

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ**

Пояснювальна записка

до магістерської роботи на тему:

**«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ
РАДІОЗАКЛАДНИХ ПРИСТРОЇВ»**

Виконав: студент 6 курсу, групи
РТДМ- 61
спеціальності

172 Телекомунікації і радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

Галич А.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Дакова Л.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____

Київ – 2021

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

Кафедра Мобільних та відеоінформаційних технологій

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність 172 Телекомунікації і радіотехніка
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МВТ

_____ Н.В. Руденко

_____ 2021 року

**ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Галичу Андрію Сергійовичу

1. Тема роботи: «Підвищення ефективності роботи радіозакладних пристроїв», керівник роботи Дакова Лариса Валеріївна, к.т.н., затверджені наказом вищого навчального закладу від 11.10. 2021 року №170.
2. Строк подання студентом роботи 20.12.2021р.
3. Вихідні дані до роботи:
 1. Технічні канали витоку інформації;
 2. Радіозакладні пристрої;
 3. Прослуховування інформації через радіозакладні пристрої, сигнали радіозакладних пристроїв;
 4. Науково-технічна література.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
 1. Технічні канали витоку інформації;
 2. Закладні пристрої та їхня класифікація;
 3. Радіо закладні пристрої.

5. Перелік графічного матеріалу (назва слайдів презентації):

1. Блок-схема акустичної радіозакладки;
2. Класифікація радіозакладних пристроїв;
3. Модуляції які використовуються в РЗП;
4. Загальний принцип імпульсної модуляції;
5. Імпульсні види модуляції;
6. Спектр шумоподібного сигналу ФМ-ПСП.

6. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Підбір науково-технічної літератури	11.10.2021	Виконано
2.	Технічні канали витоку інформації	20.10.2021	Виконано
3.	Закладні пристрої та їхня класифікація	12.11.2021	Виконано
4.	Радіо закладні пристрої	25.11.2021	Виконано
5.	Висновки, вступ, реферат	10.12.2021	Виконано
6.	Оформлення роботи	19.12.2021	Виконано

Студент

Галич А.С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Дакова Л.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Текстова частина магістерської роботи: 105 сторінок, 42 рис., 2 табл., 25 джерел.

Мета роботи – є дослідження радіозакладних пристроїв та ефективність їх застосування.

Об'єкт дослідження – канали витоку інформації, засоби акустичної розвідки.

Предмет дослідження – акустичні закладні пристрої з передачею інформації по радіоканалу - радіозакладки.

Методи дослідження: застосування радіо закладних пристроїв з різними характеристиками на різних об'єктах, та способи підвищення ефективності роботи радіозакладного пристрою виходячи з особливостей конкретного об'єкту.

Короткий зміст роботи: розглянуті канали витоку інформації, засоби акустичної розвідки в тому числі ті за допомогою яких здійснюється знімання інформації. Вказані характеристики радіозакладних пристроїв та їх основних елементів. Розглянуті характеристики сигналів які застосовуються в радіозакладних пристроях.

Галузь використання – мережа зв'язку України.

КАНАЛИ ВИТОКУ ІНФОРМАЦІЇ, АКУСТИЧНИЙ КАНАЛ ВИТОКУ,
АКУСТИЧНА РОЗВІДКА, РАДІОЗАКЛАДНІ ПРИСТРОЇ,
МІНІАТЮРНІ РАДІОПЕРЕДАВАЧІ, ПРОСЛУХОВУВАННЯ
ІНФОРМАЦІЇ

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1. ТЕХНІЧНІ КАНАЛИ ВИТОКУ ІНФОРМАЦІЇ.....	9
1.1 Акустичний канал витоку інформації	12
1.2 Електричний канал витоку інформації.....	15
1.3 Візуально-оптичний канал витоку інформації	17
1.4 Матеріально-речовий канал витоку інформації	19
1.5 Радіоканал витоку інформації	21
1.6 Лінії зв'язку.....	23
1.7 Канали витоку інформації створювані закладними пристроями.....	24
2. ЗАКЛАДНІ ПРИСТРОЇ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ	31
2.1 Класифікація закладних пристроїв	31
2.2 Засоби акустичної розвідки	37
2.3 Спрямовані мікрофони і лазерні акустичні системи знімання інформації	48
3. РАДІОЗАКЛАДНІ ПРИСТРОЇ.....	51
3.1 Прослуховування інформації від впроваджених радіо закладок.....	51
3.2 Особливості побудови радіозакладних пристроїв і їх характеристики	52
3.3 Основні характеристики радіо закладок	60
3.4 Основні елементи радіо закладки	63
3.5 Характеристики сигналів радіо закладних пристроїв.....	72
3.5.1 Основні поняття	72
3.5.2 Сигнали з амплітудною і кутовою модуляцією.....	75
3.5.3 Сигнали з імпульсною модуляцією	83
3.5.6 Сигнали з дельта-модуляцією	89
3.5.7 Складні шумоподібні сигнали.....	92
3.5.8 Ефективність та доцільність підвищення ефективності роботи РЗП.....	98
ВИСНОВКИ.....	101
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	102
ДЕМОНСТРАТИВНІ МАТЕРІАЛИ	105

ВСТУП

У сучасних умовах захист інформації стає все більш складною проблемою, що обумовлено низкою обставин, основними з яких є: масове розповсюдження засобів електронної обчислювальної техніки (ЕОТ); ускладнення шифрувальних технологій; необхідність захисту не лише державної та військової таємниці, а й промислової, комерційної та фінансової таємниць; розширюються можливості несанкціонованих дій над інформацією.

Крім того, в даний час набули широкого поширення засоби і методи несанкціонованого і негласного добування інформації. Вони знаходять все більше застосування не тільки в діяльності державних правоохоронних органів, але і в діяльності різного роду злочинних угруповань.

Необхідно пам'ятати, що природні канали витоку інформації утворюються спонтанно, в силу специфічних обставин, що склалися на об'єкті захисту. Що стосується штучних каналів витоку інформації, то вони створюються навмисно із застосуванням активних методів і способів отримання інформації. Активні способи припускають навмисне створення технічного каналу витоку інформації з використанням спеціальних технічних засобів. До них можна віднести незаконне підключення до каналів, дротів і ліній зв'язку, високочастотне нав'язування і опромінення, установка в технічних засобах і приміщеннях мікрофонів і закладних пристроїв. Тому особливу роль і місце у діяльності по захисту інформації займають заходи щодо створення комплексного захисту, що враховують загрози національній і міжнародній безпеці і стабільності, в тому числі суспільства, особистості, державі, демократичним цінностям і суспільним інститутам, суверенітету, економіці, фінансовим установам, розвитку держави .

Разом з тим, проблемних питань щодо захисту інформації безліч, їх рішення залежить від об'єктивних і суб'єктивних факторів, в тому числі і дефіцит можливостей. Таким чином, проблема захисту інформації та забезпечення конфіденційності набуває все більшої актуальності.

1. ТЕХНІЧНІ КАНАЛИ ВИТОКУ ІНФОРМАЦІЇ

Фізичні процеси, що відбуваються в технічних пристроях і системах при їх функціонуванні, створюють у навколишньому просторі побічні електромагнітні, акустичні та інші види випромінювань, які в тій чи іншій мірі пов'язані з обробкою інформації. Ці випромінювання можуть виявлятися на досить значних відстанях (до сотень метрів) і, отже, використовуватися для несанкціонованого знімання інформації. Побічні електромагнітні випромінювання виникають внаслідок непередбачених схемою або конструкцією, розглянутого технічного засобу за паразитними зв'язками напруги, струму або магнітного поля. В залежності від фізичної природи елементів паразитних електричних полів розрізняють:

- паразитний зв'язок через загальний повний опір;
- ємнісний паразитний зв'язок;
- індуктивний паразитний зв'язок.

Фізичні явища, що лежать в основі появи випромінювань мають різний характер. Тим не менш, у загальному вигляді витік інформації за рахунок побічних випромінювань може розглядатися як ненавмисна передача інформації за деякою «побічною системою зв'язку», що складається з передавача (джерела випромінювань), середовища, в якій ці випромінювання поширюються і приймальної сторони. Описану систему зв'язку прийнято називати технічним каналом витоку інформації.

У реальних умовах в навколишньому просторі присутні численні перешкоди як природного, так і штучного походження, які істотно впливають на якість прийому. Технічні канали витоку інформації розглядаються в сукупності з джерелами перешкод. Для традиційних систем зв'язку такі перешкоди є негативним явищем, ускладнює прийом, однак для захисту технічних засобів від витоку інформації по побічних каналах ці перешкоди виявляються корисними і нерідко створюються спеціально.

Джерелами випромінювань, а отже, і каналами витоку інформації в технічних каналах є різноманітні технічні засоби, особливо ті, в яких циркулює конфіденційна інформація.

До них відносяться:

- автоматичні мережі телефонного зв'язку;
- системи факсимільного, телекодової і телеграфного зв'язку;
- засоби гучномовного зв'язку та звукопідсилення мовлення;
- засоби звуко- і відеозапису;
- мережі електроживлення та лінії заземлення;
- електронно-обчислювальна техніка та оргтехніка.

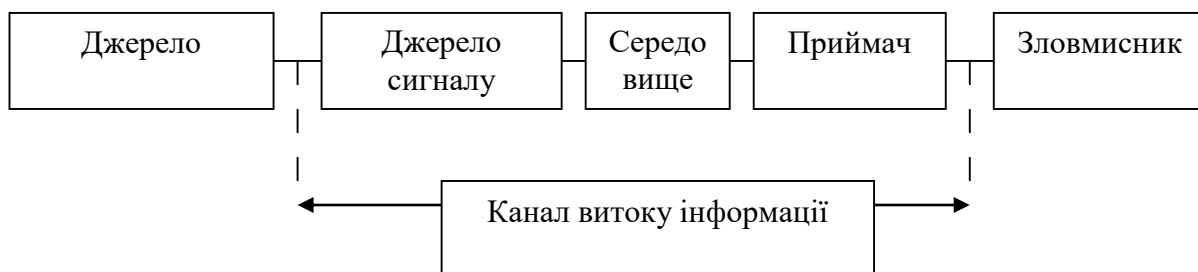


Рис.1.1. Структура каналу витоку інформації

Технічні канали витоку інформації - фізичний шлях від джерела інформації до зловмисника, за допомогою якого може бути здійснений несанкціонований доступ до охоронюваних відомостей.

Захист інформації від витоку по технічних каналах - це комплекс організаційних, організаційно-технічних і технічних заходів, що виключають або послаблюють безконтрольний вихід конфіденційної інформації за межі контрольованої зони, рисунок 1.1.

Для кожного конкретного приміщення існує свій набір технічних засобів, які можуть створювати небезпечні сигнали і сприяти їх поширенню, тобто служити каналами витоку. Цю техніку можна розділити на дві основні групи - основні та допоміжні технічні засоби, рисунок 1.2.

Основні технічні засоби: телефонний апарат міської автоматичної телефонної станції; телефонний апарат внутрішнього зв'язку; селекторний зв'язок; персональні комп'ютери (можливо з модемами), комп'ютерні мережі; факс; телетайп; засоби розмноження документів.

Допоміжні технічні засоби та системи: телевізор; магнітофон і відеоапаратура; радіоприймач; радіотрансляційний гучномовець; датчики охоронної та пожежної сигналізації; кондиціонер; об'єктова мережа електрочасофікації; табельне електрообладнання приміщення.

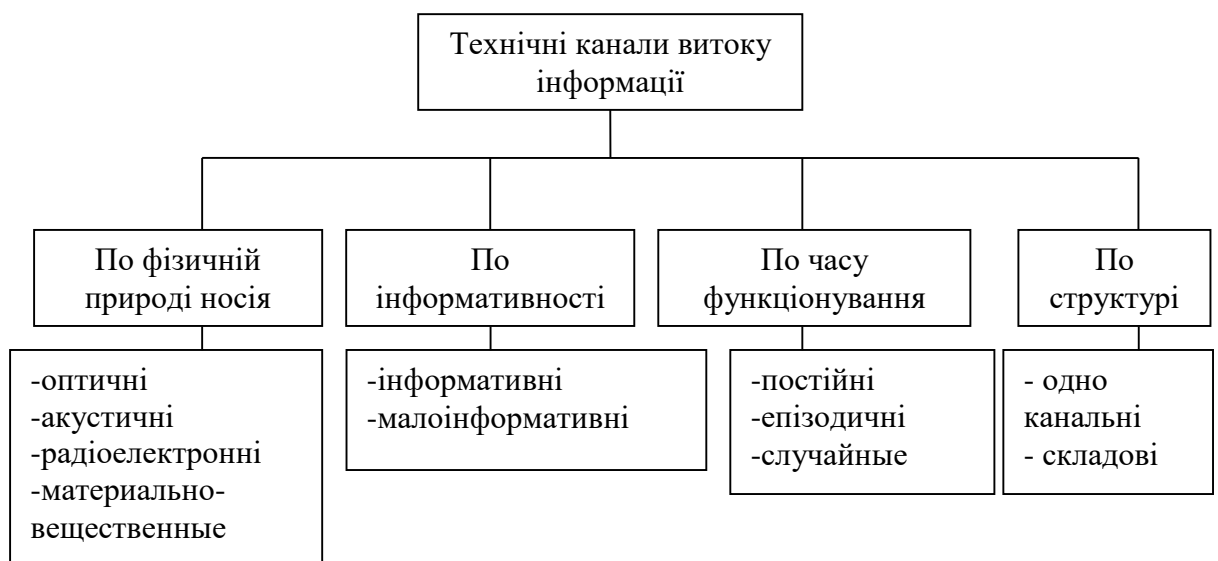


Рис.1.2. Класифікація технічних каналів витоку інформації

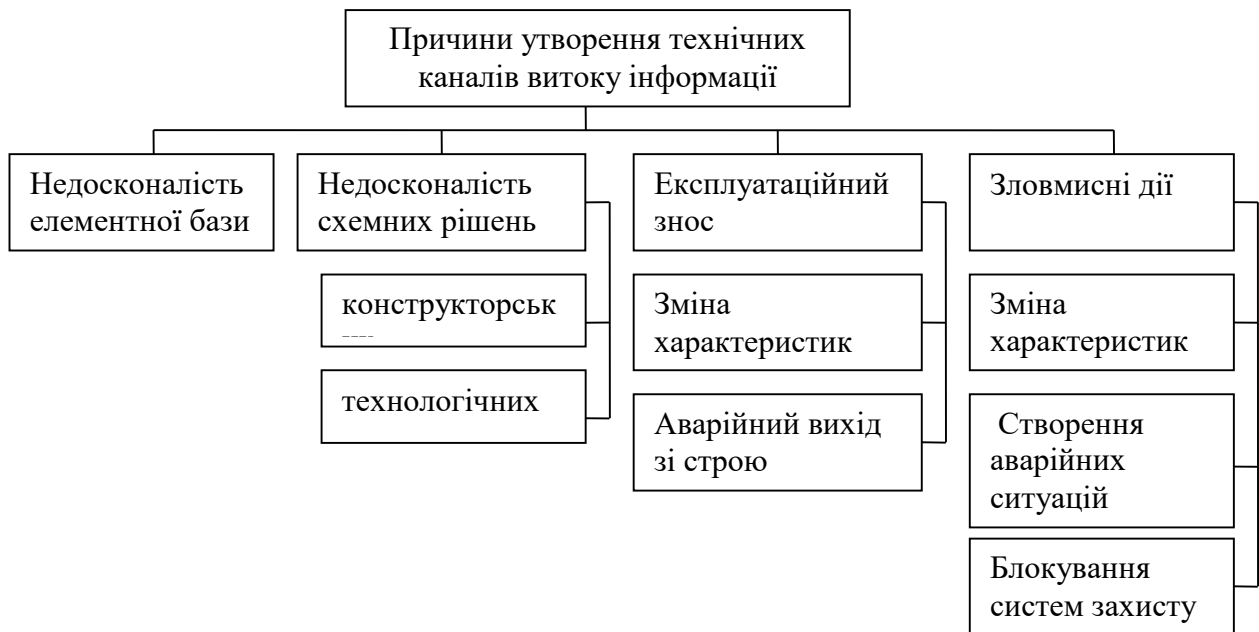


Рис.1.3. Основні джерела утворення технічних каналів витоку інформації

На практиці з урахуванням фізичної природи канали витоку інформації можна кваліфікувати на такі групи:

- Візуально-оптичні;
- Акустичні (включаючи і акустико-перетворювальні);
- Електромагнітні (включаючи магнітні та електричні);
- Матеріально-речові (папір, фото, магнітні носії, виробничі відходи різного виду - тверді, рідкі, газоподібні).

Кожному виду каналів витоку інформації властиві свої специфічні особливості.

1.1 Акустичний канал витоку інформації

Акустичний сигнал представляє собою обурення пружного середовища, що представляються у виникненні акустичних коливань різної форми і тривалості. Акустичними називаються механічні коливання частинок пружного середовища, що поширюються від джерела коливань в навколишній простір у вигляді хвиль різної довжини.

Первинними джерелами акустичних коливань є механічні коливальні системи, наприклад органи мовлення людини, а вторинними - перетворювачі різних типів, у тому числі електроакустичні. Останні являють собою пристрої, призначені для перетворення акустичних коливань в електричні і назад. До них відносяться п'єзоелементи, мікрофони, телефони, гучномовці та інші пристрої. Класифікація акустичних каналів витоку інформації представлена на рисунку 1.4

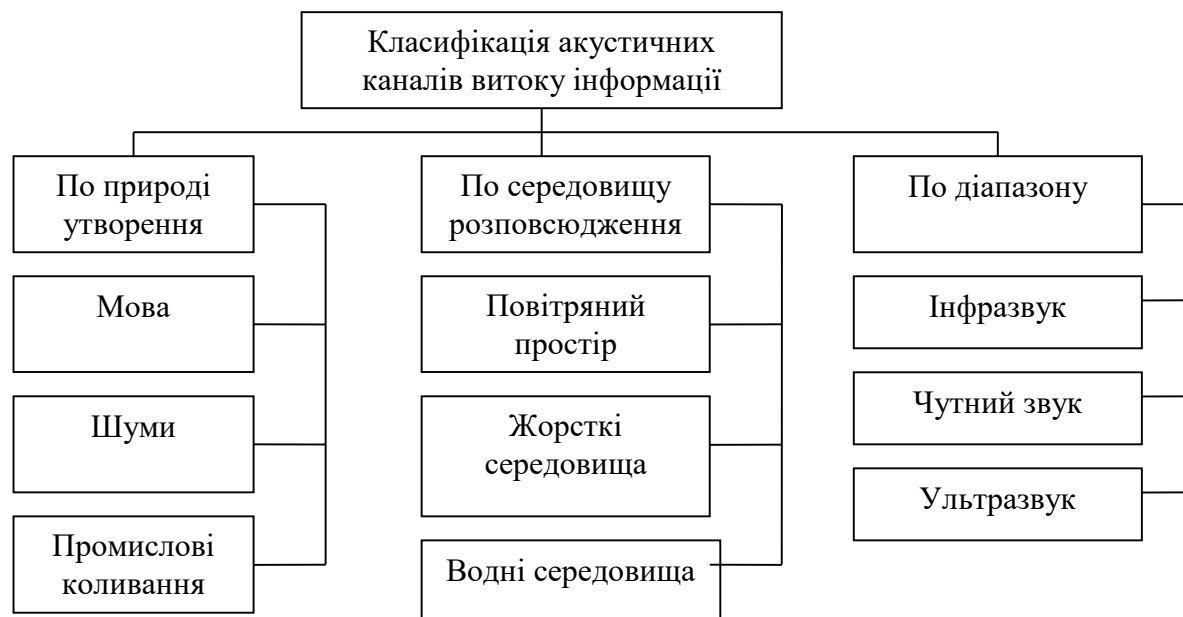


Рис.1.4 Класифікація акустичних каналів витоку інформації

Наше вухо здатне реагувати на порівняно невелику смугу частот звукових коливань - приблизно від 20 Гц до 20 кГц. Коливання частотою до 20 Гц звані інфразвуковими і вище 20 кГц звані ультразвуковими ми не чуємо. Для отримання необхідної інформації реально відслідковувати діапазон частот від 300 Гц до 3 - 5 кГц.

В умовах приміщень або інших обмежених простору шляху хвиль виникає безліч перешкод, на які хвилі чинять тиск, наводячи в коливальний режим. Ці дії звукових хвиль і є причиною утворення акустичного каналу витоку інформації.

Акустичний канал витоку інформації утворюється за рахунок:

1. Поширення механічних коливань у вільному повітряному просторі:

- переговори на відкритому просторі;

- відкриті вікна, двері, кватирки;
- вентиляційні канали.

2. Дії звукових коливань на елементи і конструкції будівель викликають вібрації:

- стіни, стелі, підлоги, вікна, двері, коробки вентиляційних систем;
- труби водопостачання, опалення, системи кондиціонування.

3. Впливу звукових коливань на технічні засоби обробки інформації:

- мікрофонний ефект;
- акустична модуляція волоконно-оптичних ліній передачі інформації.

Механічні коливання стін, перекриттів, трубопроводів, що виникають в одному місці від впливу на них джерел звуку, передаються по будівельних конструкціях на значні відстані, майже не затухаючи і не ослаблюючись, а також випромінюючи в повітря, як чутний звук. небезпека такого акустичного каналу витоку інформації по елементам будівель складається у великій і неконтрольованій дальності поширення звукових хвиль, перетворених у пружні поздовжні хвилі в стінах і перекриттях, що дозволяє здійснювати аудіо контроль на великих відстанях. Ще один канал витоку акустичної інформації утворюють системи повітряної вентиляції приміщень, різні витяжні системи та системи подачі чистого повітря. Можливість утворення таких каналів визначається конструктивними особливостями повітроводів та акустичними характеристиками їх елементів (засувок, переходів, розподільників).

Середовище поширення мовної інформації поділяється на:

- повітряне перенесення;
- матеріальне перенесення;
- мембранне перенесення.

При зніманні і обробці акустичної інформації розрізняють такі сигнали: акустичні мовні; широкосмугові; тональні.

В залежності від фізичної природи виникнення інформаційних сигналів, середовища поширення акустичних коливань та їх перехоплення технічні канали акустичної (мовної) інформації поділяються на: повітряні; вібраційні; електроакустичні; оптико-електронні; параметричні.

1.2 Електричний канал витоку інформації

Причинами виникнення електричного каналу витоку інформації можуть бути:

- наведення електромагнітних випромінювань технічних засобів передачі інформації на з'єднувальні лінії допоміжних технічних засобів і систем і сторонні провідники, що виходять за межі контрольованої зони;
- просочування інформаційних сигналів у колі електроживлення технічних засобів передачі інформації;
- просочування інформаційних сигналів у колі заземлення технічних засобів передачі інформації.

Наведення електромагнітних випромінювань технічних засобів передачі інформації виникають при випромінюванні елементами технічних засобів передачі інформації (у тому числі і їх сполучними лініями) інформаційних сигналів, а також при наявності гальванічного зв'язку з'єднувальних ліній технічних засобів передачі інформації і сторонніх провідників або ліній допоміжних технічних засобів і систем. Рівень сигналів що наводяться в значній мірі залежить від потужності випромінюваних сигналів, відстані до провідників, а також довжини спільного пробігу з'єднувальних ліній технічних засобів передачі інформації і сторонніх провідників.

Простір навколо технічних засобів передачі інформації, у межах якого на випадкових антенах (ланцюг допоміжних технічних засобів і систем або сторонні

провідники, здатні приймати побічні електромагнітні випромінювання) наводиться інформаційний сигнал вище допустимого рівня, називається небезпечною зоною.

Просочування інформаційних сигналів у колі електроживлення можливо при наявності магнітного зв'язку між вихідним трансформатором підсилювача (наприклад, підсилювач низьких частот) і трансформатором випрямного пристрою. Крім того, струми підсилюваних інформаційних сигналів замикаються через джерело електроживлення, створюючи на його внутрішньому опорі падіння напруги, яке при недостатньому затуханні у фільтрі випрямного пристрою може бути виявлено в лінії електроживлення. Інформаційний сигнал може проникнути у колі електроживлення також в результаті того, що середнє значення споживаного струму в кінцевих каскадах підсилювачів більшою чи меншою мірою залежить від амплітуди інформаційного сигналу, що створює нерівномірне навантаження на випрямляч і призводить до зміни споживаного струму згідно із законом зміни інформаційного сигналу.

Просочування інформаційних сигналів у колі заземлення. Крім заземлювальних провідників, які використовуються для безпосереднього з'єднання технічних засобів передачі інформації з контуром заземлення, гальванічний зв'язок із землею можуть мати різні провідники, що виходять за межі контрольованої зони. До них відносяться нульовий провід мережі електроживлення, екрани (металеві оболонки) з'єднувальних кабелів, металеві труби систем опалення та водопостачання, металева арматура залізобетонних конструкцій і т.д. Всі ці провідники спільно із заземлюючим пристроєм утворюють розгалужену систему заземлення, на яку можуть наводитися інформаційні сигнали. Крім того, у ґрунті навколо заземлювального пристрою виникає електромагнітне поле, яке також є джерелом інформації.

Перехоплення інформаційних сигналів по електричних каналах може бути шляхом безпосереднього підключення до з'єднувальних ліній допоміжних технічних засобів і систем і стороннім проводах, що проходять через приміщення, де встановлені технічних засобів передачі інформації, а також до їх систем

електроживлення та заземлення. Для цих цілей використовують спеціальні засоби радіо-та радіотехнічної розвідки, а також спеціальна вимірювальна апаратура.

1.3 Візуально-оптичний канал витоку інформації

Основним візуально-оптичним каналом витоку інформації є оптичне випромінювання або світло.



Рис.1.5 Класифікація візуально-оптичного каналу витоку інформації

Для скритності проведення перехоплення мовних повідомлень з приміщень можуть бути застосовані пристрої, у яких передача інформації здійснюється в оптичному діапазоні. Найчастіше використовується невидимий для простого ока інфрачервоний діапазон випромінювання. Характеризуються такі вироби крайньою складністю їх виявлення. Використовують ці пристрої, як правило, для збільшення дальності передачі інформації та розміщують біля вікон, вентиляційних отворів і т.ін. Для прийому інформації застосовують спеціальний приймач ІЧ-діапазону, який забезпечує надійний зв'язок на відстані 10-15 м.

Найбільш складними і дорогими засобами дистанційного перехоплення мови з приміщень є лазерні пристрої. Принцип їх дії полягає в посилці зондуючого

променя в напрямку джерела звуку і прийомі цього променя після відбиття від будь-яких предметів, наприклад шибок, дзеркал і т. д. Ці предмети вібрують під дією оточуючих звуків і модулюють своїми коливаннями лазерний промінь. Приймаючи відбитий від них промінь, можна відновити модулююче коливання.

Оптичні методи є одними з найстаріших методів отримання інформації.

До них відносяться:

- візуальні методи спостереження;
- фото зйомка;
- відео зйомка.

Спостереження за об'єктом організується протягом певного (у ряді випадків тривалого) часу.

У залежності від умов спостереження і освітлення для спостереження за об'єктом можуть використовуватися різні технічні засоби. Для спостереження вдень оптичні прилади (монокуляри, підзорні труби, біноклі, телескопи і т.д.); телевізійні камери (системи); для спостереження вночі - прилади нічного бачення, телевізійні камери (системи), тепловізори.

Для нагляду із великої відстані використовуються прилади з довгофокусними оптичними системами, а при спостереженні з близької відстані - камуфльовані таємно встановлені телевізійні камери. Причому відео-зображення з телевізійних камер може передаватися на монітори, як по кабелю, так і по радіоканалу.

В даний час для збору інформації за допомогою фото- і відео-зйомки можуть використовуватися мініатюрні приховані та спеціальні (камуфльовані під звичайні предмети) фото- і відеокамери:

1. мініатюрні (приховані). Вбудовуються в побутову техніку і передають відеоінформацію по кабелю або ВЧ-каналу за допомогою телевізійного передавача;
- 2 спеціальні, тобто замасковані під побутові предмети, наприклад пачку сигарет, кейс, книгу, наручний годинник і т. п. Апаратура для прихованої

фото і відео-зйомки, як правило, обладнується спеціальними об'єктивами і насадками:

- мініатюрними об'єктивами, призначеними для зйомки через отвори невеликого діаметра (до 5 мм);
- телескопічними об'єктивами, що дозволяють вести зйомку з далеких відстаней. Такі об'єктиви володіють високою кратністю збільшення (до 1,5 тис. крат);
- камуфляжним об'єктивами, використовуваними для прихованої зйомки з різних побутових предметів, наприклад з кейсів;
- об'єктивами, суміщеними з приладами нічного бачення (з інфрачервоним підсвічуванням) і призначеними для проведення зйомки в темний час доби.

