забезпечити для віброзашумлення стін, підлоги і стелі;
- При встановленні на віконне скло, тонкі перегородки для кожного перетворювача (датчика) необхідно забезпечувати рівень у 2 або 3 рази менший («1/2 Level» або «1/3 Level»).

Опір навантаження R_n розраховується за звичайною методикою: -для послідовних кіл

$$R_n = R_1 + R_2 + \dots R_n,$$

а для паралельного з'єднання опорів двох навантажень:

$$R_n = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}.$$

Монтаж слід виконувати проводом, загальний опір якого не повинний перевищувати 4 Ом. У випадках великих відстаней від генератора до перетворювача необхідно використовувати узгоджувальний (підвищувальний) трансформатор $\approx 15V$: $\approx 70V$.

Під'єднання слід виконувати шляхом пропаявання або обжимання проводу навколо клем перетворювача.

На наведених нижче рисунках показано різноманітні варіанти з'єднань віброакустичних перетворювачів для реалізації різних рівнів потужності-„Full”, «1/2» і «1/3».

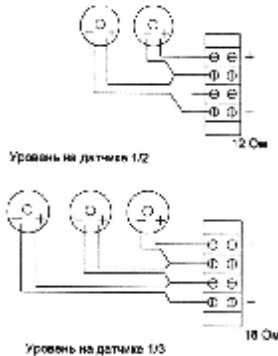


Рисунок 4.4- Последовное з'єднання перетворювачів

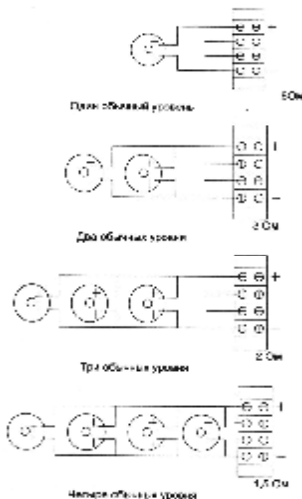


Рисунок 4.5- Паралельне під'єднання перетворювачів

За звичай дотримуються таких правил: послідовне з'єднання використовується для зашумлення вікон, а паралельне – для захисту стін, стель, підлог, дверей, але це не є догмою.

Не припустимо підключати більше 4-х перетворювачів у разі їх паралельного включення, оскільки опір буде дуже малим і це може призвести до виходу з ладу генератора. Ознакою перевантаження в будь-якому з каналів є загоряння червоного сегменту, який розташовано в кінці шкали відповідного індикатору.

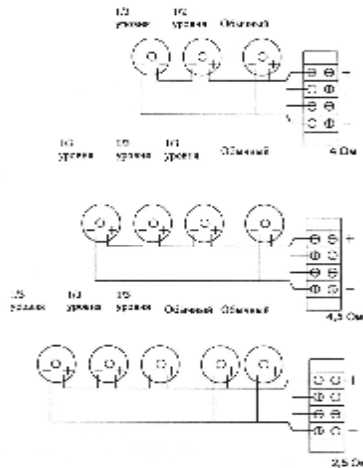
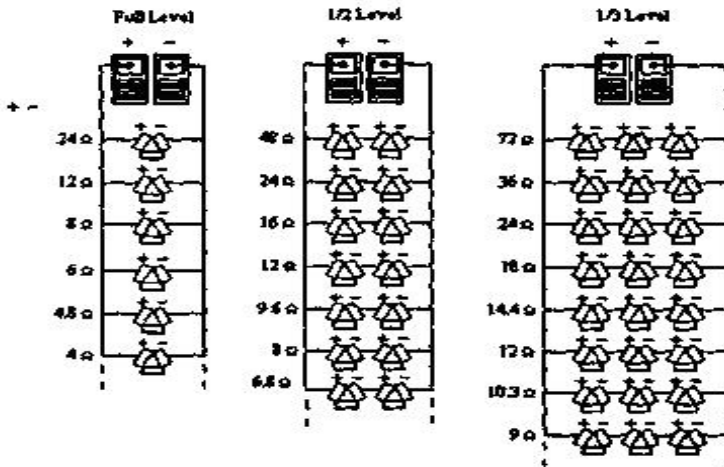


Рисунок 4.6- Змішане під'єднання перетворювачів

На рис.4.7 наведено три можливі комбінації з динаміків з'єднань віброакустичних перетворювачів для реалізації різних рівнів потужності-„Full”, «1/2» і «1/3».OMS-2000. Рівень „Full” рекомендується для великих туалетів і кладовок, рівень «1/2» використовується для невеликих кладовок, туалетів і підвісних стель зі значною відстанню між підвісною конструкцією і самою стелею. Рівень «1/3» використовується для маленьких приміщень і малих відстаней між підвісною конструкцією і стелею.

На рис. 4.8 наведено варіант розташування обладнання кімнати переговорів і приклад розміщення у ній перетворювачів TRN-2000 і динаміків OMS-2000. Хай зліва і справа від кімнати переговорів розташовано по три приміщення. Тому, не дивлячись на те, що для такого розміру стіни було б достатньо і одного перетворювача, але з врахуванням важливості такого приміщення для віброзашумлення стін, що розділяють кожную кімнату застосовано додатково по одному віброперетворювачу. Загальна кількість віброперетворювачів у цій кімнаті дорівнює 11, а

кількість гучномовців- двом. Схему під'єднання зашумлювальних елементів наведено на рисунку.



Note: Speakers can be added until 2 ohms is reached. Control of the level and frequency may become difficult due to location of the speakers. The user should use his or her own judgement when connecting speakers.

Рисунок 4.7-Варіанти підключення гучномовців для досягнення різних рівнів зашумлення

4.2.3.4 Установлення необхідного рівня сигналу

Необхідний рівень шуму, який потрібний для маскування розмовних частот, залежить від розмірів площі, сполучення різних видів поверхонь, зовнішніх шумів і загальної гучності розмов, які необхідно маскувати. У більшості практичних випадків необхідно застосовувати „помірний” рівень шумів, який дозволяє вільно вести розмову у приміщенні. Взагалі, рівень сигналу від генератору повинен перевершувати рівень розмовного сигналу на 20 дБ.

Згідно рекомендацій фірми-виробника необхідно встановити такі рівні сигналів:

- „8” сегментів для рівня „Full”;
- „6” сегментів для рівня „1/2”;
- „3” сегменти для рівня „1/3”.

