

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

# Комп'ютерних наук

Завідувач кафедри Вишнівський В. В.

## **Змістовний модуль 1. Основи побудови інформаційних систем**

### **Тема 1. Загальні принципи проектування і побудови інформаційних систем.**

#### **Лекція № 1**

Тема лекції: Загальні відомості про проектування інформаційних систем. Різновиди систем і мереж. Основи з'єднання для передавання інформації.

---

#### **План лекції**

##### **Вступ**

1. Загальні відомості про проектування інформаційних систем.
2. Поняття інформаційної мережі. Послуги інформаційної мережі, служби та платформи надання послуг.
3. Різновиди систем і мереж.
4. Основи з'єднання для передавання інформації.

#### **Література**

---

1. Гніденко М.П., Вишнівський В.В., Серих 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

На сучасному етапі на економіку країни і умови життя людей великий вплив роблять рівень розвитку засобів електрозв'язку і інформатизація. З метою найбільш раціонального використання ресурсів, що вкладаються в розвиток зв'язку, уряд прийняв рішення про створення єдиної мережі електрозв'язку об'єднуючою всі телекомунікаційні мережі (ТМ) країни під управлінням державної структури Укртелеком. Проте поява на ринку приватних операторів, особливо мереж мобільного зв'язку, що швидко розвиваються, мають інвесторів та керівний склад з інших країн і величезні капіталовкладення в галузь зв'язку не погіршують, а стимулюють посилення роботи і поліпшення якості послуг для населення.

Для швидкого і ефективного переобладнання ТМ подальшим поетапним розвитком КМІ і нарощування потужностей необхідні величезні, які можна отримати за рахунок раціонального, обміркованого залучення інвесторів. Цим і займається відповідні міністерства, пропонуючи - акціонувати підприємство Укртелеком.

*Відзначимо, що під ТМ розуміється сукупність засобів електрозв'язку, що забезпечують доставку інформації територіально користувачам, а також засобів зберігання і обробки інформації, належного передавання і прийняття інформації.*

Важливим етапом розвитку галузі є ухвалення законів України «Про телекомунікацію», «Про радіочастотний ресурс Україні», скоригована «Програма реалізації концепції розвитку телекомунікації в Україні до 2010 року». Закони встановлюють правові основи діяльності в області зв'язку, а також права і обов'язки осіб, що беруть участь в наданні послуг або користуються послугами зв'язку.

Питанням побудови і оцінювання мереж зв'язку у всіх країнах приділяється велика увага. В даний час міжнародними організаціями проводиться інтенсивна розробка документів по стандартизації в даному напрямку. Тому вивчення мереж зв'язку стає невід'ємною системи підготовки інженерів електрозв'язку в Державному університеті телекомунікації.

### 1. Загальні відомості про проектування інформаційних систем.

#### 1.2 Предмет та мета дисципліни. Основні терміни.

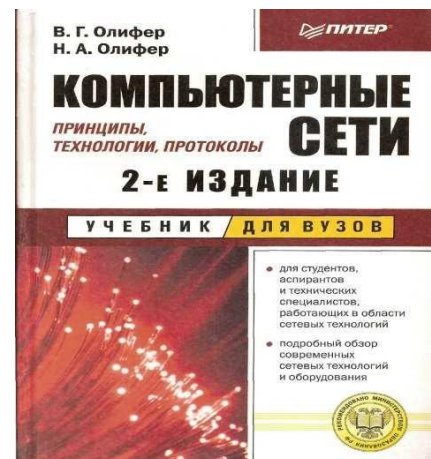
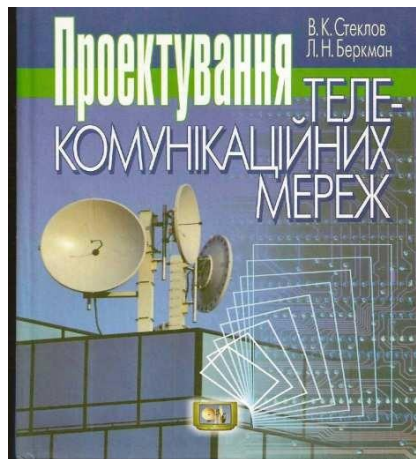
Предметом навчальної дисципліни є: вивчення теоретичних та практичних питань розробки та розгортання мережної інфраструктури. Формує у студентів інженерні знання, вміння та навички на рівні міжнародної сертифікації HPE Accredited Technical Associate (ATA) – Networks.

**Об'єктом телекомунікаційні та інформаційні мережі, мережні технології, концепції реальних мереж, принципи побудови перспективних високошвидкісних мереж та напрямки їх розвитку, методи оптимального синтезу й аналізу мереж.**

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів загальних знань механізмів функціонування сучасних мереж зв'язку, придбання умінь користуватися концептуальними принципами побудови мереж, отримання навичок для розв'язування реальних задач, які виникають під час експлуатації та модернізації існуючих комп'ютерних мереж.

#### Основні терміни та визначення

- *Адаптер* (англ. *adapter пристосовую*) - пристрій, за допомогою якого будь-який елемент пристосовується до мережі.
- *Архітектура* - характер будови мережі.
- *Байт* (англ. *byte*) - одиниця кількості інформації, якою цифрова ОМ може оперувати як одним цілим. Байт дорівнює 8 біт.
- *Біт* (англ. *Binary двійковий + digit знак, цифра*) - одиниця вимірювання кількості інформації в двійковій системі; відповідає інформації, яку одержують при здійсненні однієї з двох рівно ймовірнісних подій.
- *Віртуальний* (лат. *Virtualis сильний, здібний*) - можливий, той, що може проявитися.



Завдяки величезному впливу мереж ЕОМ і мереж зв'язку на життя суспільства протягом кінця 90-х рр. XX ст. цей невеликий історичний період прийнято називати "інформаційним століттям".

*Сучасному розвитку техніки зв'язку притаманні дві особливості:*

- *цифрова форма подання всіх сигналів - незалежно від того, який вид інформації передається цими сигналами (мова, текст, дані чи зображення);*
- *інтеграція обслуговування, яка може бути повністю реалізована тільки за умови застосування для зв'язку цифрової техніки.*

Розвиток глобальної інформаційної інфраструктури (ГІІ) ґрунтується на восьми основних принципах:

- *сприянні відкритій конкуренції;*
- *заохоченні приватних інвестицій;*
- *визначенні гнучких регулюючих структур;*
- *забезпеченні відкритого доступу до мереж;*
- *гарантії загального забезпечення доступу до послуг;*
- *забезпеченні рівних можливостей для користувачів;*
- *сприянні різноманітності змісту ГІІ, в тому числі культурного і мовного багатовиду;*
- *визнанні необхідності міжнародного співробітництва, особливо з найменш розвиненими країнами.*

**Кінцевою метою ГІІ** є гарантія для кожного громадянина доступу до інформаційного співтовариства.

*Мінімальний набір вимог при створенні ГІІ*

- **прийнятність** - економічна ефективність використання ресурсів підприємствами, організаціями і споживачами у визначений період часу;
- **доступність** - ступінь доступності до визначеного ресурсу чи групи ресурсів;
- **елемент культури** - спеціальні характеристики мов і загальноприйнятих правил їх вживання (особливо писемною формою), що властиві визначеним суспільствам і географічним регіонам;
- **взаємодія** - здатність двох чи більше систем і допоміжних програмних продуктів обмінюватися інформацією і спільно використовувати інформацію, що стала предметом обміну;
- **керованість** - можливість для кожного підприємства, організації і визначеного споживача контролювати розміщення й використання своїх ресурсів;
- **мінімалізм** - методологія або підхід, який забезпечує приєднання з міні-мальною кількістю вимог;

- **мобільність** - можливість доступу до послуг з різних місць і навіть під час руху, здатність мережі визначити і локалізувати джерело надходження запиту;
- **номадизм** - можливість переміщатися з одного місця в інше, зберігаючи при цьому доступ до послуг незалежно від доступності чи недоступності цих послуг у місцевому середовищі, тобто безперервність доступу в просторі та в часі;
- **ефективність** - ступінь виконання системою чи підсистемою своїх функцій, характеризується часом доступу, пропускнуою спроможністю, кількістю операцій за секунду, швидкістю відеоінформації;
- **портативність** - ступінь легкості, з якою програмне забезпечення і дані можуть бути передані з однієї системи в іншу;
- **якість** - надання рівня обслуговування, відповідного сподіванням споживача послуги;
- **надійність** - імовірність того, що продукт або система будуть функціонувати належним чином протягом визначеного проміжку часу;
- **сумісність** - здатність працювати з різними за швидкістю, ємністю і ціною прикладними платформами і середовищами;
- **захист даних** - захист ресурсів (комп'ютерів, програмного забезпечення і даних) від можливості випадкового чи навмисного доступу, використання, зміни, знищення чи виявлення;
- **практичність** - ступінь легкості використання продукту чи системи.

