

Інформаційно-комунікаційні систем. Частина I

Блок змістових модулів 2. Системи передачі даних та системи зв'язку

Тема 4

Поняття каналу зв'язку

Зміст

- **Поняття каналу зв'язку, лінії зв'язку, сигналу**
- **Модель каналу передачі даних**
- **Характеристики каналів передачі даних: смуга пропускання, завадостійкість, BER, NEXT, FEXT**

1. Поняття каналу зв'язку, лінії зв'язку, сигналу

- В загальному випадку *лінія зв'язку* –
 - позначає фізичне середовище, по якому передаються електричні інформаційні сигнали, пристрої передачі даних та проміжне мережне обладнання
- Сигнал –
 - це фізичний процес, що відображає інформаційне повідомлення з похибкою, яка не перевищує заданого значення;
 - повинен бути придатним для передачі на задану відстань та його обробки на приймальній стороні.
- Під *каналом зв'язку* –
 - розуміють шлях або засіб, по якому передаються сигнали;
 - в одній лінії зв'язку можна створити кілька каналів зв'язку;
 - це засіб односторонньої передачі даних.
- *Канал передачі даних* –
 - об'єднує між собою джерело та приймач інформації і містить лінії зв'язку і апаратуру передачі/прийому даних;
 - це засоби двостороннього обміну даними.

2. Модель каналу передачі даних



- Залежно від напрямку передачі даних розрізняють три типи каналів передачі даних:
 - симплексний;
 - **передача даних виконується лише в одному напрямку**
 - дуплексний
 - **забезпечує одночасну передачу даних в обох напрямках**
 - напівдуплексний
 - **забезпечує передачу даних в обох напрямках, але не одночасно, а по черзі.**

Методи розділення дуплексних каналів

- Частотний дуплекс (Frequency Division Duplex - FDD);

- полягає у використанні двох діапазонів частот;
- в одному діапазоні конкретний пристрій зв'язку здійснює лише передачу даних, а в іншому – лише прийом;
- між згаданими діапазонами виділяється певний захисний інтервал (частотне рознесення).