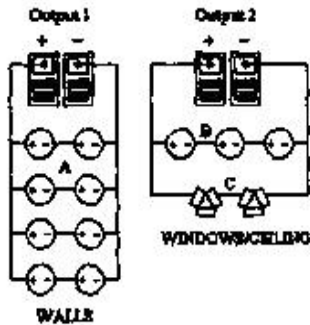
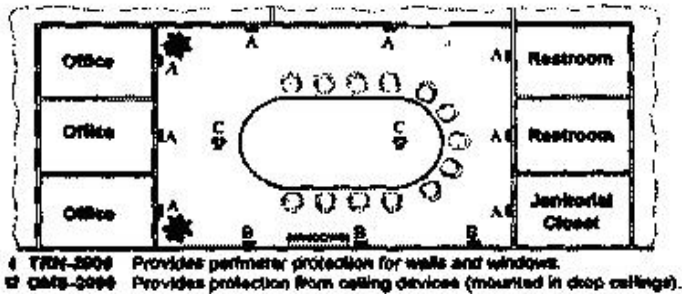


Рисунок 4.8- Варіант розташування перетворювачів і динаміків у разі захисту кімнати переговорів за допомогою ANG-2200

Встановлення необхідного спектру частот здійснюється за допомогою регуляторів НЧ і ВЧ. Але щоб досягти необхідного розподілу генерованих частот, треба скористатись аналізатором спектру і якісним мікрофоном. Необхідно досягти вигляду спектральної характеристики, близького до представленого на рис. 4.1. У разі відсутності вимірювальної апаратури, слід поставити регулятори НЧ та ВЧ у середні положення.

Фірма-виробник продає чотири різновиди додаткових резисторів до ANG-2200. Їх опір дозволяє встановити необхідний рівень сигналу у разі використання різної кількості перетворювачів TRN-2000 і динаміків OMS-2000. Величини опорів дорівнюють: 6 Ом, 12 Ом, 24 Ом, 48 Ом.

В цілях перевірки якості захисту бажано на кожному конкретному об'єкті провести вимірювання за допомогою вимірювального мікрофону, високоякісного підсилювача і навушників, наприклад, вимірювального приладу EAR-200 (фірми REI). Таким комплексом із застосуванням „джерела відомого звуку” необхідно перевірити можливість розпізнавання окремих слів і речень.

4.3 Завдання на підготовку до лабораторної роботи

1. Вивчити призначення, основні технічні характеристики та принцип дії генератору ANG-2200.
2. Вивчіть структурну схему лабораторної установки (рис.4.9), а також передню та задню панелі (рис.4.10 – 4.11) для дослідження роботи генератора.
3. Вивчіть опис й інструкцію з експлуатації генератора ANG-2200 та порядок роботи на ньому.
4. Вивчіть опис й інструкцію з експлуатації віброакустичного перетворювача TRN-2000 та порядок роботи з ним.
5. Вивчіть опис й інструкцію з експлуатації гучномовців OMS-2000 та порядок роботи з ними.

4.4 Контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до роботи

1. Яке основне призначення генератору ANG-2200?
2. Що входить до комплекту ANG-2200?
3. Що складає цінність розмовної інформації?
4. За рахунок яких елементів будівельних конструкцій утворюються канали витоку мовної інформації?
5. У чому різниця між акустичними і віброакустичними каналами витоку інформації?
6. Основні характеристики робочого блоку генератора ANG-2200.
7. Параметри віброакустичного перетворювача TRN-2000?
8. Параметри колонки гучномовців OMS-2000?
9. Параметри блока живлення?
10. Проти яких каналів знімання мовної інформації ефективно працює ANG-2200?

11. Типова структурна схема генераторів шуму і який тип задаючого генератора використовується у ANG-2200? Які пристрої можуть використовуватись у каскаді задаючого генератору?

12. Яким чином утворюється маскуюча «шумова ковдра» у контрольованому приміщенні? Принцип її дії?

13. Що захищає ANG-2200 об'єм приміщення чи його периметр?

14. За рахунок чого робота перетворювачів супроводжується механічними шумами і як вони діють на співробітників, які працюють у виділеному приміщенні?

15. Яким чином кріпляться віброперетворювачі до елементів будівельних конструкцій? Які базові елементи входять до комплекту ANG-2200?

16. Яке існує основне правило під час розрахунків сумарного навантаження для генератору ANG-2200?

17. Які поняття запропоновані фірмою-виробником ANG-2200 для характеристики рівнів утворюваних шумів? Для захисту яких будівельних конструкцій застосовуються ці рівні?

18. За якою схемою забезпечується рівень «1/2» для віброперетворювачів TRN-2000, а опір навантаження дорівнює 6 Ом?

19. За якою схемою забезпечується рівень «1/3» для віброперетворювачів TRN-2000, а опір навантаження дорівнює 4,5 Ом?

20. За якою схемою забезпечується рівень «Full» для колонок динаміків OMS-2000, а опір навантаження дорівнює 6 Ом?

21. За якою схемою забезпечується рівень «1/2» для колонок динаміків OMS-2000, а опір навантаження дорівнює 12 Ом?

22. Наведіть приклад змішаної схеми, коли в канал включено і перетворювачі і гучномовці, а опір навантаження дорівнював близько 13 Ом?

23. За якою схемою можливо здійснити акустичний захист однієї з кімнат вашої квартири?

24. За якою схемою можливо здійснити акустичний захист аудиторії № 38?

4.5 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання

У якості прослуховуючого пристрою використаємо комплект СРМ-700 у складі самого приладу, стетоскопу ALP-700, підключеного

до додаткового входу, і головних телефонів. Можливо також скористатись низькочастотним селективним вольтметром В6-9 з мікрофоном.

Як джерело звуку використаємо транзисторний приймач, настроєний на канал мовного віщання.

Функціональну схему лабораторної установки і робочого місця наведено на рис.4.9.

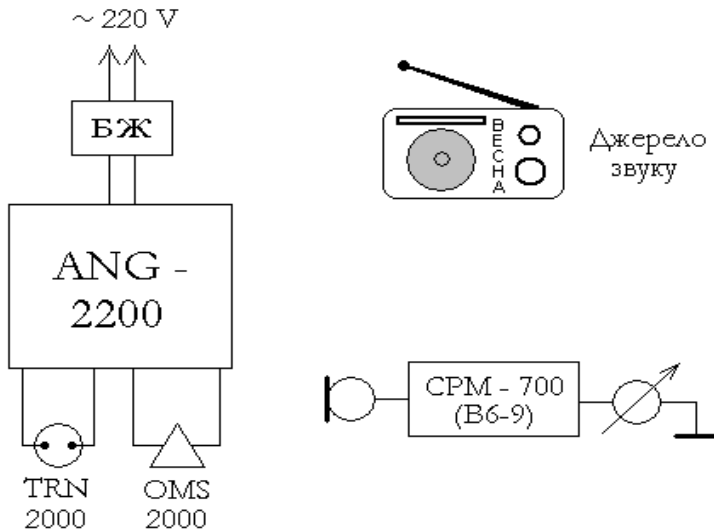


Рисунок 4.9-Схема лабораторної установки

На рис. 4.10 наведено зображення передньої панелі ANG-2200, а на рис. 4.11 – задньої панелі.