Видові характеристики об'єкта дають можливість опису та класифікації, об'єктів, що виявляються за формою й контурам, визначення його деталей по знімку або піднаглядним характеристикам. Отримання видових характеристик об'єкта є результатом рішення трьох завдань:

- виявлення - це стадія зорового сприйняття, коли спостерігач виділяє з навколишнього фону об'єкт, характер якого залишається для нього неясним;
- розрізнення - коли спостерігач здатний визначити великі деталі об'єкта, роздільно сприймати два об'єкти, розташовані поруч;
- розпізнавання (ідентифікації) - коли спостерігач, розрізняючи окремі дрібні деталі, виділяє істотні ознаки об'єкта і може відрізнити цей об'єкт від інших, наявних у його полі зору.

1.4 Матеріально-речовий канал витоку інформації

Матеріально-речовий канал витоку інформації класифікується наступним чином:

- за фізичним станом: тверді маси; рідини; газоподібні речовини;
- з фізичної природі: хімічні; біологічні; радіоактивні;
- по середовищу розповсюдження: в землі; у воді; в повітрі.

У практиці розвідки широко використовується інформація, що отримується з відходів виробничо-трудоваї діяльності. У залежності від профілю роботи, це можуть бути зіпсовані накладні, фрагменти документів, чернетки листів та ін.

Особливе місце для такого роду джерел інформації займають залишки бойової техніки і озброєння на випробувальних полігонах.

Розірвані чернетки і машинні роздруківки, сигаретні коробки і паперові обривки з всілякими позначками, зіпсовані копії і випадкові підкладкові листки, відпрацьований копіювальний папір і використані стрічки від друкарських машинок все це сміття в руках умілого фахівця може перетворитися в приголомшливі документи, причому добувати такі матеріали інший раз значно простіше, ніж оригінали.

Для читання виявлених таким чином матеріалів застосовують нижче наступні прийоми:

- відновлення розірваних документів; прийом дозволяє відновити розірвані паперові документи шляхом ретельної сортування окремих обривків по:
 1. кольором і типом носія;
 2. забарвленням і положенню штрихів;
 3. способу листа;
 4. лініях розриву і згину;
 5. змісту тексту.
- виявлення вдавлених слідів на підкладках. Якщо при написанні документа або його пресі під ним перебувала паперова чи інша підкладка, наприклад поліетиленова папка для паперів, то на ній завжди залишаються вдавнені сліди.

Розмістивши такий документ так, щоб пучок світла який відсвічується виявився збоку, перпендикулярно основними напрямками вдавлених штрихів і під гострим кутом до фонові поверхні підкладки, можна просто прочитати його, а при необхідності і сфотографувати; читання закреслених і залитих текстів. Якщо штрихи тексту мають деякий рельєф, то при бічному висвітленні лицьового і зворотного боку можна відновити його.

1.5 Радіоканал витоку інформації

Аналіз фізичної природи численних перетворювачів і випромінювачів показує, що джерелами небезпечного сигналу є елементи, вузли, провідники технічних засобів, а також радіо або електронна апаратура. Кожне джерело небезпечного сигналу за певних умов може утворювати технічні канали витоку інформації. Електронна система містить в собі сукупність елементів, вузлів і проводів, володіє деякою кількістю джерел небезпечного сигналу і деякою кількістю технічних каналів витоку інформації. На рисунку 1.6 наведена структура радіоканалів витоку інформації.

Кожен з цих каналів у залежності від конкретної реалізації елементів, вузлів і виробів в цілому, буде мати певний прояв, специфічні характеристики та особливості освіти, пов'язані з умовами розташування і виконання.

Класифікація радіоканалів витоку інформації за природою виникнення, діапазону випромінювання та середовищі поширення представлена на рисунку 1.7.



Рис.1.6 Структура радіоканалів витоку інформації



Рис.1.7 Класифікація радіоканалів витоку інформації за природою виникнення, діапазону випромінювання та середовищі розповсюдження

1.6 Лінії зв'язку

Розглянувши технічні канали витоку інформації, слід зазначити, що «канал витоку інформації» відноситься до логічного рівня. Дійсно, канал витоку інформації існує не сам по собі, а завдяки наявності певних об'єктів і технічних засобів, що взаємодіють між собою. Сукупність призначених для передачі інформації на відстань технічних засобів і передавального середовища називаються каналом зв'язку. Передавальні середовища називаються лініями зв'язку (провідна, радіо і т.д.).

За призначенням канали зв'язку поділяються на телефонні, телеграфні, телевізійні та ін; за характером експлуатації - на виділені і комутовані канали. Виділеними каналами зв'язку називаються канали, які постійно включені між двома пунктами. Комутовані канали виділяються тільки за виловом і розпадаються автоматично після завершення сеансу зв'язку.

Залежно від характеру коливань, використовуваних для передачі інформації, канали називаються електричними, електромагнітними, оптичними, акустичними, пневматичними і т.д.

Найбільш поширені телеграфні, телефонні і телевізійні канали мають типову смугу пропускання, нормований вхідний і вихідний сигнали, нормовані рівні перешкод і інші нормовані показники. Телевізійний канал має смугу пропускання 6МГц. Телефонний канал має смугу пропускання від 300 до 2200-3200 Гц. Такий канал може бути додатково ущільнений за частотою каналу тонального телеграфування (телеграфних каналів) зі смугою пропускання 120-200 Гц кожен.

Лінії зв'язку поділяються на:

- основні (використовуються для передачі секретних відомостей);
- допоміжні (використовуються для передачі інформації, що не є секретною).

Крім того, лінії зв'язку позначаються номерами, відповідними режиму переданої інформації:

- лінії № 1 (лінії передачі секретної інформації);
- лінії № 2 (внутрішня телефонна мережа);
- лінії № 3 (зовнішня телефонна мережа).

1.7 Канали витоку інформації створювані закладними пристроями

З метою оволодіння конфіденційною інформацією порушники широко використовують сучасні технічні засоби, що забезпечують реалізацію способів несанкціонованого доступу до об'єктів та джерел відомостей які охороняються, забезпечуючи тим самим створення штучних каналів витоку інформації. У залежності від способу несанкціонованого доступу класифікуються і технічні засоби їх реалізації. В існуючій літературі зазвичай наводяться такі види технічних засобів:

- Засоби акустичного контролю (радіозакладка);
- Апаратура для знімання інформації з вікон;
- Спеціальна звукозаписувальна апаратура;
- Мікрофони різного призначення і виконання (приховані, спрямовані тощо);
- Прилади для знімання інформації з телефонних ліній зв'язку;
- Спеціальні системи спостереження і передачі відеозображень;
- Спеціальні фотоапарати;
- Прилади спостереження в денний час і прилади нічного бачення;
- Спеціальні засоби радіоперехоплення і прийому ПЕМІН;
- Інші засоби доступу до конфіденційної інформації.

Найбільш популярні зараз засоби акустичного контролю з передачею інформації по радіоканалу - радіозакладки. Номенклатура цих виробів обчислюється сотнями одиниць. Як правило, радіозакладки включають в себе високочутливий мікрофон, підсилювач, високочастотний генератор, антену і елементи живлення. По суті, це малопотужний передавач (рисунок 1.8).

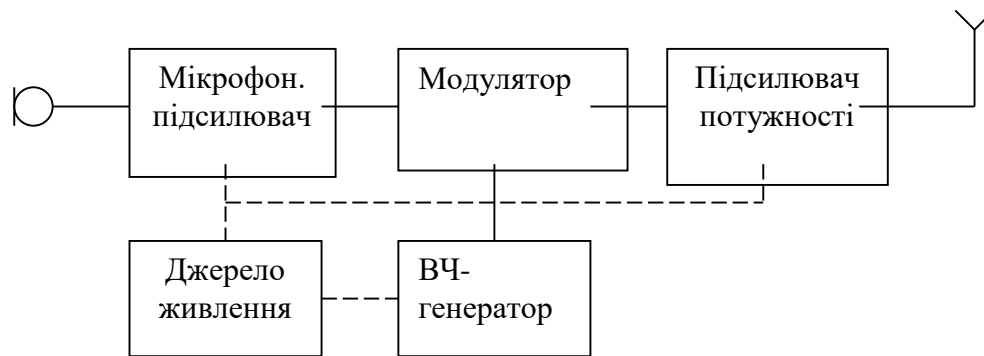


Рис.1.8 Блок-схема акустичної радіозакладки

Акустичну інформацію (наприклад, неголосна розмова) можна зняти з відстані до 10 метрів, а передати на відстань від 30-50 м до 600-800 м. Більшість радіозакладок працюють в УКХ-діапазоні (найбільш часто від 88 до 150 МГц), але зараз намітилася тенденція до переходу на більш високі частоти від 450 МГц і вище - до 900 МГц. Переваги діапазону 88-150 МГц - простота виробів, можливість прийому на звичайний (або трохи модифікований) приймач, магнітолу, які можна купити без особливих зусиль. Недоліки - можливість випадкового прийому іншими особами на такі ж приймачі, так як, наприклад, в житловому будинку в радіусі впевненого прийому можуть виявитися десятки квартир. Ще один недолік - досить довгі антени. Радіозакладки на частоту 400-470 МГц і вище мають коротші антени. Крім цього ці частоти менше завантажені перешкодами, тому й зв'язок виходить більш стійкий. Радіозакладки можуть бути з «м'яким» каналом, тобто без кварцової стабілізації частоти і з кварцовою стабілізацією. Перші більш прості і дешеві, але частота випромінювання може «відходити» від температури, при розряді батарей живлення, при зміні положення антени і т.д. У результаті, як правило, необхідно підлаштовувати частоту, що не завжди зручно. Кварцовий канал позбавлений цих недоліків. Крім того, за рахунок більш вузької смуги випромінювання виходить вигравш і по дальності. Однак, всі ці переваги виходять за рахунок більш складних схемо-технічних рішень. З одного боку, при цьому зростає споживання струму і зменшується час роботи, а з іншого - збільшується ймовірність виявлення. Габарити, як і час безперервної роботи радіозакладок, як правило, визначаються

елементами живлення. При використанні енергоємних джерел живлення час безперервної роботи може становити тижні, і навіть місяці.

Що стосується зовнішнього оформлення, то тут все залежить від фантазії розробника. Це можуть бути як вироби в тому чи іншому корпусі, так і закамфльовані (або вбудовані) у різноманітні предмети: настільні письмові прилади, попільнички, авторучки, запальнички, пачки сигарет і сигарети, обкладинки книг і ділових папок, просто дерев'яні бруски і т.д .

Причому якість камуфляжу може бути дуже висока. Наприклад, з'явилися авторучки, які можна повністю розібрати і не знайти там радіозакладки, або пачка сигарет, в якій всі сигарети стандартної довжини, їх можна спокійно викурити, прозора скляна попільничка, в якій, навіть якщо уважно придивлятися нічого не побачиш.

У всіх цих радіозакладок є істотний недолік - час життя визначається джерелом живлення, а його заміна іноді становить серйозну проблему, тому що не завжди можна вдруге потрапити в необхідне приміщення. Тому широке розповсюдження отримали радіозакладки з живленням від електромережі. Вони можуть бути вбудовані в електронні годинники, в електричні подовжувачі, трійники, розетки і т.д., а також акустичні радіозакладки з живленням від телефонних ліній.

Другий шлях - економія живлення або за рахунок автоматичного включення при появі акустичної інформації, або з дистанційним включенням. І те й інше є на ринку. Радіозакладки з дистанційним включенням дозволяють періодично протягом тривалого часу контролювати необхідне приміщення. Вони працюють тільки коли це необхідно, наприклад, під час наради, тому їх дуже важко виявити. Принаймні, найбільш поширеними зараз індикаторами поля, призначеними для пошуку радіовипромінювальних пристроїв, їх знайти можна лише випадково.

Для більш прихованої передачі можуть використовуватися радіозакладки із закритим каналом зв'язку, які не дають можливість ідентифікувати приналежність радіоканалу і визначити яке приміщення прослуховується.

Серед часто використовуваних технічних засобів промислового шпигунства велику групу становить техніка контролю телефонних ліній. З точки зору витoku інформації, телефонні лінії - одне з найбільш вразливих місць. Акустичні радіозакладки необхідно встановлювати безпосередньо в контрольованому приміщенні, що іноді пов'язане з певними труднощами. Телефонні ж лінії виходять за межі офісу чи будинку, тому несанкціоноване підключення може бути здійснено на всьому їх протязі від офісу до АТС. Причому контролювати можна не тільки самі телефонні переговори, але і безпосередньо акустичну інформацію в приміщенні. Істотним чинником, що визначає вразливість телефонних ліній, є і різноманіття способів знімання інформації. Можна стверджувати, що практично неможливо зі стовідсотковою гарантією визначити, чи має телефонна лінія несанкціоноване підключення чи ні. Це правда не означає, що немає методик пошуку, але кожна така методика пошуку спрямована на пошук конкретних типів пристроїв і гарантує, що лінія «чиста», з деякою ймовірністю.

Найбільш популярним на сьогоднішній день способом контролю телефонних переговорів є установка на телефонній лінії радіозакладки. Найпростіші, але досить ефективні вироби являють собою передавач зібраний на одному транзисторі, який живиться від телефонної мережі. Як правило, телефонна радіозакладка встановлюється в лінію послідовно (у розрив одного з проводів) і включається автоматично при піднятті слухавки. Таке рішення є найбільш простим і дозволяє вирішити дві основні проблеми: по-перше, проблему живлення (телефонна радіозакладка практично «вічна», і працює завжди, поки працює сам телефон) і, по-друге, при покладеній трубці він ніяк не виявляється, тобто нічого не споживає від телефонної мережі і не випромінює в ефір. Потужність телефонних передавачів обмежена параметрами телефонної лінії і власним ККД. Справа в тому, що збільшення потужності можливо тільки за рахунок енергії, що відбирається від телефонної лінії, що призводить до зниження напруги на телефонному апараті, а це в свою чергу є одним з демаскуючих ознак наявності на лінії радіозакладки. Тим не менше радіус впевненого прийому

звичайного телефонного передавача, як правило, становить 100-200 метрів, при зниженні напруги на телефонному апараті всього на 1-2 В.

Як антена найбільш часто використовується сама телефонна лінія. Точний розрахунок тут утруднений, оскільки заздалегідь невідомо, як буде пролягати телефонна лінія (вигини, наявність поруч металевих поверхонь і т.д.), але практика показує, що при правильному виборі елементів виходять непогані результати. Існує багато видів камуфляжу телефонних радіозакладок. Найчастіше вони камуфлюються під конденсатори, причому використовуються саме ті типи, які зустрічаються в телефонних розетках, апаратах і т.д.

Одним з варіантів телефонної радіозакладки є виріб, який контролює акустику приміщення при покладеній трубці і телефонні переговори за знятої. Частота випромінювання при цьому не змінюється, а живлення здійснюється і в тому і в іншому випадку від телефонної мережі.

Для зняття інформації з телефонного каналу можуть використовуватися спеціальні індуктивні знімачі, причому для прослуховування досить піднести такий знімач до одного з телефонних проводів. Перевага їх у тому, що в цьому випадку до телефонної лінії взагалі немає ніякого підключення і тому вони можуть бути виявлені лише візуальним оглядом всієї лінії від офісу до АТС. Зрозуміло, що в більшості випадків це просто неможливо.

Телефонна лінія може також використовуватися для контролю акустики приміщення за допомогою «нескінченного жучка». Даний виріб підключається до телефонної лінії (це може бути будь-яка лінія, що проходить, через контрольоване приміщення, достатньо знати номер телефону) і активізується після виконання певної процедури набору номера. Виконавши цю процедуру, можна прослухати контрольоване приміщення з будь-якого телефону, в тому числі і міжміського. Лінія на цей час займається, але ніяких демаскуючих роботу виробу ознак при цьому не виявляється. Якщо хто-небудь зніме трубку телефонного апарату, підключеного до цієї лінії - виріб відразу відключається. Під час виконання процедури набору номера ніяких дзвінків на апарат не проходить, тому ймовірність випадково виявити підключення такого виробу дуже мала.

У будь-якому офісі обов'язково проходять або електромережі, або телефонні, радіотрансляційні та інші комунікації. Ситуація ускладнюється у разі якщо офіс перейшов від іншого господаря, коли можна і не знати які лінії проходять через ці приміщення.

Практично всі ці лінії, в тому числі і невідключені, можуть бути використані для передачі інформації. Найбільш простий варіант підключення до недіючої лінії на одному кінці чутливого мікрофона, а на іншому - підсилювача з головними телефонами або диктофона. Такий варіант дозволяє передати інформацію на десятки метрів, а при використанні підсилювача на передавальній стороні на істотно більші відстані. Звичайно, що лінію для цього можна прокласти і спеціально. Для підвищення скритності передача може здійснюватися не в звуковому діапазоні, а на більш високих частотах, як правило від 100 до 300 кГц. Передавач для цього повинен мати крім підсилювача модулятор, а приймач демодулятор. Як приклад можна привести 3-х програмну радіотрансляційну мережу, яка працює аналогічно.

Для передачі інформації можуть використовуватися і діючі дротяні комунікації. Наприклад, досить поширеними є закладні пристрої з передачею інформації по електромережі. Передавач перетворює звуковий діапазон в більш високочастотний (100 - 400 кГц) і передає цей сигнал безпосередньо в електромережу. При цьому, сигнал передається по мережі, може бути закодований. Приймач необхідно підключити до цієї ж електромережі в будь-яку розетку. Такі пристрої дещо більші за габаритами, ніж радіозакладки, але у них є серйозна перевага - надійність каналу зв'язку визначається тільки електромережею і не залежить від того наскільки приміщення екрановано. У такому каналі можна абсолютно спокійно передавати інформацію з контрольованого приміщення на пункт збору та обробки інформації не побоюючись, що вона випадковим чином буде виявлена мовним приймачем або звичайними індикаторами поля.

Такі пристрої можуть бути встановлені стаціонарно (вмонтовані в стіни, стеля і т.ін.), або вбудовані в будь-які електроприлади - настільні лампи, електронні (з живленням від мережі) годинник, телевізор, комп'ютер, холодильник і т.д. При

цьому не важливо включений електроприлад чи ні, достатньо щоб мережева вилка живлення була підключена до електричної розетки. Працюють такі пристрої завжди поки є напруга в електромережі. Дальність передачі визначається потужністю пристрою, як правило приймач і передавач повинні бути підключені до однієї фази електромережі і між ними не повинно бути силових трансформаторів. Надійний зв'язок для малопотужних пристроїв забезпечується в межах одного під'їзду (або поверху для будівлі виробничого призначення), більш потужні пристрої дозволяють передати інформацію і в сусідні будівлі за умови, що вони підключені з одного боку силового трансформатора.

У цілому, потрібно зазначити, що для передачі від засобів контролю може використовуватися не тільки радіодіапазон (радіозакладка), але і оптичний. Вітчизняні пристрої подібного типу вже з'явилися на ринку. Працюють вони, як правило, в ближньому інфрачервоному (ІЧ) діапазоні, невидимому для людського ока. Дальність передачі інформації лежить у межах прямої видимості. Передавальна частина цих пристроїв може розташовуватися напроти вікон або з зовнішнього боку стіни. В останньому випадку мікрофон повинен бути виносним і встановлений безпосередньо в контрольованому приміщенні, наприклад, через отвір. Приймальна частина складається з оптичної системи, фотоприймача і підсилювача. Ресурс живлення обмежений типом використовуваних елементів живлення, при цьому можуть застосовуватися зовнішні джерела живлення, наприклад, електромережа. Ці пристрої також як і радіозакладки можуть бути закамфльовані в різні предмети або вбудовані в стіну, єдина умова - має бути невеликий, кілька міліметрів отвір, через який власне і передається ІЧ-випромінювання. Радіус дії таких пристроїв до декількох сотень метрів і визначається кількома чинниками: потужністю ІЧ-випромінювача, діаграмою спрямованості ІЧ-випромінювача (чим вужче кут в якому передається випромінювання, тим більше дальність), а також посиленням приймача. В цілому такі пристрої поки не набули широкого поширення, швидше за все тому що з'явилися відносно недавно, дорогі і досить складні у виробництві.

2. ЗАКЛАДНІ ПРИСТРОЇ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ

2.1 Класифікація закладних пристроїв

Залежно від розміщення, засоби перехоплення інформації поділяються на стаціонарні, мобільні, що носяться (портативні) і закладаються. Стаціонарні засоби перехоплення інформації розміщуються, як правило, в будівлях іноземних посольств і представництв. До мобільних відносять засоби, що встановлюються в легкових автомобілях, а також в автомобільних та залізничних контейнерах при транзитних перевезеннях. Ношеними (портативними) засобами оснащується агентура.

Закладними засобами перехоплення інформації називають засоби, що встановлюються приховано всередині об'єкта розвідки або поблизу нього. Апаратура перехоплення інформації яка таємно розміщується поблизу розвідувального об'єкта називається автоматичним пристроєм технічної розвідки (АПТР). Пристрої, що встановлюються приховано всередині об'єкта називаються закладними пристроями або просто закладками.

Закладні пристрої підслуховування (ЗПП), як об'єкти дослідження, досить численні і різноманітні. Поділ цих об'єктів на класи дозволяє відокремити необхідну групу закладних пристроїв для проведення досліджень надалі. Класифікація, є процес поділу множини об'єктів на ряд підмножин (класів) відповідно до класифікаційних ознак і встановлених правил. Класифікаційна ознака - це властивість чи характеристика властивості, що дозволяє повно або частково ідентифікувати даний об'єкт в тому чи іншому відношенні, тобто встановити подібність або відмінність об'єктів і віднести їх до певного класу.

Але перш ніж будуть визначені властивості (або класифікаційні ознаки), за якими буде здійснено класифікацію, необхідно визначитися з використовуваною системою класифікації. Враховуючи велике різноманіття різновидів існуючих закладних пристроїв, їх відмінність у фізичних принципах роботи, у технології

виготовлення, представляється доцільним використовувати фасетну систему класифікації. Фасетною називається система класифікації, при якій класифікується безліч об'єктів (у даному випадку ЗПП) утворює незалежні угруповання з різним сполученням значень ознак класифікації. Основні класифікаційні ознаки складають безліч фасет, кожен з яких у свою чергу містить ряд фокусів - значень ознак. Впорядкувати закладні пристрої можна за різними ознаками. Виділимо основні з них, які відображають все розмаїття типів ЗПП і найбільш повно характеризують їх.

Залежно від виду інформації, яка перехоплюється закладними пристроями, останні можна розділити на акустичні, телефонні і апаратні закладки, а також заставні відеосистеми.

Як згадувалося раніше, акустичні закладки призначені для перехоплення акустичної (мовної) інформації і найбільш широко використовуються акустичні закладки, що передають інформацію по радіоканалу.

Крім них інформацію по радіоканалу можуть передавати телефонні закладки, які призначені для перехоплення інформації, переданої по телефонних лініях зв'язку. Поряд з чисто телефонними та акустичними використовуються і комбіновані закладки, які при веденні телефонної розмови здійснюють його перехоплення, а по закінченні - автоматично перемикаються на перехоплення акустичної інформації.

Під апаратною закладкою звичайно розуміють електронний пристрій, несанкціоновано і приховано встановлений в технічному засобі обробки і передачі інформації (як правило, ЕОМ) з метою забезпечити у потрібний момент часу витік інформації, порушення її цілісності або блокування. Інформація яка перехоплюється за допомогою апаратних закладок може передаватися на спеціальні пристрої з наступною передачею по команді. Причому команда на скидання інформації може передаватися з автотранспорту, літака чи наземного центру через спеціальний супутник зв'язку. Як правило, інформація, скидається по команді, передається за допомогою апаратури швидкодії. У центрі обробки перехоплена інформація відновлюється і аналізується. Апаратні закладки

збираються зі стандартних модулів, які використовуються в ЕОМ, з невеликими доопрацюваннями і встановлюються таким чином, щоб мати доступ до вхідної або вихідної інформації, наприклад інформації, що виводиться на екран монітора ЕОМ.

Крім акустичних, телефонних і апаратних закладок для несанкціонованого знімання інформації можуть використовуватися портативні приховано встановлені пристрої відеозапису. Відеозображення з телевізійних камер або безпосередньо записується на відеомагнітофон, або передаються по радіоканалу з використанням спеціальних відеопередавачів. З метою скорочення смуги частот переданого сигналу, зазвичай застосовують амплітудну модуляцію несучої частоти передавача відеосигналом з передачею тільки однієї бічної смуги. Так як предметом розгляду в даному дипломному проекті, в основному, є закладні пристрої, призначені для перехоплення акустичної інформації, то далі будуть розглядатися класифікаційні ознаки, що мають відношення до пристроїв даного типу.

Акустичні закладки можна класифікувати по виду виконання, місця установки, джерела живлення, способу передачі інформації та її кодування, способу управління і т.д. Приклад можливих класифікацій наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1.

Класифікація акустичних закладок

№	Назва класифікаційної ознаки	Значення класифікаційної ознаки
1	Технологія виготовлення	дискретна; інтегральна; гібридна і т.ін.
2	Ступінь складності	прості; складні.
3	Тип користувача (замовник)	Аматорські напівпрофесійні; Професійні (спеціальні).
4	Місце встановлення	в інтер'єрі приміщення, меблів, предметах повсякденного користування; в конструкціях будівлі;

		в електромережі, електро та радіоприладів; телефонних апаратах, ВТСС, з'єднувальних лініях.
5	Тип живлення	автономне; електромережу; телефонна мережа; зовнішнє джерело радіовипромінювання.
6	Спосіб передачі інформації	по радіоканалу; по прокладених лініях; за існуючими з'єднувальним лініях в будівлі (приміщенні); по електромережі; по телефонних лініях і сполучних ліній ВТСС; по трубах, елементів конструкцій будівель і т.п.; накопичення інформації без передачі.
7	Конструктивне виконання	камуфльовані; звичайні (окремі модулі).
8	Спосіб керування включенням передавача	некеровані; системою типу VOX (акустоматом); дистанційно керовані; за програмою (заданому алгоритму).
9	Тип використовуваного датчика	Мікрофонні віброконтактні
1	Вид модуляції переданого сигналу	Аналогова Імпульсна Цифрова Складні (комбіновані)
1	Дальність передачі інформації	Локальна необмежена

Окремим значенням класифікаційної ознаки в таблиці 2.1. необхідно дати коротке пояснення. За ступенем складності закладні пристрої можна розділити на прості і складні.

Складність ЗПП визначається кількістю виконуваних функцій, наявністю блоку дистанційного керування, застосуванням технічних рішень щодо закриття

переданої інформації. На складність також впливає спосіб передачі інформації, конструктивне виконання і технологія виготовлення.

Що стосується способу передачі інформації споживачу, то ЗПП можуть здійснювати передачу інформації по фізичних лініях, в якості яких можуть використовуватися вже наявні в приміщенні (будівлі) лінії: проводка електромережі, телефонні лінії, лінії пожежної та охоронної сигналізації, труби, металоконструкції в будівлі і т. ін., або ж спеціально прокладені до об'єкта лінії (провідні чи оптоволоконні). Крім того, закладні пристрої можуть передавати інформацію по радіоканалу, а також в ІЧ-діапазоні. Можливо і просте накопичення інформації без її подальшої передачі (магнітофон, диктофон). Живлення закладного пристрою може здійснюватися від власних джерел (автономне живлення) або від зовнішніх джерел. Енергія ззовні може надходити з фізичної ланцюга або методом ВЧ - опромінення.

Закладний пристрій може сприймати інформацію на контрольованому об'єкті у вигляді акустичних коливань (через акустоелектричний перетворювач-мікрофон) або у вигляді механічних коливань поверхонь конструкцій приміщення (через вібродатчики).

До відносно недавнього часу дальність дії закладних пристроїв обмежувалася кількома міськими кварталами. В даний час існують ЗПП з необмеженим радіусом дії, які по телефонних лініях загального користування або глобальних мереж зв'язку можуть скидати інформацію споживачеві далеко за межі держав, на інші континенти. Радіозакладки, як підклас акустичних ЗПП, використовують в якості середовища передачі інформації радіоканал і мають ряд особливостей, які відображені в таблиці 2.2. Ці особливості пов'язані, в першу чергу, з характеристиками випромінюваного сигналу (діапазон частот, потужність сигналу, вид використовуваного для передачі сигналу, спосіб модуляції сигналу), кожна з яких може виступати в якості класифікаційної ознаки. Конструктивно радіозакладки істотно різняться залежно від режиму роботи передавача. Заставні пристрої можуть передавати інформацію безперервно, або накопичувати її і в певний момент "вистрілювати" на пункт контролю інформації,

тобто здійснювати передачу в режимі швидкодії. Можлива також робота по заданому алгоритму, наприклад, накопичення інформації в денні години і передача її у вечірні і т.д. При передачі інформації радіозакладка може використовувати практично будь-який вид сигналу: аналоговий (АМ, ЧМ, ФМ, ОМ), імпульсний (АІМ, ШІМ, ФІМ, ЧІМ) або цифровий. Від цього буде залежати і складність її реалізації. При роботі радіозакладки передана інформація може перебувати у відкритому вигляді (і при цьому легко демодульовуватись і відновлюватись) або в закритому вигляді, коли застосовуються спеціальні процедури шифрування та кодування, хоча це і ускладнює конструкцію радіозакладки.

