

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ**

# Комп'ютерних наук

Завідувач кафедри Вишнівський В. В.

**Модуль 1\_Моделювання та проектування високошвидкісних мереж,  
впровадження мережевих рішень конвергентної мережевої інфраструктури  
Тема I. Загальні відомості про КМІ. Основи з'єднання для передавання  
інформації в мережах**

**Лекція № 2**

Тема лекції: Основи з'єднання для передавання інформації в КМІ

---

**План лекції**

Вступ

1. Комутація каналів та повідомлень.
2. Комутація пакетів, змішана та інтегральна комутації.
3. Різновиди швидкої комутації.

**Література**

1. Гніденко М.П., Вишнівський В.В., Сєрих С.О., Зінченко О.В., Прокопов С.В. Конвергентна мережна інфраструктура. – Навчальний посібник. – Київ: ДУТ, 2019. – 179 с.
2. Гніденко М.П. Налаштування конвергентних комп'ютерних мереж (на англійській мові). – Лабораторний практикум – Київ: ДУТ, 2020. – 154 с.
3. Соколов В. Ю. Інформаційні системи і технології : Навч. посіб. К.: -ДУІКТ, 2010. - 138 с.
4. Воробієнко П.П. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: Підручник [для вищих навчальних закладів] / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. – К.: САММІТ-Книга, 2010. – 708 с.
5. ДСТУ 34.601. Інформаційна технологія. Комплекс стандартів на автоматизовані системи. Автоматизовані системи. Стадії створення с.1-5.
6. ДСТУ 34.602. Інформаційна технологія. Комплекс стандартів на автоматизовані системи. Технічне завдання на створення автоматизованої системи. с.1-11.
7. Олифер Виктор, Олифер Наталия. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. (Учебник для вузов). — ISBN 978-5-496-01967-5. 5-е изд. — СПб.: Питер, 2016. — 992 с.

## Вступна частина

Мережі зв'язку України розгортаються на комутаторах, які будуються на основі застосування одного чи двох способів комутації.

**Комутація** - процес створення послідовного з'єднання функціональних одиниць, каналів передачі або каналів зв'язку на той час, яке потрібне для транспортування сигналів. При передачі повідомлень використовуються наступні основні способи комутації: комутація каналів (КК), комутація повідомлень (КС), комутація пакетів (КП), гібридна комутація (ГК). Згідно концепції розвитку телекомунікації на Україні при розгортанні мереж орієнтир взятий на мультисервісні мережі з пакетною комутацією.

### 1. Комутація каналів та повідомлень.

**Комутація каналів** застосовується, як правило, на аналогових або одношвидкісних цифрових мережах зв'язку.

На таких мережах здійснюється *статичний розподіл мережевого ресурсу або застосовується фіксована смуга пропускання, виділена для передавання інформації*.

При цьому затримка повідомлень мінімальна і визначається тільки часом встановлення з'єднання.

**Недолік.** Даний спосіб вважається недостатньо гнучким і на його основі практично неможливо побудувати мультисервісну цифрову мережу з великим набором швидкостей.

У цифрових мережах зв'язку різновидами класичної КК є способи:

- багатошвидкісної комутації каналів (БКК);
- швидкої комутації каналів (ШКК).

*Спосіб багатошвидкісної комутації каналів є динамічнішим в порівнянні із звичайною комутацією каналів. При цьому способі канал з мінімальною швидкістю передачі вибирається як базовий; шляхом об'єднання базових каналів формується набір каналів з різними швидкостями, кратними базовою. Як базова можуть бути вибрані, наприклад, швидкості 8 або 64 кбит/с. Потім залежно від вимог користувачеві представляється той або інший складений канал.*

*При здійсненні швидкої або багатошвидкісної комутації оптимально використовуються можливості напівпровідникових елементів комутаційного пристрою, коли у будь-який момент часу канал обміну буде комбінацією декількох каналів з базовою швидкістю.*

Особливістю багатошвидкісної комутації є надання каналу на вимогу в паузах мовного сигналу. Динамічний розподіл смуги пропускання збільшує ефективність мережі зв'язку, але при перевантаженнях мовних відрізків втрачається. Крім того, при реалізації ШКК і БКК смуга результуючого каналу має бути кратна смузі базового каналу.

**Комутація повідомлень** - спосіб комутації, при якому в кожній системі комутації проводиться прийом повідомлення, його накопичення і подальша передача відповідно до адреси.