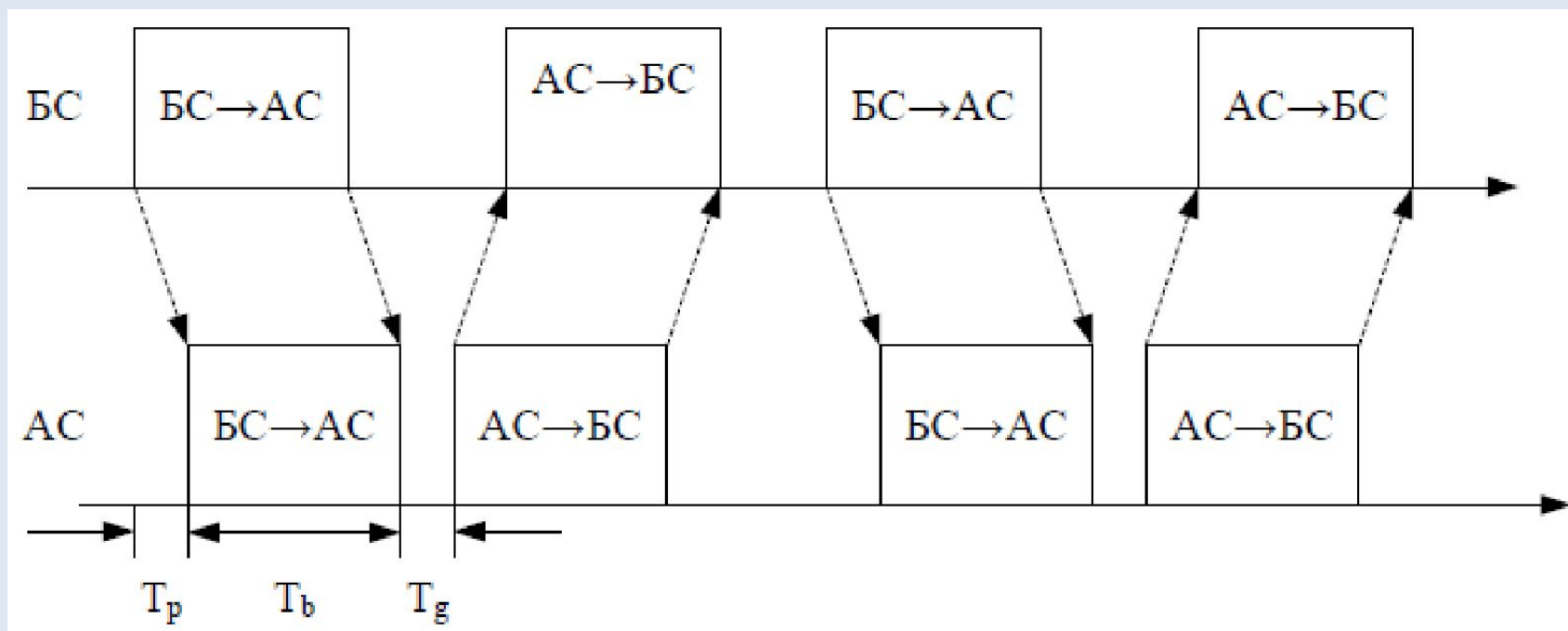


- 824÷849, 869÷894 МГц, які використовує система IS-95;
- 1850÷1910, 1930÷1990 МГц, які використовує система cdma2000.

Методи розділення дуплексних каналів

- Часовий дуплекс (Time Division Duplex - FDD)

- в будь-який момент часу передача даних ведеться тільки в одному напрямку, а напрямки передачі чергуються;
- застосування TDD дозволяє передавати і приймати сигнали на одній і тій самій частоті але в різні моменти часу.