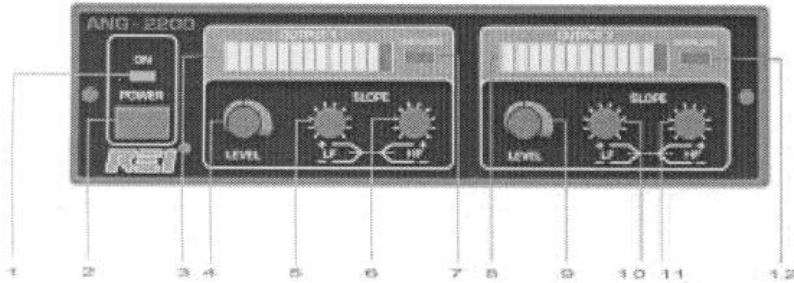


Рисунок 4.10- Зображення передньої панелі ANG-2200

1. Індикатор вмикання
2. Кнопка включення живлення
3. Індикатор вихідного рівня каналу-1
4. Регулювання рівня вихідного сигналу каналу-1
5. Регулятор НЧ каналу-1
6. Регулятор ВЧ каналу-1
7. Індикатор перевантаження каналу-1
8. Індикатор вихідного рівня каналу -2
9. Регулювання рівня вихідного сигналу каналу -2
- 10.Регулятор НЧ каналу-2
- 11.Регулятор ВЧ каналу-2
12. Індикатор перевантаження каналу -2

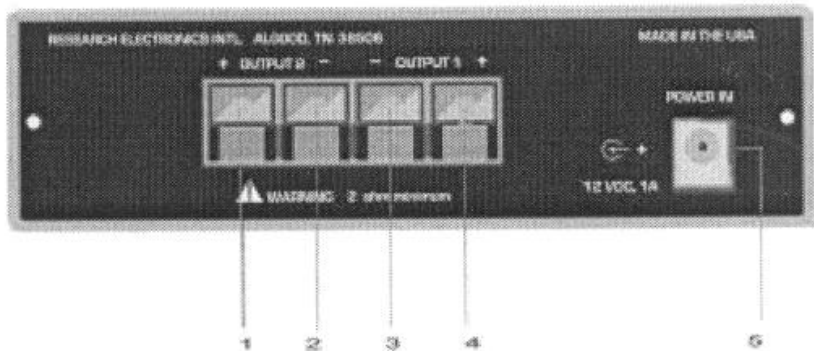


Рисунок 4.11- Зображення задньої панелі ANG-2200

1. Позитивний (+) рознім виходу генератора- 2
2. Негативний (-) рознім виходу генератора- 2
3. Позитивний (+) рознім виходу генератора- 1
4. Негативний (-) рознім виходу генератора- 1
5. Підключення постійного струму $\pm 12V$, 1A від блоку живлення.

4.6 Порядок проведення лабораторної роботи

Експериментальна частина

Зберіть схему лабораторного стенду згідно рис. 4.9 (тут БЖ-блок живлення). Джерело звуку розташуйте на відстані 1...2м від мікрофону (стетоскопу).

Проведіть наступні дослідження:

- Підключіть до одного з каналів генератору ANG-2200 віброакустичний перетворювач TRN-2000, а до іншого - динаміки OMS-2000. Перетворювач закріпіть на спеціальному пластиковому кріпленні з комплекту ANG-2200. ***Вмикати генератор без навантаження заборонено!***
 - Включіть джерело звуку. За допомогою головних телефонів комплекту CPM-700 або B6-9 визначте розбірливість і гучність звуку у разі покладеного на стіл стетоскопу.
 - Розмістіть на столі, де розташовано стетоскоп, віброакустичний перетворювач TRN-2000 (кріпленням донизу) і поряд поставте динаміки OMS-2000. Перевірте, щоб регулятори рівнів виходу на обох каналах ANG-2200 знаходились у лівому крайньому положенні (мінімум). Ввімкніть генератор ANG-2200.
 - Збільшуйте рівень сигналу у каналі перетворювача TRN-2000 і визначте той рівень сигналу, при якому розбірливість звуку у головних телефонах стає нульовою. Рівень сигналу визначаєте за 10-сегментним індикатором каналу. Поставте на мінімум регулятор рівня сигналу цього каналу.
 - Проведіть аналогічне дослідження для колонки гучномовців OMS-2000.
- Обробка результатів досліджень**
- Порівняйте маскувальні властивості TRN-2000 і OMS-2000.

4.7 Зміст звіту

1. Обґрунтуйте задачі і параметри отримані під час дослідження.
2. Наведіть рівні при яких розбірливість звуку стає нульовою в обох дослідженнях.
3. Наведіть графіки зміни рівня сигналу визначеним за 10-сегментним індикатором каналу при використанні у каналі перетворювача TRN-2000 та для колонки гучномовців OMS-2000.

4.8 Додатковаа рекомендована література

1. ANG-2200. AcousticNoiseGenerator / Owner'sGuide. ResearchElectronics. Intl., USA. 2005.-19 с.
2. www.research-electronics.com
3. Бузов, Г.А. Защита от утечки информации по техническим каналам: Учебное пособие [Текст] / Бузов Г.А., Калинин С.В., Кондратьев А.В.-М.:Горячая линия-Телеком, 2005.-416 с.

5 Лабораторна робота №5. Вивчення характеристик та будови пристрою СРМ-700 («Акула»)

Мета роботи - вивчення студентами побудови та основних характеристик зонду-монітору СРМ-700.

5.1 Призначення та побудова СРМ-700

СРМ-700 є універсальним пристроєм для виявлення ЗП, які зловмисники застосовують для прихованого отримання інформації. Він призначений, насамперед, для викриття працюючих передавальних пристроїв діапазонів радіочастот- від 50 кГц до 3 ГГц, середніх частот - від 15 кГц до 1 МГц, а також досліджень у смузі звукових частот (від 100 Гц до 15 кГц).

Окрім того, СРМ-700 доповнює методику виявлення ЗП на етапі фізичного пошуку і візуального огляду. Слід пам'ятати, що фізичний

пошук є базою для будь-якої пошукової методики, оскільки він може доповнюватися і іншими процедурами.

СРМ-700 поєднує в одному пристрої вісім найбільш необхідних функцій (для виявлення ЗП):

1) За допомогою радіочастотного зонду (РЧ-зонд) виявляються сховані радіопередавачі, мобільні телефони, активні мікрофони, імпульсні передавачі і сигнали дистанційного керування, що працюють на частотах від 50 кГц до 3 ГГц;

2) З застосуванням зонду середніх частот (електромагнітний зонд) виявляються мікропередавачі, телевізійні передавачі, апаратура запису, кімнатна електро- або інша проводка у разі наявності у ній сигналів (діапазон робочих частот -15 кГц ...1 МГц);

3) Надчутливий підсилювач з допомогою свого додаткового входу дозволяє прослуховувати підозрілі телефони, телефонні або інші лінії з метою виявлення схованих мікрофонів та небезпечних сигналів, а також вести прослуховування приміщень з допомогою стетоскопу або мікрофону (діапазон робочих частот від 100 Гц до 15 кГц);

4) За допомогою інфрачервоного зонду можливо виявляти передавачі цього діапазону;

5) За допомогою додаткового фільтра-приймача можливе виявлення закладних пристроїв, які працюють з використанням ліній електроживлення, а також контролювати телефонні і інші провідні лінії на наявність в них сигналів з „ефектом нав'язування”;

6) Функція "моніторингу безпеки" як по високій, так і по низькій частоті, дозволяє вести постійне спостереження за ефіром або приміщенням, коли прилад негайно зреагує на вихід в ефір передавального пристрою або у разі негласного відвідання приміщення, де встановлено СРМ-700.