Таблиця 2.2

№	Назва класифікаційної ознаки	Значення класифікаційної ознаки
1	Використовуваний діапазон довжини хвиль	LF (НЧ)-діапазон (кілометрові хвилі); MF (СЧ)-діапазон (гектометрові хвилі); HF (ВЧ)-діапазон (декаметрові хвилі); VHF (ОВЧ)-діапазон (метрові хвилі); UHF (УВЧ)-діапазон (дециметрові хвилі); SHF (GHz)-ГГц, діапазон (сантиметрові хвилі).
2	Потужність випромінювання	Мала (до 10 мВт); Середня потужність (от 10 до 100 мВт); Велика потужність (більше 100 мВт).
3	Вид використовуваних для передачі сигналів	Прості сигнали (АМ, NFM, WFM); Імпульсні сигнали (ВИМ, ФІМ, ШІМ); Цифрові сигнали (дельта-модуляція); Складні сигнали (шумоподібні з псевдовипадковою фазовою модуляцією (М-послідовність, код Ріда-Мюллера і т.ін.), з псевдовипадковою перестройкою несучої частоти і т.ін.).
4	Спосіб модуляції сигналів	Безпосередня модуляція несучої частоти; Модуляція проміжної частоти (з подвійною модуляцією).
5	Стабілізація частоти	Нестабілізована;

		Схемотехнічна стабілізація частоти; Кварцова стабілізація частоти.
6	Режим роботи передавача	Безперервної дії; Робота на коротких тимчасових інтервалах (в режимі швидкодії); Робота по заданому алгоритму.
7	Дистанційне керування	З дистанційним керуванням; Без дистанційного керування.
8	Маскування сигналу передавача	Без маскування; Маскування під сигнали різних радіомовних станцій; Маскування під сигнали РЛС і радіонавігаційних систем
9	Закриття передавальної інформації	Без закриття; Аналогове скремблювання; Цифрове шифрування; Застосування складних видів модуляції (ШПС).

Випромінювання сигналу радіозакладки іноді маскується. При цьому маскування сигналу здійснюється, як правило, методом розміщення несучої частоти РЗП поблизу частот радіомовних і телевізійних станцій, або вибором структури сигналу і діапазону частот, які мало б відрізнялися від сигналів радіолокаційних і радіонавігаційних сигналів.

На закінчення необхідно відзначити, що деякі з наведених у таблицях 2.1 та 2.2 значень класифікаційних ознак можуть бути також деталізовані (тобто розбиті на деякі підгрупи) і служити назвою класифікаційної ознаки для подальших етапів більш поглибленої класифікації.

2.2 Засоби акустичної розвідки

Мікрофони, портативні диктофони та електронні стетоскопи.

Для перехоплення та реєстрації розмов, що ведуться як на відкритій місцевості, так і в приміщеннях і автомобілях, використовуються засоби акустичної розвідки: мікрофони, направлені мікрофони, контактні мікрофони (стетоскопи), акустичні закладку, лазерні системи акустичної розвідки і т.д.

Ті чи інші засоби акустичної розвідки вибираються залежно від можливості доступу в контрольоване приміщення або до осіб, які проводять розмови на тему, що цікавить.

У тому випадку, якщо є постійний доступ в контрольоване приміщення, то воно заздалегідь може бути обладнане мініатюрними мікрофонами, сполучні лінії яких виводяться в спеціальні приміщення, де знаходиться агент і встановлена реєструюча або передавальна апаратура. Причому довжина сполучного кабелю може досягати 5000 м, наприклад, в системі РК 1055-SS.

Щоб мікрофони не були виявлені, вони випускаються в мініатюрному виконанні (діаметр менше 2,5 мм) і камуфлюються під предмети інтер'єру приміщень. Наприклад, на 19 поверсі будівлі представництва СРСР при ООН в Нью-Йорку мікрофони були встановлені в роз'ємах індивідуальних виходів колективної антени і з'єднувалися через антенний кабель з передавальною апаратурою, встановленої в електронному блоці колективної антени.

Сучасні технології дозволяють виготовляти субмініатюрні мікрофони, які легко встановити за завіскою, у віконній рамі або в рамі картини. Відмінною особливістю мікрофона є те, що його нелегко виявити навіть за допомогою нелінійних локаторів.

Мікрофони динамічного, конденсаторного або електродного типів мають чутливість 6-10 мВ / Па і здатні реєструвати голос людини нормальної гучності на відстані до 10-15 м, а деякі зразки - на відстані до 20 м. При цьому частотний діапазон складає в основному від 100-300Гц до 5-7 КГц. Однак у деяких випадках використовуються мікрофони з частотним діапазоном від 50 Гц до 15-18 КГц.

Для підвищення якості перехоплених розмов мікрофони встановлюються, як правило, поблизу місць можливого ведення розмов, наприклад, в столі кімнати для ведення переговорів або в конференц-залі.

Реєструюча, або передавальна апаратура встановлюється, як правило, в місцях, доступ у які утруднений.

В якості реєструючої апаратури використовуються, як правило, магнітофони і диктофони з тривалим часом запису (до 7-16 годин). В якості передавальної апаратури в основному використовуються радіопередавачі, що працюють в діапазонах VHF, UHF і SHF (GHZ) і використовують складні сигнали і кодування (шифрування) переданої інформації. У ряді випадків при передачі використовується апаратура швидкодії.

Контрольовані приміщення обладнуються системою підслуховування основному при будівництві або реконструкції об'єкта.

Якщо агенти не мають постійного доступу в контрольоване помешкання, але є можливість його короткочасного відвідування під різними приводами, наприклад, перевірки системи освітлення, кондиціонування або прибирання приміщення, для ведення акустичної розвідки можуть використовуватися портативні магнітофони і диктофони, закамуфльовані під предмети повсякденного вжитку, наприклад, книги, письмові прилади, пачки сигарет і т. д. Вони таємно встановлюються в приміщенні, як правило, безпосередньо перед закритим заходом. Після закінчення заходу магнітофони (диктофони) з приміщення прибираються.

В даний час закордонними фірмами випускається величезна кількість портативних диктофонів, які легко вміщуються в кишенях піджака або штанів і забезпечують час безперервного запису від 30 хвилин до декількох годин.

У тому випадку, якщо не вдається проникнути навіть на короткий час в контрольоване приміщення, але є можливість доступу в сусідні приміщення, для ведення розвідки використовуються електронні стетоскопи, які перетворюють акустичні коливання у твердих тілах (стінах, стелях, підлогах і т. д.) в електричні.

Чутливим елементом електронних стетоскопів є контактний мікрофон (найчастіше п'єзоелемент), з'єднаний з підсилювачем.

Сучасні електронні стетоскопи мають коефіцієнт посилення порядку 80-90 дБ (в 20 000-30 000 разів) і можуть вловлювати слабкі звукові коливання (шерехи, цокання годинника і т. д.) через бетонні стіни товщиною до 50-100 см, а також двері

та віконні рами з подвійними стеклами. Знімання інформації може здійснюватися не тільки безпосередньо з стін, стель, стекол, але і металоконструкцій будівель, труб систем опалення та водопостачання і т. д.

Датчики електронних стетоскопів можуть бути встановлені в стінах будівель на етапах будівництва або реконструкції. В новій будівлі посольства США в СРСР датчики були встановлені в металоконструкціях будівлі і технологічно були виконані так, що їх було неможливо виявити навіть з використанням рентгенівської апаратури.

Для перехоплення акустичної (мовної) інформації разом з портативними диктофонами використовуються спеціальні мініатюрні електронні пристрої перехоплення акустичної (мовної) інформації, несанкціоновано і приховано встановлюються в приміщеннях або автомашинах і часто їх називають акустичними закладками.

Акустичні закладки можна класифікувати по виду виконання, місця установки, джерела живлення, способу передачі інформації та її кодування, способу управління і т. д.

Дані можуть бути виконані у вигляді окремого модуля зазвичай у формі паралелепіпеда або закамфльовані під предмети повсякденного побуту: попільнички, електронні калькулятори, електролампочки, запальнички, наручні годинники, авторучки, вази, поясні ремені і т. д.

Сучасні технології дозволяють виконати акустичні закладки розміром з рисове зернятко і вагою в кілька грамів. Однак дальність передачі інформації з таких закладок становить кілька десятків метрів, а час роботи кілька годин.

Акустичні закладки можуть бути встановлені в інтер'єрах приміщення, в предметах повсякденного вжитку, радіоапаратурі, в розетках електромережі та електричних приладах, в технічних засобах зв'язку та їх з'єднувальних лініях і т. п. Вони також можуть бути приховані в одязі і особистих речах агента, знаходитись у приміщенні.

Інформація яка перехоплюється акустичними закладками може передаватися по радіо- або оптичному каналу, електромережі змінного струму,

з'єднувальних лініях ВТСС (наприклад, телефонної лінії), а також по металоконструкціях будівель, трубах систем опалення і водопостачання і т. д.

Найбільш широко використовуються акустичні закладки, що передають інформацію по радіоканалу. Такі пристрої часто називають радіозакладками.

Залежно від середовища поширення акустичних коливань перехоплюваним радіозакладки можна підрозділити на акустичні і радіо-стетоскопи.

Акустичні радіозакладки призначені для перехоплення акустичних сигналів з повітряного каналу витоку інформації і чутливим елементом у них є, як правило, електретний мікрофон. По-цьому акустичні радіозакладки іноді називають радіомікрофони, але серед фахівців з розвідки цей термін використовується рідко. Подібні засоби дозволяють вловлювати неголосну мову на дальності 5-10 м.

Радіо-стетоскопи (контактні мікрофони, конструкційно об'єднані з мікропередавач) перехоплюють акустичні сигнали по вібраційному каналу витоку інформації і в якості чутливих елементів у них зазвичай використовуються п'єзомікрофони, електретні мікрофони або датчики акселерометричного типу.

Радиостетоскопами здатні вловлювати звукові коливання через бетонні стіни товщиною 0,3-0,5 м, а також через двері та віконні рами. Живлення акустичних закладок здійснюється від автономних джерел живлення (акумуляторів, батарей), електромережі змінного струму, телефонної мережі, а також від джерел живлення РЕА, в якій вони встановлюються.

При електроживленні від мережі змінного струму або телефонної лінії час роботи необмежено.

Технічно можна виконати закладку, що передає інформацію практично в будь-якому діапазоні радіохвиль. Однак широке поширення знайшли закладки, що працюють в УКВ-діапазоні.

Для передачі інформації в основному використовуються такі діапазони довжин хвиль: VHF (метровий), UHF (дециметровий) і GHz (ГГц). Найбільш часто використовуються наступні частоти: 88-108 МГц; 108-174 МГц; 400-512 МГц; 1100-1300 МГц. Однак не виключено використання й інших піддіапазонів. Більшість радіозакладок з автономними джерелами живлення мають потужність

випромінювання до 10 мВт і дальність передачі інформації до 100 ... 200 м. Однак зустрічаються закладки з потужністю випромінювання в кілька десятків міліватт і дальністю передачі інформації до 500-1000 м.

У випадку необхідності передачі інформації на великі відстані використовуються спеціальні ретранслятори.

Для збільшення часу роботи закладки обладнуються системою керування включення передавачем від голосу (система VAS або VOX). Іноді таку систему називають акустоматом. Тобто закладка в звичайному режимі (режимі чергового прийому) працює як приймач акустичного сигналу, при цьому споживаний струм незначний. При появі в приміщенні джерела акустичного сигналу, наприклад, при початку розмови, подається напруга на передавач і він починає працювати на випромінювання, тобто передавати інформацію.

Використання системи VAS дозволяє значно (у кілька разів) збільшити час роботи закладки.

Відсутність напівпровідникових приладів в закладках робить неефективним їх пошук навіть з використанням нелінійних локаторів.

Поряд із закладками, описаними вище, для знімання інформації використовуються і напівактивні закладки, звані «Аудіотранспондери» («audio transponder»). До таких закладок відносяться, наприклад, SIM-ATP-16, SIM-TP-40, РК-500 і т. п.

Транспондери починають працювати тільки при опроміненні їх потужним вузькосмуговим високочастотним зондуючим (опорним) сигналом. Приймачі транспондерів виділяють зондуючий сигнал і подають його на модулятор, де, як правило, здійснюється вузько-смугова частотна модуляція сигналу. В якості модулюючого використовується сигнал, що надходить або безпосередньо з мікрофона, або з мікрофонного підсилювача. Промодульований ВЧ-сигнал перевипромінюється, при цьому його частота зміщується щодо несучої частоти зондуючого сигналу. Час роботи транспондерів становить кілька місяців, так як споживаний струм незначний. Аудіотранспондери SIM-ATP-16 і SIM-TP-40

виконані по МОП-технології, що ускладнює їх виявлення навіть з використанням нелінійних локаторів.

Для прийому інформації, що передається з радіозакладок, в залежності від частоти їх роботи використовуються звичайні радіоприймачі, приймачі портативних радіостанцій або спеціальні радіоприймальні пристрої.

Якщо радіозакладка працює в діапазоні 88-108 МГц, то для прийому інформації може використовуватися будь-якою побутовою радіоприймач, що має FM (для вітчизняних приймачів УКВ-2) діапазон. У цьому полягає як перевагу, не треба купувати спеціальний приймач, так і недолік - факт її роботи легко виявити.

Велика кількість радіозакладок має частоти роботи в діапазонах, виділених для організації УКВ-радіозв'язку - це в основному діапазони: 134-174 МГц, 400-512 МГц. Для прийому інформації від таких закладок можуть використовуватися портативні носяться радіостанції, що мають дуже високочутливі приймачі (чутливість у режимі прийому сигналу з вузькосмугової частотною модуляцією при відношенні сигнал / шум 12 дБ складає 0,25-0,5 мкВ).

Сучасні радіостанції обладнуються вбудованими скремблерами, що дозволяє приймати кодовану інформацію, що також можна віднести до переваг. Недоліком є те, що портативні радіостанції забезпечують високу якість прийнятих сигналів тільки від радіозакладок, що мають узкополосну частотну модуляцію і використовують кварцову стабілізацію частоти.

Недоліком радіозакладок є можливість виявлення їх випромінювань спеціальним приймачем контролю. З метою усунення цього недоліку розроблено закладні пристрої, що передають інформацію по оптичному каналу в ІЧ-, невидимому оці діапазоні (такі закладання іноді називають інфрачервоними). ІК передавач перетворює акустичні коливання в світлові, використовуючи при цьому широтно-імпульсну модуляцію.

Для прийому інформації, переданої такими закладками, використовуються ПВІ. Дальність передачі інформації для них становить кілька сотень метрів. Наприклад, ІЧ-передавач STG-4403 забезпечує передачу інформації на відстані до 500 м.

Виявити закладку, передає інформацію в ІК-діапазоні, можна тільки маючи спеціальний ПВІ. Проте такі системи мають один дуже важливий недолік: прийом інформації від такої закладки можливий тільки при її перебуванні в зоні прямої видимості. Тобто в момент зняття інформації закладка повинна спостерігатися через візир ПВІ. По-цьому такі закладки встановлюються, як правило, із зовнішнього боку віконних рам, у вентиляційному отворі і т. п., що полегшує завдання їх пошуку.

Крім радіо- і оптичного каналу для передачі інформації використовуються лінії електроживлення силової мережі 220 В. Дані, що використовують лінії електроживлення для передачі інформації, часто називають мережевими закладками. Вони можуть бути встановлені в електричні розетки, подовжувачі, побутову апаратуру, що живляться від мережі змінного струму, або безпосередньо в силову лінію. Принцип їх роботи мало чим відрізняється від принципу роботи радіозакладок. Тільки несуча частота вибирається в діапазоні 40-600 КГц, а в якості антени використовується електричний дріт. В одній електромережі одночасно можуть працювати десятки мережових передавачів, не надаючи істотного впливу один на одного.

Для прийому інформації від таких закладок використовуються спеціальні приймачі, що підключаються до силової мережі, тобто в розетку. При видаленні від закладки на відстань кілька десятків і навіть сотні метрів можливий прийом інформації без підключення до мережі приймача, а лише наближаючи його антену до силового кабелю або проводу. Проте якість сигналу (розбірливість мовлення) при цьому буде звичайно нижче.

У мережових закладках можуть використовуватися пристрої дистанційного управління, передають кодовані сигнали на включення (виключення) передавача закладання також по електричній мережі.

З використанням мережових закладок можлива передача інформації на значні відстані (до 300-500 м) в межах будинку або кількох будинків, що живляться від однієї низьковольтної шини трансформаторної підстанції.

Крім мережі електроживлення для передачі інформації можуть використовуватися будь-які струмоведучі елементи, наприклад, труби систем водопостачання та опалення, металоконструкції будівлі, а також з'єднувальні лінії ВТСС, сигнальні, викличні і інші кабельні лінії. При цьому в якості носія інформації можуть використовуватися не тільки електричні і електромагнітні, а й механічні ультразвукові хвилі. Скритність роботи ультразвукових закладок дуже велика, так як в даний час практично відсутні засоби, що дозволяють приймати і детектувати ультразвукові коливання. Їх виявити таку закладку можна тільки нелінійним локатором.

Для передачі інформації ефективно використовуються і телефонні лінії. При цьому можуть застосовуватися закладки, принцип роботи яких аналогічний принципу роботи мережевих закладок, а також закладки, що передають інформацію безпосередньо в мовному діапазоні. Дальність передачі інформації з використанням цієї закладки становить до 7 км.

Для перехоплення акустичної (мовної) інформації по телефонній лінії також можуть використовуватися закладні пристрої типу «телефонного вуха», прийом інформації з яких може здійснюватися з будь-якого телефонного апарату.

Пристрій «телефонне вухо» представляє собою високочутливий, як правило, електронний мікрофон з підсилювачем і спеціальним пристроєм підключення до телефонної лінії при дзвоні за певною схемою. Такі пристрої встановлюють або в розетку, або безпосередньо в корпусі телефону, званому «телефоном-спостерігачем».

Живлення пристрою здійснюється від телефонної лінії, тому термін служби закладки практично необмежений.

При цьому принцип дзвону наступний:

- 1) набирається номер «телефону спостерігача» (пристрій «Пригнічує» перші два сигнали виклику);
- 2) дається відбій (кладеться телефонна трубка) після першого сигналу виклику;

3) здійснюється повторний набір номера «телефону спостерігача» таким чином, щоб перший викличної сигнал при другий наборі потрапив в інтервал 15-30с після проходження викличного сигналу першого набору;

4) при правильному виконанні набору в трубці виникає сигнал зайнято, який через 45с пропадає, і до лінії підлягає мікрофон, що дає можливість прослуховувати розмови в приміщенні, де встановлений пристрій;

5) пристрій автоматично вимикається через визначений інтервал часу (4; 8; 17; 34 хв.) або при піднятті трубки «телефону спостерігача».

Недоліком даного пристрою є складність дозвону, у багатьох випадках виключає прослуховування приміщення з телефону, що знаходиться в іншому місті або країні.

Тактика використання акустичних закладок багато в чому залежить від можливості доступу в контрольоване приміщення, кваліфікації та оснащеності служби безпеки.

Найбільш сприятливим для установки закладних пристроїв є етап будівництва або реконструкції об'єкта, коли є практично вільний і неконтрольований доступ до приміщення, до його систем освітлення, сигналізації, зв'язку і т. п. У цей період можуть бути встановлені досить складні пристрої, що в тому числі з дистанційним управлінням, використовуються для передачі складних сигналів і кодування інформації. Це, як правило, або мережеві закладки, або радіозакладки, що живляться від мережі змінного струму або від телефонної лінії, тобто закладки з необмеженим часом дії, а також закладки з передачею інформації по ІЧ-каналі. Вони встановлюються у важкодоступних місцях і добре камуфлюються.

У період будівництва в стіни будівлі можуть бути вбудовані радіотетоскопи тривалого часу дії. Наприклад, радіотетоскопами «Цегла-2 Ст». Цей радіотетоскоп виконаний у вигляді двох звичайних цеглин, які встановлюються в будівельні конструкції. Датчики акселерометричного типу перехоплюють вібрації, які виникають при веденні розмов у приміщеннях, в діапазоні частот від 100 Гц до 10 КГц. Двоканальна система об'ємного (стереофонічного) звучання дозволяє

поліпшити розбірливість мовлення на 15%. У радіостетоскопах використовується кварцова стабілізація частоти, дистанційне керування та кодування переданої інформації. Дальність передачі інформації на частотах 430-470 МГц складає до 500 м. Термін служби радіостетоскопа - 10 років.

Якщо доступ у приміщення не контролюється, закладки можуть бути встановлені і в період експлуатації об'єкта. Наприклад, при профілактичних роботах на системах електроживлення, зв'язку, сигналізації або прибиранню приміщень. Причому часу у перебігу декількох хвилин достатньо для установки замість звичайної розетки мережеву закладку або радіозакладку в настільній лампі. Заміна ж звичайного трійника або подовжувача на подібні пристрої, але обладнані закладками, зажадає кілька секунд.

Якщо доступ в приміщення контролюється, але там навіть короткий час можуть перебувати відвідувачі (найчастіше це кабінети, приймальні або кімнати відпочинку керівного складу), закладки можуть бути встановлені або шляхом заміни предметів, що постійно знаходяться в даному приміщенні на аналогічні, але обладнані закладками, або безпосередньо в інтер'єрах приміщення. Звичайно, відвідувач через кілька годин або навіть доби повернеться за «забутими» речами, але цього часу буває іноді достатньо для одержання важливої інформації, наприклад, у випадку якщо такий відвідувач знаходиться в приміщенні незадовго до проведення секретної наради.

Знайти закладку, встановлені в радіоапаратуру і закамouflьовані під типові блоки й деталі, без використання спеціальної рентгенівської техніки практично неможливо.

Хоча, звичайно, у момент передачі інформації радіозакладка, можна встановити факт її наявності в тій чи іншій апаратурі.

Якщо доступ в контрольоване приміщення неможливий, але не виключений доступ в сусідні приміщення, для зняття інформації можуть використовуватися радіостетоскопами. Тактика їх застосування аналогічна застосування звичайних стетоскопів, але наявність радіоканалу виключає необхідність присутності агента або записуючої апаратури в момент зняття інформації, що дає можливість таємно

встановлювати радиостетоскопами в невеликих за розміром малодоступних місцях.

Для перехоплення розмов ведуться, наприклад, у парку чи лісовому масиві, коли місце розмови заздалегідь відомо, можуть використовуватися спеціальні закладні пристрої з датчиками сейсмічної типу. Подібні закладки, що встановлюються під шаром ґрунту, реєструють мікросейсмічних коливання, що у ґрунті при веденні розмов, перетворюють їх в електричні сигнали і передають за спеціальним кабелю або радіоканалу для запису на реєструючі пристрій.

До таких закладок відноситься, наприклад, пристрій «Геофон», здатний забезпечувати високу якість знімання інформації в межах кола радіусом до 5 м при середніх акустичні шуми і до 10 м при малих акустичні шуми. Дальність передачі інформації по кабелю становить до 50 м.

2.3 Спрямовані мікрофони і лазерні акустичні системи знімання інформації

Якщо потрібно організувати прослуховування розмов в приміщенні, доступ до якого так само, як і доступ в сусідні приміщення, неможливий, то використовуються спрямовані мікрофони і лазерні акустичні радіолокаційні системи (ЛАРС).

Спрямовані мікрофони мають коефіцієнт підсилення понад 0-90 дБ і дозволяють прослуховувати розмови на відстанях до 300-500 м (в умовах міста - до 50-70 м).

В основному використовуються три види спрямованих мікрофонів: параболічні (рефлекторні), трубчасті («мікрофон-труба») і плоскі (мікрофонні решітки) мікрофони.

Параболічний мікрофон має параболічний відбивач, у фокусі якого знаходиться звичайний високочутливий мікрофон. «Мікрофон-труба» являє собою трубчасту фазованою приймальню акустичну антену, завантажену на високочутливий мікрофон або грати мікрофонів, включених послідовно.

Дальність прийомів сигналів подібних мікрофонів може бути збільшена за рахунок використання більшого числа трубчастих елементів. "Мікрофон-труба» може бути закамфльований під парасолями тростину або виконаний у звичайному виконанні.

Так звані «плоскі» спрямовані мікрофони з'явилися порівняно недавно і являють собою акустичну антенну сітку, що включає кілька десятків мікрофонів. Вони можуть вбудовуватися в стінку аташе-кейси або взагалі носитися у вигляді жилета під сорочкою або піджаком. Дальність дії порівняно нижчі по відношенню до перших двом типам спрямованих мікрофонів і становить 30-50 м.

У тому випадку, коли потрібно прослухати розмови у закритому приміщенні на значній відстані, використовуються ЛАРС. На практиці такі системи часто називають лазерними мікрофонами.

ЛАРС складається з джерела когерентного випромінювання (лазера) і ПВІ, оснащеного фокусує оптикою. Для забезпечення високої механічної стійкості передавача і приймача, що вкрай необхідно для нормальної роботи системи, останні встановлюються на треножних штативах. Передавач і приймач переносяться в звичайному портфелі-іпломаті. Як правило, в таких системах використовуються лазери, що працюють в ближньому ІЧ (0,9-1,1 мкм), невидимому оці діапазоні довжин хвиль.

Для поліпшення розбірливості мови в приймачі використовується спеціальне шумозаглушуючого пристрій. Для наведення лазерного променя на мету спільно з передавачем та приймачем використовуються спеціальні пристрої - візири. Дані системи найбільш ефективні для прослуховування розмов у приміщеннях невеликого розміру, які за своїми акустичними характеристиками близькі до об'ємного резонатора Гельмгольца, коли всі двері і вікна приміщення досить добре герметизовані. Ефективні вони і для підслуховування розмов, що ведуться в салонах автомашин.

Сучасні ЛАРС дозволяють знімати інформацію не тільки з зовнішніх, а й внутрішніх шибок, дзеркал, скляних дверей та інших предметів. У ряді випадків

шибки приховано обробляють спеціальним складом, що збільшує коефіцієнт відбиття лазерного випромінювання, а, отже, збільшує дальність розвідки.

Лазерні акустичні системи розвідки мають дальність дії при дифузному відображенні до 100-300 м без спеціальної обробки скла, до 500 м - при обробці (покритті) стекол спеціальним матеріалом, що значно збільшує потужність дифузно відбитого від них лазерного випромінювання, і більше кілометра - при установці на шибках спеціальних спрямованих відбивачів (тріпель-призм).

Засоби акустичної розвідки можуть використовуватися не тільки для прослуховування та запису розмов ведуться, але і для перехоплення акустичних випромінювань, які виникають при виведенні на друк тексту, наприклад, на принтері. Сучасні спеціальні комплекси обробки акустичної інформації дозволяють відновлювати текст, що виводиться на друк за перехопленим акустичним випромінюванням.

Для підвищення якості і забезпечення можливості корекції записаної розмови використовуються стереомагнітофон і еквалайзери.

При використанні стереомагнітофон з'являється можливість за рахунок стереоефекту диференціювати і відокремлювати от інформативної розмовної мови такі перешкоди, як шуми

3. РАДІОЗАКЛАДНІ ПРИСТРОЇ

3.1 Прослуховування інформації від впроваджених радіо закладок

В даний час близько 61% інформації, що видобувається в бізнесі негласними методами припадає на радіомікрофони (радіозакладки - РЗ, так звані «жучки»). Структурна схема несанкціонованого зйому інформації за допомогою радіозакладки наводиться на рисунку 3.1. Радіозакладка складається з задаючого генератора (ЗГ), мікрофона (МК), джерела живлення (ДЖ), антени (А). Акустична інформація, перехоплена за допомогою мікрофона, перетворюється на електричний сигнал, який модулює коливання задаючого генератора (найчастіше, за амплітудою або частоті) і через передавальну антену випромінюється в ефір (також можлива передача в телефонну мережу або силову мережу 220 В). Агент налаштовує приймач на частоту передавача і отримує інформацію.

