

Лекція 5

НАДІЙНІСТЬ РАДІОЗВ'ЯЗКУ НА ЗАКРІПЛЕНИХ ЧАСТОТАХ

(Продовження)

2.3. Шляхи підвищення надійності КХ радіозв'язку на закріплених частотах

Відсутність можливості маневру робочою частотою при веденні зв'язку усуває можливість підвищення його надійності за рахунок використання резервів частотно-часового ресурсу КХ діапазону. Тому основними шляхами підвищення надійності є :

- підвищення енергетичного потенціалу в радіоканалі (радіолінії);
- прийом сигналів рознесених в просторі ;
- частотне рознесення сигналу.

2.3.1. Енергетичний потенціал радіолінії

Раніше було встановлено, що якість радіозв'язку залежить від співвідношення P_c/P_z на вході приймача радіолінії. Але це співвідношення не відображає смуги частот в якій приймається сигнал і діють завади. Тому введемо поняття енергетичного потенціалу радіолінії, який характеризується співвідношенням P_c/P_z на виході радіоканалу, тобто на вході демодулятора.

$$P_{рл} = \left(\frac{P_c}{P_z} \right)_{\text{ВхДм}} \quad (10)$$

Потужність сигналу і завад на вході демодулятора можливо записати:

$$P_{c \text{ Вх Дм}} = P_{c \text{ Вх Пр}} \cdot K_{р \text{ Пр}}; \quad P_{z \text{ Вх Дм}} = P_{z \text{ Вх Пр}} \cdot K_{р \text{ Пр}} + P_{ш \text{ Пр}} \quad (11)$$

де $K_{р \text{ Пр}}$ – коефіцієнт підсилення потужності приймача (до демодулятора);

$P_{ш \text{ Пр}}$ – потужність власних шумів приймача.

З урахуванням формули (11) вираз (10) приймає вигляд

$$P_{рл} = \frac{P_{c \text{ Вх Пр}} \cdot K_{р \text{ Пр}}}{P_{z \text{ Вх Пр}} \cdot K_{р \text{ Пр}} + P_{ш \text{ Пр}}} = \frac{P_{c \text{ Вх Пр}}}{P_{z \text{ Вх Пр}} + \frac{P_{ш \text{ Пр}}}{K_{р \text{ Пр}}}} \quad (12)$$

Потужність сигналу на вході приймача можливо виразити через параметри радіолінії:

$$P_{с\text{ Вх Пр}} = P_{\text{Пер}} \cdot G_{\text{Пер}} \cdot G_{\text{Пр}} W_{\text{Тр}}, \quad (13)$$

де $P_{\text{Пер}}$ – потужність передавача;

$G_{\text{Пер}}$ і $G_{\text{Пр}}$ – коефіцієнти підсилення передавальної та приймальної антен з урахуванням ККД фідерних ліній;

$W_{\text{Тр}}$ – множник ослаблення потужності на трасі радіозв'язку.

Потужність завад $P_{з\text{ Вх Пр}}$ можливо визначити через питому щільність потужності $\nu_{з\text{ Вх Пр}}^2$ і смугу пропускання приймача $\Delta F_{\text{Пр}}$

$$P_{з\text{ Вх Пр}} = \nu_{з\text{ Вх Пр}}^2 \cdot \Delta F_{\text{Пр}} \cdot \quad (14)$$

З урахуванням виразів (13) і (14) вираз (12) приймає вигляд

$$P_{\text{рл}} = \frac{P_{\text{Пер}} \cdot G_{\text{Пер}} \cdot G_{\text{Пр}} W_{\text{Тр}}}{\nu_{з\text{ Вх Пр}}^2 \cdot \Delta F_{\text{Пр}} + \frac{P_{\text{ш Пр}}}{K_{\text{р Пр}}}} \quad (15)$$

З аналізу виразу енергетичного потенціалу можливо зробити наступні підсумки.

З аналізу виразу енергетичного потенціалу можливо зробити наступні підсумки.

1. Збільшення енергетичного потенціалу радіолінії можливе за рахунок апаратурних параметрів $P_{\text{Пер}}$, $G_{\text{Пер}}$, $G_{\text{Пр}}$, при збільшенні яких підвищується рівень сигналу в точці прийому і надійність радіозв'язку. Але для досягнення $P_{зв} > (0.7 - 0.8)$ (див. рис. 2) цей шлях не є ефективним, тому що $P_{зв}$ росте не пропорційно збільшенню рівня сигналу.

2. Для збільшення $P_{\text{рл}}$ доцільно використовувати вузькосмугові сигнали, прийом яких здійснюється в мінімальній смузі пропускання приймача.