При використанні способу комутації повідомлень використовується накопичення повідомлення (або його частки) в пам'яті центрів комутації, тому повідомлення крайових пунктів мережі зв'язку передається в центр комутації повідомлень (ЦКП), потім в інший центр і так далі, повідомлення не досягне того ЦКП, з яким безпосередньо пов'язаний крайовий пункт мережі зв'язку (КПМЗ). Подібна поетапна передача повідомлення дозволяє отримати позитивних властивостей для мережі зв'язку, що приводить до переважного використання способу комутації повідомлень в сучасних мережах зв'язку.

В даний час існує декілька варіантів цього способу комутації. *Основними з них є повне переприймання повідомлень і комутація пакетів.*

У першому випадку в центрах комутації здійснюється переприймання повного повідомлення, в другому - лише його (пакету), що забезпечує отримання переваг.

**Комутація пакетів** - спосіб комутації, при якому повідомлення ділиться на частини певного формату, – «пакети», що приймаються, накопичувані і передавані як самостійні повідомлення за принципом, прийнятим для комутації повідомлень.

Кожному пакету привласнюється адреса повідомлення, а у ряді випадків - ознака приналежності певному повідомленню і його порядковий номер. Якщо всі пакети одного повідомлення передаються по єдиному шляху (поодинокі віртуальному каналу), то режим комутації називається *віртуальним*, якщо ж кожен пакет передається по самостійному шляху - *датаграмним*.

***Віртуальний канал*** - це логічний канал, що проходить через телекомунікаційну мережу [1].

Спосіб комутації пакетів відповідає механізму динамічного розподілу мережевого ресурсу або змінній смузі пропускання, що змінюється залежно від вимоги абонентів. Проте при цьому мають місце випадкові затримки інформації. Спосіб КП є найбільш прийнятним для передачі даних, особливо при пачковій структурі трафіку.

***Трафік*** - сукупність повідомлень, що передаються по мережі електров'язку [4].

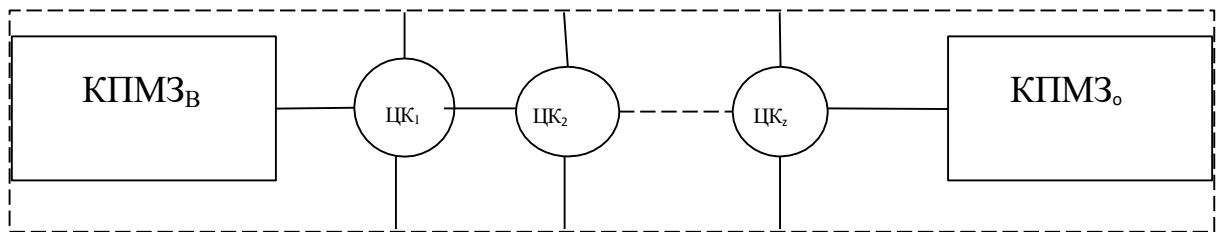


Рис. 2.1. Класифікація способів комутації

Слід зазначити, що поряд випадковою затримкою інформації вживання способу КП зв'язане іншою проблемою - складністю протоколів.

Одним з різновидів КП є *спосіб швидкої комутації пакетів (ШКП)*, що використовує простіші протоколи. Так само, як і при звичайній КП, в мережі з ШКП організовуються віртуальні канали, і інформація в заголовку пакету визначає, який з каналів має бути використаний для передачі пакету. Для реалізації ШКП потрібно будувати мережу зв'язку на волоконно-оптичних лініях зв'язку (ВОЛЗ), включаючи і абонентську мережу, що забезпечує великі швидкості передачі повідомлень і малі значення вірогідності помилки. Крім того, в мережах з ШКП простіше технічно реалізувати вузли комутації в порівнянні з мережами з КП.

Нижче розглянемо докладніше за процедуру передачі повідомлення між крайовими пунктами відправника КПКМЗ<sub>в</sub> і одержувача КПКМЗ<sub>о</sub> при вживанні різних способів комутації на прикладі використання фрагмента мережі зв'язку, Z, що містить, послідовно сполучених каналами зв'язку центрів комутації ЦК<sub>1</sub>, ЦК<sub>2</sub>, ..., ЦК<sub>Z</sub> (рис. 2.2).