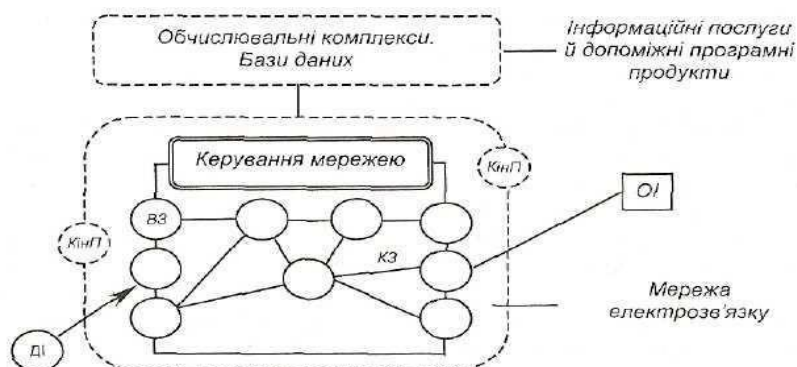
## 2. Поняття інформаційної мережі. Поняття інформаційної мережі. Послуги інформаційної мережі, служби та платформи надання послуг.

### 2.1 Поняття інформаційної мережі.

*Основою ГП є сучасна інформаційна мережа*

*Інформаційну мережу можна уявити як велику систему, до якої входять користувачі, засоби різних видів зв'язку, обладнання для надання послуг і системи керування*

Схема Інформаційної мережі:



КінП - кінцевий пункт; КЗ - канал зв'язку; ВЗ - вузол зв'язку; Д1 - джерело інформації; ОІ - одержувач інформації

Поняття «інформація» має багато різних аспектів і у зв'язку з цим існує і декілька різних підходів до її визначення і оцінок (кількісним, якісним і ін.). Академік А. А. Харкевич [1] під інформацією запропонував розуміти «відомості, зберігання, що є об'єктом, передачі, перетворення». Узявши за основу це визначення, під інформацією розумітимемо деякі відомості про заданий об'єкт (процесі, події, факті і т. д.).

Розрізняють два види інформації про об'єкт: інформація про його стан (конкретна) і інформація про його властивості (абстрактна).

*Інформація про стан об'єкту* - це інформація, що відображає його стан (поведінка) як перелік значень (заданих в числовому або іншому вигляді) якихось його параметрів, визначених (зміряних) в деякий момент (період)  $t_0$ . Таким чином, інформація про стан об'єкту у момент  $t_0$  містить відомості про деякі параметри  $a_1, a_2, \dots, a_n$  цього об'єкту, знання яких необхідне для управління або вироблення рішення. Ця інформація представляється вектором  $I_A(t_0) = b_1(t_0), b_2(t_0), \dots, b_n(t_0)$  - набором значень (оцінок)  $b_i(t_0)$  параметрів  $a_i$ , виражених числами або в іншому вигляді. Відмітимо, що  $b_i$  відображає дійсне значення параметра  $a_i$ , як правило, з деяким наближенням, визначуваним як особливістю об'єкту і способом виміру (оцінки), так і системою відображення: мовою, властивістю носія і так далі. Одному і тому ж об'єкту може відповідати безліч різних елементів інформації (векторів), що відрізняються повнотою надання (набором параметрів).

*Інформація про властивості об'єкту* - це інформація, що містить опис властивостей або поведінку об'єкту і співвідношення (закони), що характеризують цей об'єкт.

Цінність інформації (її споживча вартість) полягає в ефекті (матеріальному або якому-небудь другому), який виходить при її використанні, і визначається тим, де і як вона застосована і наскільки вчасно доставлена. Залежність цінності інформації від часу доставки може бути представлена «функцією цінності» (інколи називають функцією старіння) -  $Q(t)$ . Вона має вид кривих, показаних на рис. 1.1, де час може вимірюватися як секундами, так і годинником, днями, місяцями і роками, а ефект використання інформації, якщо його обчислювати в грошах, може в одних випадках вимірюватися в копійках, а в інших - мільйонами рублів. Інколи інформацію характеризують не її цінністю, а критичним часом  $T_{кр}$ , після якого вона стає непотрібною або навіть шкідливою.

Обмін інформацією для людей не примха, а така ж природна потреба, як їжа, повітря, сон і так далі. Обмін інформацією включає її передачу і прийом. Коли говорять про передачу інформації, то мають на увазі, що є джерело інформації, одержувач (споживач) інформації і засобу її передачі. Засоби передачі, визначені фізіологічними можливостями людини (наприклад, голосовими можливостями або зорових органів), не можуть вирішити проблему передачі великих інформації на значні відстані. Для її вирішення людина створила і широко використовує технічні засоби зв'язку.

У вузькому сенсі під поняттям зв'язок розуміється технічна база засобів зв'язку, що забезпечує передачу і прийом інформації. Стосунки між зв'язком і інформацією такі

ж, як біля транспорту і вантажу, що перевозиться. Засоби зв'язку не потрібні, якщо немає інформації, так само, як не потрібний вантажний транспорт за відсутності вантажу.

У широкому поняття «зв'язок» - процес передачі повідомлень від джерела до одержувача [3].

Для того, щоб інформацію можна було доставити, вона має бути представлена у вигляді повідомлення  $S(I_a)$ , записаного на якому-небудь носіїві з використанням певної мови.

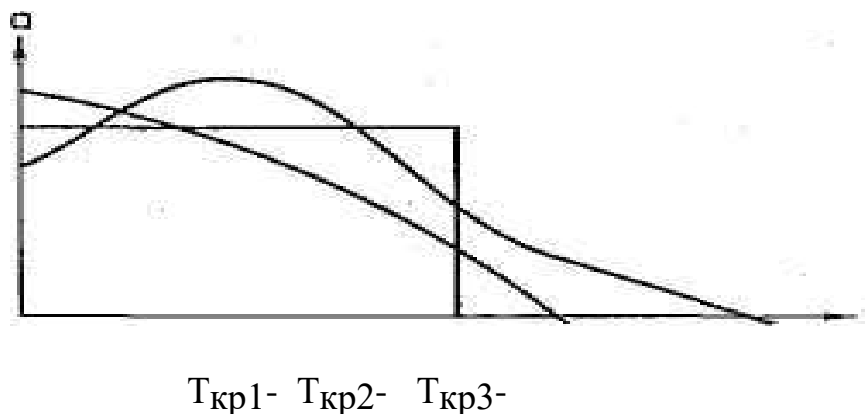


Рис. 1.1. Залежність цінності інформації від часу доставки повідомлення

*Носій інформації* - засіб реєстрації інформації (магнітна стрічка, гнучкий диск і т. і.). Повідомлення окрім основної інформації повинне включати адресу, вказуючи, куди воно має бути доставлене, відомостей, що дозволяють ідентифікувати як все повідомлення, так і окремі його складові, підпис (адреса відправника) і деяку службову інформацію, що визначає доставки.

Таким чином, *повідомлення* - це форма вираження (уявлення) інформації, зручна для передачі на відстань. Об'єм повідомлення  $V_s$  визначається всією вказаною інформацією і найчастіше оцінюється числом знаків (букв або цифр) або часом його передачі, коли мова йде про телефонних повідомленнях або мовленні програм.

Здатність бачити дозволяє людині сприймати інформацію у формі нерухомих або рухомих зображень, званих оптичними повідомленнями (текст на листі паперу, фотографія і т. д.). Здатність чути допомагає сприймати інформацію, що є механічними коливаннями повітряного, званими звуковими повідомленнями (музика, мова).

