

Лекція 1

1. Засоби, комплекси і системи професійного радіозв'язку

До складу радіоканалу входять радіо передавальний та радіоприймальний пристрої. Вони забезпечують передачу і прийом радіосигналів і відносяться до **засобів радіозв'язку** або **радіозасобів**.

В практиці професійного зв'язку радіозасоби з метою розширення їх можливостей по забезпеченню зв'язку в різних умовах об'єднуються в комплекси, тобто в сукупності взаємозв'язаних засобів радіозв'язку, а також допоміжних технічних пристроїв, об'єднаних загальним управлінням.

Залежно від призначення і складу, комплекси радіозв'язку поділяють на передавальні, приймальні і приймально-передавальні. Останні звичайно називають радіостанціями.

Малопотужні переносні радіостанції, які виконані як єдине ціле, також відносять до радіозасобів.

Для забезпечення радіозв'язку в інтересах декількох посадових осіб радіостанції можуть об'єднуватись в комплекси спільно з іншими засобами і кінцевою апаратурою, що забезпечує більш раціональне їх використання. Ці комплекси розміщуються на рухомій базі (автомобіль, бронетранспортер, гелікоптер) і називаються рухомими пунктами управління.

Усі комплекси і засоби радіозв'язку, які забезпечують зв'язок визначеного пункту управління, об'єднуються в окремий елемент вузла зв'язку - радіоцентр (**рис. 1**). Таким чином, радіоцентр – це організаційно-технічне об'єднання комплексів і засобів радіозв'язку, яке забезпечує радіозв'язок пункту управління (ПУ) з радіоцентрами інших вузлів зв'язку.

Засоби і комплекси радіозв'язку, які побудовані за єдиними технічними принципами складають систему радіозв'язку. На базі систем радіозв'язку організуються мережі радіозв'язку ланок управління різного рівня.

Мережі радіозв'язку будуються в основному за двома принципами: радіомережа (**рис. 2, а**), де декілька кореспондентів мають можливість зв'язку кожного з кожним; радіонапрямок, в якому працюють лише два кореспонденти. За принципом радіомережі організується радіозв'язок в низових ланках управління, де при малому числі робочих частот велика кількість кореспондентів. Радіонапрямок використовується в мережах зв'язку командирів і штабів.

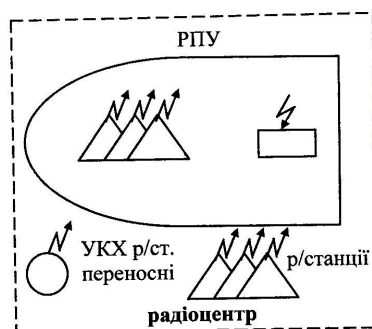


Рис. 1

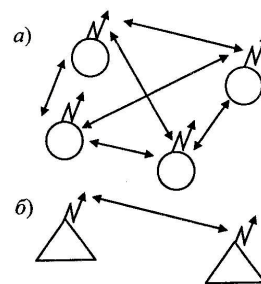


Рис. 2

2. Види радіосигналів в системах професійного радіозв'язку

В системах професійного радіозв'язку передаються як безперервні, так і дискретні повідомлення. Вид повідомлень визначається характером інформації, що передається, і тактичними міркуваннями. Так, до перших відносяться телефонні повідомлення, а також телевізійні повідомлення, які передаються в реальному часі.

Дискретні повідомлення містять, як правило, інформацію неоперативного характеру. Це дані бойової обстановки, накази, інші документи.

Повідомлення, які перетворені в первинний сигнал, для передачі по радіоканалу перетворюються в радіосигнал. При цьому один і той же первинний сигнал може бути перетворений в різні види радіосигналів. Наприклад, речовий (телефонний) сигнал може бути перетворений в амплітудно-модульований або в частотно-модульований радіосигнал. Передача радіосигналів по радіоканалу супроводжується витратою енергетичного і частотного ресурсу радіоліній, який буде різним при різних видах радіосигналів.

Розглянемо з цих позицій радіосигнали, які використовуються у військовому радіозв'язку.

2.1. Безперервні радіосигнали

Радіосигнал з амплітудною модуляцією несучої. Вид випромінювання АЗЕ (АЗ). Сигнал використовується для передачі телефонних повідомлень. Його частотні та енергетичні характеристики приведені на **рис. 3**.