3. Підвищення $P_{рл}$ шляхом удосконалення параметрів радіоприймача (зменшення власних шумів, підвищення коефіцієнта підсилення потужності) доцільно лише в радіолініях в яких

$$P_{з\ вх\ Пр} < \frac{P_{шПр}}{K_{рПр}}, \text{ тобто потужність зовнішніх завад не визначає якість}$$

радіоканалу. Це має місце в радіоканалах УКХ і більш високих діапазонах. У КХ діапазоні звичайно зовнішні завади є визначними в енергетичному потенціалі радіолінії.

2.3.2. Прийом сигналів рознесених в просторі

Рознесений в просторі прийом сигналів є способом боротьби з завмираннями. Практично він реалізується шляхом прийому сигналу одного передавача двома або декількома приймачами на рознесені в просторі антени при автоматичному виборі каналу з найбільшим рівнем сигналу. Спосіб оснований на тому, що завмирання сигналу в точках прийому, рознесених в просторі на деяку відстань, некорельовані. Найбільш практичне застосування має здвоєний прийом, тобто прийом сигналу двома приймачами на антени, які рознесені на відстань що дорівнює $r = (5.0 \div 10) \lambda_{роб}$ (рис. 3)

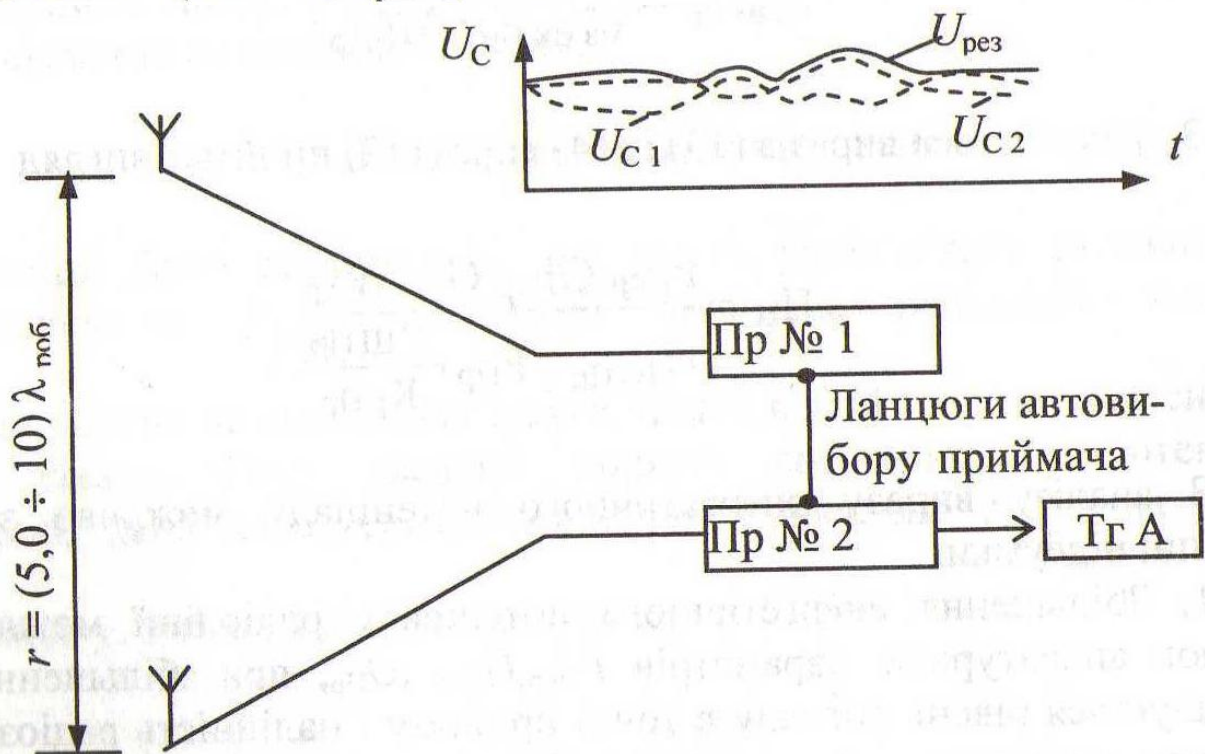


Рис. 3

2.3.3. Частотне рознесення сигналів

Сигнал передається одним або декількома передавачами на декількох частотах. Прийом здійснюється декількома приймачами з різними способами вибору або складання сигналів. Одним із шляхів реалізації частотного рознесення є застосування широкосмугових складених сигналів. Практичне застосування знайшли два види сигналів: паралельний і послідовний (рис. 4).