Повідомлення у формі зображень або звуків природні і зручні для спілкування між людьми, але сучасне виробництво немислиме без зв'язку людини з електронно-обчислювальними машинами (ЕОМ). З часом людина обов'язково «навчить» ЕОМ розпізнавати звукові образи (звуки), а поки вони сприймають інформацію у формі знаків. Знаки - це букви, цифри і інші символи, з яких складаються повідомлення шляхом їх нанесення на спеціальні носії інформації: перфострічки, магнітні стрічки, барабани, диски і так далі. Повідомлення, призначені для обробки на ЕОМ або отримані від ЕОМ, прийнято називати - даними.

Будь-яке повідомлення має змінний параметр, в який «закладена» інформація, що міститься в ній. Цей параметр називається *інформаційним*. По характеру зміни інформаційних параметрів розрізняють безперервні і дискретні повідомлення. Якщо інформаційний параметр повідомлення в процесі зміни може набувати будь-яких



значень з деякої безлічі можливих значень, то повідомлення називається *безперервним*. Безперервними є звукові повідомлення. Дійсно, звуковий тиск може набувати будь-яких значень з безперервної безлічі можливих значень.

Будь-які текстові і цифрові повідомлення складаються з певного кінцевого і відомого набору знаків (наприклад, букв алфавіту). Подібні повідомлення прийнято називати *дискретними*.

Повідомлення, що містить інформацію, даремне, якщо воно не передане тому, кому призначено - одержувачеві інформації. Коли повідомлення записане на якому-небудь речовому носії, то його можна доставити одержувачеві за допомогою того або іншого виду транспорту. Так поступають при передачі письмових повідомлень в поштовому зв'язку. Проте такий спосіб не є єдиною можливим. Для передачі повідомлень можуть бути використані фізичні процеси, що характеризуються здатністю переносити з певною швидкістю від джерела до одержувача повідомлення, що містять інформацію у вигляді звукових або електромагнітних хвиль. Фізичний процес, що відображає передані повідомлення, називають *сигналом*.

Відображення переданого повідомлення забезпечується зміною якої-небудь фізичної величини, що характеризує процес передачі. Її називають інформаційним *параметром сигналу*.

Принципи і засоби зв'язку, засновані на використанні як переносники повідомлень електричні сигнали як найбільш поширені. Електричні сигнали мають переваг перед сигналами іншої фізичної природи: вони можуть передаватися на великі відстані, їх форму можна перетворювати порівняно простими технічними засобами, швидкість їх близька до швидкості світла. Електричні сигнали, як і повідомлення, можуть бути безперервними і дискретними. В безперервних сигналів від дискретних полягає в тому, що інформаційний параметр безперервного сигналу може набувати будь-яких значень безперервної безлічі можливих значень (наприклад, напруга, сила струму, напруженість електричного або магнітного поля і т. і.). Безперервний сигнал часто називають аналоговим. Дискретний сигнал характеризується кінцевим числом значень інформаційного параметра. Найчастіше цей параметр може приймати одне з двох значень.

## 2.2 Послуги інформаційної мережі, служби та платформи надання послуг. (Види зв'язку інфокомунікаційних послуг, потоки інформації та трафікі)

Процес передачі або прийому сигналів, знаків, текстів, зображень, звуків по дротях, радіо, оптичною або іншим електромагнітним системам називається - *електрозв'язком* [1].

Для кращого засвоєння понять використовуємо системний підхід. Системний підхід - спосіб проведення досліджень, коли всі явища, об'єкти, предмети і процеси розглядаються як системи. Системний підхід дозволяє будь-який проміжний елемент крупнішої системи розглядати як окрему самостійну систему взаємозв'язаних елементів [1]. Такий підхід є досить повним і об'єктивним, що дозволяє сформувати цілісне уявлення про зв'язок.

Класифікація видів зв'язку приведена на рис. 1.2.



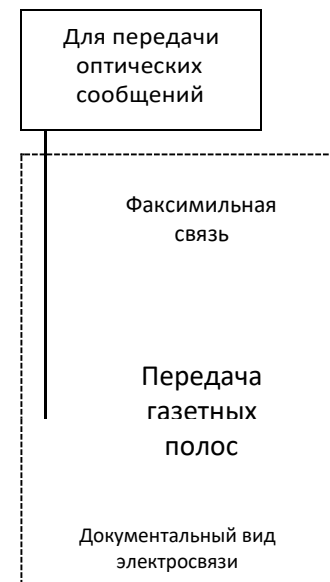


Рис 1.2 Класифікація видів електрозв'язку

*Телеграфний зв'язок і передача даних* забезпечують передачу дискретних повідомлень у вигляді текстів (телеграм) і цифрових даних відповідно, причому передача даних забезпечує швидшу і якіснішу передачу повідомлень.

Такі види електрозв'язку, як телефонний зв'язок і звукове мовлення, призначені для передачі звукових повідомлень.

*Телефонний зв'язок* - вид електрозв'язку, призначений для обміну інформацією переважно шляхом розмови з використанням телефонних апаратів [1].

*Звукове мовлення* - вид електрозв'язку, призначений для передачі програм звукового мовлення широкому колу територіально розосереджених слухачів за допомогою радіо і дрітаних ліній [4].

Таким чином, телефонний зв'язок забезпечує ведення переговорів між людьми (абонентами), а звукове мовлення - однобічну і високоякісну передачу звукових повідомлень (радіопрограм), призначених одночасно для багатьох слухачів.

*Телевізійне мовлення і зв'язок відеотелефону* здійснюють одночасну передачу оптичних і звукових повідомлень. При цьому телебачення забезпечує одночасну передачу повідомлень для широких мас населення, а зв'язок відеотелефону - двосторонню передачу індивідуальних повідомлень, дозволяючи вести переговори, при яких співбесідники бачать один одного. Правда, зв'язок відеотелефону не набув широкого поширення із-за щодо великої вартості передачі повідомлень.

*Зв'язок факсиміле* і її різновид - передача газетних смуг - забезпечують передачу оптичних повідомлень у вигляді нерухомих зображень (у тому числі і кольорових).

Види електрозв'язку, що забезпечують передачу повідомлень, записаних на носії, і прийом цих повідомлень з подальшим записом на носієві, називають *документальними*.

Основні види електрозв'язку, що , охоплюють далеко не всі області її використання в сучасному житті. Для реалізації завдань, що стоять перед зв'язком, необхідна певна система. Поняття «система», як і «інформація», має безліч визначень. *Система* - безліч закономірно зв'язаних один з одним елементів, що є певною, цілісною освітою, єдністю

[5]. Тому стосовно зв'язку можна визначити поняття системи зв'язку як сукупності мереж зв'язку з єдиним управлінням і забезпеченням.

*Мережа зв'язку* - частка системи зв'язку, що є сукупністю вузлів і ліній зв'язку, виділена за певною ознакою (вигляду, роду зв'язку, структурної і функціональної автономності і ін.) і призначена для обміну інформацією між абонентами (користувачами) зв'язку.

*Вузол зв'язку* - це організаційно-технічне об'єднання сил і засобів зв'язку, розгорнутих на пунктах управління, в об'єкті (споруді) або заданому районі для забезпечення зв'язку.

*Лінія зв'язку* - елемент системи зв'язку, що забезпечує утворення каналів і групових трактів первинної мережі, що мають спільні середу поширення, а також сили і засоби їх обслуговування [1].

Для будівництва або розгортання ліній зв'язку застосовуються, як правило, однорідні засоби зв'язку, а володіє певною самостійністю і допускає при необхідності розкладання на складові її елементи [1]. Наприклад, для ефективного управління і усебічного забезпечення функціонування системи зв'язку за будь-яких умов створюються підсистеми управління і забезпечення функціонування як організаційно-технічні об'єднання органів і об'єктів управління, мереж зв'язку для управління. Назвою «підсистема» підкреслюється, що вона повинна володіти властивостями системи (зокрема властивістю цілісності). Цим підсистема відрізняється від простої групи елементів, для якої не сформульована окрема ціль і не виконується властивість цілісності. Для такої групи використовується назва «компонент», наприклад стаціонарний компонент підсистеми.