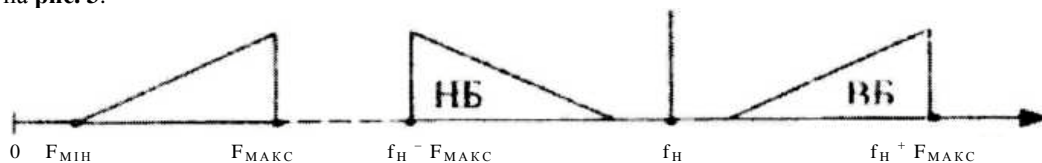


Рис. 3

З **рис. 3** видно, що сигнал АЗЕ має несучу частоту і дві бічні смуги. Смугою частот, яку займає сигнал в радіоканалі

$$\Delta F_c = f_n + F_{\text{макс}} - f_n + F_{\text{макс}} = 2 F_{\text{макс}}.$$

В системах професійного зв'язку $F_{\text{мін}} = 0,3\text{кГц}$; $F_{\text{макс}} = 3,4\text{кГц}$. Тому $\Delta F_c = 6,8\text{кГц}$.

Оскільки в бічних смугах міститься однакова інформація, то радіочастотний спектр використовується неекономно. Середня потужність сигналу на виході радіопередавача визначається за формулою:

$$P_{\text{сер}} = P_n (1 + m_{\text{макс}}^2 / \Pi^2) = P_n + P_{\text{бчн}}; P_{\text{бчн}} = P_n (m_{\text{макс}}^2 / \Pi^2), \quad (1)$$

де:

P_H – потужність випромінювання на несучій частоті;
 $P_{БЧН}$ – цотужність випромінювання на частотах бічних смуг;
 $m_{МАКС}$ – коефіцієнт модуляції;
 Π – пікфактор моделюючого сигналу.

При $m = 1$ і $\Pi = 3,3$ потужність бічних смуг сигналу складає лише 10% від потужності несучої.

Таким чином, енергетичний ресурс передавача також витрачається недоцільно. Внаслідок вказаних недоліків сигнал АЗЕ в практиці радіозв'язку використовується рідко.

Односмугові радіосигнали. Вид випромінювань НЗЕ, РЗЕ, ІЗЕ (АЗН, АЗА, АЗІ)

Односмуговий сигнал (ОСС) використовується для передачі телефонних повідомлень, а також по односмуговому каналу можлива передача декількох телеграфних сигналів. Спектральні та енергетичні характеристики ОСС приведені на **рис. 4**.