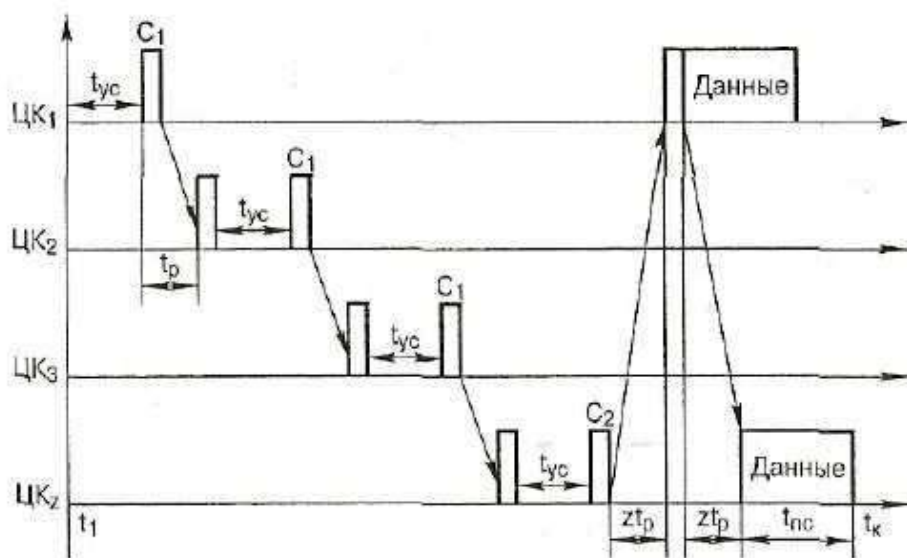


**Комутація каналів.** Суть способу комутації каналів (КК) при передачі повідомлень полягає в наступному. У момент часу  $t_1$ , (рис.3.3) від КПМЗ<sub>В</sub> - відправника повідомлення в центр комутації ЦК<sub>1</sub>, поступає заявка на з'єднання з крайовим пунктом мережі зв'язку (КПМЗ<sub>О</sub>) одержувача. Протягом часу встановлення з'єднання  $t_{yc}$  проводиться встановлення з'єднання в ЦК<sub>1</sub>, потім передається сигнал  $C_1$  в ЦК<sub>2</sub>, де також встановлюється з'єднання. Процедура продовжується до тих пір, поки не будуть проведені всі з'єднання в центрах комутації (момент часу  $t_z$ ), і тоді відправникові посилається сигнал готовності і після його отримання - від КПМЗ<sub>В</sub> передається повідомлення, яке для цифрових мереж зв'язку вимірюється в  $L$  біт. Час  $t_p = L/R_6$ , час передачі повідомлень по цифровому каналу де  $R_6$  ефективна швидкість передачі бітів.

На рис. 2.3 через  $t_p$  позначений час поширення сигналу на ділянці між двома ЦК.

Процес передачі закінчується після прийому повідомлення одержувачем у момент часу  $t_k$ . Слід зауважити, що в спільному випадку час встановлення з'єднання в центрах комутації є *величиною випадковою для різних центрів*. Для спрощення оцінок вважаємо, що  $t_{vc}$  є середнім часом встановлення з'єднань.

час доведення повідомлення відповідно до показаної на рис.2.4 тимчасовою діаграмою визначається



Слід зауважити, що *час заняття каналу різний*. Характеризуватимемо ефективність використання ділянки каналу  $i$  між ЦК $_i$  і ЦК $_{i+1}$  коефіцієнтом

ефективності використання ділянки каналу  $R_{\text{исп}i}$ , що дорівнює відношенню часу,

протягом якого передаються дані, до спільного часу заняття каналу. Неважко переконатися, що

$$t_{\text{дов}} = z t_{\text{yc}} + 3 t_{\text{p}} (z - 1) + L / R_{\text{б}}^3 = (t_{\text{yc}} + 3 t_{\text{p}}) z + L / R_{\text{б}}^3 - 3 t_{\text{p}}. \quad (2.1)$$

де  $i = (1, 2, \dots, (z-1))$ . Нехтуючи значеннями  $t_{\text{p}}$ ,  $z t_{\text{p}}$ ,  $2 z t_{\text{p}}$ , які як правило, істотно менше  $t_{\text{yc}}$  і  $L / R_{\text{б}}^3$ , отримаємо

$$R_{\text{исп}i} = \frac{L / R_{\text{б}}^3}{(t_{\text{yc}} + t_{\text{p}})(z - 1) + 2 z t_{\text{p}} + L / R_{\text{б}}^3},$$