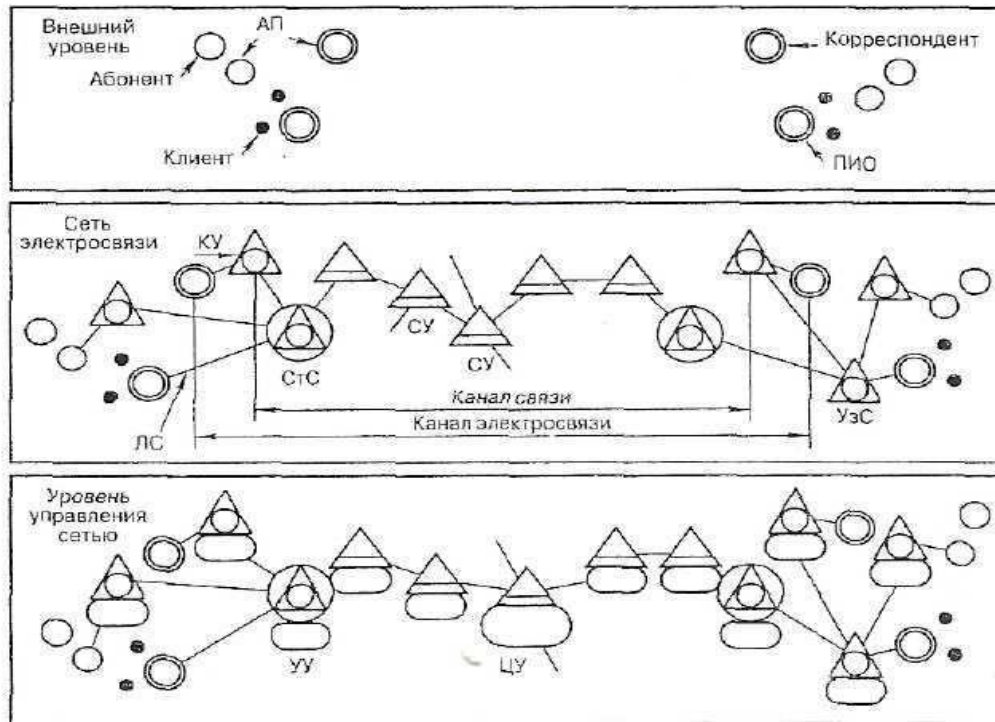
*Елемент* - проста неподільна частка системи зв'язку, що володіє певною самостійністю в діях по відношенню до всієї системи (наприклад, вузол або лінія зв'язку).

Систем електрозв'язку, а, отже, і технічних засобів, потрібний дуже багато, оскільки мова йде про можливість надання послуг електрозв'язку що всім бажає. Наприклад, кожен радіослухач користується «своєю» системою електрозв'язку, що складається з багатьох різних пристроїв формування, посилення, передачі і відтворення сигналів.

Створення системи для будь-якого виду електрозв'язку передбачає організацію каналу електрозв'язку між пунктами передачі і прийому повідомлення. Сукупність цих каналів утворює мережу електрозв'язку, де функції підключення певних абонентських пристроїв виконує спеціальна апаратура комутації, що дозволяє утворити тракт для передачі електричних сигналів.

Таким чином, мережа електрозв'язку є сукупність крайових пристроїв, комутаційних центрів і ліній, що їх пов'язує, і каналів зв'язку [1].

З точки зору системного аналізу мережу електрозв'язку можна представити трьома рівнями:



- *перший* - зовнішній рівень, що включає абонентів (клієнтів), АП і ПКО, в межах якого минає формування повідомлень для передачі в мережі електрозв'язку;

- *другий* - власне мережа електрозв'язку, що включає лінії зв'язку (ЛЗ), канали зв'язку (КЗ), станції зв'язку (СтЗ) і вузли зв'язки (ВЗ), що забезпечують передачу, розподіл і комутацію повідомлень між АП (ПКО) абонентів і кореспондентів;

- *третій* - елементи управління мережею, що включають пристрої управління (ПУ) вузлів, центри управління (ЦУ) і всю адміністрацію.

До складу мережі електрозв'язку входять

- *користувачі* (абоненти, клієнти), що є джерелами і споживачами інформації. Вони створюють і сприймають потоки повідомлень і, як правило, визначають вимоги по доставці і обробці інформації, вибору виду зв'язку (телефонною, телеграфною, мовлення і т. д.) і отриманню різних послуг (видів обслуговування) з дотриманням певної якості;

- *пункти зв'язку*

а) абонентські пункти (АП), що містять апаратуру введення і виводу інформації в мережу електрозв'язку (а зберігання і обробки). Вони в постійному користуванні певних абонентів;

б) пункти інформаційного обслуговування (ПКО) - довідкові служби, різні обчислювальні центри (ВЦ), банки даних, бібліотеки і інші пункти колективного користування, що забезпечують, обробку, зберігання і видачу інформації, і надання користувачам інших послуг, пов'язаних з інформаційним забезпеченням;

- *канали зв'язку*, об'єднані в лінії зв'язку, які забезпечують передачу повідомлень між окремими пунктами мережі;

- *мережіві станції*, забезпечуючи освіту і надання вторинним мережам типових фізичних ланцюгів, типових каналів передачі і мережних трактів, а також їх транзит [1];

- *вузли*:

а) мережеві вузли (МВ), забезпечують і перерозподіл мережевих трактів, типових каналів передачі і типових фізичних ланцюгів, а також надання їх вторинним мережам і споживачам [1];

б) комутаційні вузли (КВ) для розподілу (перемикання) каналів, пакетів або повідомлень;

- система управління, що забезпечує нормальне функціонування і розвиток мережі електрозв'язку і взаємовідношення користувачами.

Пункти інформаційного обслуговування підрозділяються по їх призначенню (довідкова телефонів, бюро замовлень квитків, інформаційний пункт по якій-небудь галузі, обчислювальний центр (ОЦ), оброблювальний економічну інформацію, і т. д.). Залежно від переданої інформації ППО може мати один або декілька каналів, що його мережею електрозв'язку, а також у нього можуть бути абоненти або виносні ОП, ним прямими каналами. У мережі ППО можуть як джерела інформації (ДІ) і споживачі інформації (СІ), а також як елементи мережі, оскільки створювані ними потоки повідомлень циркулюють по мережі.

Сукупність пучків, вузлів і ліній (каналів), що їх, утворює структуру (конфігурацію) мережі, що визначає можливість здійснення зв'язку між окремими пунктами і можливі шляхи передачі повідомлень. Для збільшення надійності мережі вона будується так, щоб між окремими вузлами було декілька (зазвичай 2 або 3) незалежних шляхів.

Система управління мережею забезпечує підтримку в робочому (справному) стані технічних засобів, доставку повідомлень за адресою, розподіл каналів між вторинними мережами (споживачами), розподіл потоків повідомлень, планування і розвиток мережі, будівництво, матеріально-технічне забезпечення, підготовку кадрів, регулювання стосунків користувачами.

Суб'єкти ринку інфокомунікацій.

Об'єкти ринку інфокомунікацій ті, що надають послуги.

Суб'єкти ринку інфокомунікацій ті, що отримують послуги.

Визначення суб'єктів та об'єктів ринку інфокомунікацій для взаємозв'язаних, складових мереж, інтегральних розглядується слухачами самостійно.

#### *Висновки*

Щоб одержати економічний або будь-який інший ефект (політичний, соціальний), необхідно передати інформацію будь-кому чи будь-чому за допомогою засобів зв'язку.

Отже, роль зв'язку в процесі інформатизації дуже велика, оскільки вона пронизує інформаційний процес від об'єкта спостереження і формування початкової інформації (сприйняття) через її обробку (квантування, кодування, модуляцію), передачу й обробку в приймачі доставки інформації до одержувача в обробленому вигляді.

### **3. Різновиди систем і мереж.**

#### *КЛАСИФІКАЦІЯ МЕРЕЖ ЕЛЕКТРОЗВ'ЯЗКУ*

В даний час в експлуатації знаходиться велика кількість мереж зв'язку, що розрізняються по декількох ознаках, одні з яких визначають місце цих мереж в системі зв'язку, інші - принципи їх побудови і характер функціонування, треті, - економічний або

іншого роду ефект, що отримується від їх вживання. Чим більше класифікаційних ознак використовується при описі конкретної мережі зв'язку, тим повніше ця мережа може бути охарактеризована.