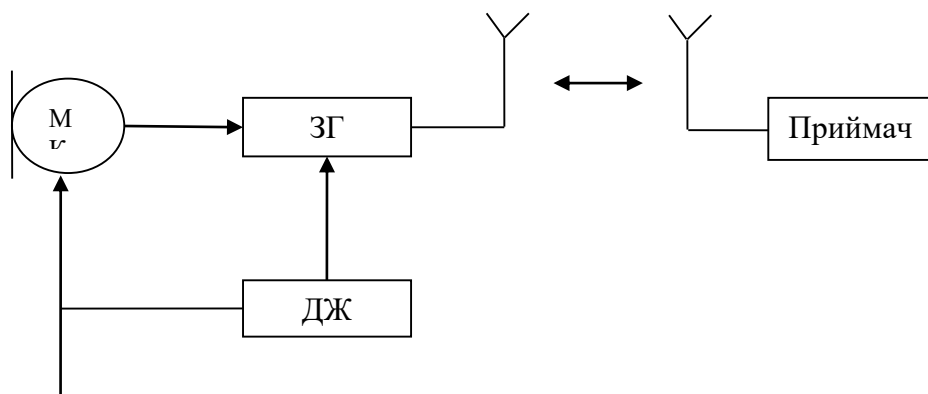


Рис.3.1 Схема зйому інформації за допомогою радіо закладки

Перевагою радіозакладок є швидкість їх установки і малі габарити. Крім того, бездротовий зв'язок дозволяє "агенту" знаходитися поза будівлею, що так само підвищує ймовірність безпечного знімання інформації. Для забезпечення скритності і довговічності роботи, радіозакладки повинні мати мінімальні габарити і вагу, володіти мінімальним споживанням енергії,

працювати в діапазоні частот не прослуховувати звичайні приймачем.

Узагальнені дані по радіозакладка в даний час наступні:

Діапазон частот 27 - 1 300 МГц;

Потужність 0,2 - 500 мВт;

Струм споживання 0,5 - 100 мА;

Вид модуляції (в основному) - широкосмугова частотна модуляція

Дальність дії 10 - 1500 м (в основному, 10 - 100 м)

Вид стабілізації частоти: з кварцовою стабілізацією, без кварцовою стабілізації;

Період активного існування 4 години - 20 років.

3.2 Особливості побудови радіозакладних пристроїв і їх характеристики

Акустична радіозакладка представляє собою мініатюрне радіоелектронний пристрій, що призначений для безпосереднього отримання акустичної інформації нелегальним способом від об'єкта спостереження та прихованої її передачі по радіоканалу споживачеві в реальному масштабі часу. З даного визначення випливає, що радіозакладні пристрої можна розглядати як особливий вид апаратури зв'язку. Якщо співвіднести РЗП з апаратурою зв'язку, то радіозакладки мають ряд особливостей. До числа таких особливостей, як правило, відносять:

- мініатюрність;
- малопотужність переданого сигналу і, як наслідок, обмежену дальність дії;
- односторонній (симплексний) режим роботи від джерела інформації до одержувача;
- сталість виду використовуваного сигналу;
- малоканальність (передача здійснюється, як правило, від одного джерела по одному каналу, хоча останнім часом з'явилися РЗП які здійснюють передачу від двох і більше джерел інформації одночасно);

- простота протоколу входження у зв'язок і передачі інформації;
- робота на одній частоті, рідше на двох, але і в цьому випадку несучі частоти близько розташовані (рознос не перевищує 10 МГц);
- наявність конструктивного маскування (камуфляж).

Радіозакладні пристрої являють собою більш-менш прості пристрої в порівнянні з апаратурою зв'язку і, відповідно, набір виконуваних функцій значно обмежений. У зв'язку з цим, в радіозакладках відсутні звичні для зв'язкової приємопередаючої апаратури функціональні блоки, такі, як збудник з трактами формування сигналу і синтезатором частот, що погоджує антенний пристрій, системи автоматики і т.д.

До сучасних радіозакладних пристроїв розробниками пред'являється ряд вимог, основними з яких є: надійність, висока скритність роботи, забезпечення перешкодозахищеності каналу передачі та відсутність в випромінюваному сигналі ознак інформації яка передається. Найбільш повно даним вимогам відповідають РЗП, що використовують шумоподібні сигнали для передачі інформації. Структурна схема РЗП з ШПС наведена на рис.3.2.

Аналіз відомих зразків РЗП з ШПС дозволяє об'єднати їх у декілька груп з точки зору використовуваних в них різновидів сигналів - група РЗП, що використовують шумоподібний сигнал виду ФМ-ПСП; група РЗП, що використовують шумоподібний сигнал виду ЧС-ПСП; група РЗП, що використовують інші види складних сигналів.

У більшості радіозакладок, що використовують ШПС, для розширення спектру використовується модуляція несучого коливання псевдовипадковою послідовністю. В якості ПСП найчастіше використовується М-послідовність довжиною до 150 - 200 двійкових символів.

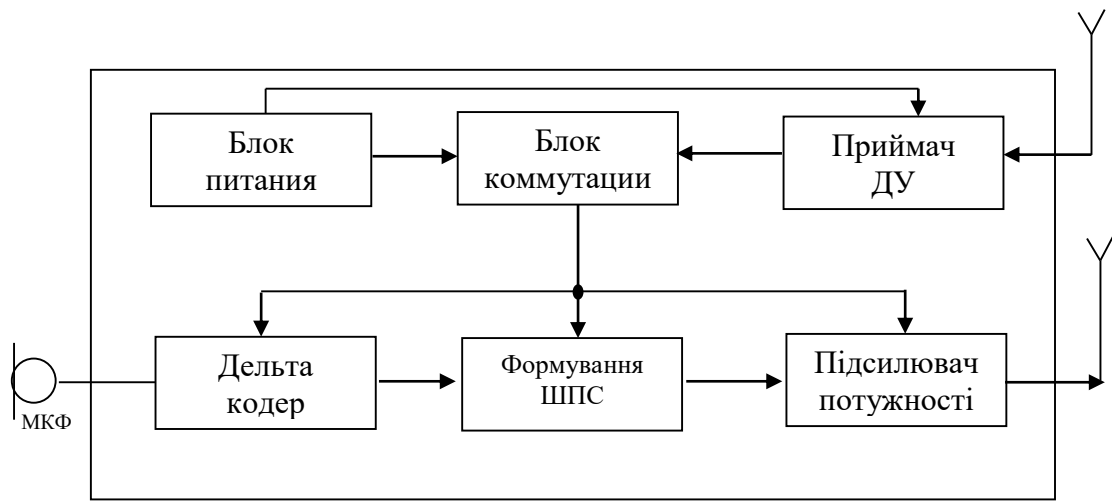


Рис. 3.2 Структурна схема РЗП з ШПС для передачі інформації

У радіозакладках найбільше поширення для формування сигналу ШПС-ФМ, отримала так звана прямо-послідовна схема (direct-sequence - DS), в якій ще до фазового маніпулятора здійснюється додавання за модулем 2 кодованих символів з елементами ПСП; частота проходження елементів ПСП багато більше швидкості передачі на виході кодера (рис.3.3).

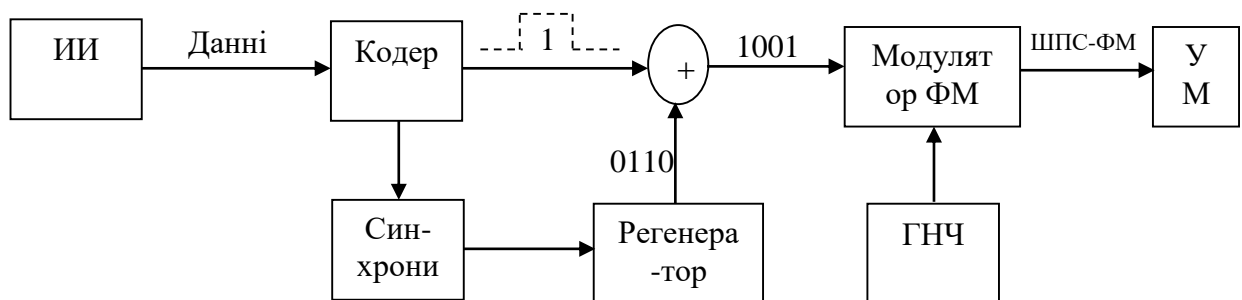


Рис.3.3 Прямопослідовна схема формування ШПС

Технічні характеристики РЗП в загальному випадку залежать від конкретних умов застосування і виду використовуюваного для передачі сигналу.

У радіозакладці на рисунку 3.2 від джерела інформації (ДІ), з виходу АЦП, послідовність двійкових одиниць 1 і 0 надходить на вхід кодера, де перетворюється в цифровий потік зі швидкістю $R = 1/T$. Для якісної передачі аудіоінформації в системах акустичного контролю необхідна швидкість R на сьогоднішній день складає близько 80 - 100 кбіт/с. Цей цифровий потік надходить на вхід суматора за

модулем 2. На другий вхід суматора надходить фазоманіпульований ПСП - сигнал від генератора псевдовипадковою послідовністю (ПСП). Маніпульований по фазі псевдовипадковою послідовністю сигнал має тривалість T і являє собою послідовність відеоімпульсів «1» і «0» тривалістю T / N , де N - число імпульсів. Зазвичай вважають, що база ФМ-сигналу приблизно дорівнює числу імпульсів, тобто $B \approx N$. Ширина спектра ФМ - сигналу $F \approx 1/\tau_0$.

Підвищена в порівнянні з поширеними ЧС - сигналами звичайних радіозакладок складність виявлення ШПС визначається видами модуляції, структурою і значенням бази B кодоутворювальної ПСП. При значеннях бази B порядку 100 (яка, в даний час, найбільш поширена в РЗП) говорити про енергетичну скритність безпосередньо поблизу (на відстані до 10 м) передавача ШПС не доводиться, але реальне зниження радіуса виявлення в порівнянні з традиційними WFM радіолініями є значним.

При двофазній маніпуляції зі зсувом фази на 180° , яка реалізується на балансовому змішувачі, утворюється радіосигнал з пригніченою несучою. Спектр потужності ШПС має вигляд $(\sin x / x)^2$ з шириною основного пелюстка спектру (від нуля до нуля), що дорівнює подвоєному значенню частоти F_T прямування двійкових символів ПСП. В основній пелюстці спектру ШПС міститься 90% всієї потужності сигналу. Ширина смуги цієї пелюстки, виміряна на рівні 3 дБ, відповідає величині $1,2 F_T$ і в цій смузі зосереджено 50% потужності. Наприклад, при тактовій частоті ПСП, що дорівнює 6 МГц, в смузі 6 МГц майже рівномірно зосереджено 70% випромінюваної потужності радіопередавача. Спектральна щільність потужності сигналу становитиме при цьому близько 10 нВт на 1 Гц або 1 мВт на 100 кГц при потужності РЗП - 100 мВт. З практики вимірювань реальної дальності систем акустичного контролю відомо, що для подвоєння дальності зв'язку потрібно збільшення потужності сигналу передавача на 10-12 дБ, і що при ЧМ - модуляції значна частина випромінюваної потужності доводиться на смугу частот 100 ... 200 кГц. Можна припускати, що радіус виявлення радіопередавача ШПС, порівняно з ЧС передавачем такої ж

потужності буде нижче в 3 - 4 рази. Структура інформаційного протоколу використовуваного в РЗП типу SIM, COF-335, Елвіра наведена на рис.3.4.

Преамбула	Информационное сообщение
-----------	--------------------------

Рис.3.4 Структура інформаційного протоколу

У радіонапрямі «РЗП-приймач» інформації повідомлення передаються безупинно, одним інформаційним повідомленням. На початку кожного повідомлення є преамбула (кодове слово) довжиною, як правило, від 400 до 600 біт, що представляє собою послідовність одиниць і нулів: 101010 ... Під час передачі преамбули приймач здійснює тактову синхронізацію. Після цього відбувається передача інформації.

Подальший розвиток дискретної техніки, а також прагнення підвищити скритність переданих повідомлень з контрольованих приміщень і завадостійкість радіолінії «РЗП-приймач», призвело до комбінованого застосування в радіозакладках методів імпульсної модуляції ВІМ (ФІМ) та додаткової модуляції шумоподібним сигналом. Особливістю ВІМ (ФІМ)-ШПС є те, що при ВІМ-ШПС повністю використовується потужність передавача, відсутні помилки квантування, немає необхідності в додатковому розширенні спектру. Крім того, ВІМ-ШПС легко реалізується методами дискретної (цифровий) техніки, що також важливо. Схема формування сигналу ВІМ-ШПС в РЗП показана на рисунку 3.5.

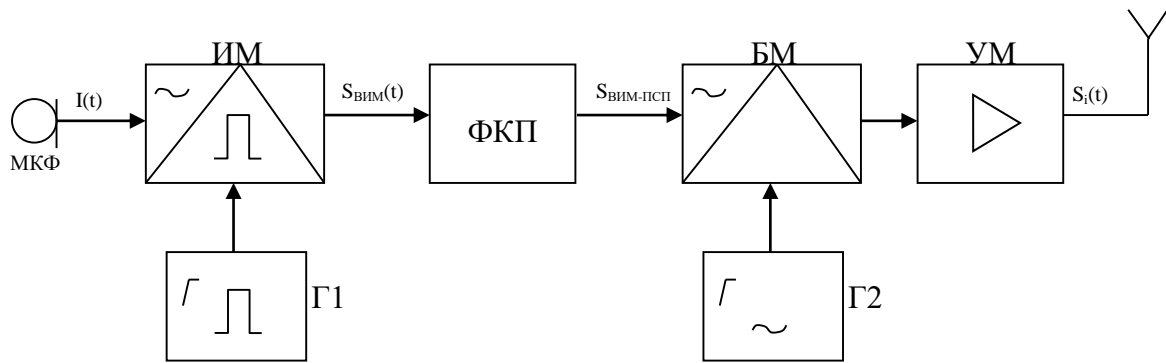


Рис. 3.5 Функціональна схема РЗП з ВІМ-ШПС

Структурна схема передавача (РЗП) випромінюючого сигнал ВІМ-АМ показана на рис. 3.6. Однак середня потужність сигналу при цьому буде визначатися величиною:

$$P_{\text{ср}} = (\tau/T_d) = P_{\text{п}}/2T_dF = P_{\text{п}}/V \quad (3.1)$$

де $P_{\text{п}}$ - пікова потужність.

При великих T_dF потужність $P_{\text{ср}}$ буде складати лише малу частку $P_{\text{п}}$. Оскільки пікова потужність-величина обмежена, то завадостійкість системи акустичного контролю, що використовує РЗП з ВІМ-АМ, буде низькою і, отже, дальність зв'язку в радіолінії «РЗП-приймач», як правило невелика (до 50-70 метрів).

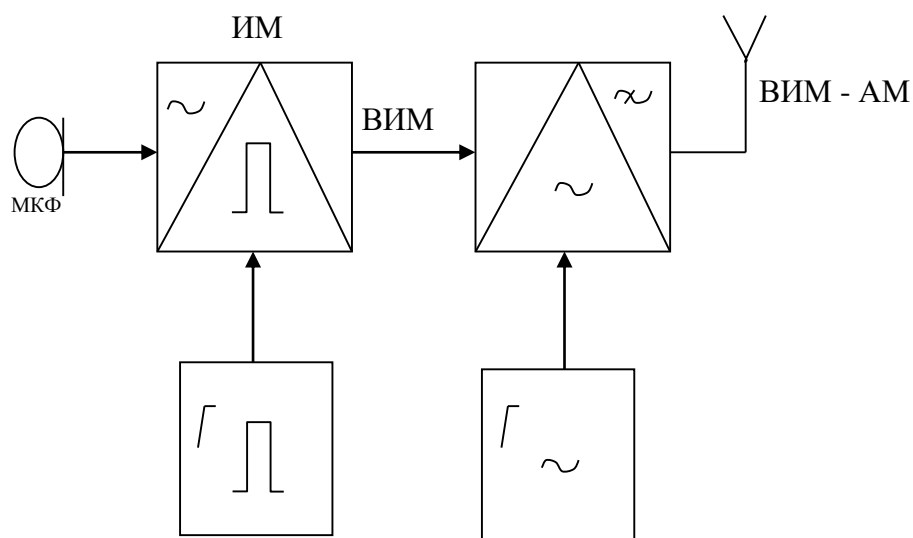


Рис.3.6 Функціональна схема РЗП з ВИМ-АМ

На відміну від радіозакладних пристроїв які використовують шумоподібні сигнали, що володіють енергетичною та структурною прихованістю, радіозакладки з накопиченням і прискореної передачею інформації володіють, в основному, тимчасової скритністю, тому що часу на передачу інформації в них надзвичайно мало і складає величину порядку від часток секунд до кількох хвилин.

Структурна схема радіо закладки яка працює в прискореному режимі наведена на рис. 3.7.

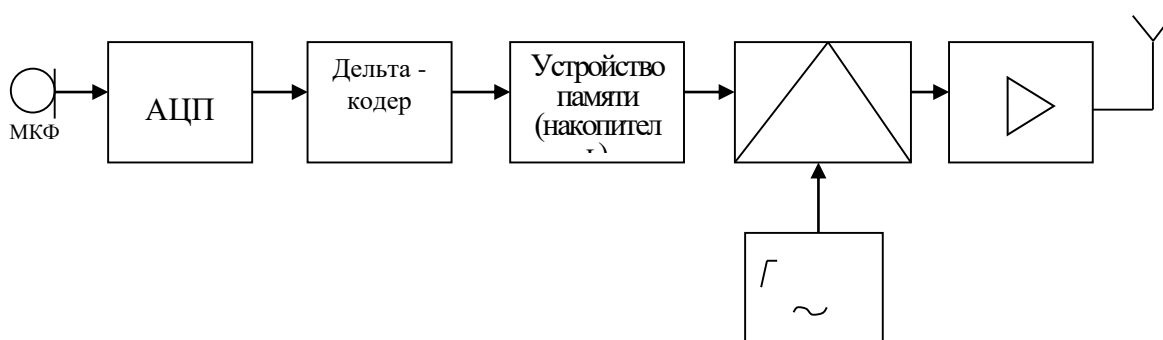


Рис.3.7 Структурна схема РЗП з накопиченням і прискореною передачею інформації

РЗП з накопиченням і прискореною передачею інформації у своєму складі, як правило, містять:

- аналого - цифровий перетворювач (АЦП) - перетворює в цифрову форму сигнал з виходу мікрофона і вся подальша обробка та передача сигналу мовлення здійснюється в цифровій формі;
- дельта-кодер здійснює кодування сигналу мовлення - перетворення сигналу, що має цифрову форму, за законом дельта - модуляції з метою скорочення його надмірності;
- накопичувач інформації здійснює запам'ятовування кодованого відеосигналу до його передачі;
- модулятор призначений для переносу інформації кодованого відеосигналу на несучу частоту;
- підсилювач потужності здійснює посилення радіосигналу під час передачі, до рівня, необхідного для сталої роботи радіолінії.

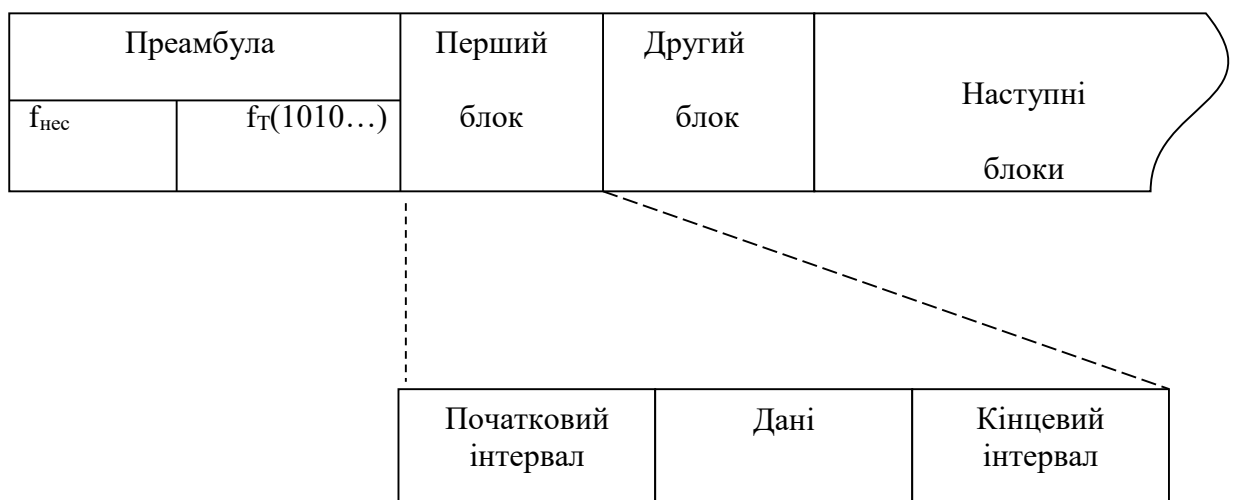


Рис. 3.8 Структура інформаційного протоколу

Відповідно з попередніми оцінками, повідомлення в РЗП з накопиченням і прискороною передачею інформації, передаються пакетами. Найбільш ймовірна структура протоколу передачі показана на рис. 3.8. На початок кожного інформаційного пакету передається преамбула, яка складається з випромінювання протягом декількох мілісекунд несучої, а потім тактової частоти (послідовності одиниць і нулів: 101010 ...). Під час передачі преамбули приймач переводиться в

режим прийому повідомлень і здійснює тактову синхронізацію. Інформація в пакеті передається блоками. Часовий інтервал інформаційного блоку складається з трьох частин: початкового і кінцевого інтервалів і переданих даних. Тривалість двійкового елемента («0», «1») повідомлення може складати величину, в залежності від швидкості передачі, приблизно від 0,1 мкс до 5-6 мкс, що визначає швидкість передачі в системі від 200 Кбіт до 10 Мбіт. Для передачі інформації використовується частотна модуляція або різновид частотної маніпуляції.

3.3 Основні характеристики радіо закладок

Основними характеристиками радіозакладок є:

- габарити і вага;
- термін служби;
- скритність роботи;
- акустична чутливість і дальність передачі.

Для державних служб випускаються радіозакладки дуже малих розмірів, але вартість їх надзвичайно велика. Наведемо приклад: є коротке повідомлення про радіомікрофони з розмірами 1,5 x 1, 5 мм і живленням від ізотопного елемента. Радіомікрофон здатний протягом року передавати інформацію на відстань до 1,5 км з приміщення, де розмова ведеться пошепки. Наведемо ще приклад: за даними радіозакладка була встановлена в пломбу зуба головного бухгалтера фірми "Нагол-Віннер", що дозволило зацікавленій організації здійснювати перехоплення інформації про фінансовий стан фірми. У будівлі посольства США в Москві елементи радіозакладок були розосереджені по бетонних блоків, представляючи собою кремнієві вкраплення. Арматура використовувалася як провідників, а порожнечі - як резонатор і антен. Радіозакладки зазвичай малогабаритні і камуфлюються під мікро шпильки, годинник, калькулятори, авторучки, пачки сигарет і т.д. Завдяки малим розмірам радіо закладка може бути швидко і надійно захована. Існують відомості про радіозакладку SIPE-PS, установлюваної прицільним пострілом у квартиру на відстані 25 м. Дана закладка забезпечує

дальність передачі 50 м. Радіозакладки у вигляді годинника, авторучки і т.п. можуть бути впроваджені у вигляді подарунка довірливому службовцю фірми. Комерційні радіозакладки мають великі габарити і вагу, але відповідно меншу вартість. За міру розвитку техніки їх розміри зменшуються. В даний час середні параметри комерційних закладок складають: обсяг - (1 см³-8дм³), вага - (5 - 350)г.

Термін служби радіозакладки в основному визначається застосуванням джерелом живлення. Розглянемо основні види джерел живлення:

- автономне живлення;
- живлення від пристроїв, в яких замаскована радіозакладка;
- живлення від електромережі;
- живлення від телефонної мережі.

1) При автономному живленні радіозакладку не потрібно нікуди підключати, тобто час установки і ризик її установки мінімальний. При необхідності великого терміну дії, виникає необхідність зміни джерела живлення, що, відповідно, викликає суттєві труднощі і підвищує ризик виявлення. Тому при першій же установці зазвичай намагаються поставити батарею максимальної місткості, встановивши її, природно, спільно з закладкою, в ємні предмети. Наприклад, в макети кораблів, квіткові горщики і т. д.

Для збільшення терміну служби закладку як автономного джерела живлення використовують сонячні батареї, які камуфлюють разом із закладкою під питні склянки і т.д. Цей принцип живлення використовується пристроєм SIPE MT, де елементи сонячної батареї розташовані на дні чарки у вигляді оригінального орнаменту. Дальність дії передавача в діапазоні 130 -150 МГц становить 100 м. Поки подібні пристрої не знайшли широкого застосування через неможливість роботи в умовах слабкої освітленості.

Заощадити ресурс батареї і підвищити скритність передачі дозволяє використання дистанційного включення. Наприклад, пристрій TRM-1530 з живленням від 3-х літієвих батарейок працює в діапазоні 100 - 150 МГц, має час безперервної роботи 300 годин, а з урахуванням періодичного включення до 1 року.

Габарити пристрою 87x54x70мм, дальність дії 150 м. Економія ресурсу батареї можливе і при автоматичному включенні закладки за наявності звуку та відповідному її вимкненню через кілька секунд після його зникнення. На принципі включення закладки від звуку працює пристрій STG-4001, що має наступні параметри: габарити 20x38x12 мм 3, вага з батареєю 18 грам, несуча частота 130 - 150 МГц, дальність зв'язку 500 метрів.

Іншою можливістю економії ресурсу батареї є зменшення потужності передавача, що одночасно підвищує скритність його роботи. При зменшенні потужності передавача відповідно зменшується дальність його роботи. Для забезпечення прийому встановлюється додатковий ретранслятор поза об'єктом в сусідній кімнаті, автомобілі та т.і.. Габарити і живлення ретранслятора не лімітовані, і він забезпечує подальшу передачу на необхідну відстань. Прикладом закладки працює на ретранслятор може служити пристрій ЛСТ-2-РБ з живленням від ізотопного елемента з терміном роботи більше 10 (габарити пристрою - розмір батареї «Крона»).

2) Живлення радіозакладок від пристроїв, всередину яких вони вмонтовані значно збільшує термін їх дії. Прикладом такого пристрою є ЛСТ-3, вбудований в калькулятор. Розміри самої закладки 12x6x3 мм, чутливість мікрофона 10 м, дальність передачі 150 метрів в діапазоні частот 112-135 МГц. При старінні батареї сам пристрій (наприклад, калькулятор) перестає працювати, і в ньому співробітники самі змінюють батарейку.

3) Живлення РЗ від мережі 220 В робить практично не обмеженим їх термін дії. Як приклад можна навести РЗ типу CAL-201, CAL-205. Закладка ЛСТ-4 встановлюється в електророзетки, настільних лампах та інших електроприладах, закладка HR 560 LIGHT WULD встановлюється в цоколь лампи розжарювання, має дальність передачі 250м. Недоліком такого виду закладок є необхідність проведення певного виду робіт на об'єкті. Наприклад, для встановлення закладки, вмонтованої в розетку, агентів треба було два місяці, з урахуванням впровадження агента (нічного сторожа) і точної підгонки розетки за кольором, тріщин і т.д. на відповідність тій що була раніше.

4) Живлення РЗ від телефонної мережі також забезпечує необмежений термін їх служби. Прикладами таких закладок є виробы ЛСТ-3Т5, ЛСТ-54, AD-453. Закладка AD-453 має дальність дії 150 м, розміри 22x16x22мм³, вага 210 грам. Як і у варіанті з мережею 220 В виникають труднощі з їх встановленням.

Скритність роботи забезпечується:

- а) вибором частотного діапазону;
- б) накопиченням інформації з наступною її передачею в режимі швидкодії;
- в) малої вихідною потужністю передавача.

Частотний діапазон: Найпростіші РЗ працюють на частотах FM - мовлення, вони складають 30% всього парку РЗ. Більш професійні РЗ працюють в діапазоні між мовним FM - діапазоном і 6 - м каналом TV - мовлення. Цей клас РЗ складає 50%. Завантаження метрового діапазону мобільними радіостанціями змушує використовувати для РЗ наступний діапазон (дециметровий) між 12 і 21 каналами TV. Цей парк складає решту 20% парку РЗ. РЗ зазначеного діапазону важко виявити, вони дорогі, їх використовують професіонали. Для підвищення скритності роботи професіонали почали використовувати інфрачервоний канал. РЗ типу TRM - 1830 має дальність передач вдень - 150 м, вночі - 400 м. До недоліків такого виду передачі слід віднести необхідність прямої видимості між закладкою і приймачем, а також сильний вплив фонові засвітки.