З цього виразу виходить, що коефіцієнт використання ділянки каналу  $R_{испi}$  - залежить від часу встановлення  $t_{yc}$  і різний для різних ділянок каналу  $i$ . Найефективніше використовується остання ділянка каналу  $(z-1)$ . Причиною низької ефективності перших ділянок є необхідність створення прямого тракту до початку передачі повідомлення. За відсутності вільного каналу на якій-небудь ділянці встановлені раніше з'єднання руйнуються, а втрати часу на подібні не обслужені виклики є основною причиною неефективного використання пропускнуої спроможності каналів в мережах комутації каналів.

Метод КК широко застосовується в телефонних мережах, що надають користувачам діалоговий зв'язок. Окремим випадком КК є кросова комутація, якою відповідають довготривалі з'єднання в ЦК, що дозволяють організувати прямий (не комутований) канал ОП.

Цифрові мережі КК діляться на **синхронних** і **асинхронних**.

У синхронних цифрових (SDH) мережах КК устаткування, що передає і комутаційне, синхронізуються від єдиного тактового генератора, що дозволяє спростити і інтегрувати процеси передачі і розподілу інформації в системах тимчасовим ущільненням, але вимагає створення складної системи мережевої синхронізації.

У асинхронних цифрових мережах КК, що передає і комутаційне, незалежно синхронізуються автономними тактовими генераторами, що забезпечує певну гнучкість у виборі апаратури і узгодження існуючими мережами передачі даних (наприклад, телеграфними). Проте при цьому з'являються труднощі, пов'язані із забезпеченням завадостійкості передавання.

**Комутація повідомлень.** При використанні цього способу повідомлення відправника передається в ЦК<sub>1</sub>, де запам'ятовується і передається в наступний ЦК. Процедура повторюється до тих пір, поки повідомлення не досягне ЦК<sub>z</sub>, звідки через канал зв'язку воно поступає в КПМЗ одержувача (рис.2.5).



Рис. 2.5 Сутність способу Кп.  $t_з$  - час передачі заголовка

Початком циклу передачі є момент часу  $t_1$ , починаючи з якого апаратурою КПМЗ відправника проводиться обробка повідомлення (аналіз адреси і категорії терміновості, вибір вихідного тракту і т. д.). Час обробки є величиною випадковою і залежить від стану каналів зв'язку, завантаження КПМЗ і центрів комутації і інших чинників. Для отримання наближених оцінок цього часу використовується середній час обробки повідомлення в КПМЗ або центрі комутації  $t_{обр}$ . Після надання вихідного тракту передаються заголовок і дані, що містяться в



повідомленні. Процес передачі від КПМЗ до ЦК, закінчується у момент  $t_{1к}$ . При передачі від ЦК<sub>1</sub> до ЦК<sub>2</sub> і так далі все повністю повторюється. Останній етап містить передачу повідомлення з ЦК<sub>z</sub> в КПМЗ одержувача.

Процес передачі складається з  $(z + 1)$  однакових циклів, кожен з яких має тривалість  $t_{ц} = (t_{обр} + t_p + t_3 + L/R^3)$ . Отже, спільний час доведення повідомлення від КПМЗ<sub>в</sub> до КПМЗ<sub>о</sub>

$$t_{дов} = (z + 1) t_{ц} = (z + 1)(t_{обр} + t_p + t_3 + L/R^3)$$

Перетворюючи цей вираз, отримаємо

$$t_{дов} = (z + 1)t_{ц} = (z + 1)(t_{обр} + t_p + t_3) + (z + 1)L/R^3.$$

Різні ділянки напрямку передавання повідомлення при цьому способі займаються по черзі лише на час передавання повідомлення. Тому коефіцієнт використання каналів однаковий для всіх ділянок і дорівнює:

$$R_{исп} = \frac{L/R^3}{t_p + t_3 + L/R^3} = 1 - \frac{t_p + t_3}{t_p + t_3 + L/R^3} = 1 - \frac{l_3}{L + l_3},$$

де  $l_3 = t_3 R^3$  - довжина заголовка в бітах.