У літературі [3,6] мережі зв'язку класифікуються по:

- Призначенню;
- характеру освіти і виділення каналів;
- типам комутації;
- устаткуванню і умовам розміщення;
- ступені автоматизації.

Розглянемо детальніше класифікаційні ознаки мереж зв'язку (мал. 2.1).

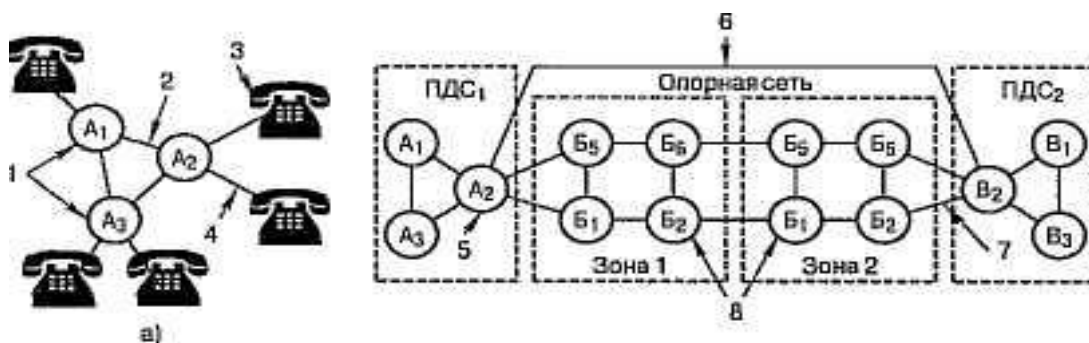
За призначенням мережі зв'язки діляться на дві великі групи: мережі зв'язку спільного користування і мережі зв'язку обмеженого користування.

*Мережа зв'язку спільного користування* створюється для забезпечення послугами зв'язку населення, різних установ, підприємств і організацій.

При побудові *мереж зв'язку обмеженого користування* реалізуються специфічні вимоги, обумовлені характером діяльності того або іншого відомства, на користь якого створюється дана мережа, а також передбачається можливість виходу абонентів в мережу спільного користування. До таких мереж відносяться мережі внутрішнього зв'язку і мережі телекомунікації.

Мережа внутрішнього зв'язку розгортається на пункті управління (ПУ) і забезпечує обмін повідомленнями між абонентами даного пункту управління [11]. Основними елементами даної мережі є комутаційні центри внутрішнього зв'язку (КЦВС), що зв'язують їх сполучні лінії (СЛ), абонентські крайові пристрої і абонентські лінії (мал. 2.2 а).

Мережа телекомунікації відноситься до однієї системи зв'язку, розгортається на території функціонування даної системи і забезпечує обмін повідомленнями між абонентами різних пунктів управління [11] (рис.2.2б).



Мал. 2.2. Варіанти структур мережі зв'язку:

- 1 - комутаційні центри внутрішнього зв'язку, 2 - сполучні лінії  
3 - абонентські крайові пристрої, 4 - абонентські лінії  
5 - комутаційний центр телекомунікації, 6 - канал телекомунікації  
7 - лінії прив'язки, 8 - транзитний комутаційний центр

Комутаційні центри далекого зв'язку (КЦДЗ), розташовані на різних ПУ, зв'язуються каналами далекого зв'язку, а розміщені на одному ПУ - сполучними лініями. Сукупність КЦДЗ, розміщених на одному ПУ, і що зв'язують їх СЛ, називається підмережею далекого зв'язку (ПДЗ). На мережі далекого зв'язку (ДЗ) широко застосовуються транзитні КЦ (ТКЦ) без абонентської ємкості. Їх місцезнаходження, як правило, не пов'язане з розташуванням ПУ. Сукупність таких ТКЦ і ліній (каналів) зв'язку, що зв'язують їх, утворює опорну мережу зв'язку (ОМЗ). ОМЗ часто розбивається на ділянки, звані зонами опорної мережі зв'язку. Комутаційні центри далекого зв'язку, розташовані на пунктах управління, зв'язуються з транзитними комутаційними центрами опорної мережі однією або декількома лініями прив'язки.

Сукупність крайових пристроїв (КП) і абонентських ліній (АЛ), включених в один КЦ внутрішнього або далекого зв'язку, утворює абонентську мережу даного КЦ, сукупність ОУ і АЛ на ПУ утворює абонентську мережу даного ПУ.

По характеру утворення і виділення каналів зв'язку мережі зв'язку підрозділяються на первинних і вторинних [8].

*Первинна мережа* - сукупність типових фізичних ланцюгів, типових каналів передачі і мережевих трактів, утворена на базі мережевих вузлів, мережевих станцій, крайових пристроїв первинної мережі і ліній передачі, що сполучають їх [9]. При цьому під типовим фізичним ланцюгом і типовим каналом розуміється фізичний ланцюг і канал передачі, параметри яких відповідають прийнятим нормам [9].

*Мережевий* тракт - типовий груповий тракт або декілька послідовно сполучених типових групових трактів з включеною на вході і виході апаратурою утворення тракту [9].

*Вторинна мережа зв'язку* — сукупність ліній і каналів зв'язку, утворених на базі первинної мережі, станцій і вузлів комутації або станцій і вузлів перемикачів, що забезпечують певний вид зв'язку [9].

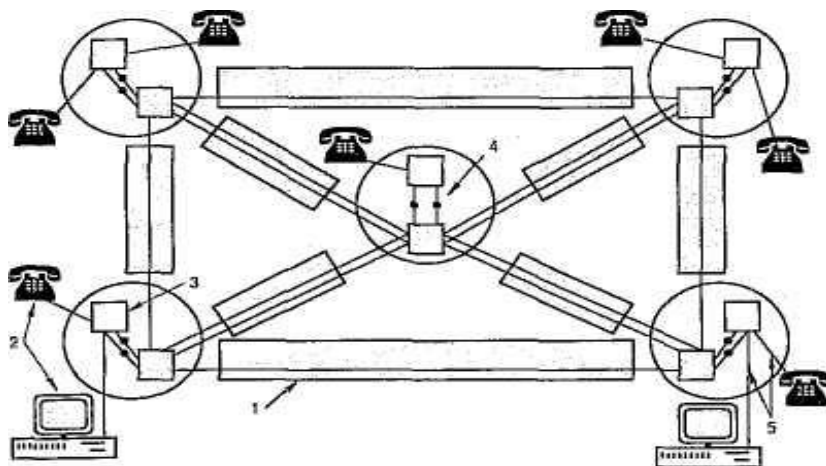
Фрагмент взаємозв'язку первинної і вторинних мереж показаний на мал. 2.3

Головним завданням первинної мережі є утворення типових каналів і групових трактів зв'язку, завдання вторинної мережі - доставка повідомлень певного вигляду

від джерела до споживача.

Спосіб побудови мережі визначається прийнятою системою комутації: довготривалою, оперативною або їх поєднанням.

По типах комутації мережі підрозділяються на комутуваних, частково комутуваних і некомутуваних.



Мал. 2.3 Схема взаємозв'язку первинної і вторинної мереж:

- 1 - система передачі первинної мережі, 2 - крайові пункти вторинних мереж
- 3 - вузол комутації вторинних мереж, 4 - крапки, що позначають кордони первинній мережі, 5 - абонентські канали або лінії

Для комутуваних і частково комутуваних мереж зв'язку характерне використання різних варіантів комутації.

*Довготривалою* називається комутація, при якій між двома точками мережі встановлюється постійне з'єднання.

*Оперативною* називається комутація, при якій між двома точками мережі організовується тимчасове з'єднання.

*Поєднання оперативної і довготривалої комутації* передбачає те, що на одних ділянках інформаційного напрямку мережі зв'язку може застосовуватися довготривала комутація, а на інших - оперативна.

Комутувана мережа зв'язку - це вторинна мережа, що забезпечує з'єднання по запиту абонента або відповідно до заданої програми через канал електрозв'язку крайових пристроїв вторинної мережі за допомогою комутаційних станцій і вузлів комутації на час передачі повідомлень [9]. Канали передачі в комутуваних мережах є каналами спільного користування.