7) СРМ-700 забезпечує можливість запису на магнітофон будь-яких звуків, які виявлено за допомогою зондів або додаткового входу.

Конструктивно СРМ-700 складається з основного робочого блоку, який має розміри 23,2х15,6х4,4 см³ і вагу 1,1 кг, з зондів та іншого додаткового обладнання, з головних телефонів, з тестових передавачів, а також мережевого блоку електроживлення. Все обладнання укладено у спеціальну тканинну сумку розмірами

41,6x28,6x7,6 см³. Загальна вага комплекту з сумкою близько 3 кг. Зовнішній вигляд комплекту CPM-700 зображено на рис.5.1



Рисунок 5.1- Комплект CPM-700. На передньому плані зліва – РЧ-зонд

5.2 Зонди і тестові передавачі

Можливості пристрою визначаються комплектом зондів, якими оснащено CPM-700. Для навчання обслуговувального персоналу а також для тестування приладу застосовуються тестові передавачі. Перелік цього додаткового обладнання наведено у таблицях 5.1. та 5.2.

Таблиця 5.1-Комплект зондів до CPM-700

Тип	Призначення
	Радіочастотний зонд. Застосовується для пошуку схованих засобів з радіоканалом (активних)
MLP-700	Електромагнітний зонд. Призначений для виявлення схованих відеокamer, магнітофонів, диктофонів, проводки в стінах

IRP-700	Інфрачервоний зонд. Використовується для виявлення інфрачервоних джерел випромінювання
ALP-700	Акустичний зонд. Призначений для виявлення каналів витoku акустичної інформації
VLF-700	Фільтр-приймач сигналів з проводових ліній, у тому разі і з мережі електроживлення

Таблиця 5.2-Тестові передавачі з комплекту СРМ-700

Тип	Призначення
ТТМ-700	Тестовий передавач потужністю 0,7 мВт УКХ-діапазону
IRT-700	Тестовий інфрачервоний передавач
ССТ-700	Тестовий передавач сигналів по мережі електроживлення

Далі на рисунках 5.2...5.4 наведено зовнішній вигляд зондів з комплекту СРМ-700.



Рисунок 5.2- Зовнішній вигляд електромагнітного зонду MLP-700



Рисунок 5.3- Зовнішній вигляд інфрачервоного зонду IRP-700



Рисунок 5.4- Акустичний зонд ALP-700 у роботі



Рисунок 5.5- Тестовий передавач CST-700 для передачі сигналів по мережі електроживлення

5.3 Органи керування і контролю

CPM-700 являє собою металеву коробку, у якій робочі органи і розніми розташовано на передній та правій боковій стінках. Гучномовець розташовано під верхньою кришкою напроти відповідних отворів на ній. На рис. 5.6 наведено зовнішній вигляд передньої основної робочої панелі. На ній розташовано основні органи керування, дисплей, розніми для підключення основних датчиків і головних телефонів.

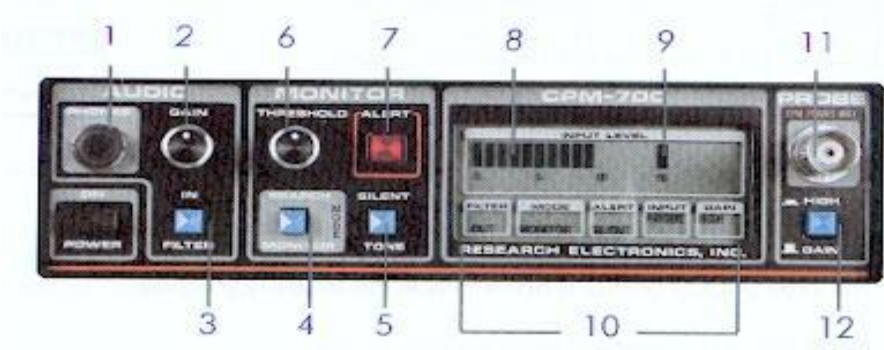


Рисунок 5.6- Зовнішній вигляд передньої панелі CPM-700

Регулятори та кнопки мають таке призначення:

POWER- вмикач живлення (розташовано у нижньому лівому куті).

5.3.1 Органи регулювання каналу НЧ (згідно рис. 5.6) (AUDIO GROUP)

1-PHONES: рознім для вмикання головних телефонів і одночасного вимикання внутрішнього гучномовця.

2-GAIN: регулятор, що керує підсиленням звуку (гучність) на гучномовці або виході для головних телефонів. Не впливає на рівень сигналу на виході для запису.

3-FILTER: перемикач, який вмикає/вимикає смуговий фільтр у смузі мовних частот від 500 Гц до 2,5 кГц. У разі вмикання фільтру помітно зменшуються шуми, частоти яких розташовані нижче та вище діапазону мовних частот. Дія фільтру поширюється на весь канал підсилення НЧ – це реєструється з допомогою головних телефонів, а також під час проведення запису на магнітофон.

5.3.2 Органи настроювання режиму моніторингу (MONITOR)

4-MODE: Перемикач, який установлює прилад або в режим пошуку (Search), або в режим моніторингу (Monitor). Режим пошуку застосовується при методичному обстеженні приміщення. Режим моніторингу застосовується після проведеного пошуку для постійного відстеження появи в ефірі нових випромінювальних пристроїв.

Інші функції групи **MONITOR** виконуються тільки в режимі моніторингу:

5-SILENT/TONE: перемикач, що вимикає звуковий сигнал тривоги у випадку тривожного спрацьовування. Червоний світлодіод сигналу тривоги (**ALERT**) продовжує миготіти.

6-THRESHOLD: регулятор, яким виставляється контрольний рівень спрацювання тривоги шляхом переміщення миготливого сегменту на РК-дисплеї. Коли значення вхідного сигналу перевищує встановлений контрольний рівень, прилад перемикається в режим тривоги. При цьому спрацьовує звуковий і світловий сигнали, або тільки світловий сигнал (у залежності від положення перемикача 5) а також подається сигнал на систему дистанційного керування вмикання приладу запису (гніздо **C. REMOTE** на правій боковій панелі).

7-ALERT: тривога - миготить червоний світлодіод.

5.3.3 Шкала дисплею (DISPLEY GROUP)

8-INPUT LEVEL: 18-сегментна рідиннокристалічна шкала монітору, на якій відображається рівень вхідного сигналу від зонду або з додаткового входу; напівлогарифмічна шкала з двома діапазонами чутливості.