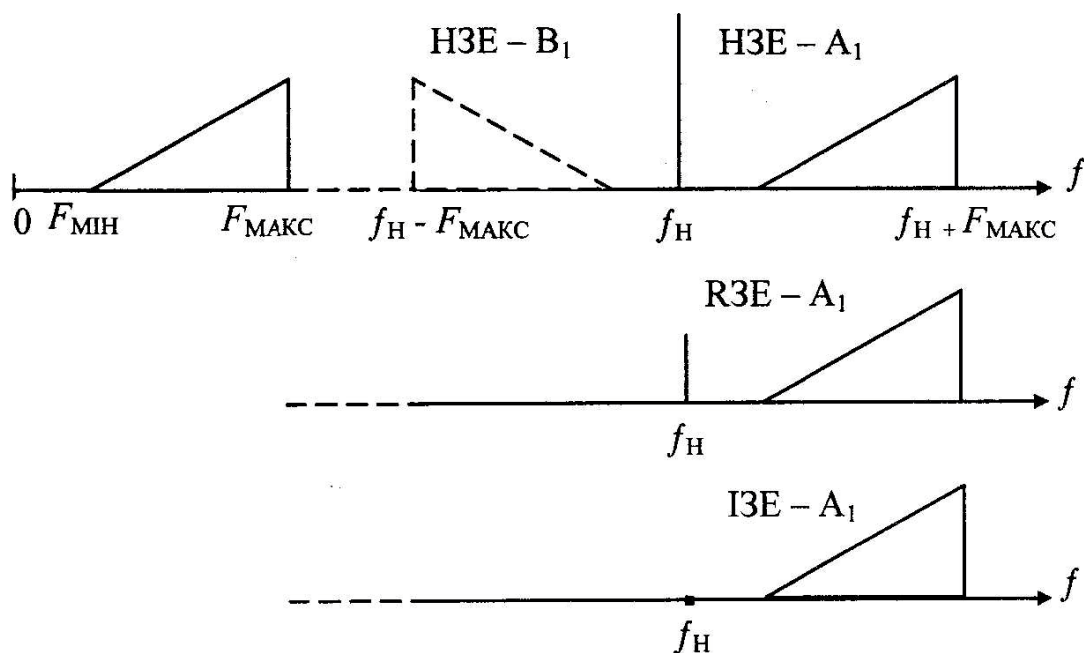


Рис. 4

Повідомлення можуть передаватися як по верхній (A_1), так і по нижній смузі (B_1 з повною, ослабленою і придушеною несучою (види випромінювань НЗЕ, РЗЕ, ІЗЕ (АЗН, АЗА, АЗІ).

Смуга частот, яку займає сигнал

$$\Delta F_c = f_H + F_{МАКС} - f_H + F_{МАКС}$$

або

$$\Delta F_c = f_H - (f_H - F_{МАКС}) = F_{МАКС}$$

тобто вдвічі менше за смугу сигналу АЗЕ.

В енергетичному відношенні сигнал НЗЕ мало відрізняється від сигналу АЗЕ і використовується при зв'язку з радіостанціями, які працюють АМ сигналами.

Сигнали RЗЕ і ІЗЕ є основними сигналами, які використовуються для телефонного радіозв'язку у КХ діапазоні. Потужність яка в сигналі RЗЕ витрачається на передачу залишку несучої, складає 10% – 20% від повної несучої.

Радіосигнали з частотною модуляцією .

Клас випромінювання F3E (F3)

Сигнал використовується для передачі телефонних повідомлень . Як відомо спектр ЧМ коливання є нескінченний, але його основна енергія зосереджена в обмеженій смузі частот , яка визначається формулою

$$\Delta F_c = 2F_{\text{МАКС}} (1 + m_{\text{ЧМ}}),$$

де:

$F_{\text{МАКС}}$ – максимальна частота модулюючого сигналу;

$m_{\text{ЧМ}}$ – індекс частотної модуляції.

Для каналів професійного радіозв'язку встановлено

$$F_{\text{МАКС}} = 3,4 ; m_{\text{ЧМ}} = 1,4 - 1,5.$$

При цьому смуга частот сигналу досягає 17 кГц , тобто його використання доцільно лише у діапазоні частот з великою частотною ємністю – діапазоні УКХ.

Незмінність амплітуди ЧМ сигналу дозволяє забезпечити ефективне використання потужності радіопередавача . Середня потужність сигналу може досягати максимальної потужності радіопередавача. Це особливо важливо при використанні у мережах радіозв'язку радіостанцій малої потужності.

2.2.Дискретні радіосигнали

Радіосигнали з амплітудною маніпуляцією.

Клас випромінювань A1A (A1) A2A (A2)

Сигнали використовуються для передачі телефонних повідомлень за допомогою коду “Морзе” .

Сигнал A1A формується шляхом маніпуляції коливань несучої частоти . Спектральна характеристика сигналу A1A приведена на **рис. 5**.

З **рис.5** видно , що спектр сигналу складається з несучої частоти та бічних складових непарних порядків ($n = 1, 2, 3, 4\dots$), кратній модуляції F_M . Основна енергія сигналу зосереджена у межах складових п'ятого порядку.