На частково комутуваних мережах зв'язку передбачається використання всіх систем довготривалої і оперативної комутації. Реально існуючі і проєктовані на найближчу перспективу мережі зв'язку відносяться до класу частково комутуваних.

До *некомутуваних* мереж зв'язку відносяться вторинні мережі, що забезпечують довготривалі (постійні і тимчасові) з'єднання крайових пристроїв (терміналів) через канал електрозв'язку за допомогою станцій і вузлів перемикачів [9]. До некомутуваних мереж можна віднести опорну мережу зв'язку.

По устаткуванню і умовам розміщення мережі зв'язку підрозділяються на мобільних і *стаціонарних*. Під мобільними розуміються мережі зв'язку, елементи яких



(КЦ, лінійні засоби зв'язку) розміщуються на транспортній базі і можуть переміщатися. Одним з поширених типів мобільних мереж є польова мережа зв'язку військового призначення. Стаціонарні мережі зв'язку створюють на базі вузлів зв'язку, розміщених в стаціонарних спорудах. До складу стаціонарних мереж при необхідності можуть включатися рухливі елементи, наприклад, при заміні стаціонарних елементів, що на короткий час вийшли з буд, тимчасовому розташуванні абонентів на рухливих об'єктах, необхідності тимчасового посилення певних елементів мережі.

По ступеню автоматизації мережі зв'язку діляться на *неавтоматизованих, автоматизованих і автоматичних*. На неавтоматизованих мережах зв'язку все або переважна більшість основних операцій виконуються людиною. Автоматизованими називаються мережі, в яких переважне число функцій по виконанню певного об'єму операцій здійснюється технічним пристроєм. Такі мережі оцінюються за мірою автоматизації, яка визначається коефіцієнтом  $K_a$ , рівним відношенню об'єму операцій, що виконуються технічними пристроями, до спільного об'єму виконуваних операцій:

$$K_a = n_a / n_s, \quad (2.1)$$

де  $n_s$  - спільний об'єм операцій, що виконуються за певний час,  $n_a$  - кількість операцій, що виконуються автоматами. Можливе визначення подібного коефіцієнта за часом

$$K_a^t = t_a / t_s, \quad (2.2)$$

де  $t_a$  - сумарний час виконання операцій технічними пристроями протягом певного періоду, а  $t_s$  - сумарний час виконання всіх операцій.

Також може використовуватися показник ефекту введення автоматів:

$$K_a^3 = (t_n + t_a) / t_n, \quad (1.11)$$

де  $t_n$  - сумарний час виконання операцій за певний період на неавтоматизованій мережі відповідно.

Автоматичні мережі передбачають виконання всіх функцій по передачі і комутації повідомлень автоматами.

В даний час на мережах спільного користування через те, що 60% устаткування КЦ не відповідає вимогам ЕСЕ України, застосовуються змішані мережі зв'язку.

По обслуговуваній території мережі зв'язку розділяють на міжміських, міжнародних, місцевих (сільські, міські), внутрішньовиробничих.

Міжміська мережа зв'язку - мережа зв'язку, що забезпечує зв'язок між абонентами, що знаходяться на території різних областей або різних адміністративних районів однієї області (окрім районів у складі міста) [7].

Міжнародна мережа зв'язку - сукупність міжнародних станцій і каналів, що сполучають їх, що забезпечує міжнародним зв'язком абонентів різних національних мереж [7].

Місцева мережа зв'язку - мережа електрозв'язку, що утворюється в межах адміністративної або визначеної за іншим принципом території, не відноситься до регіональних мереж зв'язку; місцеві мережі підрозділяються на сільських і міських [10].

Сільська мережа зв'язку - мережа зв'язку, що забезпечує телефонний зв'язок на території сільських адміністративних районів [10].

Міська мережа зв'язку - мережа, яка обслуговує потреби великого міста. Функція міської мережі - праця базовою магістраллю для зв'язку локальних мереж всього міста [10].

Внутрішньовиробничі мережі - мережі зв'язку підприємств, установ і організацій, створювані для управління внутрішньовиробничою діяльністю, які не мають виходу на мережу зв'язку спільного користування [10].

Розділення мереж зв'язку по обхвату території. Залежно від обслуговуваної території мережі бувають локальними, корпоративними, сільськими, міськими, місцевими, внутріобласними, міжміськими (магістральними для первинної мережі), національними, міжнародними, глобальними (територіальними), змішаними.

Локальна мережа зв'язку - мережа зв'язку, розташована в межах деякої території (підприємство, фірма і т. д.) [10].

Корпоративна мережа зв'язку - мережа зв'язку, об'єднуюча мережі окремих підприємств (фірм, організацій, акціонерних суспільств і т. п.) в масштабі як одного, так і декількох держав [10].

Внутріобласна, або зонава мережа зв'язку, - міжміська мережа електрозв'язку в межах території однієї або декількох областей.

Магістральна мережа зв'язку - міжміська мережа електрозв'язку між центром України Києвом і обласними центрами, а також між центрами областей.

Національна мережа зв'язку - мережа зв'язку даної країни, що забезпечує зв'язок між абонентами усередині цієї країни і вихід на міжнародну мережу [10].

Глобальна (територіальна) мережа зв'язку об'єднує мережі, розташовані в різних географічних областях земної кулі [10]. Одним з прикладів такої мережі може бути *Internet*.

Розділення мереж по роду зв'язку (використовуваний апаратурі). По роду зв'язку (використовуваний апаратурі) мережі зв'язку можуть бути підрозділені на дротяних (кабельні, повітря, волоконно-оптичні) і радіо мережі (радіорелейні, тропосферні, супутникові, метеорні, іоносферні і т. д.).

Розділення мереж по вигляду зв'язки. Залежно від виду зв'язку мережі зв'язку підрозділяють на телефонних, відеотелефони, телеграфні, факсиміле, передачі даних, мережі звукового і телевізійного мовлення.

Розділення мереж по вигляду передаваної інформації. По вигляду передаваної інформації розрізняють цифрові, аналогові і змішані мережі зв'язку. Існування змішаних мереж характерне при переході від аналогових мереж зв'язку до цифрових.

Розділення мереж по ступеню захищеності. За цією ознакою мережі зв'язку діляться на захищених (мережі зашифрованого телефонного, зашифрованого телеграфного зв'язку і т. д.) і незахищених. У свою чергу в захищених мережах може використовуватися апаратура гарантованої і тимчасової стійкості.

## ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ МЕРЕЖ ЕЛЕКТРОЗВ'ЯЗКУ

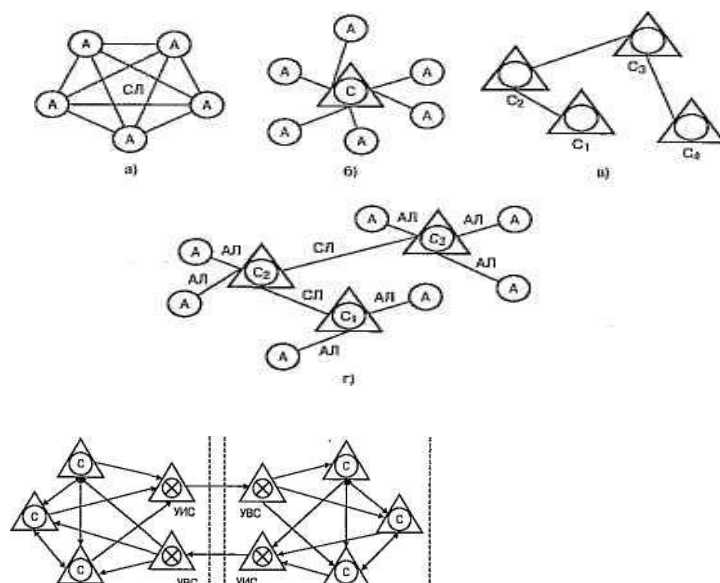
Мережі зв'язку охоплюють величезне число різних технічних пристроїв, розташованих на великій території. Телефонна мережа, наприклад, об'єднує мільйони телефонних апаратів, десятки тисяч кілометрів ліній зв'язку, велику

кількість каналообrazуючих і комутаційної апаратури і багато іншого спеціального устаткування, розташованого на території всієї країни. Сотні тисяч телеграфних апаратів і безліч різного устаткування об'єднує телеграфна мережа, що також охоплює всю територію країни. Значно менше масштаби мережі передачі даних і зв'язку факсиміле.