9-PULSING SEGMENT: миготливий сегмент на шкалі монітору, який установлює поріг спрацьовування сигналу тривоги в режимі моніторингу. Положення на шкалі встановлюється регулятором **6-THRESHOLD**.

10-STATUS DISPLAY: показує поточні положення органів керування і використовуваний вхід (рис.5.7). Загальний зовнішній вигляд шкали індикації роботи CPM-700 наведено на рис.5.7.



Рисунок 5.7 - Вигляд шкали дисплею

11-PROBE: Вхідний байонетний рознім для підключення зондів, через нього також подається живлення для зондів. Після приєднання зонду до CPM-700 він автоматично перемикається на цей вхід.

12-GAIN: Перемикає чутливість всього приладу, ЖК-дисплею і звукових систем. У положенні **HIGH** (натиснуто) забезпечується максимальне підсилення вхідних сигналів від датчиків. У положенні **LOW** (відпущено) забезпечується звичайне підсилення сигналу.

5.3.4 Права бокова панель

Окрім передньої панелі, CPM-700 має ряд важливих рознімів і регулятор на правій боковій панелі, вигляд якої наведено на рис.5.8.



Рисунок 5.8- Зовнішній вигляд правої бокової панелі

A. AUXILIARY INPUT: штекерне гніздо аудіовходу ("ДОДАТКОВИЙ ВХІД"), сигнал з якого подається на високочутливий симетричний звуковий підсилювач. Використовується для підключення аудіодатчиків, мікрофонів та у разі перевірки проводових ліній на наявність звукових або керувальних сигналів.

B. METER: шліц змінного резистора, для періодичного калібрування CPM-700. З підключеним електромагнітним зондом РК-дисплей у режимі високої (**HIGH**) чутливості встановлюється на 2-3 поділки

C. REMOTE: штекерне гніздо, з якого подається сигнал на вхід дистанційного керування магнітофоном для його вмикання/вимикання. Сигнал керування з'являється у разі вмикання сигналу тривоги **ALERT..**

D. RECORD: штекерне гніздо, з якого подаються звукові сигнали, зафіксовані приладом, на вхід магнітофону для їх запису.

E. CHARGE: зелений світлодіод, який світиться під час зарядки нікель-кадмієвого акумулятора.

F. ADAPTER: рознім для подачі живлення від мережевого адаптера - блоку живлення і для зарядки акумуляторів.

5.4 ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗОНДІВ ТА CPM-700

РЧ-ЗОНД	
Підсилення:	Номінальне значення 20 дБ
Нерівномірність АЧХ:	10 МГц... 2 ГГц -7±0,3дБ; 2...3 ГГц -10дБ
Чутливість:	-62 дБ щодо рівня 1 мВт (1 сегмент)

Максимальний рівень вхідного сигналу:	+15 дБ відносно 1 мВт, 50 В сталої напруги
ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ ЗОНД MLP-700	
Діапазон частот	15 кГц - 1 МГц -7±0,3 дБ
Чутливість	-38 дБ відносно 1 мВт (1 сегмент)
Максимальний рівень вхідного сигналу	300 В змінного струму частотою 50-60 Гц, +15 дБ відносно 1 мВт
ФІЛЬТР-ПРИЙМАЧ VLF-700	
Діапазон частот	15 кГц - 1 МГц
Нерівномірність АЧХ:	±3дБ
Чутливість:	-38 дБ щодо рівня 1 мВт (1 сегмент)
Максимальний рівень напруги в мережі	300 В змінного струму частотою 50-60 Гц
ІНФРАЧЕРВОНИЙ ЗОНД IRP-700	
Діапазон робочих хвиль	725...1150 нм
Діапазон модулюючих частот	10 кГц...5 МГц
Кут огляду	± 40 °
Підсилення	40 дБ
ПІДСИЛОВАЧ НЧ	
Вхід	50 кОм симетричний
Діапазон вхідних сигналів	1,7 мкВ - 10 В (135 дБ)
Динамічний діапазон АРП (автоматичного регулювання підсилення)	100 дБ (посилення Low і High)
Нерівномірність АЧХ	100 Гц - 15 кГц - ±3 дБ
Фільтрація	500 Гц - 24 дБ/октаву; 2,5 кГц - 18 дБ/октаву
Вихід на головні телефони	Амплітуда сигналу 5 В при 220 Ом

Вихід на магнітофон:	Амплітуда сигналу 25 мВ (з АРП)
ДИСПЛЕЙ	
18-сегментний рідкокристалевий дисплей із двома діапазонами чутливості. Динамічний діапазон 50 дБ (від 1 сегмента в режимі HIGH до MAX у режимі LOW)	
МОНІТОР	
Діапазон настроювань граничної чутливості	18 сегментів
Сигнал тривоги:	Звуковий з частотою 2,8 кГц або світлодіод, що миготить із частотою 2 Гц
Вихід дистанційного керування яким-небудь пристроєм	Замикаючий контакт (300 мА, 25 В)
МЕРЕЖЕВИЙ АДАПТЕР - ЗАРЯДНИЙ ПРИСТРІЙ	
Вхід	95-130 В або 200-275 В змінної напруги 50-60 Гц
Вихід	12 В постійної напруги, 500 мА
Час зарядки Ni-Cd акумулятора:	8-10 годин

ДО УВАГИ КОРИСТУВАЧІВ !

З метою уникнення електричних травм та псування СРМ-700 виконуйте такі вимоги:

1. Не торкайтеся електричних ланцюгів, які можуть бути під напругою.

2. Не торкайтеся РЧ-зондом електричних ланцюгів під напругою, більшою за 50 В. У складі РЧ-зонду працює високочутливий підсилювач, що може вийти з ладу від електричного розряду через антену. В умовах можливої появи статичної електрики (сухі приміщення, килими) по можливості торкніться досліджуваного об'єкта спочатку рукою, і тільки потім - антеною.

3. Під час роботи з електромагнітним зондом не торкайтесь ним предметів, що працюють під напругою, більшою за 300 В, і частотою 50-60 Гц.

4. Не допускайте подачі на ДОДАТКОВИЙ ВХІД постійної напруги, яка більша за 50 В, або змінної напруги промислової частоти, яка більша за 150 В.

5. Не намагайтеся зарядити Alkaline-батареї - це може привести до виходу з ладу приладу або руйнуванню батарей.

5.5 Головні телефони

Головні телефони для СРМ-700 мають високу якість звучання і забезпечують низьку чутність для тих, хто може бути поруч. Не слід встановлювати рівень гучності в навушниках вище необхідного через можливість бути „поміченими” за допомогою пристроїв підслуховування (можливий зворотний зв'язок).

5.6 Калібрування

Пристрій СРМ-700 побудовано на сучасній елементній базі з застосуванням температурної компенсації та стабілізації параметрів схеми, що забезпечує його стабільну і точну роботу. Але, взявши до уваги великий коефіцієнт підсилення, іноді потрібне здійснювати підстроювання параметрів, зумовлене старінням елементів, змін температури і вологості середовища.

