

## Тема 10. Комутація каналів

*Комутація каналів* – встановлення з'єднання (створення каналу) перед початком обміну інформацією.

*Мережа з комутацією каналів* – вид телекомунікаційної мережі, у якій між двома вузлами мережі повинно бути встановлене з'єднання (канал), перш ніж вони почнуть будь-який обмін інформацією. Це з'єднання протягом усього сеансу обміну інформацією може використовуватися тільки вказаними двома вузлами. Після завершення обміну з'єднання має бути відповідним чином розірване.

У мережах з комутацією каналів можуть встановлюватися як комутовані, так і виділені з'єднання. Комутоване з'єднання – це тимчасове з'єднання, встановлене тільки на період одного сеансу зв'язку. Однак комутоване з'єднання може бути «вічним» – набравши номер віддаленого сервера і встановивши з ним з'єднання, можна не закінчувати сеанс зв'язку як завгодно довго. Комутоване з'єднання дозволяє також у будь-який момент перервати сеанс зв'язку і встановити з'єднання з іншим абонентом. Наприклад, можна перервати з'єднання з одним провайдером Internet і встановити з іншим.

### 10.1 Принцип роботи

Мережі з динамічною комутацією вимагають попередньої процедури встановлення з'єднання між абонентами. Для цього в мережу передається адреса абонента (який викликається), що проходить через комутатори і налагоджує їх на наступну передачу даних. Запит на встановлення з'єднання маршрутизується від одного комутатора до іншого і зрештою досягає абонента (який викликається). Мережа може відмовити у встановленні з'єднання, якщо ємність необхідного вихідного каналу вже вичерпана. Для FDM-комутатора (частотний поділ каналів) ємність вихідного каналу дорівнює кількості частотних смуг цього каналу, а для TDM-комутатора (поділ каналів за часом) кількості тайм-слотів, на які поділяється цикл роботи каналу. Мережа відмовляє в з'єднанні

також у тому випадку, якщо запитуваний абонент вже встановив з'єднання з кимось іншим. У першому випадку говорять, що зайнято комутатор, другому – абонент.

Якщо з'єднання може бути встановлено, то йому виділяється фіксована смуга частот у FDM-мережах або ж фіксована пропускна здатність у TDM-мережах. Ці величини залишаються незмінними протягом всього періоду з'єднання. Гарантована пропускна здатність мережі після встановлення з'єднання є важливою властивістю, необхідною для таких додатків, як передача голосу, зображення чи керування об'єктами в реальному часі. Однак динамічно змінювати пропускну здатність каналу за вимогою абонента мережі з комутацією каналів неможливо, що робить їх неефективними в умовах пульсуючого трафіку.

На рис. 10.1 зображено схему «додзвону» клієнта на модем провайдера по телефонній мережі з комутацією каналів.