До мереж зв'язку пред'являються певні вимоги. Найважливішою з них є вимога, що пред'являється користувачами (абонентами): мережа повинна забезпечити кожному абонентові можливість в слушний для нього час зв'язатися з будь-яким іншим абонентом і передати певне повідомлення. Для виконання цієї вимоги мережа має бути побудована по певних принципах; **принцип - основне, керівне правило [12].**

При побудові мережі зв'язку можуть бути використані наступні принципи: «кожен з кожним», вузловий, радіальний, радіально-вузловий.

Принцип побудови «кожен з кожним», проілюстрований на мал. 2.4, а; мережа будується так, щоб кожен пункт зв'язку  $\{A\}$  був зв'язаний сполучними лініями безпосередньо з будь-яким іншим пунктом. У пунктах зв'язку мережі розміщуються крайові абонентські пристрої систем електрозв'язку, тому ці пункти називаються *крайовими* або *абонентськими*. Сполучні лінії грають роль каналів електрозв'язку між крайовими пристроями. Кожен абонент такої мережі має постійний і прямий зв'язок зі всіма іншими абонентами. Мережа, побудована за принципом «кожен з кожним», надійна, відрізняється оперативністю і високою якістю передачі повідомлень. Проте на практиці вона застосовується тільки при невеликому числі абонентів. Пояснюється це тим, що із зростанням числа абонентських пунктів швидко зростають число і сумарна довжина сполучних ліній зв'язку. В результаті мережа стає громіздкою, а її вартість непомірно великий.



Мережа зв'язку, побудована по вузловому { зіркоподібному} принципу (мал. 2.4, б), складається з безлічі абонентських пунктів  $\{A\}$  і одного вузлового пункту (C). На крайових пунктах встановлені абонентські пристрої, а на вузловому - станція

комутації, до якої з допомогою ЯСКРАВО-ЧЕРВОНИЙ підключається апаратура кожного крайового пункту.

Станція комутації є сукупністю пристроїв, що виконують електричне з'єднання абонентських ліній. Кожне з'єднання дозволяє створити систему електрозв'язку для передачі повідомлень між відповідними абонентами.

Радіальний принцип побудови мережі (мал. 2.4, в, г) використовується при обмеженому числі крайових пунктів, розташованих на невеликій території. Якщо число абонентів велике або вони розосереджені на великій території, то різко зростає вартість лінійних споруд із-за збільшення середньої довжини абонентських ліній.

На мал. 2.4, г приведена схема побудови мережі, що має три станції комутації (З, - СЗ), до кожної з яких за допомогою абонентських ліній підключені абонентські апарати близько розташованих абонентів. Апарат кожного абонента є крайовим пунктом зв'язку. Кожен апарат підключений тільки до однієї станції. Всі станції між собою сполучені сполучними лініями. Структура мережі дозволяє встановлювати з'єднання між будь-якими абонентами через одну або дві станції. Подібну структуру мають, наприклад, мережі багатьох міст, якщо число абонентів в них не перевищує 80...90 тис. При цьому число станцій не перевищує десяти.

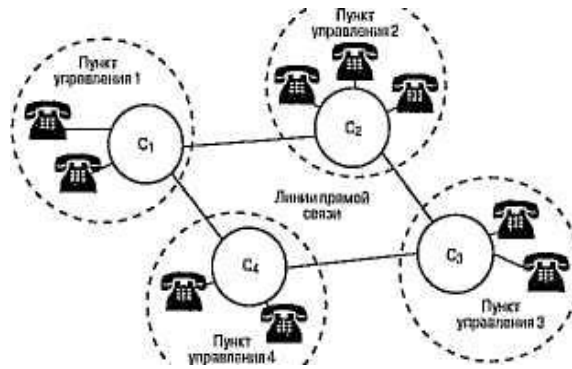
Телефонні мережі крупних міст зазвичай мають декілька груп телефонних станцій, подібних що розгляділа. Кожна група станцій обслуговує певний район міста, званий вузловим. При цьому зв'язок між абонентами різних вузлових районів здійснюється через спеціальні вузли. На мал. 2.4, д приведена одна з можливих схем побудови мережі з двома вузловими районами. З метою спрощення малюнка не показані абонентські пункти мережі, пов'язані із станціями за вузловим принципом. Телефонні станції усередині кожного вузлового району зв'язані за принципом «кожен з кожним». Зв'язок між вузловими районами відбувається через спеціальні станції - вузли витікаючих повідомлень (УІС) і вузли вхідних повідомлень (УВС). Такий принцип побудови мереж електрозв'язку отримав назву радіально-вузловий.

Мережі документального зв'язку (мережі передачі даних, телеграфні, факсиміле) будуються по радіально-вузловому принципу з врахуванням адміністративно-територіального ділення країни, що забезпечує найменшу вартість створення мережі і високу ефективність використання складних і дорогих засобів електрозв'язку.

При побудові окремих мереж можна використовувати два основних організаційно-технічних принципу: утворення прямих зв'язків і вживання базової комутованої мережі.

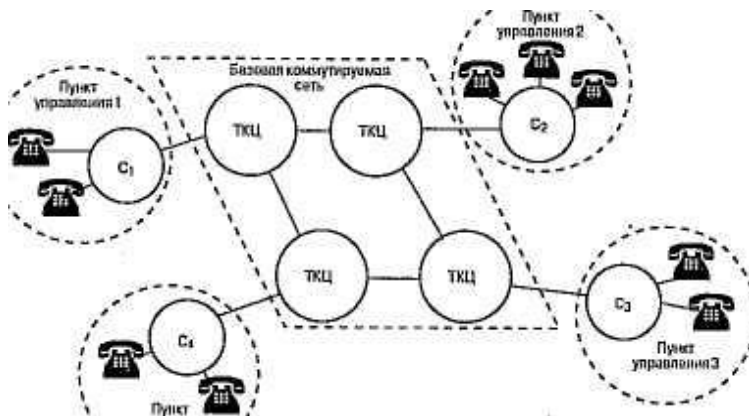
Утворення прямих зв'язків передбачає побудова ліній зв'язку безпосередньо між пунктами управління, на яких розташовуються комутаційні центри (мал. 2.5).

Особливістю принципу побудови з використанням базової



Мал. 2.5. Гіпотетична структура мережі зв'язку, утвореному лініями прямому зв'язку

КЦ на мережі ще одного КЦ - транзитного, територіально і функціонально не пов'язаного з пунктами управління (мал. 2.6).



Мал. 2.6. Гіпотетична структура мережі зв'язку, утвореного з використанням базової комутованої мережі

Ці транзитні КЦ, що здійснюють оперативну комутацію каналів, повідомлень або (и) пакетів і які зв'язані між собою гілками, утворюють базову комутовану мережу.

### Вивід

Таким чином, мережі, призначені для передачі індивідуальних повідомлень, будуються в основному по радіально-вузловому принципу, що забезпечує найменшу вартість створення мережі і високу ефективність використання складних і дорогих засобів електрозв'язку.

Сьогодні основними проблемами розвитку телекомунікацій України, які не дозволяють у повній мірі задовольнити потреби інформаційного суспільства та вимоги національної інформаційної інфраструктури є наступні:

- відставання від значної частини світу, у тому числі від країн СНД, за рівнем забезпечення населення і підприємств інтерактивними телекомунікаційними послугами (телефонними та, особливо, Інтернет);
- - значна нерівномірність забезпечення засобами телекомунікацій населення, малих та середніх підприємств на території країни (забезпеченість у сільських і гірських місцевостях у 2-3 рази нижче середньої по країні);

- - відсутність реальної державної підтримки діяльності операторів в сільських і гірських місцевостях, що обмежує забезпечення доступу населення і підприємств цих місцевостей до телекомунікаційних послуг;
- моральна та фізична зношеність значної частини (близько 70%) стаціонарних мереж, що стає важким тягарем у подальшому розвитку телекомунікацій;
- - труднощі з реалізацією єдиної державної технічної та інвестиційної політики в сфері телекомунікацій, де існує велика кількість операторів мереж і провайдерів послуг зі слабкими інвестиційними можливостями;
- - наявність значного незадовільного попиту населення і підприємств на телекомунікаційні послуги, особливо на сучасні їх види, що зумовлено недостатніми темпами розвитку телекомунікацій в Україні.