Таким чином, характерною особливістю способу комутації повідомлень при повному переприйомі повідомлень в центрах комутації є почергове заняття каналів і центрів комутації на маршруті передачі повідомлення. Формати повідомлень визначаються оптимізацією процедур обміну повідомленнями між відправниками і одержувачами.

Внаслідок цього об'єм повідомлень, як правило, не оптимальний з точки зору процедур обміну в мережі зв'язку. Повне переприймання повідомлень, що мають в більшості випадків довжину, у багато разів оптимальну, що перевищує, приводить до тривалих затримок в центрах комутації і необхідності мати пристрої

вельми великої ємкості, що там запам'ятовують. Ці обставини і зумовили широке вживання способу комутації пакетів.

## 1. Комутація пакетів, змішана та інтегральна комутація.

**Комутація пакетів.** При цьому способі обмін повідомленнями між відправниками і одержувачами реалізується при використанні двох протоколів. *Протокол обміну повідомленнями* є протоколом вищого рівня і забезпечує безпосередній обмін повідомленнями заданого формату між двома КПМЗ. Протоколом нижчого рівня є *протокол пакетної комутації*, що забезпечує доставку пакетів з місця розділення повідомлень на пакети в місце їх формування. Оптимальний вибір об'єму пакету дозволяє зменшити ємкість пристроїв, що запам'ятовують, і час затримки пакетів в центрах комутації.

Доставка повідомлення від відправника до одержувача в мережі зв'язку пакетною комутацією включає:

- процедури отримання повідомлення від відправника;
- утворення пакетів;
- передачі пакетів по мережі;

- формування повідомлення;
- видачі його одержувачеві.

Процедура утворення пакетів з повідомлення і зворотна процедура формування повідомлення з пакетів, що приймаються, можуть здійснюватися або КПМЗ відправника і одержувача повідомлень, або в центрах комутації, з якими безпосередньо пов'язані КПМЗ відправника і одержувача повідомлень.

У першому випадку базова мережа зв'язку реалізує лише протокол пакетної комутації, а протокол обміну повідомленнями здійснюється засобами КПМЗ, обмін яких з центрами комутації також проводиться пакетами. У окремому випадку, коли відправник здійснює введення повідомлень у формі пакетів, можна обходитися і без автоматизації процедур перетворення повідомлень в пакети.

У другому випадку ОП мережі зв'язку видає в ЦК повідомлення, тобто обмін між КПМЗ і ЦК реалізується по протоколу обміну повідомленнями, в рамках якого, природно, може бути застосовано і розбиття на пакети. Потім реалізується процедура передачі пакетів в ЦК одержувача, в якому здійснюється збірка повідомлення, що видається в КПМЗ одержувача.

Використання пакетної комутації дозволяє реалізувати різні протоколи управління процесом доставки пакету від відправника до одержувача. Найбільшого поширення набули датаграмний спосіб, і спосіб зі встановленням віртуального каналу.

При датаграмному способі кожен пакет при переміщенні в мережі розглядується як самостійний блок, що доставляється одержувачеві (точніше, в елемент мережі зв'язку, що реалізовує процедуру формування повідомлень з пакетів, що приймаються) відповідно до приписаної йому адреси. Процес передачі пакетів по одному маршруту датаграмним способом показаний на рис. 3.5.

Передбачається, що процедури формування пакетів (повідомлень) реалізуються в КПМЗ. Перший пакет повідомлень передається таким самим чином, як і при комутації повідомлень. При передачі другого пакету на ділянці КПМЗ<sub>В</sub> – ЦК<sub>1</sub> на пряму передачі повідомлень одночасно передається пакет на ділянці ЦК<sub>1</sub> – ЦК<sub>2</sub>. З моменту передачі пакету з номером  $z$  ведеться одночасна передача пакетів на всіх ділянках на пряму передачі повідомлень між КПМЗ відправника і КПМЗ одержувача повідомлень. Спосіб комутації пакетів наближається по характеристиках до способу комутації каналів, зберігаючи всі переваги комутації повідомлень.