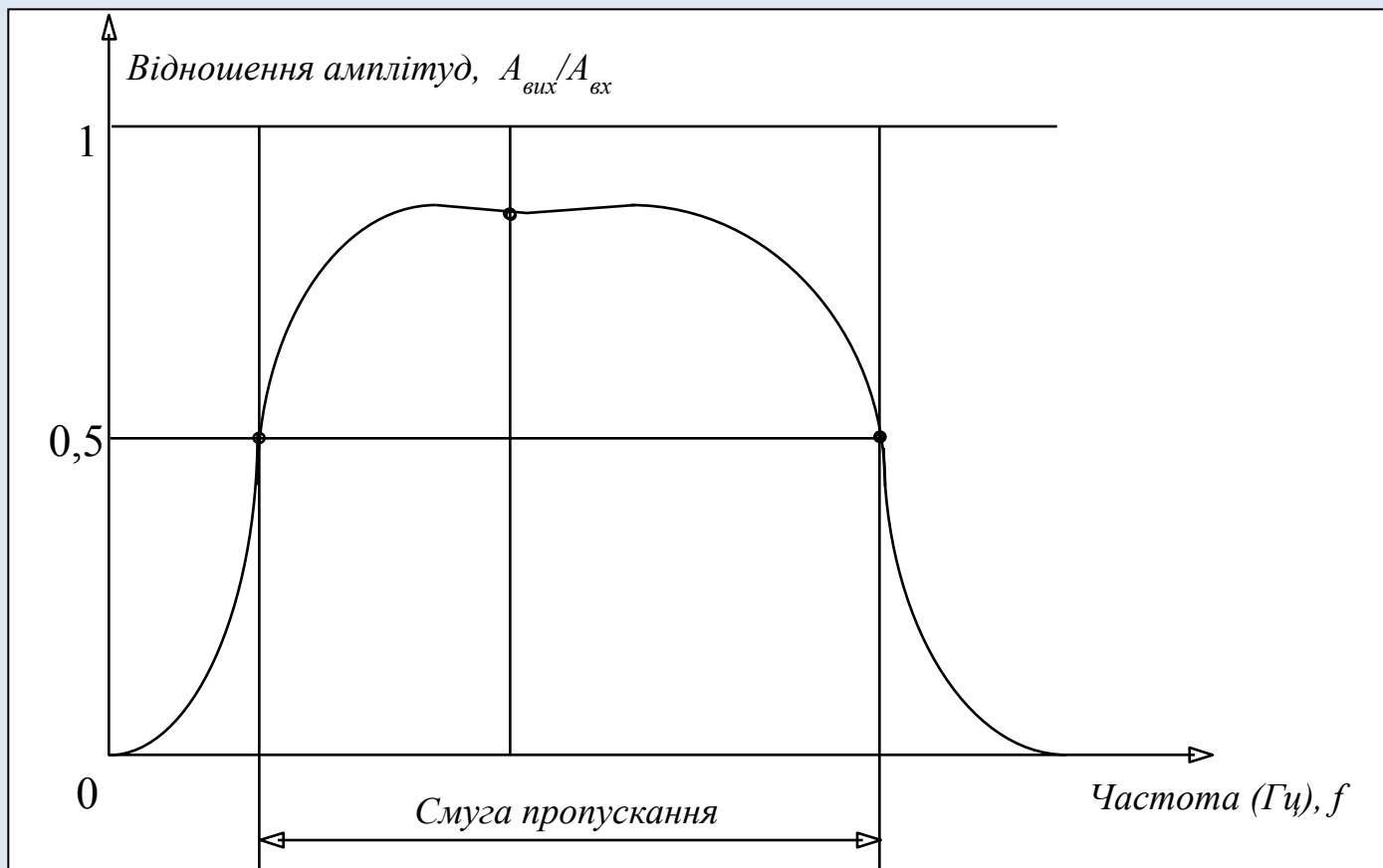


T_p - час поширення сигналу від передавача до приймача;
 T_b - блоки фіксованої тривалості;
 T_g - захисний інтервал.

3. Характеристики каналів передачі даних

- Амплітудно-частотна характеристика –

- показує як згасає амплітуда сигналу $A_{вих}$ на виході лінії зв'язку в порівнянні з її амплітудою на вході $A_{вх}$ для всіх можливих частот на яких передається сигнал



Характеристики каналів передачі даних

- *Смуга пропускання, Гц–*

- це безперервний діапазон частот, для якого відношення амплітуди вихідного сигналу $A_{\text{вихід}}$ до вхідного $A_{\text{вхід}}$ перевищує деяку заздалегідь задану межу, зазвичай 0,5.
- тобто смуга пропускання визначає діапазон частот синусоїдального сигналу, при яких цей сигнал передається по лінії зв'язку без значних спотворень.

- *Згасання, дБ –*

- це відносне зменшення амплітуди або потужності сигналу при передачі його по лінії зв'язку на визначеній частоті

$$A = 10 \log_{10} P_{\text{вих}} / P_{\text{вх}},$$

$P_{\text{вих}}$ – потужність сигналу на виході лінії зв'язку;

$P_{\text{вх}}$ – потужність сигналу на вході лінії зв'язку.

Характеристики каналів передачі даних

- *Пропускна спроможність каналу, біт/с –*

- характеризує максимально можливу швидкість передачі даних по лінії зв'язку.

- *Зв'язок між смугою пропускання лінії зв'язку та спектром сигналу*

- Спектр – це результат розкладання сигналу на більш прості в базисі ортогональних функцій.
 - В якості розкладання використовують перетворення Фур'є.
- Спектр - це набір синусоїд, які будучи в результаті комбінування дають початковий сигнал у часовій області
 - представлення періодичного сигналу смугою синусоїд

- ***Самостійна робота студента***

- Глава 1. Спектри – С. 10-26
- Крук Б.И. Телекоммуникационные системы и сети. Том 1. Современные технологии / Б.И. Крук, В.Н. Попантопуло, В.П. Шувалов. – Изд. 3-е испр. и доп. - М.: Горячая линия-Телеком, 2003. — 647 с. — ISBN: 5-93517-088-4

Характеристики каналів передачі даних

- *Зв'язок між смугою пропускання лінії зв'язку та спектром сигналу*

Спектр амплітуд

Спектр фаз

Характеристики каналів передачі даних

- Зв'язок між пропускною спроможністю лінії зв'язку та її смугою пропускання

- Формула Клода Шеннона, яка визначає максимальну пропускну спроможність незалежно від способу фізичного кодування

$$C = F \log_2 \left(1 + P_{\text{сиг}} / P_z \right),$$

C – максимальна пропускна спроможність лінії, біт/с;

F – ширина смуги пропускання;

$P_{\text{сиг}}$ – потужність сигналу;

P_z – потужність завад.

- Формула Найквіста, яка визначає максимальну пропускну спроможність без врахування завад на лінії зв'язку

$$C = 2F \log_2 M,$$

M – кількість різних станів сигналу.