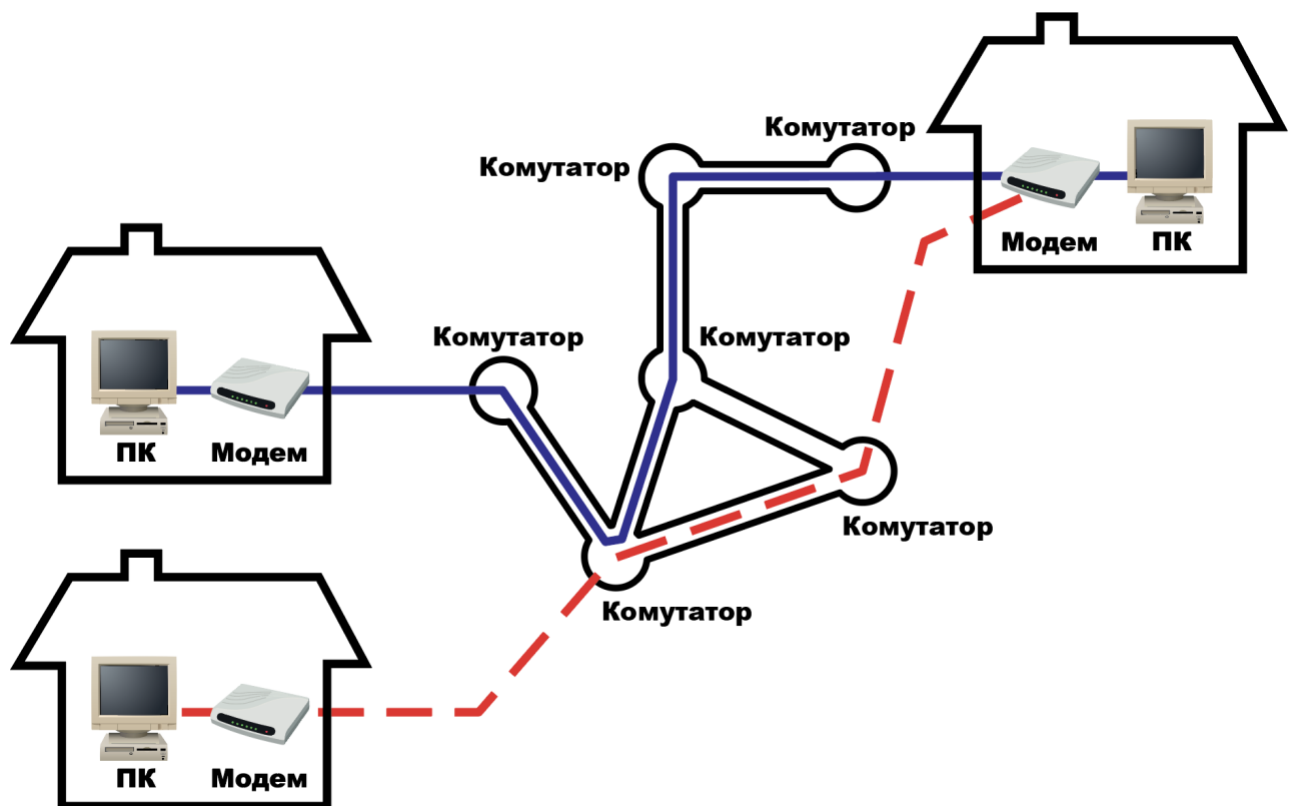


Рисунок 10.1 – Мережа з комутацією каналів

Лінія зв'язку одного абонента показана суцільною синьою лінією, а іншого – червоною пунктирною. Ділянки від кожного абонента до першого комутатора є неподільні. Тобто кожен використовує ці ділянки одноосібно. Решта ділянок мережі між комутаторами є поділюваними, тобто можуть бути в різний час зайняті різними користувачами. Але якщо ділянка зайнята одним користувачем, то інший в цей час вже не може її використовувати.

## **10.2 Аналогові телефонні мережі з комутацією каналів**

Аналогові телефонні мережі орієнтовані на з'єднання, яке встановлюється до початку ведення розмов (передачі голосу) між абонентами. Телефонна мережа утворюється (комутується) за допомогою комутаторів автоматичних телефонних станцій.

Телефонні мережі складаються з:

- автоматичних телефонних станцій (АТС);
- телефонних апаратів;
- магістральних ліній зв'язку (ліній зв'язку між АТС);
- абонентських ліній (ліній, що з'єднують телефонні апарати з АТС).

Виділяти для кожного з'єднання окрему магістральну лінію недоцільно, і для більш ефективного використання фізичних ліній застосовують:

- метод частотного ущільнення каналів;
- цифрові канали і мультиплексування цифрових потоків від великої кількості абонентів.

Телефонні мережі загального користування, крім передачі голосу, дозволяють передавати цифрові дані за допомогою модемів. Модем (модулятор-демодулятор) служить для передачі даних на великі відстані з використанням виділених і комутованих телефонних ліній.