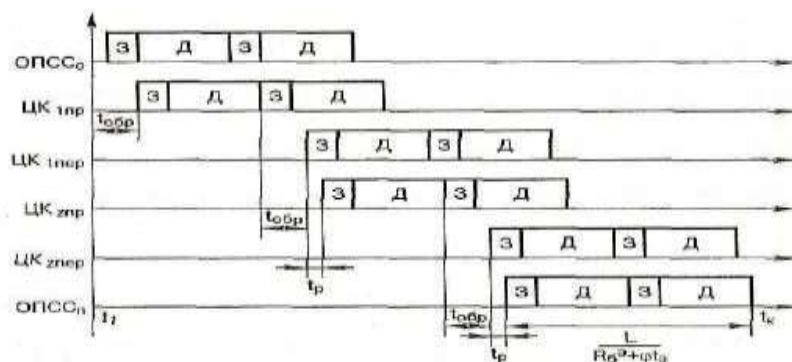


Рис. 3.5 Діаграма, що пояснює суть датаграмного способу комутації  
З, - заголовок, Д - дані,  $\phi$  - кількість пакетів

Для визначення часу доведення повідомлення з ц пакетів можна використовувати отримане раніше виразі (3.4), що дозволяє визначити час передачі першого пакету ( $t_k - t_1$ ) і врахувати тривалість передачі останніх ( $\varphi - 1$ ).

Таким чином

$$t_{\text{дов}} = (t_{\text{обп}} + t_p + t_a)(Z + 1) + \frac{L}{\varphi R_0^2}(Z + 1) + \left( \frac{L}{\varphi R_0^2} + t_a \right)(\varphi - 1).$$

При передачі пакетів одного повідомлення по декількох паралельних напрямках, що проходять через різні центри комутації мережі, час доведення може бути зменшений. Проте при будь-якому числі каналів воно не може бути менше суми двох перших доданків формули (3.6). Як і при комутації повідомлень, ділянки маршруту займаються лише на час передачі повідомлення і коефіцієнт їх використання дорівнює:

$$R_{\text{исп}} = \frac{L/R_0^2}{t_p + t_a + L/R_0^2} = 1 - \frac{\varphi l_a}{L + \varphi l_a} = 1 - \frac{l_a}{L_{\pi} + l_a},$$

де  $L_{\pi}$  - об'єм повідомлень з формату пакету в бітах ( $L_{\pi} = L/\varphi$ ).

Датаграмний спосіб відносно простий в реалізації і забезпечує мінімізацію часу

доведення повідомлення одержувача.

До недоліків способу слід віднести:

1. Можливість порушення прибуття в ОП користувача пакетів довгого повідомлення незалежності їх маршрутів в мережі, що вимагає сортування пакетів в потрібній послідовності.
2. Наявність різних затримок пакетів через відсутність попереднього резервування пам'яті в ОП користувача для багатопакетних повідомлень, що приводить до перевантаження пам'яті ЦК користувача.

Поява тупикових ситуацій, що знижує використання технологічних ресурсів.

3. У мережі КП датаграмним режимом такі ситуації виникають за умови, потік пакетів, поступає в мережу із перевищенням допустимого.

Для виключення вказаних недоліків в мережі КП застосовуються різні методи резервування ресурсів (перш за все пам'яті ОП користувача або ЦК). Так, якщо датаграмний спосіб доповнити віртуальним викликом, коли перед передачею основної інформації ОП джерела посилає службовий пакет в ОП одержувача, запрошує ресурси (необхідний об'єм пам'яті ОП одержувача), на який отримує у відповідь пакет готовності, то це значно зменшує вірогідність тупикових ситуацій із-за перевантаження ЦК користувача. При діставанні відмови ОП джерела не передає повідомлення і тим самим не завантажує мережу.

Фіксуєчи додатково шлях передачі пакетів в маршрутних таблицях тих вузлів, через які пройшов службовий пакет виклику, можна значно зменшити вірогідність порушення ладу дотримання пакетів довгого повідомлення. Цей різновид КП називається комутацією пакетів зі встановленням віртуального каналу. При цьому виключається циркуляція пакетів («петлі») і з'являється

можливість контролю перевантажень за рахунок встановлення допустимого числа віртуальних каналів в мережі. Заголовки пакетів (окрім першого) при використанні способу зі встановленням віртуального каналу можуть мати менший об'єм, чим при способі датаграм, *оскільки замість повної адреси досить мати лише відомості про приналежність до заданого маршруту, тобто зведення про умовний номер віртуального каналу.*

**Гібридна або змішана комутація.** Поєднання достоїнств способів КК і КП забезпечується в гібридній комутації, що комбінує: - комутацію каналів для повідомлень, що передаються в реальному масштабі часу (мова, сигнали телекерування і телеметрії, повідомлення факсиміле), і комутацію пакетів для даних.

