

---

## Лабораторна робота №6

### Тема: Побудова корпоративної мережі з використанням засобів доступу до регіональних мереж

**Мета роботи:** одержати навички вибору обладнання і кабельної системи для побудови інфраструктури регіональної мережі рівня підприємства з використанням засобів віддаленого доступу та засобів доступу до регіональних мереж.

### Теоретичні відомості

#### X.25

**X.25** – сімейство протоколів канального рівня мережевої моделі OSI. Призначалося для організації WAN на основі телефонних мереж з лініями з досить високою частотою помилок, тому містить розвинені механізми корекції помилок. Орієнтовано на роботу з встановленням з'єднань. Історично є попередником протоколу Frame Relay.

X.25 забезпечує безліч незалежних віртуальних каналів (Permanent Virtual Circuits, PVC і Switched Virtual Circuits, SVC) в одній лінії зв'язку, ідентифікованих в X.25-мережі по ідентифікаторам підключення до з'єднання (ідентифікатори логічного каналу (Logical Channel Identifier, LCI) або номери логічного каналу (Logical Channel Number, LCN).

Завдяки надійності протоколу та його роботі поверх телефонних мереж загального користування, X.25 широко використовувався як в корпоративних мережах, так і у всесвітніх спеціалізованих мережах надання послуг, таких як SWIFT (банківська платіжна система) і SITA (система інформаційного обслуговування повітряного транспорту), проте в даний час X.25 витісняється іншими технологіями канального рівня (Frame Relay, ISDN, ATM) і протоколом IP, залишаючись, однак, досить поширеним в країнах і територіях з нерозвиненою телекомунікаційної інфраструктурою.

#### Frame relay

**Frame relay** (ретрансляція кадрів, FR) – протокол канального рівня мережевої моделі OSI. Служба комутації пакетів Frame Relay в даний час широко розповсюджена в усьому світі. Максимальна швидкість, що допускається протоколом FR, – 34,368 Mbit/s (канали E3). Комутація: «крапка- крапка».

Frame Relay був створений на початку 1990-х як заміна протоколу X.25 для швидких надійних каналів зв'язку, технологія FR архітектурно ґрунтувалася на X.25 і багато в чому схожа з цим протоколом, проте на відміну від X.25, розрахованого на лінії з досить високою частотою помилок, FR орієнтувався на фізичні лінії з низькою частотою помилок, і тому більша частина механізмів корекції помилок X.25 до складу стандарту FR не увійшла. У розробці специфікації брали участь багато організацій; численні постачальники підтримують кожен з існуючих реалізацій, виготовляючи відповідне апаратне та програмне забезпечення.

Frame relay забезпечує безліч незалежних віртуальних каналів (Virtual Circuits, VC) в одній лінії зв'язку, ідентифікованих в FR-мережі по ідентифікаторам підключення до з'єднання (Data Link Connection Identifier, DLCI). Замість засобів управління потоком, FR включає функції повідомлення про перевантаження в мережі. Можливе призначення мінімальної гарантованої швидкості (CIR) для кожного віртуального каналу.

---

FR в основному застосовується при побудові територіально розподілених корпоративних мереж, а також у складі рішень, пов'язаних із забезпеченням гарантованої пропускнуої здатності каналу передачі даних (VoIP, відео конференції і т. п.).

## ISDN

**ISDN** (Integrated Services Digital Network) – цифрова мережа з інтеграцією служб. Дозволяє поєднувати послуги телефонного зв'язку та обміну даними.

Основне призначення ISDN – передача даних зі швидкістю до 64 Kbit/s по 4-кілогерцовій лінії та забезпечення інтегрованих телекомунікаційних послуг (телефон, факс та інші). Використання з цією метою телефонних дротів має дві переваги: вони вже прокладені і можуть використовуватися для подачі живлення на термінальне обладнання.

### Архітектура мережі ISDN

Мережа ISDN складається з наступних компонент:

- Мережеві термінальні пристрої (NT – Network Terminal Devices);
- Лінійні термінальні пристрої (LT – Line Terminal Equipment);
- Термінальні адаптери (TA – Terminal adapters);
- Абонентські термінали.

Абонентські термінали забезпечують користувачам доступ до послуг мережі. Існує два види терміналів: TE1 (спеціалізовані ISDN-термінали), TE2 (неспеціалізовані термінали). TE1 забезпечує пряме підключення до мережі ISDN, TE2 вимагають використання термінальних адаптерів (TA).