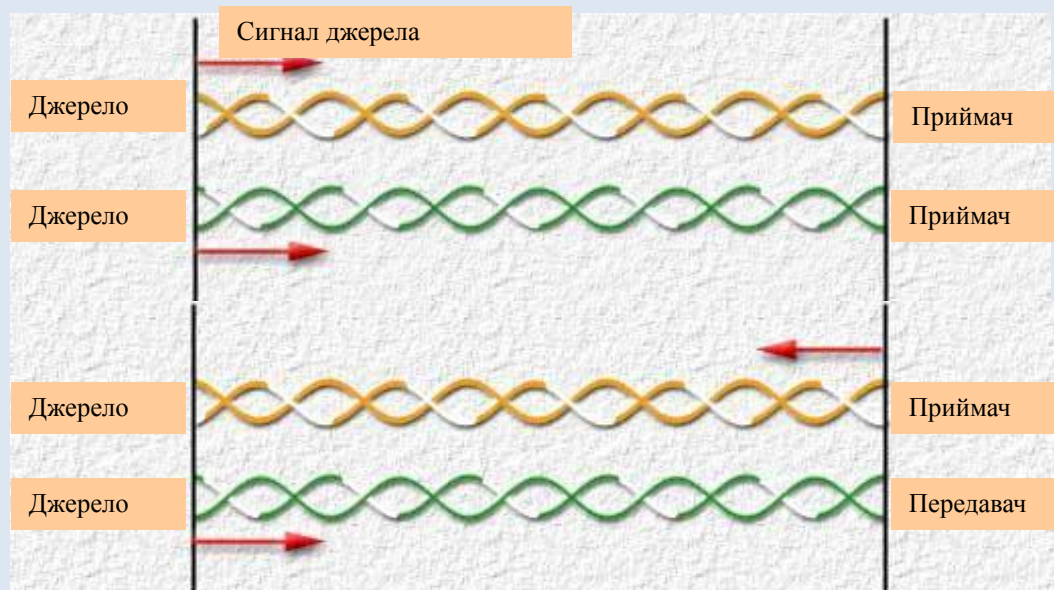
Характеристики каналів передачі даних

- *Перехресні наведення*

- При проходженні сигналу по витій парі створюється електромагнітне поле, яке взаємодіє з сигналами, що передаються по сусідніх парах.
- Залежно від того, здійснюється двостороння або одностороння передача сигналу, важливо оцінити вплив наведеної сигналом перешкоди на ближньому або на віддаленому кінці по відношенню до джерела сигналу.

Одностороння
передача сигналу

Двостороння
передача сигналу

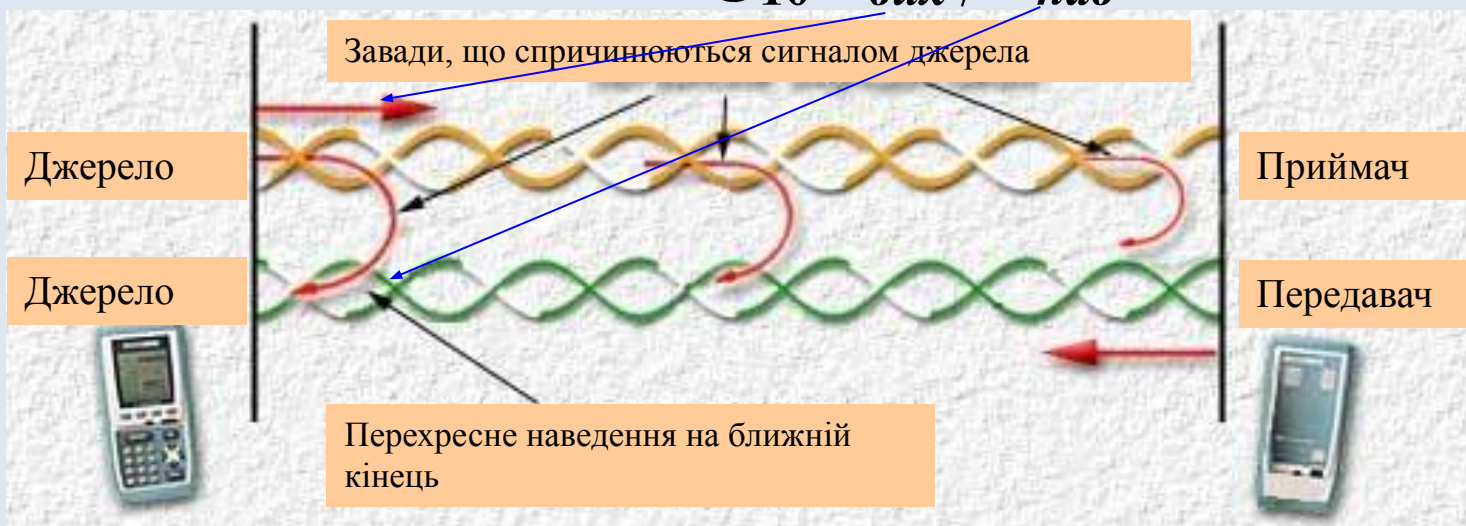


Характеристики каналів передачі даних

• Перехресні наведення

- вплив наведеного сигналу при передачі через одну пару на корисний сигнал, що передається через іншу пару оцінюють за допомогою двох параметрів:
 - послаблення перехресних наведень на ближньому кінці (Near End Crosstalk loss, NEXT), дБ –
 - це параметр двосторонньої передачі, що характеризує загасання сигналу перешкоди, наведеного сигналом джерела на суміжну пару. Чим вище значення NEXT, тим менше впливу перешкод між двома парами провідників;
 - вказується найгірше значення NEXT для кожної з 6 комбінацій пар.