Розподіл змішаного трафіку визначається в цьому випадку під час виклику ОП джерела в мережу, в якій при цьому частка пропускної спроможності магістральних каналів відводиться під Трафік, що передається в режимі КК, а інша частка - під трафік, що передається в режимі КП. Платою за широкі можливості способу ГК є збільшення апаратно-програмних витрат на реалізацію  $L$ .

З рис. 3.6 видно, що для коротких повідомлень ( $L < L_1$ ) немає відмінностей між способами повного переприйому повідомлень (ППС) і комутацією пакетів.

### 3. Різновиди швидкої комутації.

Швидка комутація пакетів. У мережах з комутацією пакетів функції комутації виконуються спеціальними комутаційними ЕОМ, що утворюють в мережі вузли (центри) комутації пакетів. У КП традиційних мереж пакетної комутації (мереж Х.

25) пакети обробляються в багатопрограмному режимі процесором.

4. Швидка комутація пакетів (ШКП) характеризує наступне покоління мереж з комутацією пакетів - мереж АТМ і відрізняється тим, що за рахунок використання в комутаторах багатопроцесорних комутаційних систем (комутаторів АТМ) з численними входами і виходами в них забезпечується паралельна обробка великої кількості одночасно комутованих пакетів (осередків АТМ).

Метод ШКП є найбільш досконалим методом комутації пакетів, що забезпечує за рахунок паралельної обробки осередків високу продуктивність КК. Метод ШКП може використовуватися в комутаційних системах КК як електронними, так і з оптичними комутаторами. Комутаційні системи ШКП поділяються на три типи:

- комутатори з колективною пам'яттю;
- комутатори з загальної середовищем;
- комутатори з просторовим розділенням.

Незалежно від типу комутатора на його входах і виходах встановлюються контролери. У функції входних контролерів (ВхК) входять демультіплексування входних потоків осередків, що входять заголовка, визначає маршрут її руху всередині комутатора. Осередок ліній зв'язку, і введення в кожну клітинку

деякого, доповнена таким заголовком називається швидким пакетом (ШП). Вихідний контролер (ВихК) пересилає ШП з виходу комутаційної системи у вихідну лінію зв'язку, здійснюючи мультиплексування. При цьому в ШП видаляється додатковий заголовок - і ШП перетворюється знову в клітинку. Для уникнення втрати ШП у разі виникнення конфлікту (дві і більше осередків направляються до одного і того ж виходу) контролери можуть містити вхідні і вихідні буферні запам'ятовуючі пристрої (БЗП).

#### *Висновки:*

Перевагою комутації каналів є малий час доведення повідомлення по вже обраному каналу, а також низькі вимоги до структури повідомлень і їх форматів. Внаслідок цього спосіб комутації каналів також може використовуватися в цифрових мережах інтеграцією обслуговування і в мережах передачі даних часто із способом комутації пакетів. При забезпеченні обміну повідомленнями конкретній ситуації може вибиратися найбільш доцільний спосіб комутації. Наприклад, при передачі великих інформації, як правило, ефективніше спосіб комутації каналів, а для передачі короткого сигналу - спосіб пакетної комутації.

#### *Завдання на самостійну роботу*

1. Вивчити питання лекції
2. Поширити знання з видів комутації особливо ШКП.
3. Провести порівняння способів комутації у кількісних показниках за наведеними формулами.

#### *Література:*

1. Гніденко М.П., Вишнівський В.В., Сєрих С.О., Зінченко О.В., Прокопов С.В. Конвергентна мережна інфраструктура. – Навчальний посібник. – Київ: ДУТ, 2019. – 179 с.
2. Соколов В. Ю. Інформаційні системи і технології : Навч. посіб. К.: -ДУІКТ, 2010. - 138 с.
3. Воробієнко П.П. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: Підручник [для вищих навчальних закладів] / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. – К.: САММІТ-Книга, 2010. – 708 с.
4. Олифер Виктор, Олифер Наталия. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. (Учебник для вузов). — ISBN 978-5-496-01967-5. 5-е изд. — СПб.: Питер, 2016. — 992 с.
5. Щекотихин В.М. Основы построения систем и сетей передачи информации. М.: Горячая линия-Телеком. 2005.- 45-57с.