### Принцип роботи

Для об'єднання в мережі ISDN різних видів трафіку використовується технологія TDM (Time Division Multiplexing – тимчасовий поділ). Для кожного типу даних виділяється окрема смуга, яка називається елементарним каналом (або стандартним каналом). Для цієї смуги гарантується фіксована, погоджена доля смуги пропускання. Виділення смуги відбувається після подачі сигналу CALL по окремому каналу, який називається каналом позаканальної сигналізації.

## ATM

**ATM** (Asynchronous Transfer Mode – асинхронний спосіб передачі даних) – мережева технологія, заснована на передачі даних у вигляді комірок (cell) фіксованого розміру (53 байти), з яких 5 байтів використовується під заголовок.

Мережа будується на основі ATM-комутатора і ATM-маршрутизатора. Технологія реалізується як в локальних, так і в глобальних мережах. Допускається спільна передача різних видів інформації, включаючи відео, голос.

Комірки даних, що використовуються в ATM, менші, в порівнянні з елементами даних, які використовуються в інших технологіях. Невеликий, постійний розмір комірки, що використовується в ATM, дозволяє:

- Передавати дані з одних і тих же фізичних каналах, причому як при низьких, так і при високих швидкостях;
- Працювати з постійними і змінними потоками даних;
- Інтегрувати будь-які види інформації: тексти, голос, зображення, відеофільми;
- Підтримувати з'єднання типу «крапка-крапка», «крапка-багатокрапка», «багатокрапка-багатокрапка».

Технологія ATM припускає міжмережеву взаємодію на трьох рівнях.

Для передачі даних від відправника до одержувача в мережі ATM створюються віртуальні канали, VC (Virtual Circuit), які бувають двох видів:

- Постійний віртуальний канал, PVC (Permanent Virtual Circuit), який створюється між двома крапками і існує протягом тривалого часу, навіть під час відсутності даних для передачі;
- Комутований віртуальний канал, SVC (Switched Virtual Circuit), який створюється між двома крапками безпосередньо перед передачею даних і розривається після закінчення сеансу зв'язку.

Для маршрутизації в пакетах використовують так звані ідентифікатори пакета. Вони бувають двох видів:

- VPI (англ. virtual path identifier) – ідентифікатор віртуального шляху (номер каналу);
- VCI (англ. virtual connect identifier) – ідентифікатор віртуального з'єднання (номер з'єднання).

### Устаткування для доступу до регіональних мереж

Корпоративна мережа поєднує локальні мережі та комп'ютери всіх структурних підрозділів підприємства, у тому числі віддалених від центрального відділення на значні відстані. Тому при організації корпоративної мережі найчастіше необхідно вирішувати завдання зв'язку віддалених підрозділів з використанням регіональних мереж. Територіальні транспортні засоби, що використовуються для побудови корпоративної мережі, прийнято розділяти на дві категорії – магістральні засоби і засоби віддаленого доступу.

**Магістральні засоби** використовуються для створення однорангових зв'язків між великими локальними мережами, що належать великим підрозділам підприємства. Магістральні регіональні мережі повинні забезпечувати високу пропускну здатність, тому що на магістралі поєднуються потоки даних великої кількості підмереж. Крім того, магістральні мережі повинні бути постійно доступні, тобто підтримувати дуже високий рівень готовності, тому що по них передається трафік багатьох критичних для успішної роботи підприємства додатків. Найчастіше як магістральні засоби використовуються цифрові виділені канали з швидкостями від 2 Mbit/s до 622 Mbit/s, мережі з комутацією пакетів X.25, Frame Relay, ATM.

**Засоби віддаленого доступу** забезпечують зв'язок невеликих локальних мереж і окремих вузлів з центральною локальною мережею підприємства. У якості окремих вузлів можуть виступати банкомати або касові апарати.

До засобів віддаленого доступу пред'являються вимоги, що істотно відрізняються від вимог до магістральних засобів. Так як точок віддаленого доступу в підприємства може бути дуже багато, то однією з основних вимог є наявність доступу до розгалуженої інфраструктури, що може використовуватися співробітниками не тільки на робочому місці. Крім того, вартість віддаленого доступу повинна бути помірною. При цьому вимоги до пропускну здатності окремого комп'ютера або локальної мережі, що складається із двох-трьох клієнтів, звичайно укладаються в діапазон декількох десятків Kbit/s.

В якості транспортних засобів віддаленого доступу використовуються телефонні аналогові мережі, мережі ISDN і рідше – мережі Frame Relay. Якісний стрибок у розширенні можливостей віддаленого доступу відбувся у зв'язку зі стрімким зростанням популярності і поширеності мережі Internet.