Накопичення інформації з наступною її передачею в режимі швидкодії дозволяє підвищити скритність роботи передавача, так як вихід в ефір стає короткочасним.

3.4 Основні елементи радіо закладки

Радіозакладка складається з мікрофона МК, підсилювача низької частоти УНЧ, генератора, поєднаного з модулятором, і джерела живлення. Зупинимося докладно на принципах роботи генератора і деяких видах модуляції.

У РЗ використовуються автогенератори, тобто пристрої, що формують сигнал необхідної амплітуди і частоти. Структурна схема автогенератора наведена на рисунку 3.8а

Автогенератор складається з підсилювача $У$, частотно-залежної ланки ЧЗ і ланцюга зворотного зв'язку з коефіцієнтом перетворення β . Підсилювач і частотно-залежна ланка утворюють прямий ланцюг передачі з коефіцієнтом K . Значення K дорівнює добутку коефіцієнтів перетворення підсилювача і ЧЗ. Частотні характеристики прямого ланцюга визначаються ЧЗ, який частіше за все є паралельний LC контур з характеристикою, наведеною на рисунку 3.8б. На резонансній частоті вихідна напруга, що знімається з контуру, максимальна.

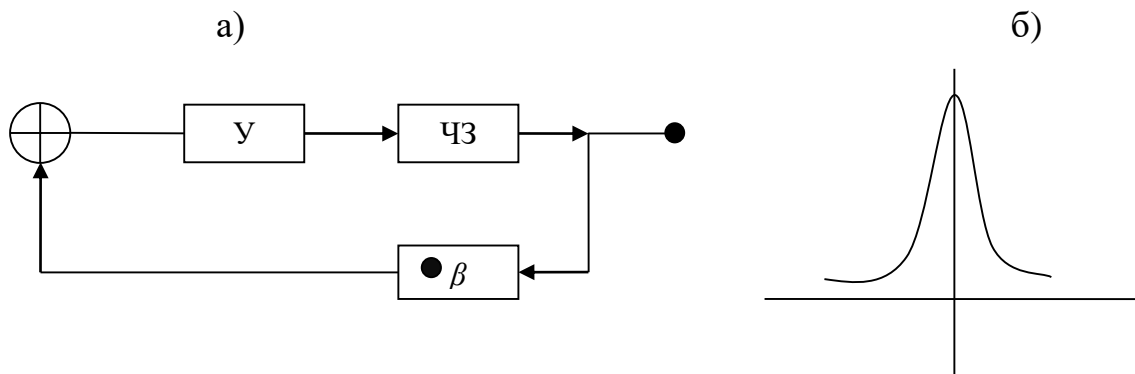


Рис. 3.8 а) Структурна схема автогенератора; б) частотна характеристика автогенератора

На цій частоті контур має максимальний активний еквівалентний опір R_3 і кут фазового зсуву $\varphi_{\text{конт}} = 0$. Добротність Q і еквівалентний опір R_3 контуру може бути визначено за такими формулами.

$$Q = \frac{f_0}{\Delta F} = \frac{\omega_0 L}{r} = \frac{1}{\omega_0 C \cdot r} \quad (3.2)$$

$$R_3 = Q^2 \cdot r = \frac{L/c}{r} \quad (3.3)$$

де ΔF – смуга пропускання, ω_0 - кругова резонансна частота, L , C , r - індуктивність, ємність і опір втрат контуру.

Умови виникнення генерації описуються наступним виразом:

$$\begin{cases} K\beta \geq 1 & (1) \\ \varphi + \psi = 2\pi n & (2) \end{cases} \quad (3.4)$$

де φ - фазовий зсув прямої ланцюга, ψ - фазовий зсув зворотного ланцюга, n - ціле число.

Перша умова - умова балансу амплітуд. Для виникнення коливань петлеве посилення (множення коефіцієнта перетворення прямої ланцюга на коефіцієнт перетворення ланцюга зворотного зв'язку) має бути більше або дорівнювати одиниці. При великих $K\beta$ коливання повинні бути прямокутними, але у зв'язку з високою добротністю контур виділяє тільки певну гармоніку (на яку він налаштований), тому знімаємий з контуру сигнал буде синусоїдальним. Це властивість використовується в кварцових генераторах, в яких частота кварцу береться в n разів менше частоти контуру генератора. Якщо $K\beta < 1$, то при включенні можливий початковий сплеск коливань з подальшим їх загасанням по експоненціальному закону.

Друге рівняння - умова балансу фаз, коливання виникли в якій-небудь точці схеми повинні повернутися в цю точку з нульовим фазовим зрушенням. Нагадаю, що якщо сигнал подається в базу, а знімається з колектора, то фазовий зсув підсилювача $\varphi_{\text{усіл}} = 180^\circ$; якщо сигнал подається в базу, а знімається з емітера то $\varphi_{\text{усіл}} = 0^\circ$; якщо сигнал подається в емітер, а знімається з колектора, то $\varphi = 0^\circ$. Фазовий зсув прямого ланцюга на резонансній частоті дорівнює $\varphi = \varphi_{\text{усіл}} + \varphi_{\text{чз}} = \varphi_{\text{усіл}}$, так як $\varphi_{\text{чз}} = 0$, де $\varphi_{\text{чз}}$ - кут фазового зсуву ЧЗ на резонансній частоті.

Таким чином, можна констатувати, що якщо пристрій охоплено зворотнім зв'язком і для цього пристрою виконуються умови (1) і (2), то такий пристрій є автогенератором. Існує велика кількість схем автогенераторів. Найбільшого поширення набули пристрої, зібрані за схемами "ємнісної трехточки" та "індуктивної трехточки". Поясню поняття "трехточка". Транзистор має три електроди; якщо всі три електроди підключені до ємностей контуру, то така схема називається ємнісна трехточка. Нагадаю, що плюс джерела живлення по змінному струму знаходиться на корпусі пристрою. Аналогічно ємнісній трехточці (рисунок 3.10а) у схеми з індуктивною трехточкою всі три виходи транзистора підключені не до ємностей, а до трьох виходів індуктивності контуру (рисунок 3.10б).

Доведемо, що пристрій, зібраний за схемою рисунка 3.10а, є ємнісною трехточкою. У схемі рисунку 3.10а колектор VT підключений до ємності контуру C_3 , емітер VT підключений до точки з'єднання C_2 і C_3 , база VT через конденсатор C_1 великої ємності знаходиться на корпусі по змінному струмі. Плюс джерела живлення по змінному струму так само знаходиться на корпусі; отже, база транзистора по змінному струмі підключена до верхнього висновку конденсатора C_2 .

Таким чином, всі три виходи транзистора підключені до ємностей контуру, значить пристрій зібрано за схемою ємнісної трехточки. Доведемо, що пристрій, зібраний за схемою рис. 3.10б є індуктивною трехточкою. Вихід транзистора підключений до патрубку індуктивностей L_1 і L_2 ; затвор підключений до верхнього виходу індуктивності L_1 ; стік по змінному струму через джерело +E і корпус підключений до нижньому виходу L_2 . Таким чином всі три виходи підключені до індуктивності контуру, значить пристрій зібрано за схемою індуктивного трехточки. Схеми автогенераторів бувають зі стабілізацією частоти і без стабілізації частоти.

Схеми без стабілізації частоти (рисунок 3.10) більш прості і дешеві, але випромінювана частота не стабільна і доводиться прийняти більш дорогі приймачі з налаштуванням частоти.

Причиною зміни частоти може бути: зміна напруги живлення, зміна кліматичних умов, зміна паразитних ємностей та індуктивностей (Наприклад, якщо передавач встановлений на переміщуваному об'єкті).

Схеми без стабілізації частоти (рисунок 3.10) більш прості і дешеві, але випромінювана частота не стабільна і доводиться прийняти більш дорогі приймачі з налаштуванням частоти.

Причиною зміни частоти може бути: зміна напруги живлення, зміна кліматичних умов, зміна паразитних ємностей та індуктивностей (наприклад, якщо передавач встановлений на переміщуваному об'єкті).

Схеми зі стабілізацією частоти (кварцова стабілізація) трохи дорожчі, зате їх частоти стабільні (рис. 3.11).

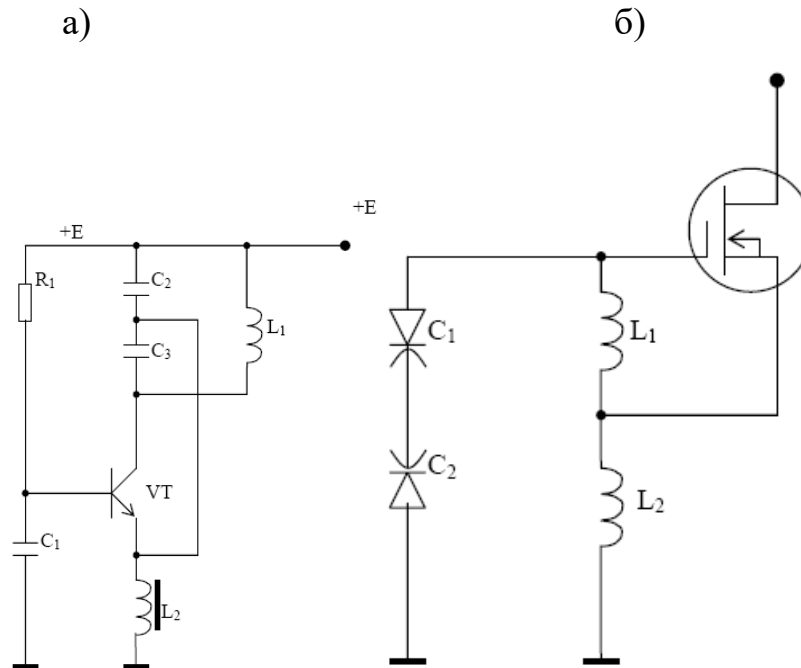


Рис. 3.10 а) Схема ємнісної трехточки; б) Схема індуктивної трехточки

Схеми зі стабілізацією частоти (кварцова стабілізація) трохи дорожчі, зате їх частоти стабільні (рисунок 3.11).

Підсилювач генератора зібраний на транзисторі VT, коефіцієнт посилення K визначається відношенням еквівалентного опору контуру генератора $R_{\text{э}}$ на частоті ω_0 до значення опору

$$R_E + \frac{1}{S} \quad (3.5)$$

$$k = \frac{R_{\text{э}}}{R_E + \frac{1}{S}} \quad (3.6)$$

Де $S = \frac{I}{26T_B}$ - крутизна транзистора, I - струм спокою транзистора

Резонансна частота кварцу $f_{\text{кв}}$ береться рівній або в n разів менше резонансної частоти контуру ($f_{\text{кв}} = f_0; f_0/n$). На резонансній частоті і на частоті гармонік еквівалентний опір кварцу близько до нуля і сигнал з частини контуру надходить в емітер транзистора, утворюючи ланцюг позитивного зворотного

зв'язку. Значення β в даному випадку не дорівнює 1, а визначається в основному співвідношенням ємностей C_1 і C_2 .

При $\beta k \geq 1$ в контурі генератора виникають коливання. Для підстроювання частоти кварцу в невеликому діапазоні частот використовується конденсатор СЗ. У зв'язку з високою добротністю кварцу позитивний зворотний зв'язок виникає тільки на частотах $f_{кв}$ і $nf_{кв}$, тому частота генератора стабільна. Для модуляції сигналу генератора використовується мікрофон.

Електричний сигнал з мікрофона модулює сигнал генератора найчастіше або за частотою або по амплітуді. Розглянемо принцип частотної модуляції. Якщо в контур генератора (рис. 3.12а) встановити варикапи C_B і подати на них напругу зсуву E_0 і модулююча напруга $U_{НЧ}(t) = U_C \sin \Omega t$ від мікрофона, то ємність варикапів C_B буде змінюватися (рис. 3.12б) і, відповідно буде змінюватися частота генератора ω :

$$\omega \approx \frac{1}{\sqrt{L \cdot \frac{C_B}{2}}} \quad (3.7)$$

тобто сигнал з мікрофона буде модулювати частоту генератора.

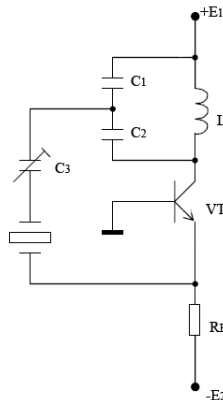


Рис. 3.11 Схема зі стабілізацією частоти

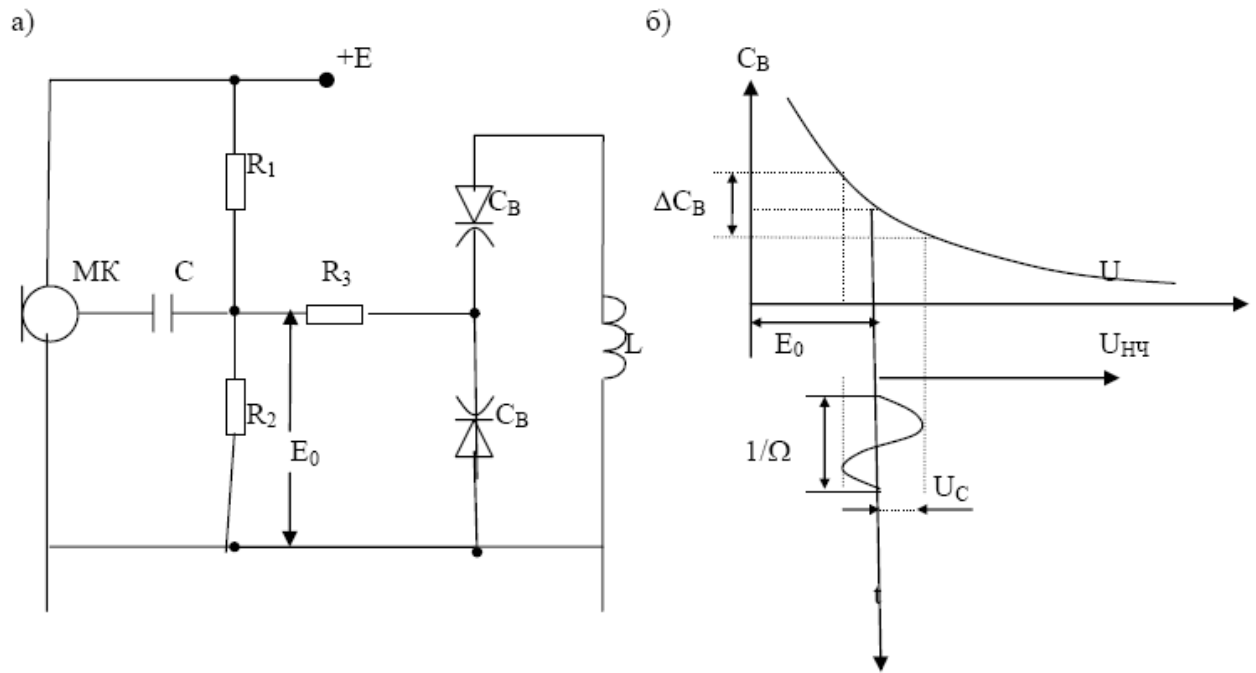


Рис. 3.12 Принцип частотної модуляції

При початковому куті фазового зсуву рівному нулю сигнал, що знімається з контуру генератора, визначається виразом :

$$U = U_0 \sin(\omega_0 t + \beta \sin \Omega t) \quad (3.8)$$

Де U_0 амплітуда високочастотних коливань;

ω - кругова резонансна частота генератора при відсутності модуляції; $\beta = \Delta\omega / \Omega$ - індекс модуляції; $\Delta\omega$ - зміна частоти генератора.

Цей вираз справедливо також і для фазової модуляції; різниця полягає в різній залежності β від модулюючого сигналу. При фазовій модуляції $\beta = kU_C$, де U_C ,- амплітуда модулюючого сигналу; k - коефіцієнт пропорційності. При амплітудній модуляції амплітуда напруги високої частоти U_0 змінюється за законом модулюючого сигналу. Модулюючий низькочастотний сигнал являє собою суму синусоїдальних коливань різних частот. Розглянемо для простоти, що низькочастотні коливання представлені коливанням тільки однієї низької частоти Ω з амплітудою U_C :

$$U_{Нч}(t) = U_C \sin \Omega t \quad (3.9)$$

Вираз для амплітудно-модульованого сигналу має вигляд:

$$\begin{aligned}
 U(t) &= U_0 \sin \omega t + U_C \sin \Omega t \cdot \sin \omega t = (U_0 + U_C \sin \Omega t) \sin \omega t \\
 &= U_0 \left(1 + \frac{U_C}{U_0} \sin \Omega t \right) \sin \omega t = U_0 (1 + m \cdot \sin \Omega t) \sin \omega t \\
 &= U_0 \sin \omega_0 t + \frac{1}{2} m U_0 \cos(\omega_0 - \Omega) t - \frac{1}{2} m U_0 \cos(\omega_0 + \Omega) t
 \end{aligned}$$

Де $m = \frac{U_C}{U_0}$ - коефіцієнт модуляції.

На рис. 3.13 наведена графічна ілюстрація цієї формули, причому на лівій частині малюнка зображено не модульоване коливання, а на правій - модульоване. Модульоване коливання, як видно з формули і рис. 3.13 не є суто синусоїдальним, а містить комбінацію частот ω_0 , $\omega_0 - \Omega$; $\omega_0 + \Omega$ тобто для отримання модульованих сигналів необхідно мати пристрій, який змінює спектр частот.

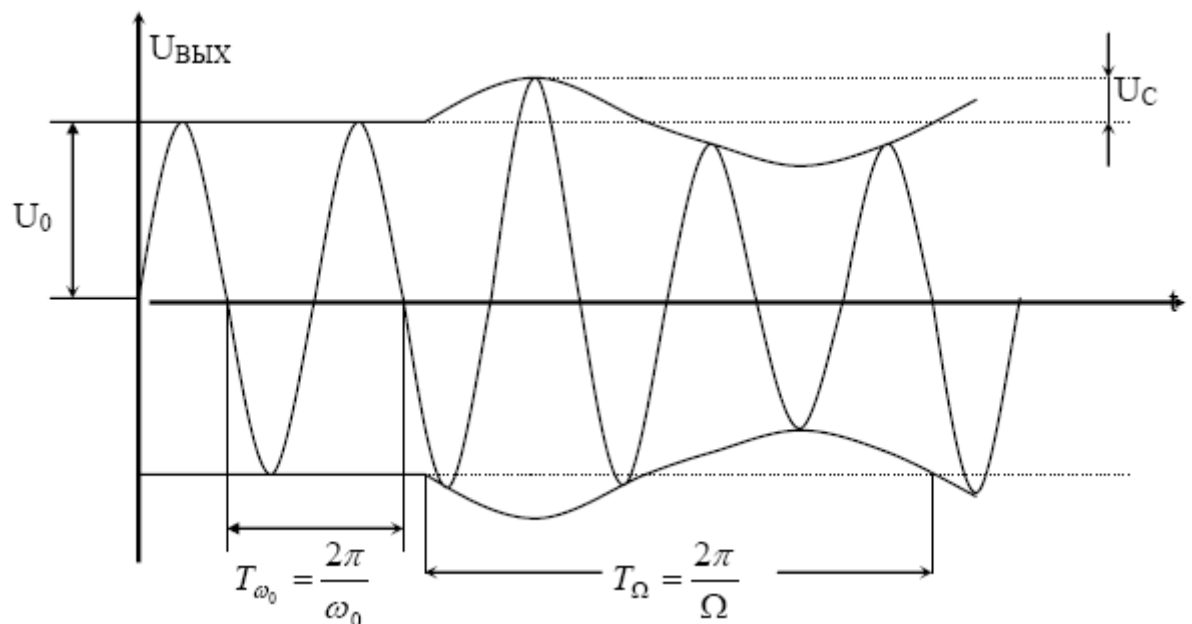


Рис. 3.13. Амплітудо модульований сигнал

Забезпечення зміни спектру сигналу можливо тільки при застосуванні нелінійних елементів. В якості такого нелінійного елемента можна використовувати транзистор генератора, наприклад, не лінійність залежності

крутизни S (а, отже, коефіцієнта посилення від амплітуди вхідних сигналів). Поясню вищесказане за допомогою рис. 3.14. Якщо сума сигналів $U_{ВЧ}$ і $U_{НЧ}$ (рис.3.14, а) подається при зміщенні E_0 на нелінійний елемент з характеристикою рис.3.14а, то на виході в точках а, б, в отримуємо високочастотний сигнал різної амплітуди, так як низькочастотний сигнал переміщує точку прикладання високочастотного сигналу; а в різних точках крутість перетворення нелінійного елемента різна. Результуючий сигнал представлений на рис. 3.14в.

У радіозакладках частіше застосовують частотну модуляцію, ніж амплітудну. Це пояснюється тим, що при однакових умовах застосування відношення сигнал / шум пристроїв з частотною модуляцією в $\frac{3/4 \cdot \Delta\omega}{\Omega_{max}}$ разів більше відносини

$$U_C / U_{Ш}$$

пристроїв з амплітудною модуляцією. Останнім часом застосовують також і інші види модуляції.

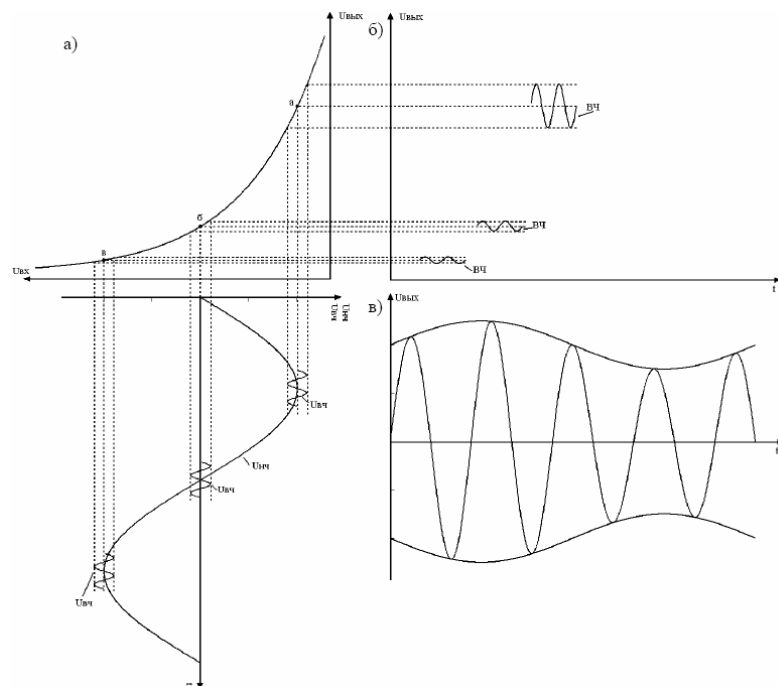


Рис. 3.14. Зміна спектру сигналів з використанням нелінійних елементів

3.5 Характеристики сигналів радіо закладних пристроїв

3.5.1 Основні поняття

У загальному вигляді сигнали передаються пристроями знімання інформації можуть бути представлені складними коливальними процесами, які в більшості випадків мають регулярні детерміновані складові. На рис.3.15 наведено класифікацію детермінованих процесів.

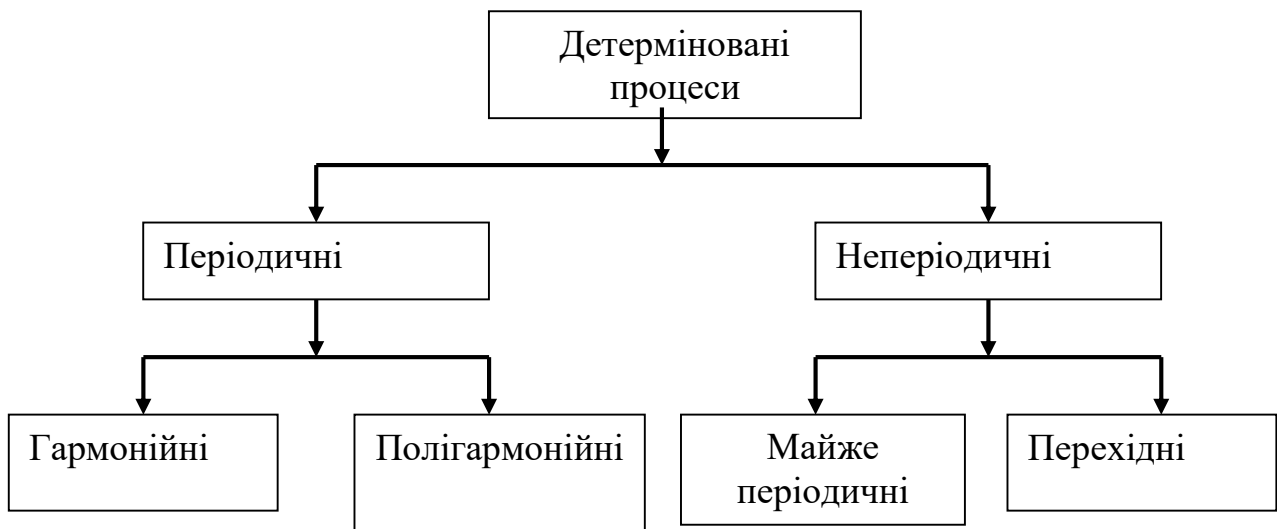


Рис. 3.15. Класифікація детермінованих процесів

Прикладом гармонійного процесу можуть служити гармонійні коливання - $u(t) = U_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$. Інтервал часу, протягом якого відбувається одне повне коливання або один цикл гармонійного процесу називається періодом: $T_0 = 2\pi / \omega_0 = 1 / f_0$. Спектр гармонійного коливання складається з однієї спектральної складової на частоті f_0 . До полігармонійних можуть бути віднесені процеси, що виражаються функцією часу $x(t)$, яка точно повторює свої значення через однакові інтервали часу T :

$$u(t) = \sum_i U \cdot x(t \pm iT), \quad i = 0, 1, 2, \dots \quad (3.10)$$

Як і гармонійні, полігармонічні процеси мають період (цикл) T . Число циклів в одиницю часу називають основною частотою. Гармонійний процес є окремим випадком полігармонічного.

Полігармонічна процеси можуть бути представлені рядом Фур'є у вигляді сукупності гармонійних компонент, званих гармоніками:

$$s(t) = \sum_{i=0}^{\infty} c_i u_i(t) , \quad (3.11)$$

де $u_i(t)$ - базисна функція з довільним номером i , а c_i - сукупність коефіцієнтів розкладання.

Частоти всіх гармонік кратні основній частоті , рівною $1/T$. На рис. 3.16 наведений приклад полігармонічного процесу у вигляді періодичної послідовності імпульсів прямокутної форми, представленій коливанням і спектром частот.

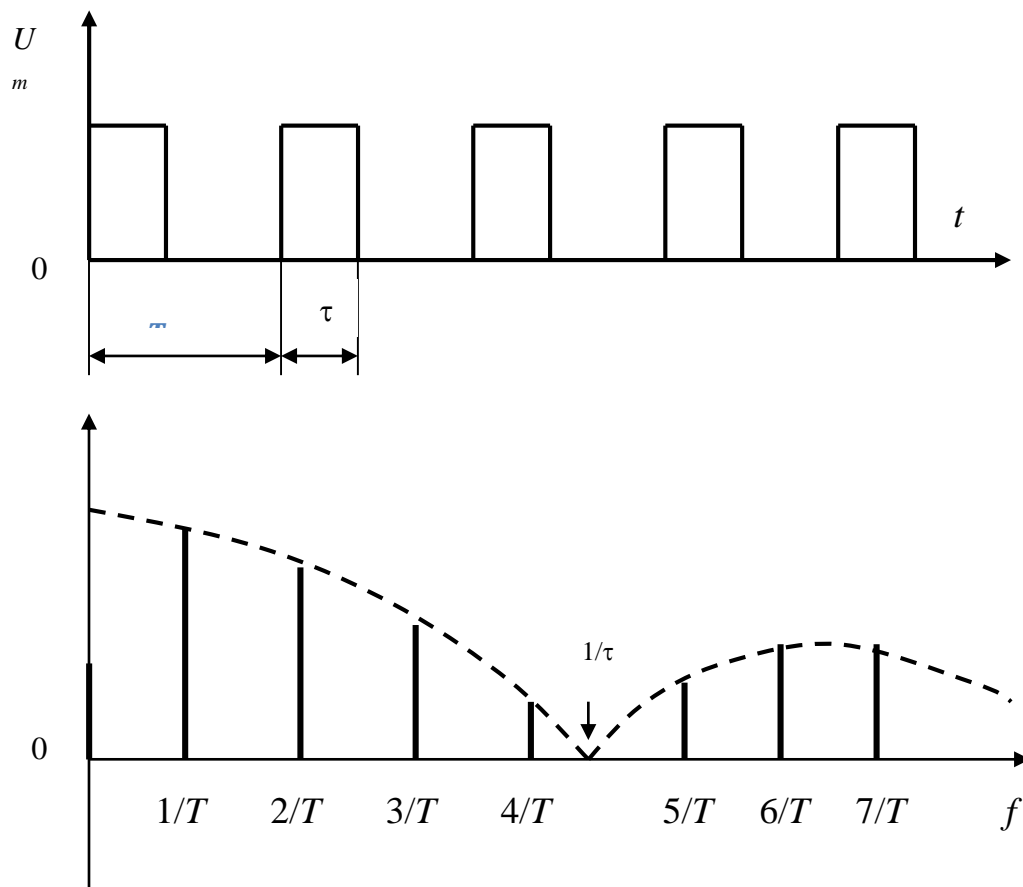


Рис.3.16. Приклад полі гармонічного процесу

На відміну від полігармонічних до майже періодичних відносяться процеси, утворені підсумовуванням двох або більше синусоїдальних коливань з довільними частотами. Такий процес, взагалі кажучи, не є періодичним. На рис. 3.17 наведено приклад спектру частот майже періодичного процесу, для якого також характерна лінійчата структура. Майже періодичні процеси можуть бути описані функцією часу:

$$u(t) = \sum_i U \cdot \cos(\omega_i t + \varphi_i) , \quad (3.12)$$

для якої не всі співвідношення ω_n/ω_m представляють собою раціональні числа. Перехідні детерміновані процеси не є гармонійними, полігармонійними і майже періодичними. До них можуть бути віднесені, наприклад, поодинокі імпульси різної форми.