Якщо ви перебуваєте в умовах не дуже інтенсивного РЧ-випромінювання (10...12 сегментів при посиленні HIGH), точне калібрування не є необхідним.

Калібрування виконується у разі підключеного електромагнітного зонді до зондового входу СРМ-700. Шліцом **METER** на правій боковій стороні установіть показання дисплею на рівні 2 -3 сегмента при підсиленні **HIGH**.

5.6.1 Самодіагностика РЧ-зонду

Чутливість РЧ-зонду можливо перевірити в умовах низького або середнього навколишнього радіовипромінювання. Для цього потрібно максимально вкоротити антену і торкнутися її кінцем шкали дисплею. Справний зонд видасть у головних телефонах або гучномовці добре чути гудіння, несправний - дуже тихе гудіння, або взагалі незмінюваність тону шумів, незалежно від довжини антени.

5.7 Практичні можливості CPM-700

Цей пристрій може працювати лише з одним із зондів з комплекту CPM-700. **Категорично забороняється застосовувати зонди не з комплекту CPM-700!**

1) Зонди РЧ, електромагнітний та інфрачервоний, а також фільтр-приймач VLF-700 під'єднуються до байонетного розніму **PROBE** (вхід 11 на фронтальній панелі (рис.5.6)).

Зонди мікрофонного типу під'єднуються на штекерний вхід підсилювача **AUXILIARY INPUT** на правій боковій панелі приладу (вхід **A** на рис.5.8), сигнал з якого подається на високочутливий звуковий підсилювач. На цей же вхід подаються сигнали з провідних ліній, які перевіряються. Для цього у комплекті CPM-700 є спеціальне провідне з'єднання, на одному кінці якого припаяно штекер, а на протилежному – з'єднувачі типу „крокодил”.

2) Радіочастотний та електромагнітний зонди виявляють працюючі передавачі, встановлюють наявність мобільних телефонів, звукозаписувальних пристроїв. У разі проведення обстежень необхідно почергово підключити обидва зонди і послідовно обійти все приміщення. Чутливість CPM-700 дозволяє виявити працюючі радіотехнічні пристрої на відстані від сотен метрів до 10 см.

За допомогою електромагнітного зонду можливо виявляти закладені у стіни провідні лінії, якщо по них протікає струм.

3) Надчутливий підсилювач за допомогою додаткового входу дозволяє прослуховувати підозрілий телефон або проводку з метою виявлення схованих мікрофонів або змін в устаткуванні. Параметри підсилювача і добре працююча система автоматичного регулювання

підсилення дозволяє безпосередньо подавати на вхід підсилювача сигнали від декількох мілівольт до 150 В.

4)З врахуванням того, що в арсеналі засобів несанкціонованого знімання інформації використовується апаратура, яка дозволяє для цих цілей використовувати мережу електроживлення приміщень, то у комплекті СРМ-700 мається фільтр-приймач VLF-700 з байонетним рознімом, який дозволяє виявити такий канал втрат інформації. Виявлення цих каналів можливе в межах однієї фази електроживлення. За допомогою VLF-700 послідовно обстежуються всі мережеві розетки.

5)Одним з технічних каналів несанкціонованого витоку інформації є застосування методу „ВЧ-нав'язування”. Цей метод створює у фізичній проводовій лінії невиявлюваний звичайним прослуховуванням канал втрат інформації. Коливання високочастотного генератора „накачки” виявляються промодульованими частотами акустичного діапазону.

Для виявлення такого каналу втрат інформації також застосовується фільтр-приймач VLF-700.

6)У разі переведення СРМ-700 у режим „Моніторинг” прилад здійснює "моніторинг небезпеки" - тобто веде спостереження і реєструє вихід в ефір нових передавальних пристроїв. При цьому автоматично може бути ввімкнено записуючий пристрій у режим запису виявленої передачі з ефіру. У цьому режимі прилад звичайно працює з РЧ-зондом, але можлива робота і з акустичним датчиком (мікрофоном).

7)Інфрачервоний зонд під'єднується до байонетного розніму **PROBE** і з його допомогою контролюється наявність передавальних пристроїв, які працюють в інфрачервоному діапазоні. Такими передавачами можуть бути закладки цього діапазону, а також інфрачервоні передавачі мікрофонів несанкціонованого дистанційного знімання аудіоінформації.

8)Для задач тестування (перевірок на працездатність) СРМ-700, а також у навчальних цілях, використовуються три передавачі : УКХ-діапазону, інфрачервоного діапазону і передавач по мережі електроживлення. Ці пристрої дозволяють перевірити дієздатність РЧ-зонду, електромагнітного зонду, інфрачервоного зонду, а також роботу фільтра-приймача VLF-700.

9)Окрім того фірмою-виробником CPM-700 до комплекту виробу прикладено спеціальну касету з поясненнями і набором характерних звуків, які можливо почути під час проведення пошукових робіт.

5.8 Контрольні запитання

- 1.Для чого призначено зонд-монітор CPM-700?
- 2.В яких діапазонах прилад виявляє радіопередавальні пристрої?
- 3.Які функції об'єднує у собі зонд-монітор CPM-700?
- 4.Для чого можуть використовуватись тестові передавачі?
- 5.Що задається з допомогою регулятора **THERESHOLD** ?
- 6.Що відбувається у разі натискання кнопки **SILENT**?
- 7.Що контролюється дисплеєм **INPUT LEVEL**?
- 8.Що встановлюється сегментом **PULSING SEGMENT** – миготливим сегментом?
- 9.Що відображає **STATUS DISPLAY** ?
- 10.Які прилади підключаються до розніму **PROBE** ?
- 11.Що забезпечується у режимі **HIGH** ? Як вмикається цей режим?
12. Поясніть призначення регулятора **METER** ?
13. Поясніть призначення штекерного розніму **REMOTE** ?
14. Поясніть призначення штекерного розніму **RECORD** ?
15. Поясніть призначення світлодіоду **CHARGE** ?
- 16.Поясніть призначення входу **ADAPTER**?
- 17.Переліchte технічні характеристики РЧ-зонду.
- 18.Переліchte характеристики електромагнітного зонду?
- 19.Переліchte характеристики підсилювача НЧ?
- 20.Що здійснює CPM-700 у режимі „Моніторинг”?
- 21.Які додаткові пристрої використовуються для перевірки дієздатності CPM-700?
- 22.Які функції виконує фільтр-приймач **VLF-700**?
- 23.Які проводові лінії здатен контролювати CPM-700?