Саме тому ширину смуги частот, яку займає сигнал, визначають за формулою

$$\Delta F_c = 2nF_M, n = 3; 5.$$

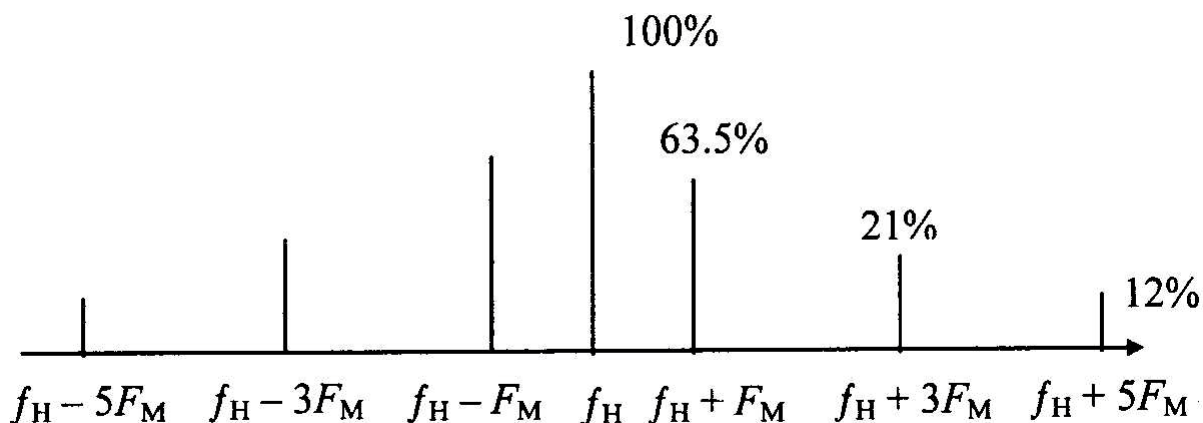


Рис. 5

Прийом сигналу А3А звичайно здійснюється наслух, тому швидкість передачі складає 20 - 25 Бод, тобто частота маніпуляції буде:

$$F_M = B/2 = 10 - 12,5 \text{ Гц.}$$

Тоді $\Delta F_c = 100 - 125$ Гц. Внаслідок своєї вузькосмужності сигнал А1А використовується у КХ діапазоні.

Сигнал А2А утворюється шляхом модуляції несучого коливання звуковим коливанням $F_{зв} = 800 - 1000$ кГц відповідно з літерами коду "Морзе". При цьому спектр сигналу подібний спектру А3Е при модуляції одним тоном і займає смугу частот $\Delta F = 2F_{зв} = 1,6 - 2,0$ кГц. Тому сигнал використовується рідко.

Радіосигнали з частотною маніпуляцією.

Клас випромінювань F1B(F1), F7B(F6)

Сигнали використовуються для передачі телеграфних (фототелеграфних) повідомлень за допомогою літеродрукуючої апаратури.

Сигнал F1B – одноканальний радіосигнал, який утворюється шляхом дискретної зміни частоти несучого коливання. Несуча частота приймає два значення " f_b " і " f_B ", які відповідають "0" або "1" первинного телеграфного сигналу (див. **рис. 6**).

Спектр сигналу на частоті f_B (натиску) або частоті/ f_b (відпускання) подібний спектру сигналу А1А. Смуга частот, яку займає сигнал, залежить від частотного зсуву Δf_{zc} і визначається формулою:

$$\Delta F_C = \Delta f_{zc} + 2nF_M; \quad n = 3;5.$$

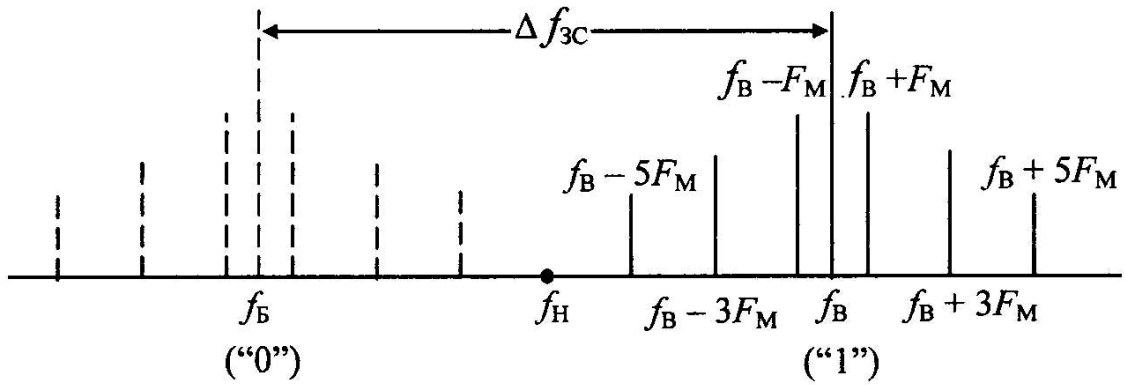


Рис. 6

У професійному літеродрукуючому зв'язку найбільш широко використовуються частотні зсуви від десятків до 1000 Гц при швидкості маніпуляції від 50 до 500 Бод. При цьому максимальна смуга частот сигналу буде досягати декількох кГц. Тому у КХ діапазоні використовуються частотні зсуви до 500 Гц при швидкості передачі до 150 Бод.