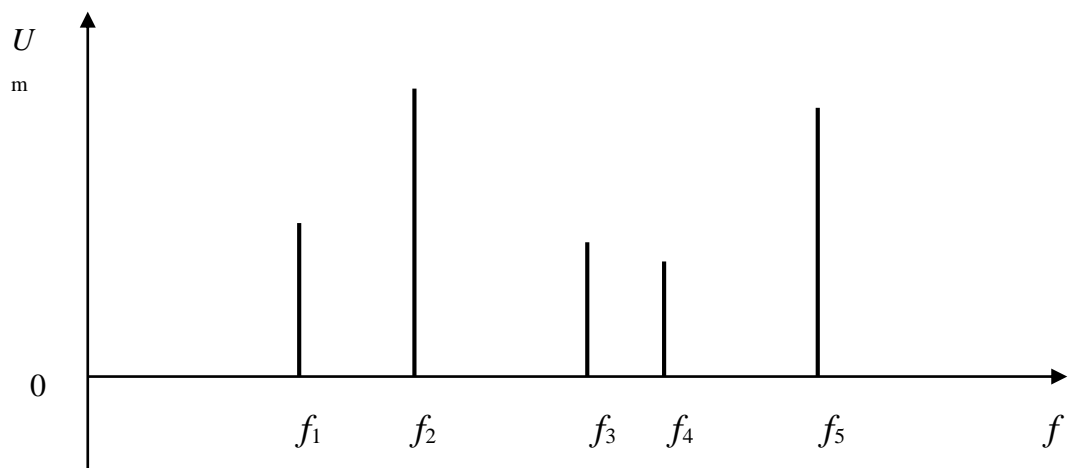


Рис. 3.17. Спектр частот майже періодичного процесу

До них можуть бути віднесені, наприклад, поодинокі імпульси різної форми. Важлива відмінність перехідних процесів від періодичних і майже періодичних полягає в тому, що їх неможливо представити з допомогою дискретного спектра, тобто вони характеризуються суцільним спектром.

У загальному вигляді класи сигналів, які використовуються в пристроях знімання інформації, можуть бути представлені у вигляді:

- послідовності елементарних сигналів тривалістю τ_u з інтервалом проходження Δt_u модульованого синусоїдального коливання;

- сукупності модульованих синусоїдальних коливань.

Ці сигнали представлені сукупністю взаємопов'язаних параметрів (амплітудних, частотних, часових, фазових та ін.) Зміні параметрів високочастотного коливання за законом низькочастотного відповідає модуляція сигналу по кожному параметру. При фіксованому значенні параметрів ці сигнали представляють відповідно варіанти детермінованих функцій. Таким чином, аналізуючи детерміновані процеси у відповідних координатах розкладання, можна за сукупністю заздалегідь відомих ознак зробити класифікацію сигналів і визначити перелік основних параметрів і характеристик, притаманних даній групі сигналів і підлягають виявленню в процесі аналізу та обробки.

3.5.2 Сигнали з амплітудною і кутовою модуляцією

У напівпрофесійних і аматорських радіозакладних пристроях широкого поширення набули види модуляції, що використовують в якості несучого просте гармонійне коливання $s(t) = A \cos(\omega_0 t + \varphi)$, що має три вільних параметра, ω і φ . Змінюючи в часі той чи інший параметр, можна отримати різні види модуляції.

Амплітудна модуляція (АМ). Якщо змінною виявляється амплітуда сигналу $A(t)$, причому інші два параметри ω і φ незмінні, то має місце амплітудна модуляція несучого коливання.

При АМ амплітуда несучого коливання є функцією часу виду

$$S_{\text{ам}}(t) = A_0[1 + F(t)]$$

де A_0 - постійна, що дорівнює середньому значенню амплітуди; $F(t)$ - функція часу, що змінюється по такому ж закону, що й сигнал, що модулює, і звана модуляційної функцією.

Аналітично АМ коливання визначаються виразом вигляду:

$$S_{\text{ам}}(t) = A_0[1 + F(t)] \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

При гармонічній однотональній модуляції, коли $F(t) = m \cdot \cos(\Omega t + \varphi_0)$ для АМ коливання отримуємо:

$$S_{\text{ам}}(t) = A_0[1 + m \cdot \cos(\Omega t + \varphi_0)] \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

де m – коефіцієнт модуляції, а $\Omega = 2\pi F$ – частота модуляції.

Коефіцієнт модуляції m пропорційний інтенсивності сигналу, що передається, його називають також глибиною модуляції. При $0 \leq m \leq 1$ амплітуда АМ коливання не приймає мінусових значень. Така модуляція називається неспотвореною. При $m > 1$ значення модулюючої функції (T) на деяких інтервалах часу стають негативними, що призводить до перемодуляції, пов'язаної з спотворенням обвідної коливання. Щоб уникнути цього коефіцієнт модуляції вибирають не більш одиниці.

Як впливає з останньої формули, при гармонійній (однотональній) амплітудній модуляції спектр АМ сигналу має вигляд:

$$S_{\text{ам}}(t) = A_0 \cos(\omega_0 t + \varphi) + \frac{mA_0}{2} \cos[(\omega_0 + \Omega)t + (\varphi + \varphi_0)] + \frac{mA_0}{2} \cos[(\omega_0 - \Omega)t + (\varphi - \varphi_0)]. \quad (3.13)$$

Перший доданок тут представляє несуче коливання з частотою ω_0 . Друга і третя складові відповідають новим гармонійним складовим, що з'являються в процесі модуляції амплітуди. Вони є продуктом модуляції і називаються бічними гармонійними складовими. Частоти цих коливань $(\omega_0 + \Omega)$ і $(\omega_0 - \Omega)$ називаються бічними: верхньою та нижньою боковою частотою відповідно. Амплітуди цих складових однакові і залежать від глибини модуляції (рис.3.18, а), а їх фази симетричні відносно фази несучого коливання. Чим менше коефіцієнт m , тим менше амплітуди бічних складових, і в межі при $m = 0$ вони відсутні. Оскільки спектри обох смуг частот при АМ є дзеркальними відображеннями одного іншим і кожен з них несе абсолютно однакову інформацію про передаюче повідомлення, то з цього випливає, що немає необхідності передавати по каналу знімання інформації обидві смуги частот модульованого коливання: можна обмежитися передачею без втрати інформації однієї (верхньої або нижньої) бічної смуги частот. Виключення з модульованого коливання однієї бокової смуги частот

не тільки зменшує займану смугу частот, але і створює сприятливі передумови для боротьби із спотвореннями у каналі передачі інформації.

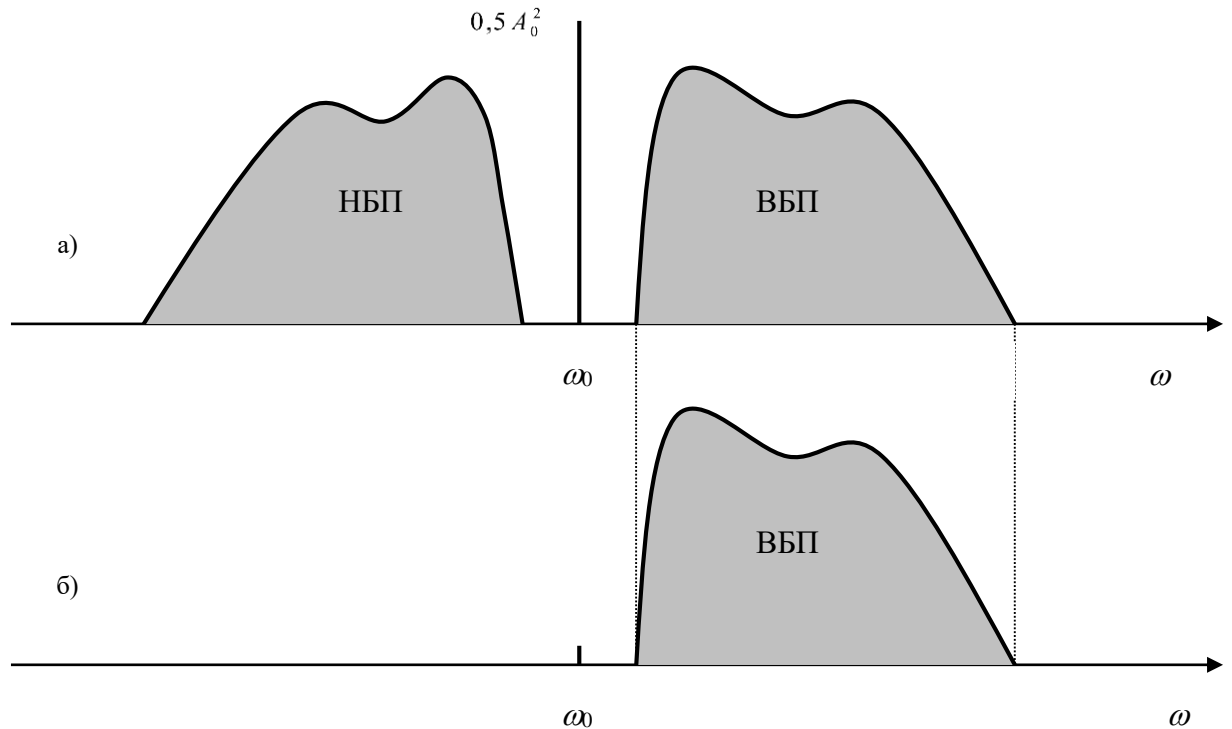


Рис.3.18. Виділення бокової полоси частот з АМ

Існує кілька способів отримання сигналів з односмужовою модуляцією. Найпростіший з них заснований на виділенні за допомогою фільтра однієї з бічних смуг частот в спектрі АМ-сигналу (рис.3.18, б).

Кутова модуляція (УМ). При кутовій модуляції повідомлення змінює повну фазу несучого коливання $\psi_0(t) = \omega_0 t + \varphi_0$. Зміна кругової частоти ω_0 або початкової фази φ призводить в кінцевому підсумку до зміни повної фази (миттєвого кута) коливання. Амплітуда A_0 і середня потужність сигналу $P_{с\text{ уМ}}$ розум залишаються при цьому незмінними:

Різновидами кутовий модуляції є фазова та частотна модуляції.

Фазова модуляція (ФМ).

При цьому виді модуляції сигнал має вигляд

$$S_{\text{фм}}(t) = A_0 \cos[\omega_0 t + \varphi_0 + \Delta\varphi_{\text{макс}} x(t)] \quad (3.14)$$

Де $m_\varphi = \Delta\varphi_{\text{макс}}$ - девіація фази або індекс фазової модуляції, рівний максимальному відхиленню фази сигналу який модулюється, $x(t)$ - низькочастотний модулюючий сигнал.

Спектр ФМ сигналу, строго кажучи, не обмежений, навіть якщо повідомлення $x(t)$ має обмежений спектр. Для оцінки ефективної його ширини (тобто смуги частот, в якій зосереджена основна частка потужності сигналу) часто використовується співвідношення:

$$2F_{c \text{ фм}} = 2F_{\text{макс}} (1 + \Delta\varphi_{\text{макс}})$$

Частотна модуляція (ЧМ). При частотній модуляції змінюється частота модульованого коливання за законом:

$$\omega(t) = \omega_0 + \Delta\omega_{\text{д}} x(t)$$

Де $\Delta\omega_{\text{д}} = 2\pi\Delta f_{\text{макс чм}}$ - девіація частоти рівна максимального відхилення частоти модульованого сигналу. Модульоване за частотою коливання має вигляд:

$$S_{\text{чм}}(t) = A_0 \cos\left[\omega_0 t + \Delta\omega_{\text{д}} \int_0^t x(\xi) d\xi + \varphi_0\right] \quad (3.15)$$

Ефективну ширину спектру сигналу з ЧС можна оцінити за формулою:

$$F_{c \text{ чм}} = 2(F_{\text{макс}} + \Delta f_{\text{макс чм}}) = 2F_{\text{макс}} (1 + m_{\text{чм}})$$

де $m_{\text{чм}} = \Delta f_{\text{макс чм}} / F_{\text{макс}}$ - індекс частотної модуляції дорівнює відношенню девіації частоти до максимального значення частоти модулюючого НЧ сигналу.

Індекс частотної модуляції визначає вид частотної модуляції: ЧМВ – вузько смугова ЧМ ($m_{\text{чм}} < 1$) або ЧМШ - широкосмугова ЧМ ($m_{\text{чм}} \geq 1$).

Вираз для спектра ЧМ сигналу має вигляд:

$$S_{\text{чм}}(t) = A_0 J_0(m_{\text{чм}}) \cos \omega_0 t + \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n A_0 J_n(m_{\text{чм}}) \cos(\omega_0 - n\Omega)t + \\ + \sum_{n=1}^{\infty} A_0 J_n(m_{\text{чм}}) \cos(\omega_0 + n\Omega)t.$$

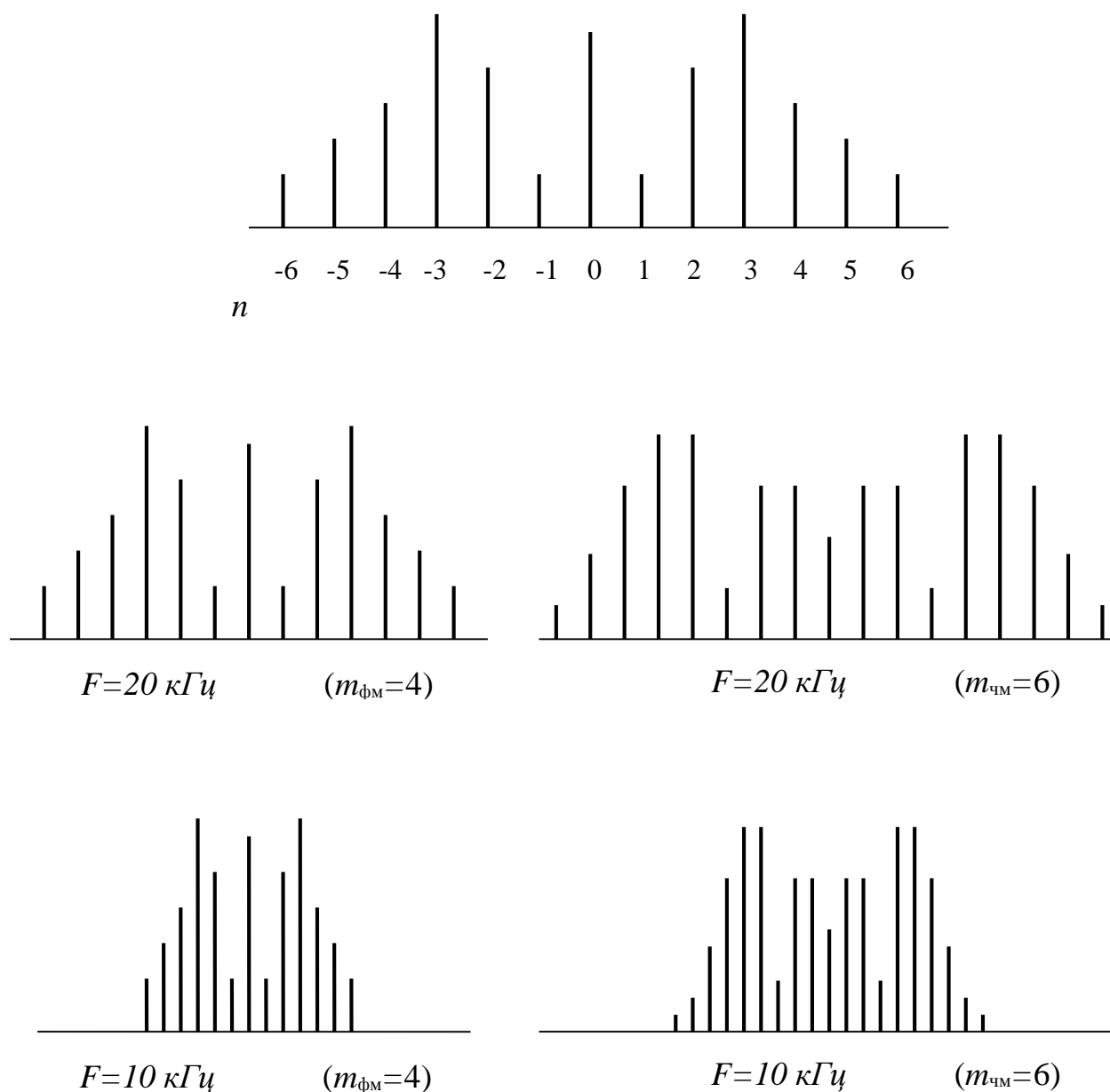


Рис. 3.19. Спектри ЧС і ФМ сигналів

Частотно-маніпульований сигнал. Первинний і частотно-маніпульованих сигнали зображені на рис.3.20.

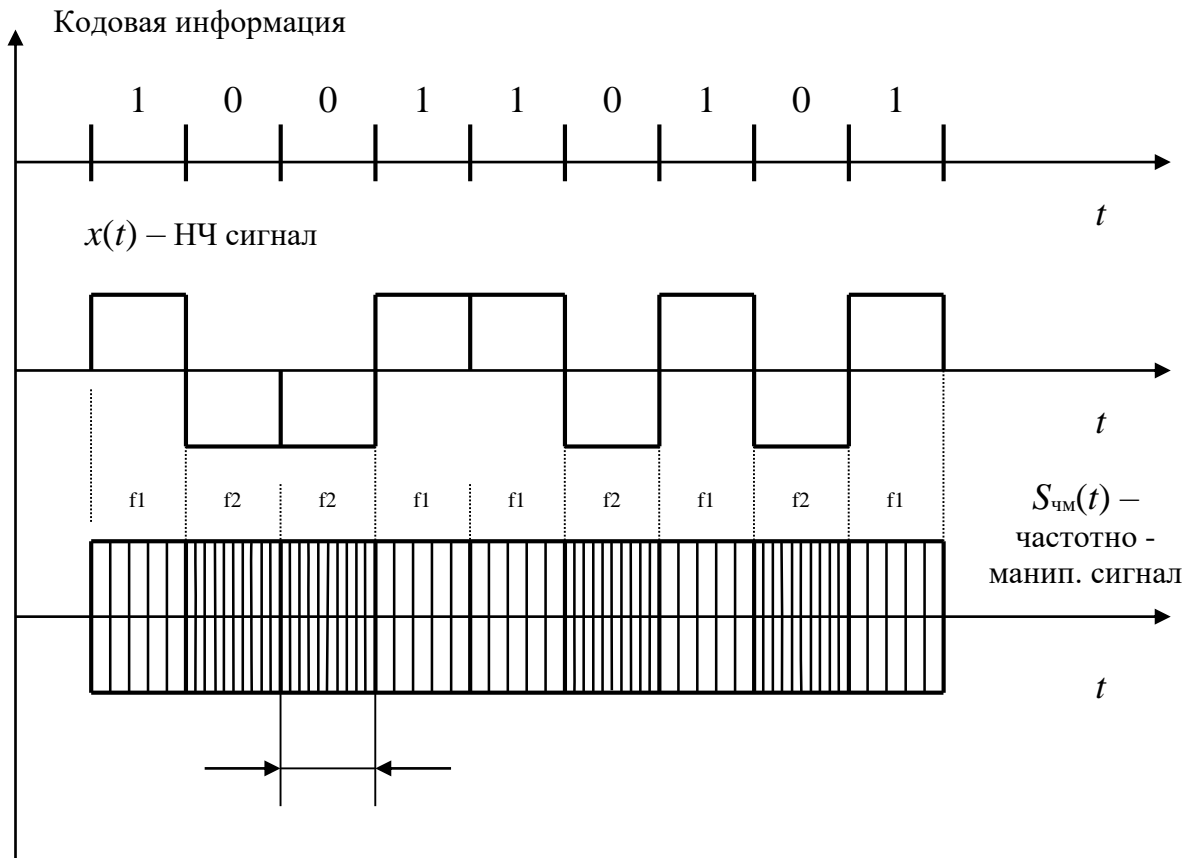


Рис.3.20. Частотно - маніпульований сигнал

Різні імпульси первинного сигналу $x(t)$ передаються коливаннями з частотами $f_1(\omega_1)$ і $f_2(\omega_2)$ відповідно. Отже, окремі реалізації частотно-маніпульованого сигналу мають вигляд:

$$\left. \begin{aligned} S_1(t) &= A_0 \cos(\omega_1 t + \alpha_1); \\ S_2(t) &= A_0 \cos(\omega_2 t + \alpha_2), \end{aligned} \right\} \text{ для } 0 \leq t \leq T, \quad (3.16)$$

де початкові фази α_1 та α_2 можуть мати однакові значення при маніпуляції без розриву фази ($\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$) або різні при маніпуляції з розривом фази ($\alpha_1 \neq \alpha_2$).

Маніпуляція без розриву фази може здійснюватися шляхом зміни частоти коливання одного і того ж генератора, а з розривом фази - перемиканням незалежно працюючих двох генераторів з різними частотами. При передачі інформації на

високих швидкостях, що має місце в РЗП з накопиченням і прискореної передачею застосовується, в основному, частотна маніпуляція без розриву фази.

Енергетичний спектр ЧМн коливання може бути представлений формулою і має вигляд представлений на рис.3.21.

$$G(\omega) = \frac{1}{8} A_0^2 [\delta(\omega - \omega_1) + \delta(\omega - \omega_2)] + \frac{1}{16\pi} A_0^2 T \left\{ \frac{\sin^2 \frac{1}{2}(\omega - \omega_1)T}{[\frac{1}{2}(\omega - \omega_1)T]^2} + \frac{\sin^2 \frac{1}{2}(\omega - \omega_2)T}{[\frac{1}{2}(\omega - \omega_2)T]^2} \right\}$$

Де функція

$$\delta(\omega - \omega_{1,2}) = \begin{cases} \infty & \text{при } \omega = \omega_{1,2} \\ 0 & \text{при } \omega \neq \omega_{1,2} \end{cases} \quad (3.17)$$

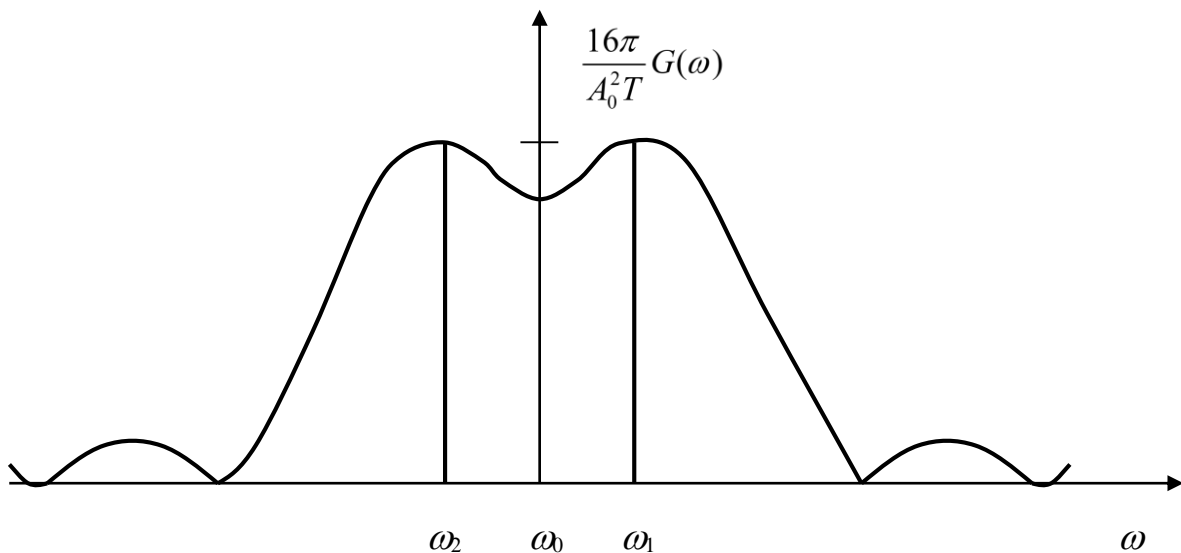


Рис.3.21. Енергетичний спектр частотно-маніпульованого сигналу

У РЗП, що працюють в режимі накопичення і прискореної передачі інформації крім частотної маніпуляції може використовуватися частотна модуляція сигналу з мінімальним зрушенням (ЧММЗ). Сигнали з ЧММЗ є окремим випадком ЧМ сигналів з безперервною фазою (ЧМБФ).

Сигнали з фазовою маніпуляцією (ФМн). При фазовій маніпуляції одне зі значень первинного сигналу передається високочастотним коливанням з одним значенням початкової фази, а інше - коливанням, що відрізняється по фазі від останнього на 180° . Таким чином, різні реалізації фазо-маніпульованого сигналу є коливання:

$$\left. \begin{aligned} S_1(t) &= A_0 \cos(\omega_0 t + \alpha_0) = S(t); \\ S_2(t) &= A_0 \cos(\omega_0 t + \alpha_0 + \pi) = -S(t), \end{aligned} \right\} \text{ для } 0 \leq t \leq T \quad (3.18)$$

Сигнали $S_1(t)$ і $S_2(t)$ є протилежними, тобто перший сигнал відповідний «1» збігається за фазою з несучим коливанням, а другий, відповідний "0" перебуває з ним у протифазі.

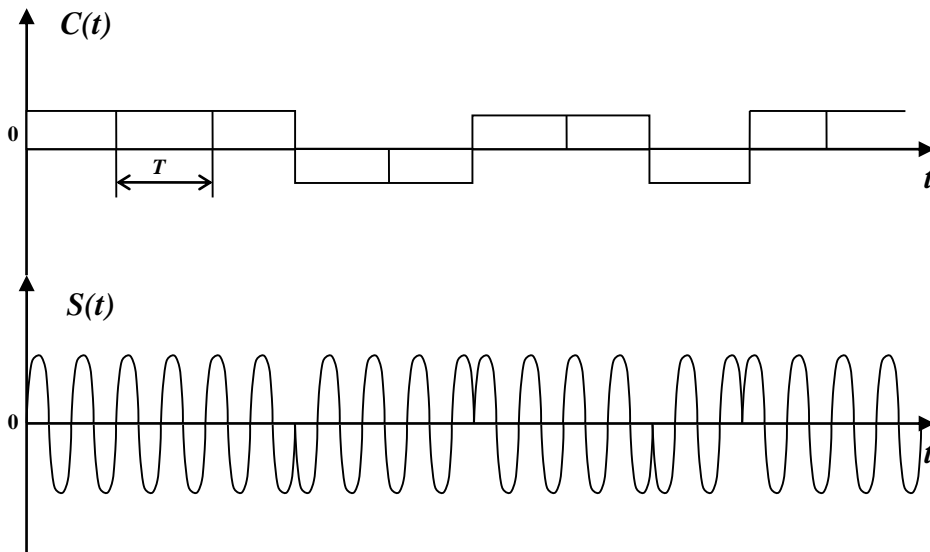


Рис.3.22. Фазо-маніпульований сигнал

Фазо-маніпульований сигнал, як випадкова послідовність, може бути представлений у вигляді добутку гармонійного коливання $S_0(t)$ і модулюючої функції $c(t)$: $S(t) = c(t) \cdot S_0(t)$, где $c(t) = c_0(t) = (1, -1)$ - функція, що приймає значення 1 чи -1.