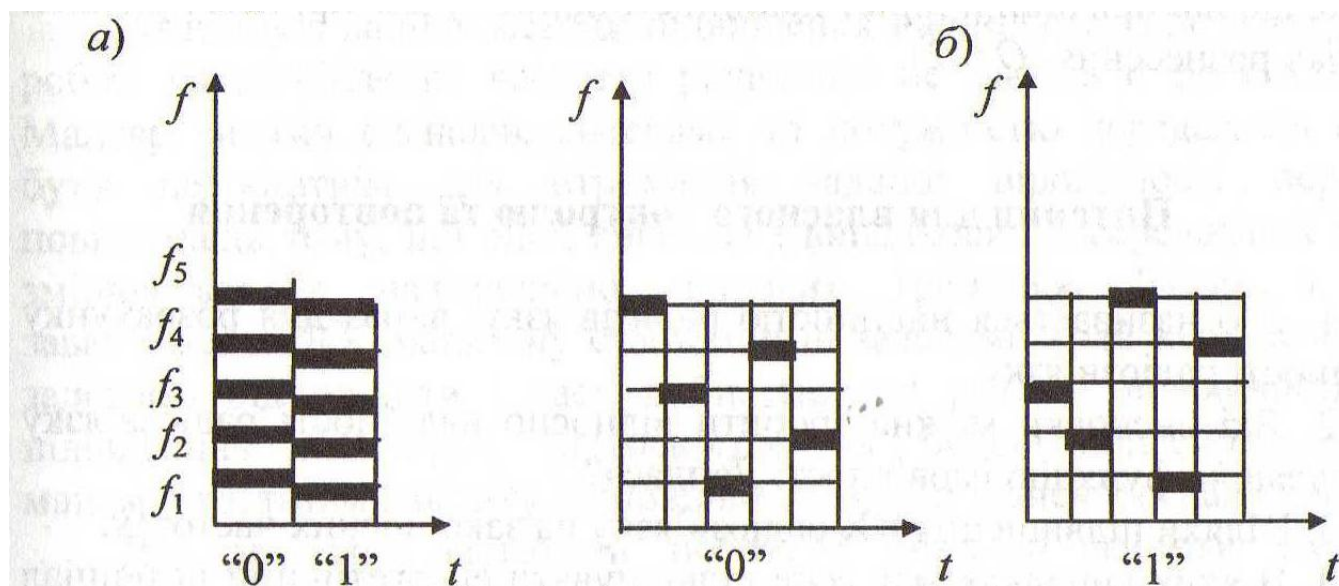


Рис. 4

Паралельний складений сигнал передається на ряді субканалів одночасно. При цьому потужність передавача дробиться по субканалах.

Послідовний складений сигнал передається повною потужністю передавача в кожному субканалі. Але швидкість передачі елементів сигналу менша.

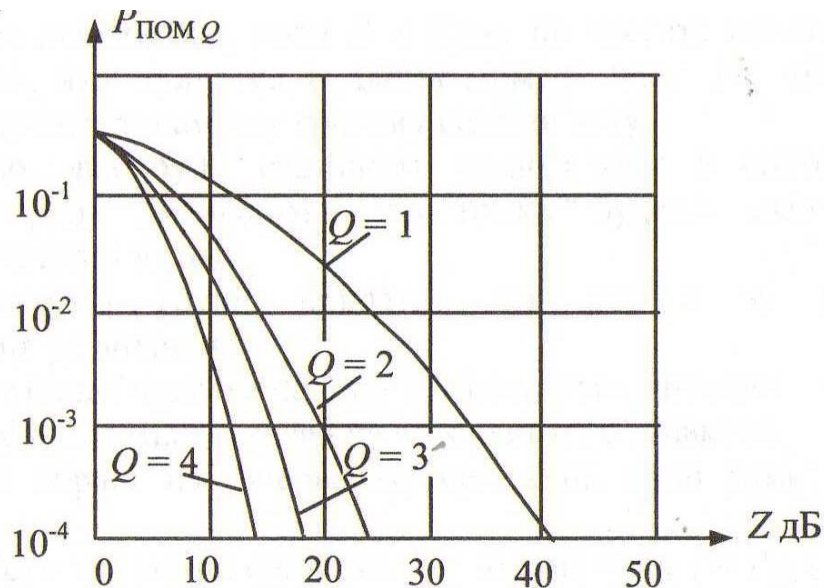


Рис. 5

Частотно-рознесений прийом застосовується як для боротьби з завмираннями, так і для підвищення надійності зв'язку в умовах дії зосереджених завад.

Недоліком способу є велика витрата частотного ресурсу.

Для оцінки ефекту, який отримується при рознесеному прийомі, на рис. 5 приведені графіки залежності $P_{\text{ПМ}}$ від величини Z . З графіків видно, що найбільший приріст надійності прийому дає прийом при двох каналах рознесення ($Q = 2$).

Питання для власного контролю та повторення

1. Що називається надійністю радіозв'язку; вираз для розрахунку надійності радіозв'язку.

2. Які висновки можна зробити відносно надійності радіозв'язку розглядаючи функцію імовірності Лапласа?

3. Шляхи підвищення КХ радіозв'язку на закріплених частотах.

4. В яких випадках має сенс підвищувати енергетичний потенціал радіолінії зменшенням власних шумів приймача?

5. На чому ґрунтується підвищення надійності прийому сигналів при здвоєному прийомі?

6. Переваги і недоліки прийому сигналів методами частотного рознесення.