$$NEXT = 10 \log_{10} P_{вих} / P_{нав},$$

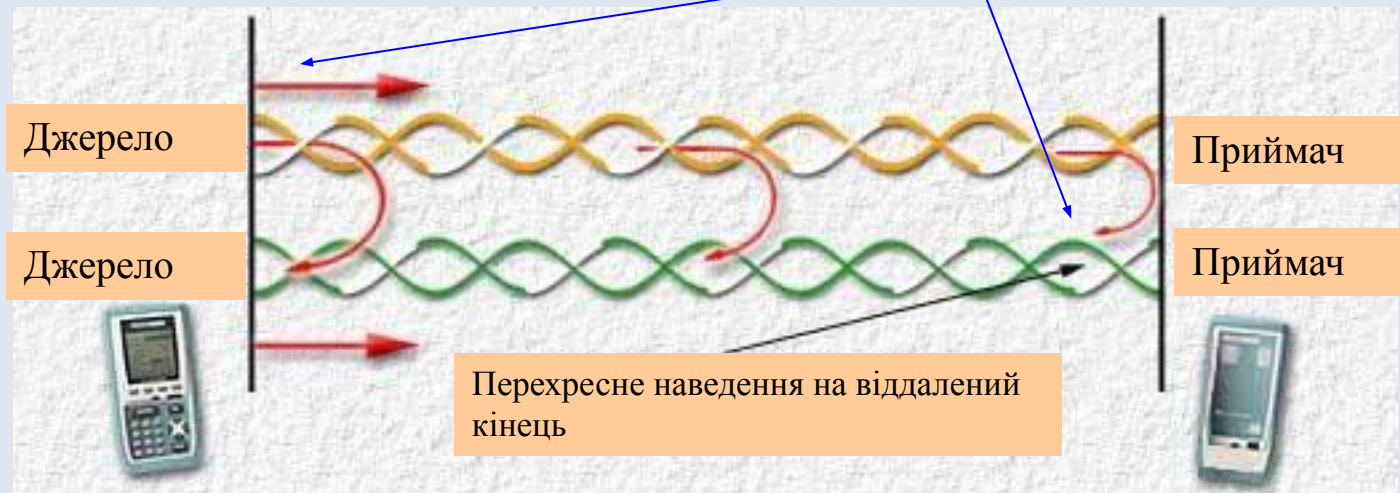


Характеристики каналів передавання інформації

- *Перехресні наведення*

- Послаблення перехресних наведень на віддаленому кінці (Far End Crosstalk loss, FEXT), дБ –
 - це параметр односторонньої передачі, що характеризує загасання сигналу перешкоди, наведеного сигналом джерела на суміжну пару. Чим вище значення FEXT, тим менший рівень має наведення в сусідніх парах і тим краще якість передачі.
 - Тестування проводиться для двох кінців кабельного ланцюга.

$$FEXT = 10 \log_{10} P_{вих} / P_{нав} ,$$



Характеристики каналів передавання інформації

- *Завадостійкість лінії зв'язку* –

- це її здатність зменшувати рівень завад, які створюються зовнішнім середовищем та самою лінією зв'язку
 - радіолінія – низький рівень завадостійкості;
 - дротовий кабель – середній рівень завадостійкості;
 - оптоволоконний кабель – високий рівень завадостійкості.

- *Достовірність передачі даних (інтенсивність бітових помилок (Bit Error Rate, BER) –*

- характеризує вірогідність спотворення для кожного біта даних, що передається.
 - величина цього показника для каналів зв'язку без додаткових затрат на захист від помилок складає:
 - в середньому 10^{-4} - 10^{-6} ;
 - в оптоволоконних лініях зв'язку - 10^{-9} .
- Для підвищення достовірності даних, що передаються міра завадозахищеності лінії підвищується за рахунок:
 - зниження рівня перехресних наведень в кабелі;
 - використання широкосмугових ліній зв'язку.