Сигнал F7B двоканальний радіосигнал який передається з використанням чотирьох частот, кожна з котрих відповідає одній комбінації посилок в телеграфному каналі (рис. 7).

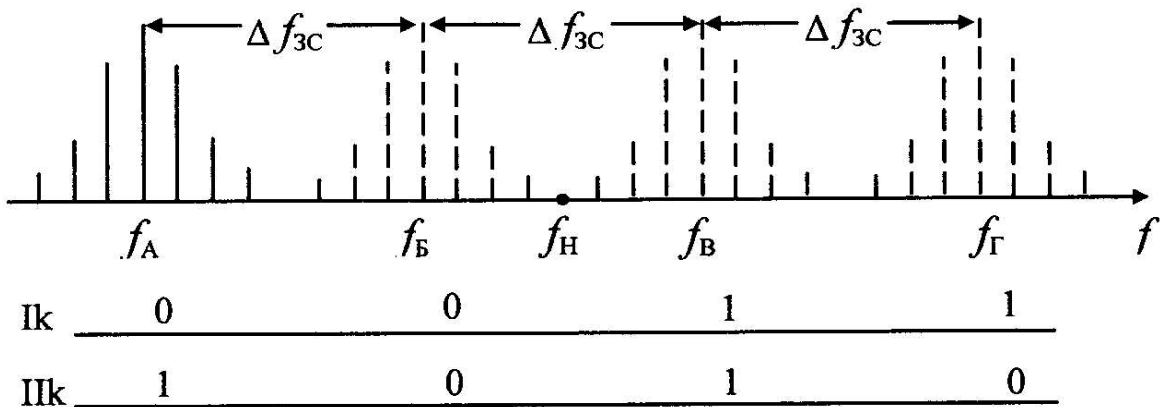


Рис. 7

Смуга частот, яку займає сигнал визначається за формулою:

$$\Delta F_c = 3\Delta F_{3C} + 2nF_M \quad n = 3; 5.$$

Радіосигнали з відносною фазовою маніпуляцією. Клас випромінювань G1B (F9)

Сигнал одноканальної телеграфної роботи. Спектр сигналу подібний спектру сигналу A1A, але він не містить несучого коливання (при передачі точок) рис. 8.

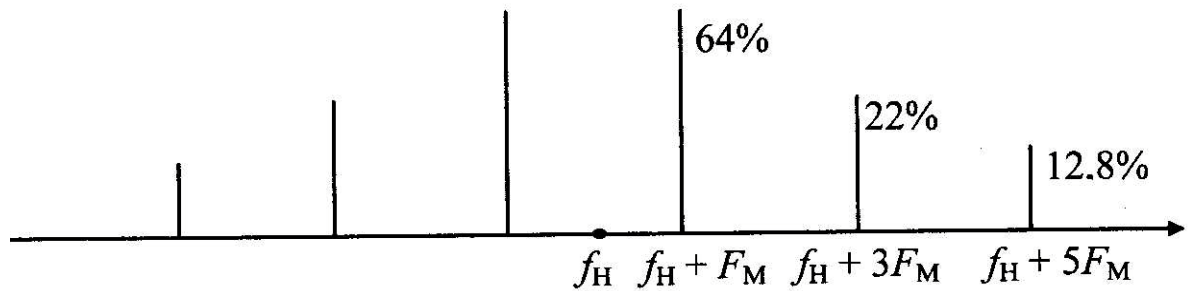


Рис. 8

$$\Delta F_M = B/2 \quad \Delta F_c = 2nF_M; \quad n = 3;5; \quad B = 300; 500 \text{ Бод}$$

Розглянуті дискретні сигнали відносяться до вузькосмугових радіосигналів, у яких:

$$\Delta F_c / f_H > 0,1.$$

Тому вони використовуються в основному у КХ діапазоні.

Питання для власного контролю та повторення

1. Що таке радіостанція, радіоцентр?
2. Недоліки сигналу АЗЕ.
3. Які види односмугових сигналів використовуються в професійному радіозв'язку і чому?
4. В яких діапазонах частот використовуються односмугові сигнали і сигнали F3E і чому?
5. Чим відрізняються спектри сигналів А1А і G1В?
6. Яка частота (f_A, f_B, f_V, f_I) випромінюється при комбінації посилок 1 – 1 в каналах передачі сигналу F7В?