Модулятор отримує від комп'ютера двійкову інформацію та перетворює її в аналогові сигнали з частотною або фазовою модуляцією, спектр яких відповідає смузі пропускання звичайних голосових телефонних ліній. Демодулятор з цього сигналу витягує закодовану двійкову інформацію і передає

її в приймаючий комп'ютер. Факс-модем (fax-modem) дозволяє передавати і приймати факсимільні зображення, сумісні із звичайними факс-машинами.

Виділені фізичні лінії мають смугу пропускання набагато більш широку, ніж комутовані. Для них випускаються спеціальні модеми, що забезпечують передачу даних зі швидкостями до 2048 кбіт/с і на значні відстані.

### **10.3 Технології комутації каналів**

Коротко розглянемо наступні технології комутації каналів:

- PSTN;
- ISDN;
- DSL;
- виділені лінії.

Мережа PSTN (Public Switched Telephone Network) – комутована телефонна мережа загального користування є традиційною аналоговою телефонною мережею. Для встановлення зв'язків в глобальних мережах вона використовується досить часто.

Використання PSTN має дві істотні переваги:

- лінії PSTN є практично скрізь;
- цей зв'язок недорогий.

ISDN (Integrated Services Digital Network – цифрова мережа з інтегрованими послугами) – це загальнодоступна телефонна мережа, що використовує цифрову технологію передачі сигналу, і включає великий набір цифрових послуг, які стають доступними для кінцевих користувачів.

ISDN проводить оцифровку телефонної мережі для того, щоб голос, інформація, текст, графічні зображення, музика, відеосигнали і інші матеріальні джерела могли бути передані кінцевому користувачеві по наявних телефонних лініях і отримані ним з одного терміналу кінцевого користувача.

DSL (Digital Subscriber Line) – сімейство технологій, що дають змогу значно розширити пропускну здатність абонентської лінії місцевої телефонної мережі шляхом використання ефективних лінійних кодів і адаптивних методів

корекції викривлень лінії на базі сучасних досягнень мікроелектроніки і методів цифрової обробки сигналу.

Технології DSL дають змогу передавати дані зі швидкістю, що значно перевищує ту швидкість, що доступна навіть найкращим аналоговим та цифровим модемам.

Виділена лінія (лінія безпосереднього зв'язку, local loop) – симетрична некомутована (постійна) лінія зв'язку, що з'єднує дві віддалені точки.

На відміну від традиційної телефонної мережі загального користування, виділена лінія не має телефонного номеру, а кожен кінець лінії знаходиться у постійному з'єднанні один з одним. Виділені лінії можуть бути використані для телефонного зв'язку, передачі даних або ж надання послуг Інтернету.

#### **10.4 Переваги та недоліки**

Типовим прикладом комутації каналів є ранні телефонні мережі. Абонент мав попросити оператора з'єднати його з іншим абонентом, під'єднаним до того ж комутатора або іншого комутатора через лінію зв'язку (і іншого оператора). В будь-якому разі кінцевим результатом було фізичне електричне з'єднання між телефонними апаратами абонентів протягом усієї розмови. Провідник, задіяний для з'єднання, не міг бути використаний для передачі інших розмов у цей час, навіть якщо абоненти насправді не розмовляли і на лінії була тиша.

Пізніше стало можливим ущільнення однієї фізичної лінії для утворення в ній декількох каналів. Попри це, один канал ущільненої лінії так само міг використовуватися лише однією парою абонентів.

##### **Переваги**

- висока стабільність параметрів каналу у часі.
- відсутність необхідності у передачі службової інформації після встановлення з'єднання.
- комутація каналів може використовуватися як в аналогових, так і в цифрових мережах зв'язку, на відміну від комутації пакетів, яка можлива тільки у цифрових мережах.

## Недоліки

- комутація каналів вважається недостатньо ефективним способом комутації, тому що канална ємність частково витрачається на підтримання з'єднань, що встановлені, але (в цей час) не використовуються.
- неможливість застосування апаратури користувачів, яка працює з різною швидкістю.
- можливість відмови в з'єднанні.