

## Тема 5. Фізична передача по лініях зв'язку

*Лінія зв'язку, лінія передачі* – сукупність технічних пристроїв і фізичного середовища, що забезпечують передачу електричних сигналів одного, двох або багатьох каналів зв'язку на певну відстань. Найпоширеніші електричні лінії передачі поділяють на провідні (кабельні лінії зв'язку, повітряні лінії зв'язку) та безпровідні – радіотехнічні (наприклад, лінії радіорелейного зв'язку). Крім того, є лінії зв'язку звукові (гідроакустичний зв'язок) та оптичні. Для одночасного і незалежного передавання сигналів вдаються до ущільнення лінії зв'язку.

У широкомовному зв'язку зазвичай використовується однонаправлена передача сигналу від радіостанції до споживача, в телекомунікаціях зазвичай застосовується двосторонній зв'язок, тобто на кожному кінці системи зв'язку є і передавач і приймач. При магістральному зв'язку на далекі відстані через простір і в лініях передачі використовуються так звані ретранслятори, які ставляться вздовж траси. Вони посилюють сигнал, очищають його від перешкод і передають (ретранслюють) далі.

### 5.1 Повітряна лінія зв'язку

Двопровідна лінія відрізняється від звичайного з'єднання за допомогою двох проводів тим, що її довжина може бути більшою довжини хвилі, що розповсюджується вздовж неї.

Повітряна лінія зв'язку проходить по проводах, підвішених у повітрі до опор за допомогою ізоляторів і спеціальної арматури. Для цього застосовують неізольовані сталеві, мідні або біметалеві (сталеві, покриті міддю) проводи; дерев'яні, залізобетонні, азбестоцементні або металеві опори; скляні або порцелянові ізолятори. Розрізняють лінії зв'язку неущільнені та ущільнені. Використовуючи методи високочастотного зв'язку, можна по одній парі проводів передавати сигнали багатьох (до 16) телефонних каналів зв'язку (частотою до 150 кГц). Необхідні дальність і якість зв'язку в ущільнених лініях зв'язку забезпечуються кінцевими і проміжними підсилювальними станціями.

Повітряну лінію зв'язку застосовують для телефонного, телеграфного і фототелеграфного зв'язку, передавання телекодової інформації, програм радіомовлення тощо.

## **5.2 Електричний кабель**

Основний недолік двопровідної лінії полягає в тому, що це відкрита лінія. З цим пов'язані втрати потужності сигналу і вплив зовнішніх перешкод на передачу сигналу, як природних (блискавка), так і тих, що є результатом людської діяльності. Випромінювання і прийом хвиль відбуваються в місцях порушення прямолінійності лінії (злами в місцях кріплення проводів, вигини через провисання проводів та ін.). Електричний кабель, що працює на тому ж принципі, що і двопровідна лінія, вільний від зазначених недоліків, так як є закритою для електромагнітного поля лінією. У електричному кабелі один з проводів має циліндричну форму і оточує другий дріт, так що поле спрямованої хвилі виявляється закритим всередині цього циліндра. Центральний провід розміщується коаксіально, тому інша назва лінії – коаксіальний кабель.

## **5.3 Металевий хвилевід**

Металевий хвилевід являє собою порожню металеву трубку круглого або прямокутного перерізу. Плоска або циліндрична електромагнітні хвилі можуть поширюватися по хвилеводу, відбиваючись від стінок. У результаті інтерференції відбитих під певними кутами хвиль утворюються спрямовані хвильові структури з синусоїдальним або близьким до нього розподілом поля в поперечному перерізі. При цьому амплітуди хвиль описуються функціями від поперечних координат. Такі хвильові структури називаються модами. У хвилеводі одна з мод може бути використана для передачі сигналу.

## **5.4 Діелектричний хвилевід**

Діелектричний хвилевід – це стрижень з діелектричного матеріалу, в якому можуть поширюватися електромагнітні хвилі з малими втратами. Для хвиль

міліметрового діапазону це полістирол і поліетилен (фторопласт), так звані неполярні діелектрики. Електромагнітна хвиля може поширюватися всередині стрижня, відбиваючись від його країв під кутом повного внутрішнього відбиття. Як і в металевому хвилеводі, при інтерференції утворюються моди. При цьому немає втрат потужності в металі, але мають місце втрати в діелектрику. Ці втрати все-таки досить великі, тому діелектричні хвилеводи отримали застосування для передачі сигналу на міліметрових хвилях на порівняно короткі відстані (метри, десятки метрів).

Однак діелектричні хвилеводи виявилися надзвичайно перспективними для застосування в діапазоні інфрачервоних хвиль з довжиною хвилі порядку мікрметра (10<sup>-6</sup> м). Вони являють собою волокна зі скла, тому отримали назву оптичних волокон або волоконних світловодів.

### **5.5 Оптична кабельна лінія**

Оптична кабельна лінія складається з одного або декількох паралельних кабелів зі з'єднувальними, стопорними та кінцевими муфтами (ущільненнями) та кріпильними деталями.