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця 6.1- Розподіл частот для району №1 відповідно до міжнародного регламенту радіозв'язку

Частота, МГц	Розподіл по службах
28,00 ...29,70	Радіоаматорська
30,005...30,01	Фіксована, рухома, служба космічної експлуатації (СКЕ)
30,01...37,5	Фіксована, рухома, служба космічних досліджень (СКД)
32,000... 45,000	Рухома таксі, міські служби
37,5...38,25	Фіксована, рухома, радіоастрономічна
38,25...47,0	Фіксована, рухома, СКД
42,000	Промислові ВЧ-пристрої
46,610... 46,900	Бездротовий телефон (базова станція)
49,000	Бездротовий телефон (трубка)
47,0..68,0	Радіомовна
68,0...74,8	Фіксована, рухома (за винятком повітряної). У країнах СНД радіомовлення (68,0.. .73,0)
74,8 ..75,2	Повітряна радіонавігаційна
75,2 ..87,5	Фіксована, мобільна (за винятком повітряної)
81,360	Промислові ВЧ- пристрої
87,5 ..108,0	Радіомовна
108,0 ..117,975	Повітряна радіонавігаційна
117,975 ..137,0	Повітряна і супутникова рухома

Частота, МГц	Розподіл по службах
137,0 ..138,0	Фіксована, рухома (за винятком повітряної), СКИ, СКЭ
138,0 ... 144,0	Повітряна рухома
144,0 ... 146,0	Аматорська, аматорська супутникова
146,0 ... 149,9	Фіксована, рухома (за винятком повітряної)
148,000... 149,000	Міліція, військові
149,9 ... 150,05	Радіонавігаційна супутникова
150,025... 150,900	Радіотелефон «Алтай»
150,05 ... 156,7625	Фіксована, рухома (за винятком повітряної), радіоастрономічна
156,7625...156,8375	Морська рухома (сигнали небезпеки)
156,8375...174,0	Фіксована, рухома, радіомовна
174,050... 174,900	Радіотелефон «Алтай-1»
174,0.. 230,0	Радіомовна, рухома, фіксована
230,0..328,6	Фіксована, рухома, СKE, радіоастрономічна
240,000....317,000	Канали супутникового зв'язку
300,537...300,767	Радіотелефон (абоненти)
301,137... 302,612	Радіотелефон «Алтай-3» (абоненти)
302,637...305,812	Радіотелефон «Алтай-3» (абоненти)
305,437...315,813	Радіотелефон
329,600...335,000	Повітряний флот (зв'язок з літаком)
336,537...336,763	Радіотелефон
337,137...338.612	Радіотелефон «Алтай-3» (центр)
338,637...340,112	Радіотелефон «Алтай-3» (центр)
340,137...340,813	Радіотелефон «Алтай-3» (центр)
341,438...341,813	Радіотелефон (центр)
400,100...401,000	Метеосупутники
432,000	Радіоаматори
453,025...457,475	Стільниковий телефон NMT-450 (абоненти)

Частота, МГц	Розподіл по службах
460,000	Промислові ВЧ- пристрої
463,025...467,475	Стільниковий телефон NMT-450 (центр)
328,6...335,4	Повітряна радіонавігаційна
335,4...399,9	Фіксована, рухома
399,9...400,05	Радіонавігаційна супутникова
400,05...400,15	Супутникова служба стандартних частот і сигналів точного часу
400,15...406,0	Служба метеорології СКД, СКЕ, фіксована, рухома
406,0 ... 406,1	Рухома супутникова
406,1...430,0	Фіксована, рухома (за винятком повітряної), радіолокаційна
430,0...440,0	Аматорська, радіолокаційна
440,0...470,0	Фіксована, рухома (за винятком повітряної)
470,0...790,0	Радіомовна
790,0.. 960,0	Фіксована, рухома (за винятком повітряної), радіомовна, радіонавігаційна
835,900...883,700	Стільниковий радіотелефон AMPS (центр)
890,900...893,700	Стільниковий радіотелефон GSM (абоненти)
935,900...938,700	Стільниковий радіотелефон GSM (центр)
960,0..1215,0	Повітряна, радіонавігаційна
1240,00...1300,00	Радіоаматори

Додаток Б

Таблиця 6.2- Частотні параметри каналів телевізійного мовлення метрової смуги частот. Діапазони I,II,III

Діапазон	Номер каналу	Смуга частот радіоканалу, МГц	Частоти несівних (МГц) зображення і звукового супроводу	
I	1	48,5 ... 56,6	49,75	56,25
	2	58,0 ... 66,0	59,25	67,75
II	3	76,0 ... 84,0	77,25	83,75
	4	84,5 ... 92,0	85,25	91,75
	5	92,0 ... 100,0	93,25	99,75
III	6	174,0 ... 182,0	175,25	181,75
	7	182,0 ... 190,0	183,25	189,75
	8	190,0 ... 198,0	191,25	197,75 .
	9	198,0 ... 206,0	199,25	205,75
	10	206,0 ... 214,0	207,25	213,75
	11	214,0 ... 222,0	215,25	221,75
	12	222,0 ... 230,0	223,25	229,75

Додаток В

Таблиця 6.3 – Частотний план ТБ каналів з 21 по 80. Дециметровий діапазон IV

№ ТБ каналу	$\lambda_{\text{сер}}$ каналу, м	$f_{\text{ср}}$ каналу, МГц	Смуга частот каналу, МГц	Частота несінньої, МГц	
				Зображення	Звуку
1	2	3	4	5	6
21	0,632	474,6	470 – 478	471,25	477,75
22	0,622	482,5	478 – 486	479,25	485,75
23	0,612	490,5	486 – 494	487,25	493,75
24	0,602	498,5	494 – 502	495,25	501,75
25	0,592	506,5	502 – 510	503,25	509,75
26	0,583	514,5	510 – 518	511,25	517,75
27	0,574	522,5	518 – 526	519,25	525,75
28	0,566	530,5	526 – 534	527,25	533,75
29	0,557	538,5	534 – 542	535,25	541,75
30	0,549	546,5	542 – 550	543,25	549,75
31	0,541	554,5	550 – 558	551,25	557,75
32	0,533	562,5	558 – 566	559,25	565,75
33	0,526	570,5	566 – 574	567,25	573,75
34	0,519	578,5	574 – 582	575,25	581,75
35	0,512	586,5	582 – 590	583,25	589,75
36	0,505	594,5	590 – 598	591,25	597,75
37	0,498	602,5	598 – 606	599,25	605,75
38	0,491	610,5	606 – 614	607,25	613,75
39	0,485	618,5	614 – 622	615,25	621,75
40	0,479	626,5	622 – 630	623,25	629,75
41	0,473	634,5	630 – 638	631,25	637,75
42	0,467	642,5	638 – 646	639,25	645,75
43	0,461	650,5	646 – 654	647,25	653,75
44	0,456	658,5	654 – 662	655,25	661,75
45	0,450	667,5	662 – 670	663,25	669,75
46	0,445	674,5	670 – 678	671,25	677,75
47	0,440	682,5	678 – 686	679,25	685,75