Висновок: Зазначені проблеми визначають стратегію та напрямки розвитку телекомунікацій на найближчу перспективу, які сформульовано у Концепції розвитку телекомунікацій в Україні до 2010 року.

#### 4. Основи з'єднання для передавання інформації.

**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 способом 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 електрозв'язку [4].



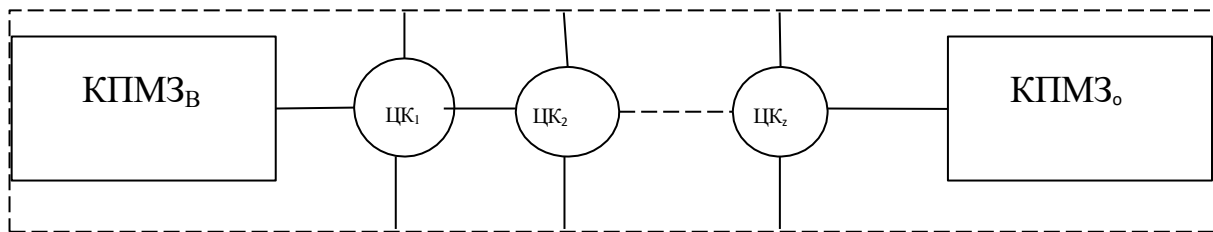
Рис. 2.1. Класифікація способів комутації

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).



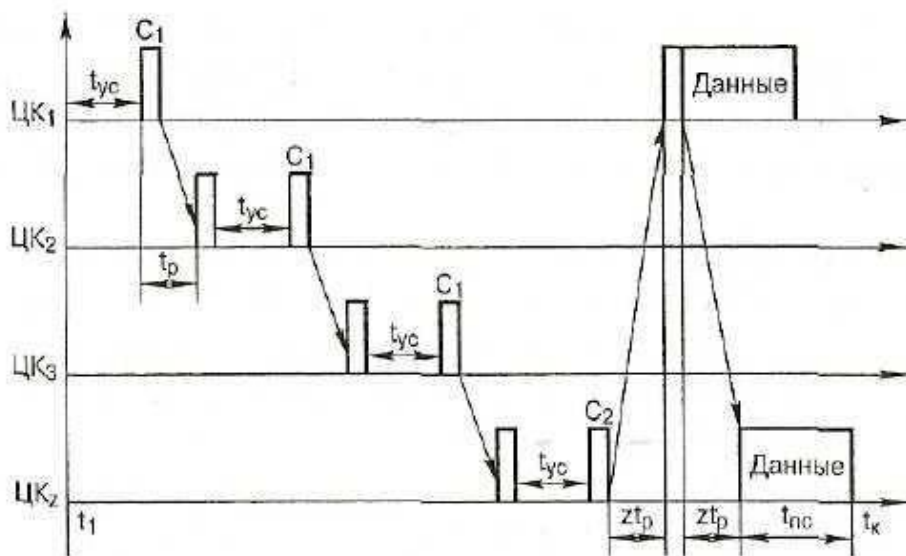


**Комутація каналів.** Суть способу комутації каналів (КК) при передачі повідомлень полягає в наступному. У момент часу  $t_1$ , (рис.3.3) від КПМЗ<sub>В</sub> - відправника повідомлення в центр комутації ЦК<sub>1</sub>, поступає заявка на з'єднання з крайовим пунктом мережі зв'язку (КПМЗ<sub>О</sub>) одержувача. Протягом часу встановлення з'єднання  $t_{yc}$  проводиться встановлення з'єднання в ЦК<sub>1</sub>, потім передається сигнал С<sub>1</sub> 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 посиляється 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 пропускну здатності 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).

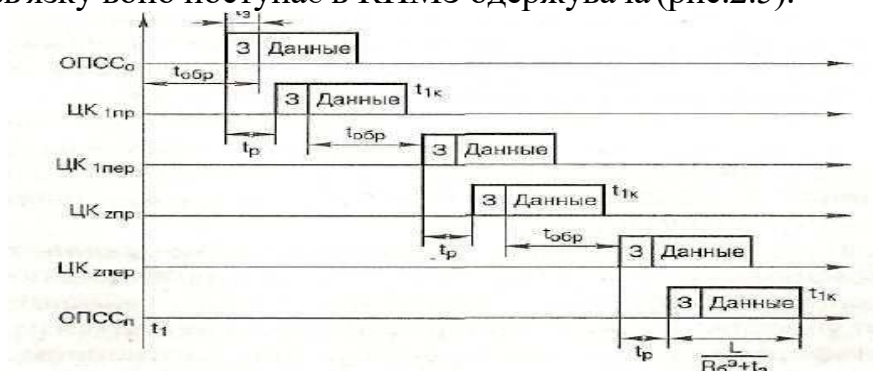


Рис. 2.5 Сутність способу Кп.  $t_3$  - час передачі заголовка

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 заголовки 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  $t_{ц} = (t_{обр} + t_p + t_z + L/R^3)$ . Отже, спільний час доведення повідомлення від КПМЗ<sub>В</sub> до КПМЗ<sub>О</sub>

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

Перетворюючи цей вираз, отримаємо

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

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:

$$R_{исп} = \frac{L/R^3}{t_p + t_z + L/R^3} = 1 - \frac{t_p + t_z}{t_p + t_z + L/R^3} = 1 - \frac{I_3}{L + I_3},$$

де  $I_3 = t_z R^3$  - довжина заголовка в бітах.

Таким чином, характерною особливістю способу комутації повідомлень при повному перепріємі 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 перепріємання 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 ємності, 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 ємність 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 розглядається 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> напряму 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 напряму передачі повідомлень між КПМЗ відправника і КПМЗ одержувача повідомлень. Спосіб комутації пакетів наближається по характеристиках до способу комутації каналів, зберігаючи всі переваги комутації повідомлень.

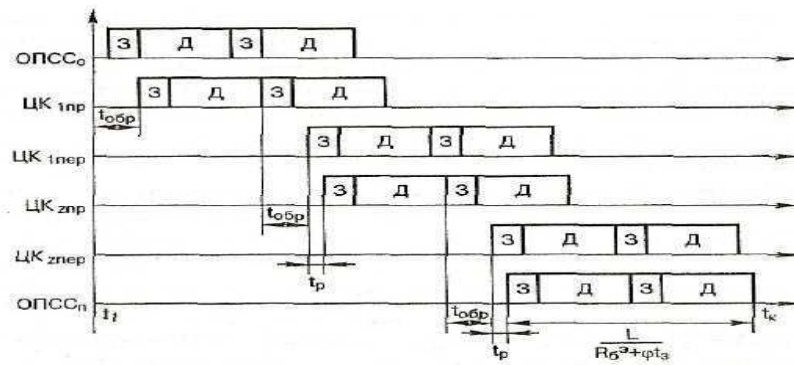


Рис. 3.5 Діаграма, що пояснює суть датаграмного способу комутації  
З, - заголовок, Д - дані, φ - кількість пакетів

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

$$t_{\text{дов}} = (t_{\text{обр}} + t_p + t_z)(Z + 1) + \frac{L}{\varphi R_6^3}(Z + 1) + \left( \frac{L}{\varphi R_6^3} + t_z \right)(\varphi - 1).$$

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:

$$R_{\text{исп}} = \frac{L/R_6^3}{t_p + t_z + L/R_6^3} = 1 - \frac{\varphi I_z}{L + \varphi I_z} = 1 - \frac{I_z}{L_{\text{п}} + I_z},$$

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

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.

Фіксуючи 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 демультимплексування 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 мультимплексування. 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 входні 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. Скласти особистий підручний словник термінології з дисципліни ППС.

#### *Література:*

1. Гніденко М.П., Вишнівський В.В., Серих 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.: САММИТ-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.