Для застосування прозорих волокон як волоконних світловодів досить мати втрати в 20 дБ/км. Отримувані при звичайному очищенні скла втрати, наприклад, в 2000 дБ/км відповідали втратам в 20 дБ при довжині світловода в 10 м, а досягнуті втрати в 0,2 дБ/км дають втрати в 20 дБ вже при довжині світловода в 100 км. Таким чином, якщо в магістральній волоконно-оптичній лінії і потрібні ретранслятори-підсилювачі, то їх треба ставити через 100 км або більше.

### **5.6 Види каналів зв'язку**

*Канал* – частина комунікаційної системи, яка зв'язує між собою джерело та одержувача повідомлень.

Канал поширення сигналу може бути штучним, природним і комбінованим. У першому і (або) третьому випадку – це сукупність технічних

засобів та середовища розповсюдження, що забезпечує передавання повідомлень від відправника до одержувача.

У автоматизації, телемеханізації та при використанні ЕОМ розрізняють:

- анізохронний канал (канал для анізохронних сигналів з будь-якою швидкістю модуляції, ДСТУ 2616-94);
- асинхронний канал (канал передавання даних від передавача до приймача без синхронізації);
- байт-мультиплексний канал (тип каналу введення-виведення, що забезпечує одночасну роботу кількох низькошвидкісних пристроїв введення-виведення завдяки побайтній передачі даних за допомогою спільного інтерфейсу введення-виведення);
- блок-мультиплексний канал (тип каналу введення-виведення, що допускає перемінну передачу даних від кількох зовнішніх пристроїв або для кількох процедур обміну з одним пристроєм, причому здійснюється мультиплексування не бітів, а блоків);
- виділений канал (некомутований канал, до якого постійно підключені кінцеві пристрої);
- вимірювальний канал (сукупність засобів вимірювальної техніки, засобів зв'язку тощо, призначених для визначення та передачі вимірювальної інформації про одну вимірювану фізичну величину, ДСТУ 2681-94);
- високошвидкісний канал (канал, що забезпечує швидкості передачі даних: 9600, 24000, 48000 біт/с і більше);
- вихідний канал (канал виведення даних з ЕОМ на зовнішній пристрій);
- віртуальний канал (у комп'ютерних мережах – засоби, які забезпечують передачу пакетів між двома терміналами зі збереженням їх початкової послідовності);
- вхідний канал (канал, яким у систему надходять вхідні повідомлення);
- дуплексний канал (канал, що забезпечує передачу даних у двох напрямках одночасно);

- збалансований канал (канал передачі даних між двома станціями, кожна з яких здійснює керування каналом і несе відповідальність за організацію свого потоку даних);
- ізохронний канал (канал для передачі ізохронного сигналу за встановленою для цього каналу швидкістю модуляції, ДСТУ 2616-94);
- канал з перериванням (канал, який допускає переривання програми, що виконується, і перехід до іншої програми, що має вищий пріоритет);
- канал прямого доступу (канал швидкого і безпосереднього підключення зовнішнього пристрою до оперативної пам'яті ЕОМ, без переривання роботи процесора);
- магістральний канал (канал, що з'єднує вузли мережі та комунікацій);
- мультиплексний канал (канал, який забезпечує одночасний обмін даними між оперативною пам'яттю та кількома зовнішніми пристроями ЕОМ, є байт-мультиплексний та блок-мультиплексний канал);
- напівдуплексний канал (канал зв'язку, який забезпечує передачу даних в обох напрямках поперемінно);
- незбалансований канал (канал передачі даних між двома і більше станціями, одна з яких керує каналом і організує обмін даними);
- низькошвидкісний канал (канал, що забезпечує швидкості передавання даних: 50, 100, 200 біт/с);
- основний канал (канал передачі даних, який серед інших каналів, що працюють зі спільним інтерфейсом, забезпечує максимальну швидкість передачі інформації);
- прямий канал (1. Канал безпосередньої передачі даних «джерело-одержувач». 2. Програмно керований пристрій обміну інформацією між оперативними запам'ятовуваними пристроями кількох ЕОМ);
- селекторний канал (канал введення-виведення інформації, що забезпечує обмін ЕОМ тільки з одним периферійним пристроєм, використовується для зв'язку центрального процесора зі швидкодіючими пристроями, наприклад, магнітними дисками);

- середньошвидкісний канал (канал, що забезпечує швидкості передачі даних: 600, 1200, 2400, 4800 біт/с);
- симетричний канал (у комп'ютерних мережах – канал, що забезпечує одну і ту ж швидкість передачі і приймання даних);
- симплексний канал (канал, що допускає передачу даних лише в одному напрямку, який встановлюється заздалегідь);
- синхронний канал (канал для передачі ізохронного сигналу, синхронного з тактовим сигналом цього каналу, який формується багатоканальною апаратурою чи кінцевим обладнанням передачі даних, ДСТУ 2616-94);
- стандартний канал (канал, що реалізує стандартний інтерфейс);
- телефонний канал (канал телефонного зв'язку для амплітудно модульованого сигналу звукової частоти),
- транспортний канал (логічна система, що призначена для передачі даних між двома суміжними ЕОМ);
- фізичний канал (засіб двобічної передачі даних).