Однак системам з ФМн притаманний однаковий недолік. З-за дії різних неконтрольованих чинників можливі випадкові зміни фази опорного сигналу $S_0(t)$ на π . При цьому навіть за відсутності перешкод переданий символ "1" реєструється як "0", а переданий символ "0" - як "1". Виникає явище, зване "зворотної роботою", яке буде тривати до наступного випадкового стрибка фази опорного сигналу. Тому протилежні сигнали неможливо використовувати в режимі звичайної ФМн у радіоканалах.

Тому в системах знімання інформації, за аналогією з системами радіозв'язку, широке розповсюдження отримав метод щодо фазової модуляції (ОФМ), який дозволяє ціною невеликого енергетичного програшу реалізувати в радіоканалі переваги таких сигналів.

Формування сигналу ОФМ відрізняється від формування сигналу ФМн додатковим відносним кодуванням. Воно зводиться до перетворення двійкових символів a_k в послідовність інших двійкових символів b_k за правилом $b_k = a_k \oplus b_{k-1}$ (тобто підсумовуванням за модулем 2). Потім несуча маніпулюється отриманою послідовністю за правилом звичайної ФМн, як показано на рис.3.23, а.

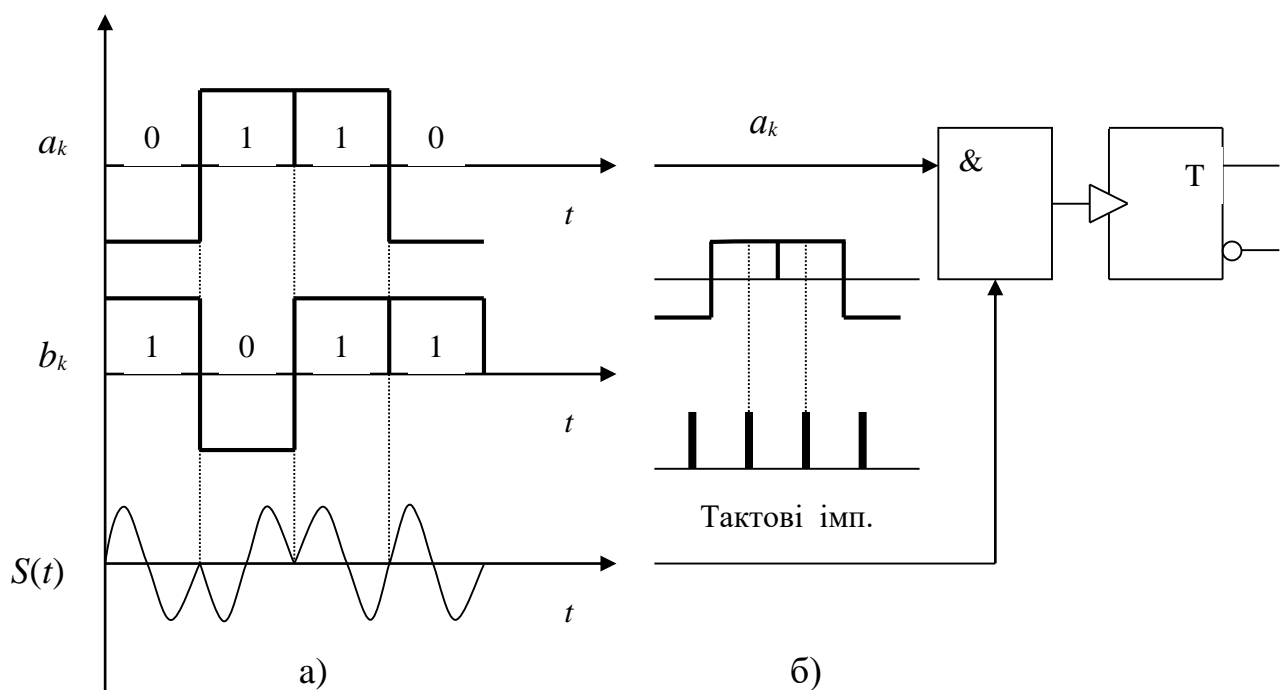


Рис. 3.23. Формування сигналу ОФМ

Коротко правило для ОФМ звучить так: символу «0» відповідає сигнал, що співпадає по фазі з попередньою послілкою, символу «1» - сигнал, що знаходиться в протифазі з попередньою послілкою.

3.5.3 Сигнали з імпульсною модуляцією

У радіозакладних пристроях широко поширеними є імпульсні види модуляції сигналів. При імпульсних методах модуляції для передачі інформації

використовується послідовність імпульсів високочастотних коливань (рис.3.24). При цьому параметри імпульсної високочастотної послідовності змінюються відповідно до значень безперервної модулюючої функції $x(t)$ в точках відліку.

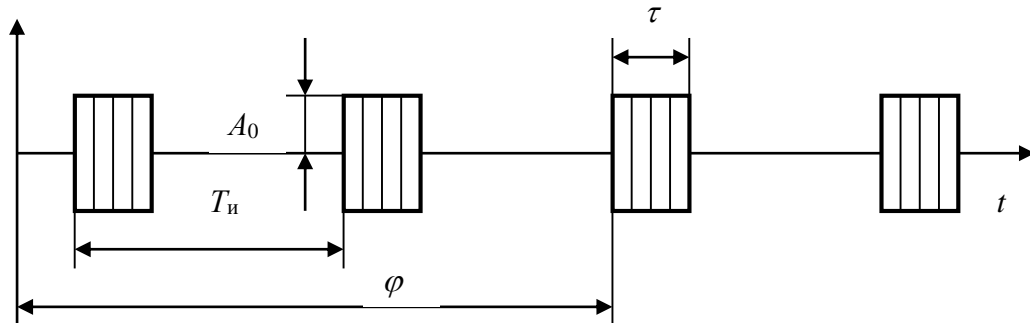


Рис. 3.24. Загальний принцип імпульсної модуляції

Немодульована послідовність імпульсів характеризується наступними параметрами: амплітудою A_0 , тривалістю τ періодом T_n (частотою) їх прямування та початковою фазою φ (тобто їх розміщення на осі часу) Залежно від параметра імпульсів, який піддається модуляції, розрізняють (рис.3.25):

амплітудно-імпульсну модуляцію (АІМ), при якій змінюється амплітуда імпульсів пропорційно значенню модулюючої функції $x(t)$ в точці відліку (рис.3.25, в);

широотно-імпульсну модуляцію (ШІМ), при якій у відповідності зі значенням модулюючої функції $x(t)$ змінюється тривалість (ширина) імпульсів (рис.3.25, г, д);

фазо-імпульсну (час-імпульсну) модуляцію (ФІМ), при якій відповідно до зміни модулюючої функції $x(t)$ змінюється положення в часі (початкова фаза) імпульсів (рис.3.25, е, ж);

частотно-імпульсну модуляцію (ЧІМ), засновану на зміні частоти проходження імпульсів (рис.3.25, з, и).

Зазвичай імпульсна модуляція здійснюється у два етапи. На першому етапі здійснюється модуляція низькочастотним коливанням $x(t)$ послідовності

відеоімпульсів. На другому етапі промодульована послідовність відео імпульсів модулює гармонійне (несуче) коливання. Таким чином, загальний принцип модуляції може бути виражений формулою

$$A_{\text{им}}(t) = c_k(t)A_0(t) = c_k(t)A_0 \cos(\omega_0 t + \alpha),$$

де c_k - модульована послідовність відео імпульсів.

Сигнали з широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ). При модуляції імпульсів по тривалості змінюється їх ширина. У разі ШІМ можливі одностороння і двостороння (симетрична) модуляція по тривалості (рис.3.26). При односторонній модуляції (рис.3.26,б) один з фронтів імпульсу переміщуються на величину $\Delta\tau_k$ пропорційно - модулюючій напрузі. Інший фронт залишається фіксованим. Приріст тривалості імпульсу при односторонній модуляції можна представити у вигляді наступного рівняння:

$$\Delta\tau_k = \Delta\tau_{\text{макс}} \cdot x(t_k)$$

а повну тривалість k - го імпульсу у вигляді:

$$\tau_k = \tau + \Delta\tau_k = \tau + \Delta\tau_{\text{макс}} x(t_k) = \tau[1 + m_\tau \cdot x(t_k)] \quad (3.19)$$

де $m_\tau = \Delta\tau_{\text{макс}} / \tau$ - визначає глибину модуляції.

Необхідно відзначити, що одностороння модуляція по тривалості супроводжується одночасною модуляцією по фазі. Це пояснюється наступним. Дійсно, якщо середина немодульованого імпульсу відповідала моменту часу kT_u , то при зміні тривалості на величину $\Delta\tau_k$ момент t_k відповідаючий середині імпульсу тривалістю $\tau_k = \tau + \Delta\tau_k$, зміниться і дорівнюватиме:

$$t_k = kT_u + \frac{\Delta\tau_k}{2} = kT_u + \frac{\Delta\tau_{\text{макс}}}{2} x(t_k)$$

Тобто зміщується на величину $\frac{\Delta\tau_{\text{макс}}}{2} x(t_k)$ в чому і проявляється модуляція

фази:

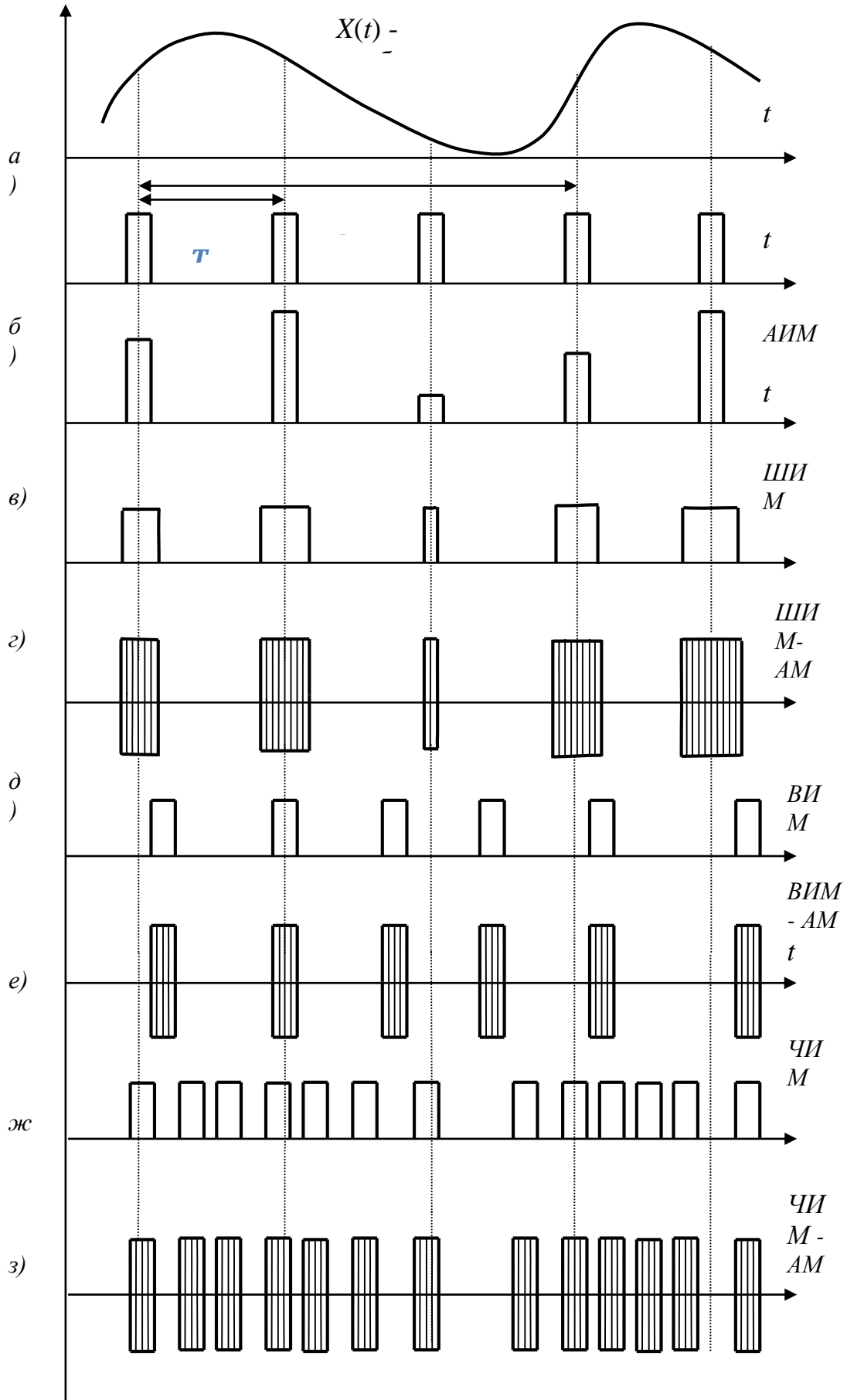


Рис.3.25. Імпульсні види модуляції

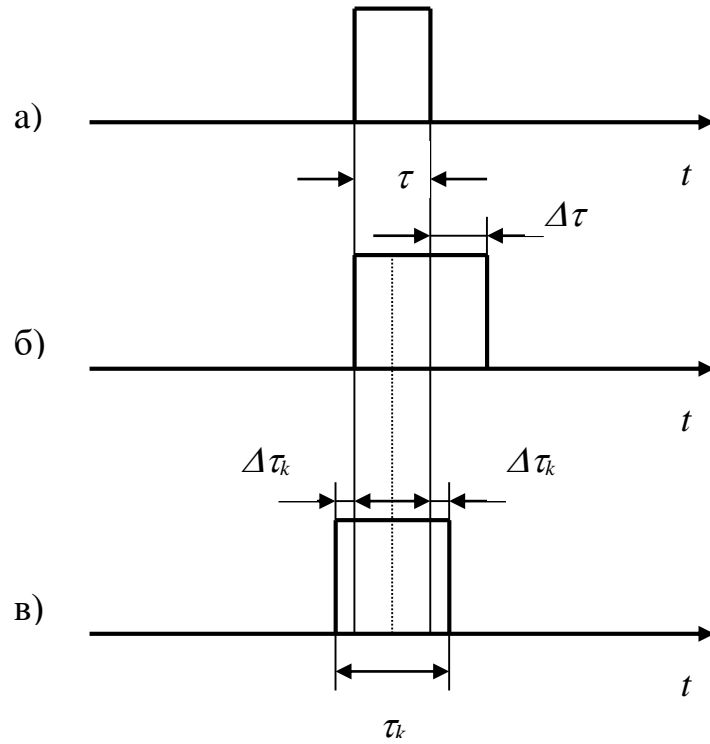


Рис.3.26. Принцип широтно-імпульсної модуляції

Для двосторонньої, симетричної модуляції (рис.3.26, в) справедливі наступні співвідношення:

$$\Delta\tau_k = 2\Delta\tau_{\text{макс}}x(t_k); \quad \tau_k = \tau[1 + m_\tau(t_k)]$$

Де $m_\tau = \frac{2\Delta\tau_{\text{макс}}}{\tau}$

Двостороння модуляція по тривалості не супроводжується фазовою модуляцією, так як положення середини імпульсу не змінюється.

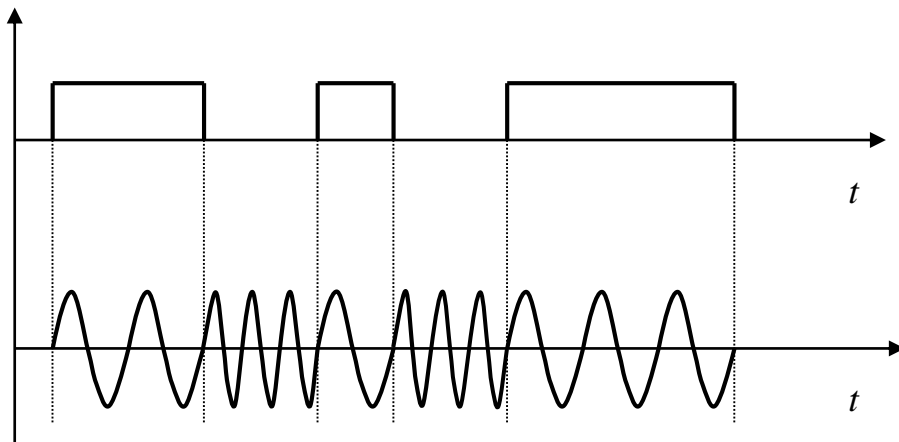


Рис. 3.27 Сигнал ШИМ-ЧМ

У радіозакладних пристроях може використовуватися дворівнева модуляція ШІМ-ЧМ (рис.3.27). Даний тип сигналу забезпечує досить високу завадостійкість і скритність переданого повідомлення.

Сигнал ВІМ (ФІМ) - АМ. Найпростішим видом широкосмугового сигналу, який може бути застосований в РЗП є сигнал виду ВІМ-АМ. При час-імпульсній модуляції під впливом модулюючого сигналу змінюється тимчасове положення імпульсів. Форма імпульсів при цьому залишається незмінною. У немодульованій послідовності положення імпульсів визначається моментами, а в модульованій - моментами t_k , зсунутими щодо тактових точок t_{k0} називається девіацією тимчасового положення імпульсу і позначається Δt_{max} . Очевидно, що Δt_{max} не може перевищувати $0,5T_d$. Модульована послідовність при

ВІМ описується наступним чином:

$$S_{вим}(t) = A_0 \sum_{k=-\infty}^{+\infty} f(t - t_k)$$

Де $t_k = t_{k0} - \Delta t_{max} x(t_k)$; A_0 – амплітуда; T_d -період повторення; $f(t)$ - Нормована функція, що описує форму одиночного імпульсу; $t_{k0} = t_0 + kT_d$ - тактові точки(моменті які визначають положення імпульсів у часі).

Сигнал ВІМ-АМ представляє собою послідовність радіоімпульсів

$$S_{вим}(t) = A_0 \sum_{k=-\infty}^{+\infty} f(t - t_k) \cos(\omega_0 t + \varphi_0) \quad (3.20)$$

Епюри пояснюють формування сигналу ВІМ - АМ, показан на рис. 3.28.

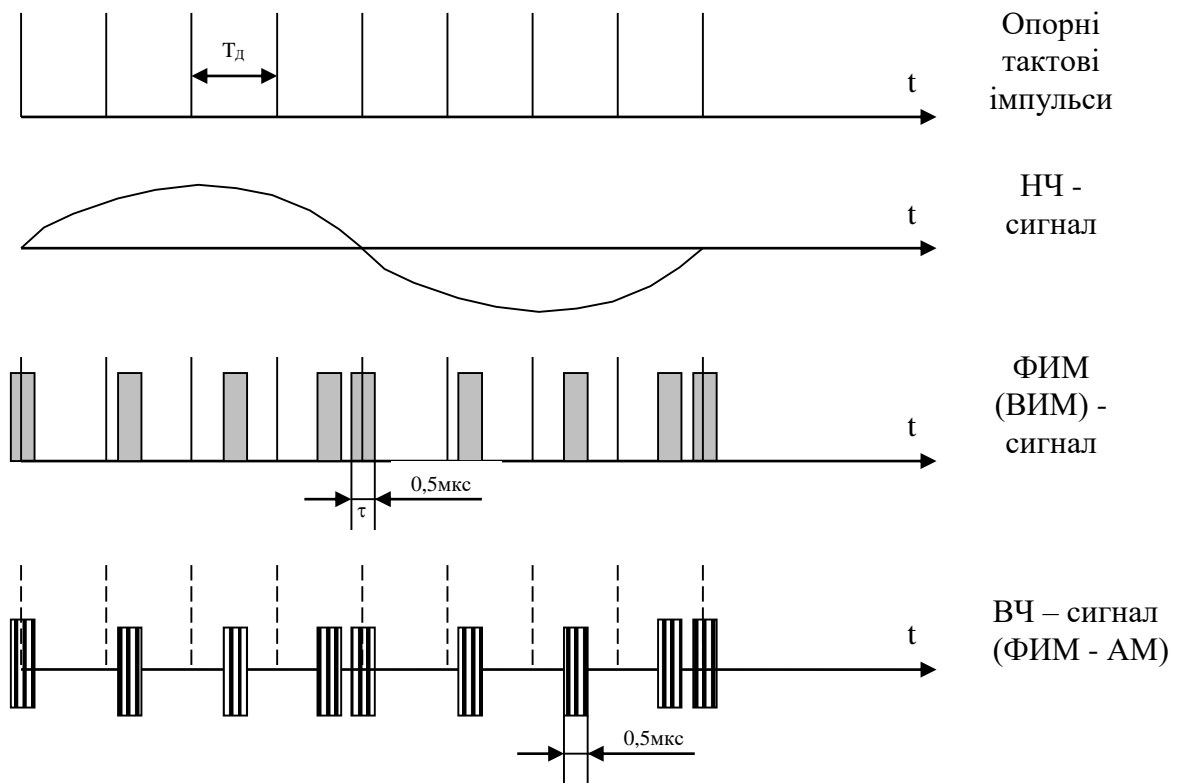


Рис.3.28. Сигнал з час-імпульсною модуляцією

Сигнал складається з короткого радіоімпульсу тривалістю, випромінюваного на інтервалі T_d . В інший час інтервалу передавач ніякого сигналу не випромінює.

3.5.6 Сигнали з дельта-модуляцією

Система з Δ -модуляцією є системою з передбаченням сигналу по одному попередньому значенню. У системах з прогнозом по одному значенню передвіщеним є попереднє значення з відповідним коефіцієнтом ваги α_1 . Сигналом помилки в такій системі є різниця $\varepsilon = s(t) - \alpha_1 s(t - \Delta t)$. У системах з дельта-модуляцією значення коефіцієнта ваги вважається рівним $\alpha_1 = 1$, тобто в даному випадку в якості передбаченого береться попереднє значення функції сигналу (повідомлення), то сигнал помилки виявляється рівним $\varepsilon = s(t) - s(t - \Delta t)$.

Специфічною особливістю систем з дельта-модуляцією є те, що по каналу знімання інформації передається не сам сигнал помилки, а лише його знак, визначаючий позитивне чи негативне прирощення переданого значення сигналу щодо попереднього. Ці два значення повідомлення (позитивне чи негативне прирощення) передаються сигналами двійкового коду («1» - позитивне прирощення; «0» - негативне прирощення). Загальна ідея передачі сигналів у системі з дельта-модуляцією пояснюється на рис.3.29а, де для простоти функція вихідного сигналу або повідомлення $s(t)$ зображена у вигляді лінійно-ламаної кривої. На наступному нижньому графіку вказаний знак приросту функції і на останньому - сигнали для перетворення в двійковий код (Δ -імпульси), якими передається знак збільшення.

Принцип передачі сигналів у системах з Δ -модуляцією пояснюється на рис.3.17б. В кожен момент відліку $k \cdot \Delta t$ дійсне значення сигналу $s(k \cdot \Delta t)$ порівнюється з квантованим рівнем, отриманими в попередній момент. При цьому процес квантування здійснюється за принципом: значення функції $s(k \cdot \Delta t)$ замінюється найближчим великим квантованим рівнем, якщо $s(k \cdot \Delta t) - g[(k-1)\Delta t] > 0$, і меншим, якщо $s(k \cdot \Delta t) - g[(k-1)\Delta t] < 0$. Якщо дане значення сигналу $s(k \cdot \Delta t)$ виявляється більше квантованого рівню $g[(k-1)\Delta t]$ в попередній момент часу, то в лінію надсилається позитивний імпульс $\varepsilon' = h$, якщо менше $\varepsilon' = -h$ - негативний. Підсумовування послідовності ε - імпульсів дає в приймачі ступеневу функцію $g(t)$

Ступенева функція $g(t)$ показана на рис. 3.29б. Ця функція в приймачі фільтрується і відтворює з певною точністю вихідний сигнал. При Δ -модуляції здійснюється визначення знака приросту аналогового сигналу за досить короткий проміжок часу рівний інтервалу дискретизації. Частота дискретизації вибирається більше ніж $2F_{\max}$. Це визначає велику кореляцію між відліками, що дозволяє точніше передбачити поточний відлік по попереднім. Частота дискретизації при f_d -модуляції чисельно дорівнює швидкості передачі.

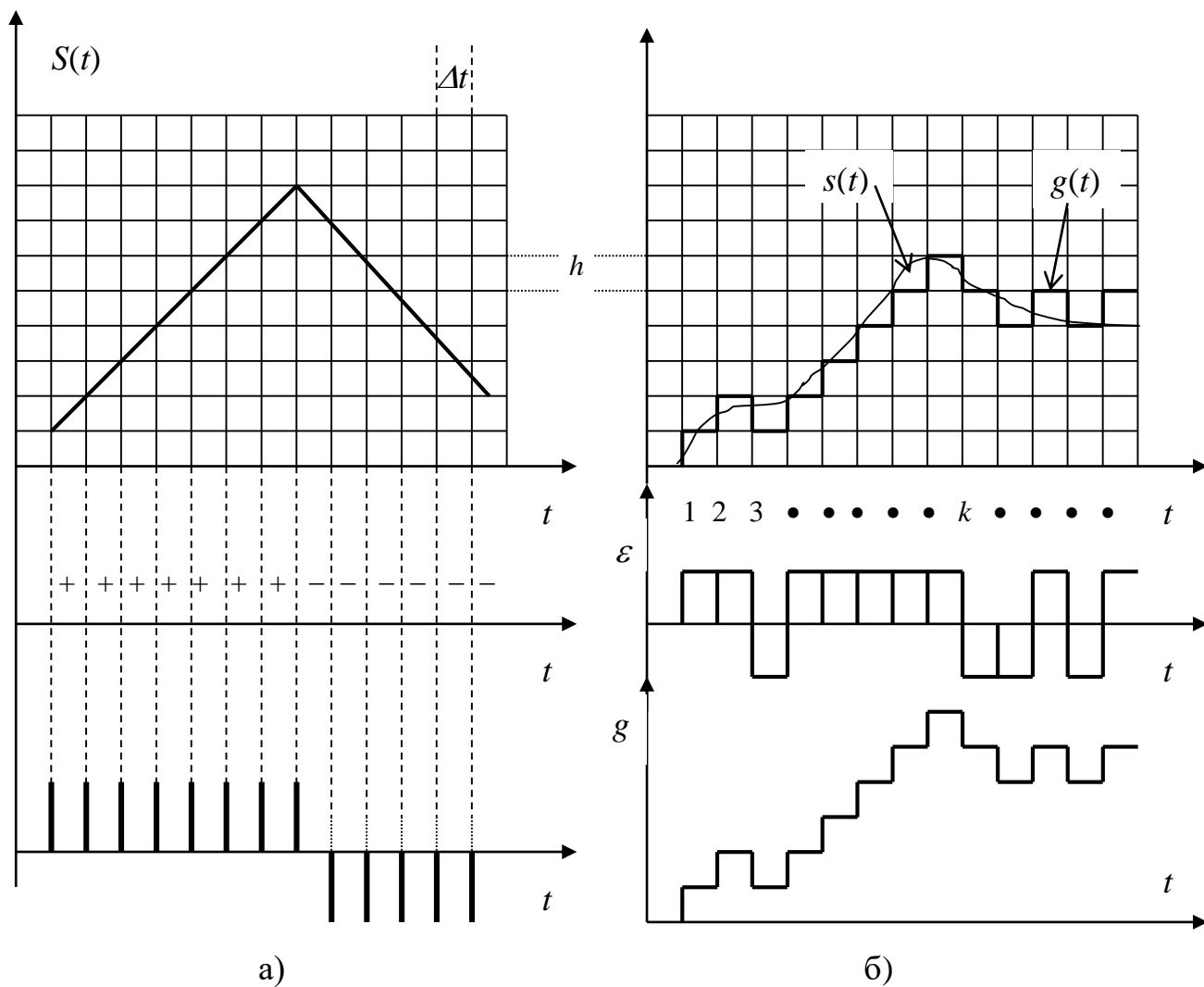


Рис.3.29 Сигнал с дельта модуляцією

У пристроях знімання інформації як правило використовуються найбільш прості дельта-модулятори у яких дискрета квантування сигналу має постійну величину для сигналу всіх рівнів. Тому такий-модулятор називається рівномірним або лінійним дельта-модулятором.

На виході провісника, відповідно до рис.3.30, діє сигнал. Це рівняння описує дискретний аналог інтегратора в тому сенсі, що здійснюється накопичення позитивних і негативних величин ($\pm h$). При цьому вхідний сигнал квантователя має вигляд $\varepsilon(k) = s(k) - s'(k) = s(k) - s(k-1) - \varepsilon(k-1)$, тобто представляє собою

різницю сусідніх відліків з урахуванням помилки квантування попереднього відліку $\varepsilon(k-1)$.