48	0,435	690,5	686 – 694	687,25	693,75
49	0,430	698,5	694 – 702	695,25	701,75
50	0,425	706,5	702 – 710	703,25	709,75
51	0,420	714,5	710 – 718	711,25	717,75
52	0,415	722,5	718 – 726	719,25	725,75
53	0,411	730,5	726 – 734	727,25	733,75
54	0,406	738,5	734 – 742	735,25	741,75
55	0,402	746,5	742 – 750	743,25	749,75
56	0,398	754,5	750 – 758	751,25	757,75
57	0,393	762,5	758 – 766	759,25	765,75
58	0,389	770,5	766 – 774	767,25	773,75
59	0,385	778,5	774 – 782	775,25	781,75
60	0,381	786,5	782 – 790	783,25	789,75
61	0,378	794,5	790 – 798	791,25	797,75
62	0,374	802,5	798 – 806	799,25	806,75
63	0,370	810,5	806 – 814	807,25	813,75
64	0,367	818,5	814 – 822	815,25	821,75
65	0,363	826,5	822 – 830	823,25	829,75
66	0,359	834,5	830 – 838	831,25	837,75
67	0,356	842,5	838 – 846	839,25	845,75
68	0,353	850,5	846 – 854	847,25	853,75
69	0,349	858,5	854 – 862	855,25	861,75
70	0,346	866,5	862 – 870	863,25	869,75
71	0,343	874,5	870 – 878	871,25	877,75
72	0,340	882,5	878 – 886	879,25	885,75
73	0,337	890,5	886 – 894	887,25	893,75
74	0,334	898,5	894 – 902	895,25	901,75
75	0,331	906,5	902 – 910	903,25	909,75
76	0,328	914,5	910 – 918	911,25	917,75
77	0,325	922,5	918 – 926	919,25	925,75
78	0,322	930,5	926 – 934	927,25	933,75
79	0,319	938,5	934 – 942	935,25	941,75
80	0,317	946,5	942 – 950	943,25	949,75

Додаток Г

Технічні характеристики мікрофону МД-80

Мікрофони МД-80 і МД-80А.

Призначені для запису, передачі і звукопідсилення мови в будь-яких приміщеннях і на відкритому просторі, а також для диспетчерського і службового зв'язку.

Технічні характеристики:

- номінальний діапазон частот 50...12 000 Гц;
- чутливість холостого ходу на частоті 1 кГц не менш 2 мВ/Па;
- нерівномірність типової частотної характеристики чутливості в номінальному діапазоні частот не більш 22 дБ, у діапазоні 100...8000 Гц не більш 15 дБ;
- відхилення частотної характеристики від типової на будь-якій частоті номінального діапазону не більш $\pm 2,5$ дБ;
- перепад чутливості «фронт-тил» на будь-якій робочій частоті не менш 6 дБ, середній перепад чутливості «фронт-тил» у номінальному діапазоні частот не менш 12 дБ;
- рівень еквівалентного звукового тиску щодо тиску $2 \cdot 10^{-5}$ Па, обумовленого впливом на мікрофон змінного магнітного поля чи напруженістю 0,08 А/м, не більш 12 дБ.

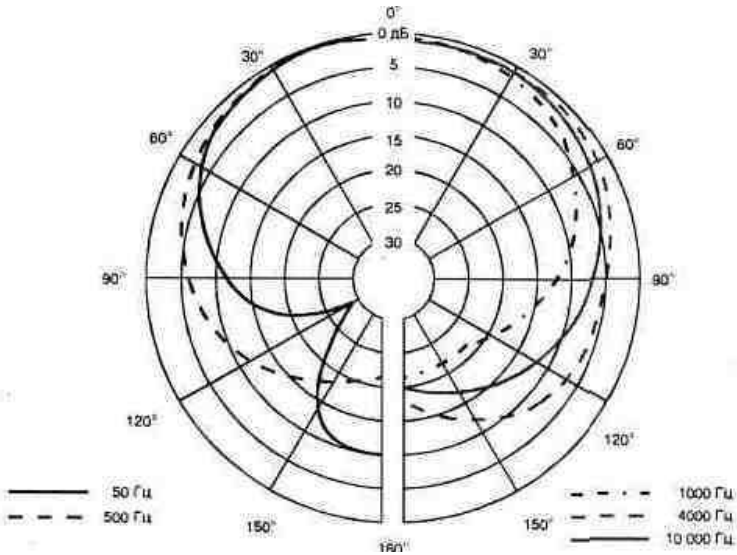


Рисунок 6.1 – Діаграма спрямованості мікрофону МД-80

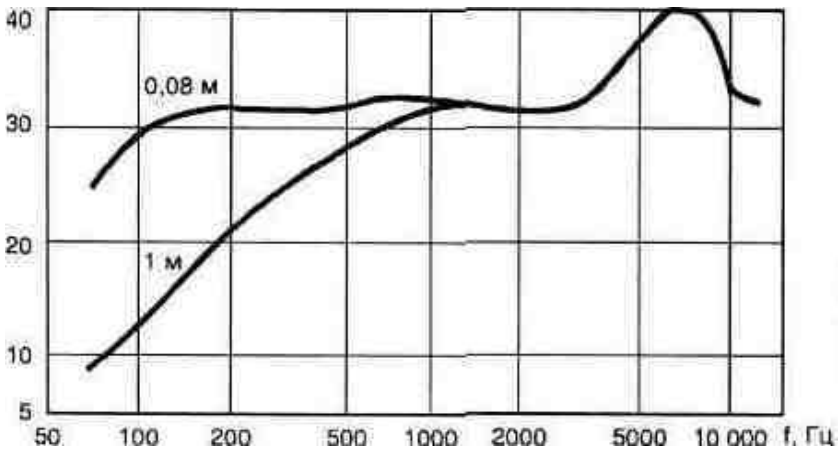


Рисунок 6.2-Частотна характеристика мікрофону МД-80

Додаток Д

Таблиця 6.4 – Таблиця випадкових слів для проведення іспитів на розбірливість

Потребление	Пограничный	Опоясывать	Исподлобья
Взвод	Честь	Спаянный	Боец
Покорять	Паспортный	Людный	Стекаться
Чертить	Простота	Автомобиль	Трогаться
Произнести	Влага	Цепь	Фонд
Маневр	Черный	Выводок	Напряжение
Путь	Остаться	Возможность	Скверный
Наказывать	Парк	Вселять	Фасоль
Бегом	Потрясающий	Чиж	Избиратель
Пасмурный	Паровой	Добавить	Недалеко
Экспедиция	Прибытие	Земледелие	Мука
Караулить	Решать	Фирма	Момент
Лев	Сделать	Прихрамывать	Переезд
Литься	Натура	Критик	Отставить
Посягательство	Отлично	Завязывать	Всемирный
Слышать	Палата	Чушь	Ромб
Остригать	Класс	Трехскоростной	Злоупотребление
Равнина	Хромой	Сдаться	Конвейер
Запись	Пятница	Омлет	Раздобыть
Наружу	Подчиненный	Действовать	Слово
Двенадцатый	Хрупкий	Содержательный	Вибрировать
Шпион	Бежать	Питательный	Собрать
Шептаться	Молотьба	Вытечь	Интервал
Выгон	Набросок	Знакомство	Любить