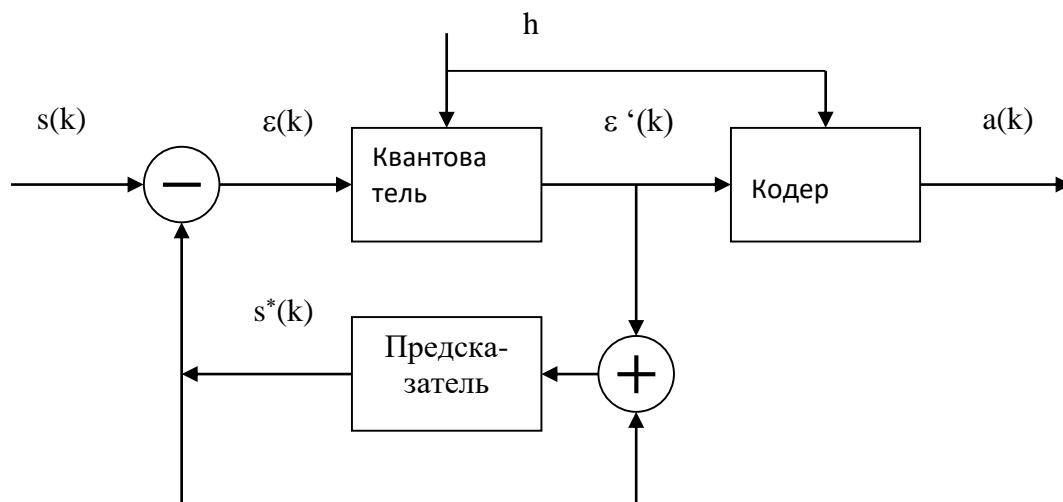


Рис.3.30 Лінійний дельта-модулятор

З виходу кодера дельта-модулятора послідовність "0" і "1" надходить на вхід модулятора, де здійснюється модуляція несучої за законом ФМ або ЧМ. Основна перевага лінійного дельта-модулятора полягає в його простоті, що й зумовило його широке застосування в цифрових пристроях знімання інформації. Пристрій може бути реалізовано на простому аналоговому або цифровому інтеграторі і не вимагає ніякої синхронізації по кодовою словами, так як кодування однорозрядною. Відновлення сигналу на прийомі використовує просте підсумовування або віднімання величини h від попереднього відліку в залежності від значення кодового символу $a(k) = (0,1)$.

3.5.7 Складні шумоподібні сигнали

Шумоподібний сигнал ФМ-ПСП. Періодичний ФМ-ПСП сигнал, визначений на нескінченному часовому інтервалі, записується в наступному вигляді:

$$S(t) = a_0 \sum_{i=1}^{\infty} \sum_{K=1}^N \text{rect} [t - (R-1)\tau_u - N\tau_u(i-1)] \exp \{j(w_0 t + \varphi_K + \varphi_0)\}$$

де i -номер періоду послідовності.

Фаза φ_R приймає значення $VR\pi$, де $\{VR\}$ - послідовність символів: $V_1, V_2, \dots, V_i, \dots$, кожен з яких приймає значення на множині $\Gamma \in \{0, 1, 2, \dots, P-1\}$; а P - підстава послідовності.

У нашому випадку, в якості послідовності символів $\{VR\}$ використовується лінійна рекурентна послідовність, що має довжину періоду $N=2n-1$, де n - ціле число, $i \in$ підстави $p=2$. Така послідовність називається бінарною M -послідовністю, і саме вона найчастіше використовується для формування складних ФМ сигналів радіозакладних пристроїв.

Крім бінарних M -послідовностей застосовуються складові, нелінійні послідовності і послідовності Ріда-Мюллера, що володіють кореляційними функціями з відносно малими бічними залишками автокореляційних функцій.

Розглянемо особливості енергетичних спектрів ФМ сигналів, що формуються на основі M - послідовностей.

Енергетичний спектр шумоподібного сигналу, що формується за допомогою M -послідовності, може бути представлений у вигляді добутку двох складових:

$$H_s(i\omega) = H_z(i\omega) \cdot H_{pos}(i\omega),$$

де $H_z(i\omega)$ - спектр одиночного елемента, який залежить від форми його огинаючої. Другий співмножник $H_{pos}(i\omega)$ - визначається складністю структури послідовності субімпульсів M -послідовності.

Енергетичний спектр (квадрат модуля амплітудного спектра) складного сигналу в аперіодичному режимі:

$$|G(f)|^2 = |g(f)|^2 \left(N + 2 \sum_{k=1}^{N-1} X_k \cos(2\pi \cdot R \cdot f \cdot \tau_0) \right) \quad (3.23)$$

де $|g(f)|^2$ - енергетичний спектр огинаючої елементарного імпульсу;

$$g(f) = \int_{-\infty}^{\infty} u(t) \cdot e^{-i2\pi \cdot f \cdot t} dt$$

- спектр огинаючої елементарного імпульсу; N - довжина

псевдовипадковою послідовності; а $X_k = \sum_{s=1}^{N-k} a_s \cdot a_{s+k}$.

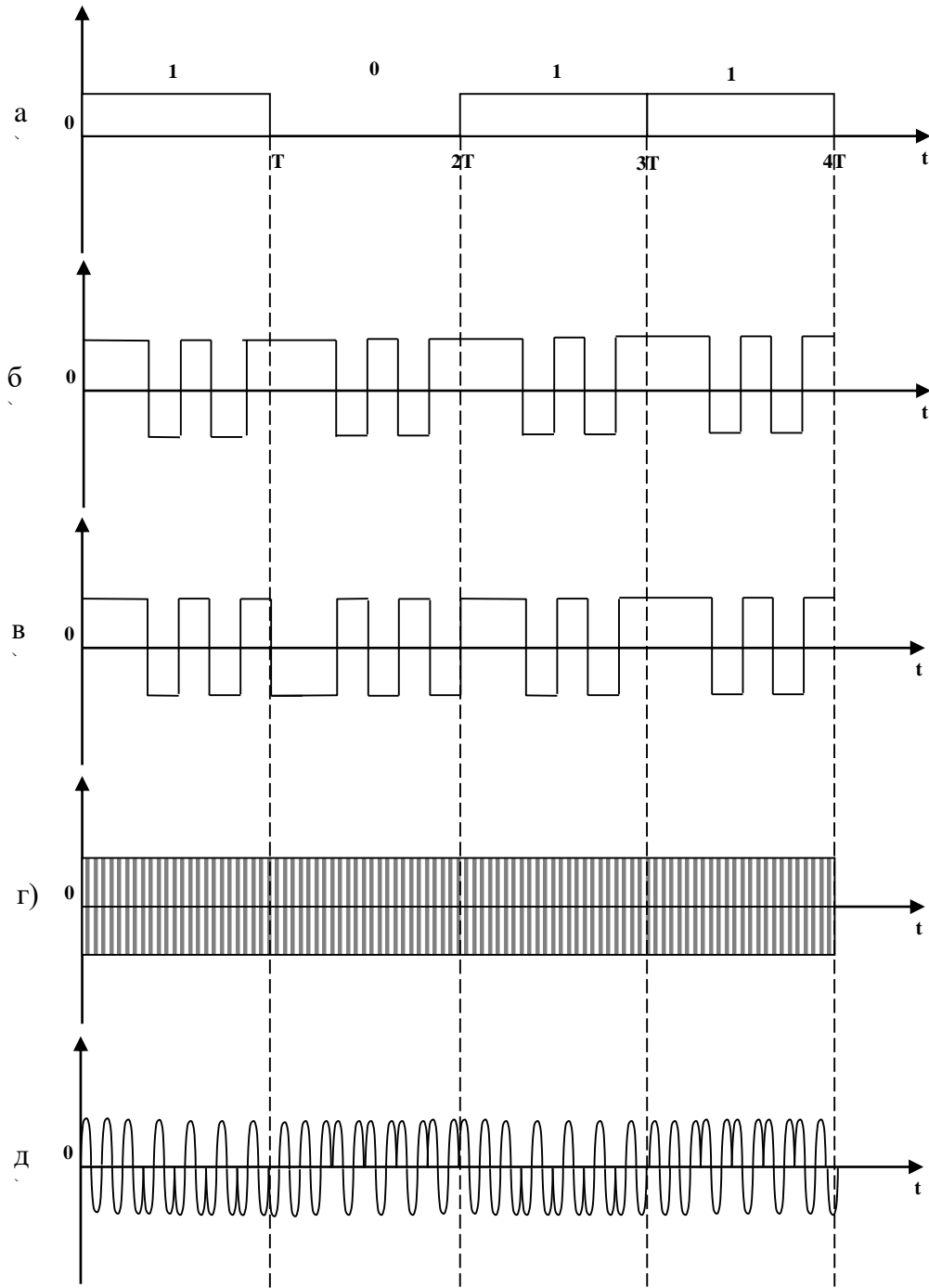


Рис.3.31. Процес формування ФМ - ПСП сигналу

Величина X_k має простий фізичний зміст: вона являє собою різницю між числом нулів і числом одиниць у двійковій $(N-R)$ -значної послідовності $\{d_s \oplus d_{s+k}\}_{N-KT}$ отриманої з вихідного коду шляхом додавання за модулем 2 його символів, розділених R розрядами, і є автокореляційною функцією коду $\{d_k\}_N$.

У спектрі сигналу ФМ-ПСП на рис.3.32 ясно видно сильна порізаність спектру, наявність на ньому викидів.

Викиди - це ділянки енергетичного спектру, на яких частотні складові мають, в середньому, більш високу інтенсивність по відношенню до спектральним складовим сусідніх ділянок.

Випромінювання спектрів сигналів з різними реалізаціями коду однієї і тієї ж М-последовності показує, що такі спектри також володіють порізаність (наявністю викидів), але величина і розташування максимумів і мінімумів суворо індивідуальні для кожного коду.

Таким чином, рівень викидів, їх кількість, середнє значення і дисперсія істотним чином залежать від режиму випромінювання складного сигналу (аперіодичний, періодичний з чергуванням основної та негативної ПСП, а також зі зміною ПСП через інтервали, відповідні тривалості інформаційного символу) і виду конкретної М- последовності.

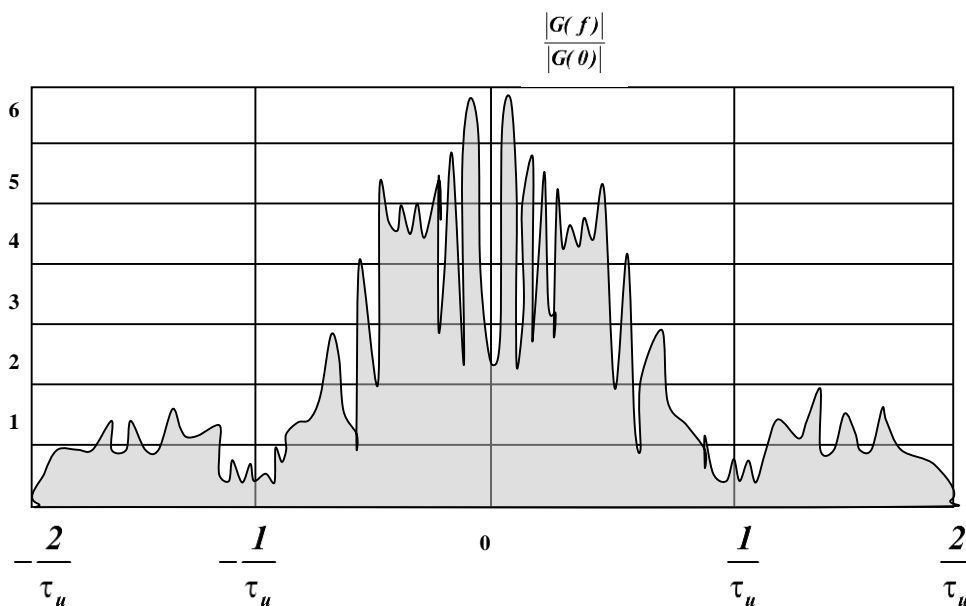


Рис.3.32. Спектр шумоподібного сигналу ФМ-ПСП

При двофазної маніпуляції зі зсувом фази на 180° , утворюється радіосигнал з пригніченою несучою. Спектр потужності ШПС має вигляд $(\sin x / x)^2$ з шириною основного пелюстка спектру (від нуля до нуля), що дорівнює подвоєному значенню

частоти F_T прямування двійкових символів ПСП. В основному пелюстки спектру ШПС міститься 90% всієї потужності сигналу. Ширина смуги цієї пелюстки, виміряна на рівні 3 дБ, відповідає величині $1,2F_m$ і в цій смузі зосереджено 50% потужності.

Сигнал ЧМ - ПСП.

Сигнал у системі акустичного контролю ЧМ - ПСП є безперервним процесом, причому передана інформація закладена в закон зміни частоти, інформація про адресу одержувача - в закон фазової маніпуляції безперервного ЧМ-сигналу періодичною шумоподібною послідовністю.

Сигнал ВІМ (ФІМ) - ПСП.

Широке поширення в системах знімання інформації в даний час отримують комбіновані сигнали. Одним з таких сигналів є сигнал ВІМ - ПСП. На рис.3.33 зображені епюри даного сигналу.

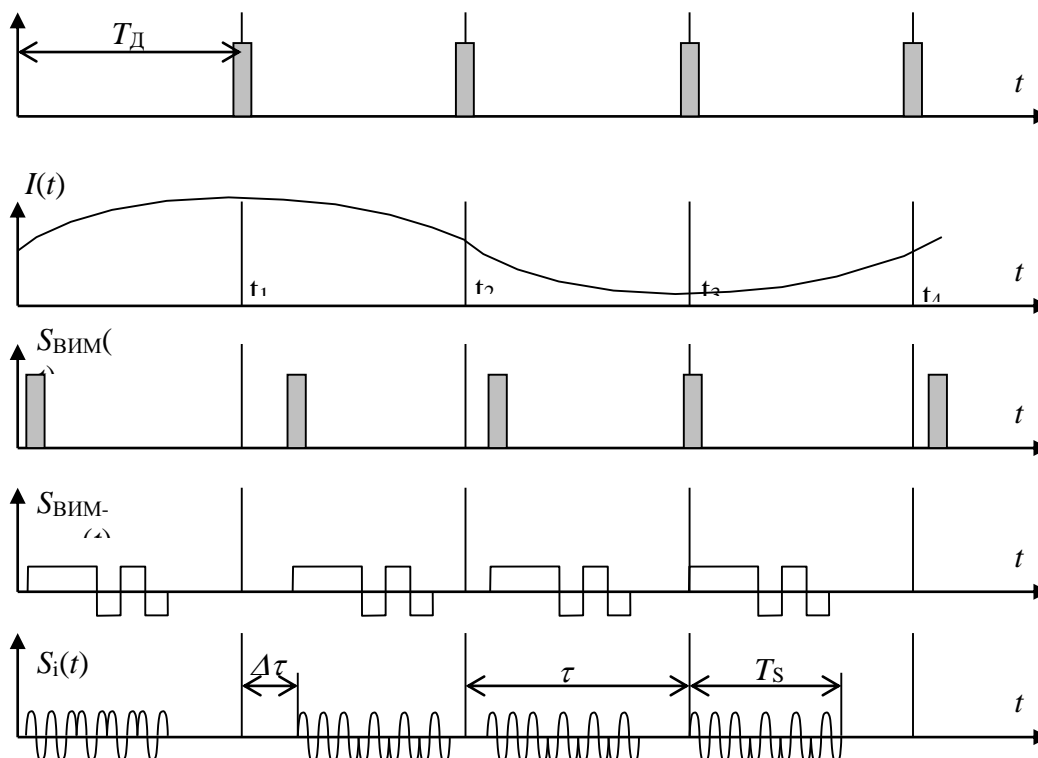


Рис.3.33. Сигнал ВІМ-ПСП

Корисна інформація закладена у часовому інтервалі між деякою тактовою точкою t_k і моментом появи сигналу ШПС. Шумоподібний сигнал має тривалість T_s .

Багатофазні шумоподібні сигнали.

На відміну від поширених бінарних фазових шумоподібних сигналів існують багатофазні шумоподібні сигнали. У цих сигналах фаза несучої в окремих коротких імпульсах приймає не два, а більше число значень. Можна уявити, що такі сигнали отримані в результаті модуляції несучої частоти «багатофазної» модулюючої послідовністю.

Складні аналогові сигнали.

Складні аналогові сигнали спочатку знайшли широке застосування в системах радіорелейного, тропосферного та космічного зв'язку на ранніх етапах їх становлення і розвитку, в радіотелеметрії і, частково, в радіолокації. Деякі типи складних аналогових сигналів, завдяки простоті формування, можуть використовуватися в системах знімання інформації.

Схема формування складного аналогового сигналу показана на рис.3.34.

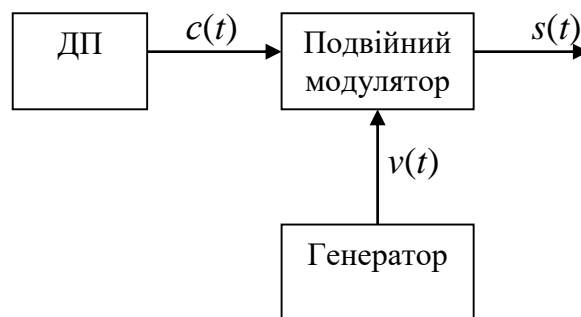


Рис.3.34 Схема формування складного аналогового сигналу

Дана схема містить джерело повідомлення (ДП), генератор модулюючого (допоміжного) коливання і подвійний модулятор, алгоритм роботи якого відповідає деякому нелінійного оператора Φ , так що на виході модулятора формується вихідне коливання $s(t) = \Phi\{c(t), v(t)\}$.

У залежності від виду модуляції корисним повідомленням $s(t)$ та виду допоміжного колювання $v(t)$ отримують велику кількість різноманітних складних аналогових сигналів $s(t)$.

Суть формування складного аналогового сигналу полягає в тому, що використовується не простий переносник сигналу $s(t)$ (гармонійна несуча), а складне несуче колювання - ЧС, ФМ, ЧФМ, ЛЧМ і т.д. отримується шляхом модуляції простої несучої деякою функцією $v(t)$, (пила, шум, синусоїда) сформованої в генераторі допоміжного колювання.

3.5.8 Ефективність та доцільність підвищення ефективності роботи РЗП

Згідно с класифікаціями в таблицях 2.1 та 2.2 визначимо РЗП з якими ознаками буде доцільно використати на двох різних об'єктах наведених нижче.

Об'єкт 1 – офіс малої компанії

Заходи щодо забезпечення безпеки інформації на даному об'єкті не проводяться. Доступ до кімнати в якій має бути встановлений РЗП: допускається тимчасове перебування сторонніх осіб.

На основі цих даних можна зробити наступні висновки що до розробки РЗП який може бути встановлений на даному об'єкті.

По перше, це може бути напівпрофесійний, або навіть аматорський радіозакладний пристрій, який буде мати наступні класифікаційні ознаки:

Режим роботи передавача може бути неперервній, але лише в тому випадку, якщо його потужність буде вибрана така що не буде заважати роботі офісної техніки, щоб не викликати підозру,

В даному випадку можна використовувати РЗП без маскуванню сигналу, тобто на даному об'єкті може бути використаний самий простий радіозакладний пристрій, проте для більш надійного укриття шпигунства можливо підвищити його ефективність, якщо це буде фінансово доцільно.

Об'єкт – установа банку.

Заходи щодо забезпечення безпеки інформації на даному об'єкті: проводяться регулярно із застосуванням сучасних технологій, будівля охороняється.

Доступ до кімнати в якій має бути встановлений РЗП: допускається тимчасове перебування сторонніх осіб.

Пристрій який було рекомендовано використовувати на першому об'єкті в даному випадку вже не може бути застосований, тому розглянемо способі підвищення ефективності його роботи.

По перше, в пристрої повинні використовуватися складні шумоподібні або складні аналогові сигнали.

Пристрій повинен мати якомога малу потужність, але таку щоб її було достатньо для зняття інформації с найближчої точки що виходить за рамки контрольованого об'єкту. Потужність може бути 0,2-0,5 Вт.

Також підвищити ефективність роботи можна шляхом застосування в ЗРП радіо мікрофона з кварцової стабілізацією частоти, це дозволить позбавитися від впливу місця розташування, температури, та інших дестабілізуючих факторів і підвищить якість передачі інформації

Так як на об'єкті постійно проводяться заходи що до виявлення ЗП, використовувати неперервний режим передачі не є доцільним, такий пристрій одразу ж буде знайдено та ліквідовано службою безпеки об'єкту. Тому краще за все використати РЗП який буде працювати по заданому алгоритму або в режимі швидкодії, це ускладнить виявлення ЗП, та підвищить ефективність його роботи. Не виключаю той факт що можливо розробити пристрій с дистанційним керуванням. Ще однією класифікаційною ознакою РЗП є спосіб маскуванню сигналу, а в даному випадку рекомендується використати пристрій з маскуванню сигналу під радіонавігаційні системи.

Загальні рекомендації та висновки:

При розробці або виборі РЗП потрібно враховувати бюджет на даний пристрій. Чи буде доцільно застосовувати той чи інший РЗП на конкретному об'єкті.

Чим більше є інформації про об'єкт тим більш ефективним може бути РЗП.

З наведеного прикладу ми можемо робити висновки що до ефективності застосування того чи іншого РЗП на двох зовсім різних об'єктах. Адже не є доцільним застосовувати РЗП яка була розроблена для об'єкту 2 на об'єкті 1, тому що розробка такого пристрою може бути дорожчою за інформації яку потрібно добути. Але слід також відмітити, що іноді зручніше та доцільніше встановити пристрій в іншому місті, наприклад, якщо потрібно вести підслуховування розмов одного із працівників, то РЗП буде легше встановити в машині суб'єкту. Ось чому перед застосуванням потрібно якомога більше розвідати інформації про об'єкт який передбачається прослуховувати, та вибрати найбільш доцільний варіант рішення задачі встановлення ЗП.

ВИСНОВКИ

В даній дипломній роботі були розглянуті канали витоку інформації, засоби акустичної розвідки. Основна увага приділялася радіо закладним пристроям, розглянуті особливості побудови РЗП, їхні характеристики. Наведені характеристики сигналів.

В даний час, засоби негласного добування інформації, що використовують радіоканал як середовище передачі небезпечних сигналів, знаходять все більше застосування не тільки в діяльності державних правоохоронних органів, але і в діяльності різного роду злочинних угруповань.

В цій роботі були розглянуті найбільш поширені засоби - так звані акустичні закладні пристрої з передачею інформації по радіоканалу - радіозакладки. Вони займають лідируюче місце серед засобів технічного шпигунства. Основне місце їх застосування - внутрішні приміщення різних установ та організацій різних форм власності. Знешкодження таких пристроїв представляє собою важливу і досить складну задачу в системі заходів щодо захисту інформації і полягає у виявленні і локалізації небезпечних сигналів радіозаставних пристроїв.

При цьому слід врахувати, що сучасні РЗУ в більшості випадків використовуються в межах промислово розвинених індустріальних центрів. Це призводить до того, що пошукові бригади здійснюють пошук і виявлення небезпечних сигналів радіозакладок в неоптимальних умовах, що зумовлено відсутністю апріорних відомостей про найнебезпечнішому сигналі і місце його появи, нестаціонарністю помехової обстановки в умовах міста й екрануванням небезпечних сигналів несучими конструкціями будівель і міжповерхових перекриттів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Хорошко В.А., Чекатков А.А. Методы и средства защиты информации. - К.: "Юниор", 2003. – 503 с.
2. Максименко Г.А., Хорошко В.А. Методы выявления, обработки и идентификации сигналов радиозакладных устройств. Учебное пособие – Киев-2003
3. Закон України “Про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах” // Відомості Верховної Ради України - 2003-№25с274.
4. Хорев А.А. Способы и средства защиты информации. — М.: МО РФ, 2000. – 314 с.
5. Хорев А.А. Защита информации от утечки по техническим каналам. Ч.1. Технические каналы утечки информации. Учебное пособие. – М.: Гостехкомиссия России, 1998. – 320с.
6. Андрианов В.И. "Шпионские штучки" и устройства для защиты объектов и информации: Справ. пособие / Андрианов В.И., Бородин В.А., Соколов А.В. - СПб.: Лань, 1996. - 260 с.
7. Баранов В.М., Вальков Г.В., Еремеев М.А. Защита информации в системах и средствах связи. Учебное пособие.– СПб.: ВИККА имени А.Ф. Можайского, 1994.
8. Петраков А.В. Основы практической защиты информации. - М.: Радио и связь, 2000. - 368 с.
9. Голего А.Г., Хорошко В.А. Организационно-техническое обеспечение защиты информации: Учебное пособие - К.: КМУГА, 1999.
10. Большая энциклопедия промышленного шпионажа / Каторин Ю.Ф., Куренков Е.В., Лысов А.В. и др. - СПб.: Полигон, 2000. - 886 с.
11. Меньшаков Ю.К. Защита объектов и информации от технических средств разведки. Учебное пособие – Москва-2002. – 399с.
12. Нормативная база НДТЗІ, ДСТУ, ТПКО

13. Сидорин Ю.С. Технические средства защиты информации Учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2005. 141 с.
14. Материалы сайтов <http://spu-life.ru/>, <http://www.das.kiev.ua/> , <http://unit.in.ua/> , www.razvedka.ru
15. Y. Yao „The cougar approach to in-network query processing in sensor networks” / Y. Yao and J. Gehrke //, in SIGMOD Record, September 2002.
16. N. Sadagopan et al., The ACQUIRE mechanism for efficient querying in sensor networks, in the Proceedings of the First International Workshop on Sensor Network Protocol and Applications, Anchorage, Alaska, May 2003.
17. R.C. Shah „Energy Aware Routing for Low Energy Ad Hoc Sensor Networks” / R. C. Shah and J. Rabaey // IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), March 17 – 21, 2002, Orlando, FL.
18. B. Bhuyan „AqoS aware routing protocol in wireless sensor networks with mobile base stations”/ B. Bhuyan and N. Sarma // in Proc. Int. Conf. Internet Things Cloud Comput., 2016, pp. 1 – 5.
19. J. Ben-Othman „Energy efficient and QoS based routing protocol for wireless sensor networks,” / J. Ben-Othman and B. Yahya // J. Parallel Distrib. Comput., vol. 70, no. 8, pp. 849_857, 2010.
20. Романюк В.А. Иерархическая маршрутизация в мобильных радиосетях // Зв’язок. – 2002. – No 3. – С. 21 – 25.
21. W. Heinzelman „Energy-Efficient Communication Protocol for Wireless Microsensor Networks” / W. Heinzelman, A. Chandrakasan and H. Balakrishnan //, Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS ’00), January 2000.
22. A. Manjeshwar, „TEEN: a routing protocol for enhanced efficiency in wireless sensor networks” / A. Manjeshwar and D. P. Agarwal //, In 1st International Workshop on Parallel and Distributed Computing Issues in Wireless Networks and Mobile Computing, April 2001.
23. A. Manjeshwar „APTEEN: A hybrid protocol for efficient routing and comprehensive information retrieval in wireless sensor networks” / A. Manjeshwar and

D. P. Agarwal //, Parallel and Distributed Processing Symposium., Proceedings International, IPDPS 2002, pp. 195 – 202.

24. V. Rodoplu „Minimum Energy Mobile Wireless Networks” / V. Rodoplu and T. H. Meng, // IEEE Journal Selected Areas in Communications, vol. 17, no. 8, Aug. 1999, pp. 1333-44.

25. L. Li „Minimum-Energy Mobile Wireless Networks Revisited” / L. Li, and J. Y. Halpern // IEEE International Conference on Communications (ICC) 2001. Vol. 1, pp. 278 – 283.

Статті, конференції

1. Дакова Л.В., Хміль Д.Я., Галич А.С., Герасименко Д.В., Семидко С.О. Всеукраїнська науково-технічна конференція «Сталий розвиток глобальної системи зв'язку, навігації, спостереження та організації повітряного руху cns/atm» Використання розподілених транспортних радіомереж терагерцового діапазону для побудови мереж мобільного зв'язку нового покоління. 23 – 25 листопада 2021р., НАУ, м. Київ, С. 35-37.

2. Дакова Л.В., Хміль Д.Я., Галич А.С., Герасименко Д.В., Семидко С.О. Перспективи впровадження IPTV на противагу існуючим системам супутникового телебачення в Україні Журнал «Зв'язок» – №4 – 2022. – С.

ДЕМОНСТРАТИВНІ МАТЕРІАЛИ