### Типи регіональних мереж

На рис. 1 наведено типовий приклад структури фрагменту глобальної мережі передачі даних (позначення на рис. 1: DCE – модем (DSU/CSU); Switch – комутатор; Router – маршрутизатор; MUX – мультиплексор: «голос-дані»; PC – робоча станція; PBX – офісна АТС; NNI – інтерфейс: «мережа-мережа»; UNI – інтерфейс: «користувач-мережа»).



з тимчасовим поділом каналів (Time Division Multiplexing, TDM). У свою чергу цифрові первинні мережі розділяються на мережі, що використовують апаратуру та протоколи технології PDH з швидкостями каналів від 64 Kbit/s до 45 Mbit/s, і мережі, що побудовані на основі апаратури і протоколів технології SONET/SDH зі швидкостями каналів від 51 Mbit/s до 2,4 Gbit/s.

Окремим випадком первинної мережі є канал «крапка-крапка», утворений кабелем без проміжної апаратури мультимплексування та комутації. Такий канал іноді називають не навантаженим, підкреслюючи факт відсутності комутаторів.

**Мережі з комутацією каналів** дозволяють абонентам мережі динамічно ініціювати встановлення з'єднань один з одним (телефонні мережі). Виділяють аналогові мережі, що використовують мультимплексування із частотним поділом каналів (FDM), і цифрові, що використовують мультимплексування з тимчасовим поділом каналів (TDM). Найпоширенішим типом цифрових телефонних мереж є мережі ISDN.

**Мережі з комутацією пакетів** – це мережі, у яких комутатори оперують пакетами даних користувача. До мереж цього типу відносяться всі мережі, розроблені для передачі даних – X.25, Frame Relay, ATM (останній тип призначений рівною мірою як для передачі комп'ютерних даних, так і для передачі голосу і будь-яких інших видів мультимедійного трафіка).

### Типи пристроїв доступу до регіональних мереж

Незалежно від типу комутації, що використовується в регіональній мережі, а також від того, чи використовуються в мережі магістральні засоби або засоби віддаленого доступу, всі абоненти мережі приєднуються до неї за допомогою обладнання доступу (Access Devices), яке дозволяє узгодити протоколи та інтерфейси локальних мереж з протоколами та інтерфейсами регіональної мережі. В глобальній мережі строго описаний і стандартизований інтерфейс взаємодії користувачів з мережею (User Network Interface, UNI). Це необхідно для того, щоб користувачі могли без проблем підключатися до мережі за допомогою комунікаційного устаткування будь-якого виробника, що дотримується стандарту UNI.

**Пристрій доступу** підтримує на вході інтерфейс локальної мережі, а на виході – необхідний інтерфейс UNI. Інтерфейс між локальною та глобальною мережами може бути реалізований пристроями різних типів. У першу чергу ці пристрої діляться на:

- апаратуру передачі даних (Data Circuit-terminating Equipment, DCE);
- прикінцеве обладнання даних (Data Terminal Equipment, DTE).

Пристрої DCE являють собою апаратуру передачі даних по регіональних каналах, що працює на фізичному рівні. Пристрої цього типу мають вихідні інтерфейси фізичного рівня, погоджені з регіональним каналом передачі даних. Розрізняють апаратуру передачі даних по аналогових і цифрових каналах. Для передачі даних по аналоговим каналам застосовуються модеми різних стандартів, а по цифровим – пристрої DSU/CSU.

DTE – це дуже широкий клас пристроїв, які безпосередньо готують дані для передачі по глобальній мережі. DTE являють собою пристрої, що працюють на межі між локальними і глобальними мережами та виконують протоколи більш високих рівнів, ніж фізичний. DTE можуть підтримувати: тільки каналні протоколи – такими пристроями є віддалені мости; протоколи каналного та мережевого рівнів – маршрутизатори; протоколи всіх рівнів, включаючи прикладний – такими пристроями є шлюзи.

Зв'язок комп'ютера або маршрутизатора з цифровою виділеною лінією здійснюється за допомогою пари пристроїв, часто виконаних в одному корпусі або ж з'єднаних з маршрутизатором рис. 2. Цими пристроями є **пристрій обслуговування даних** і **пристрій обслуговування каналу** (відповідно Data Service Unit, DSU і Channel Service Unit, CSU). Пристрій обслуговування даних DSU перетворює сигнали, що надходять від прикінцевого обладнання даних DTE (частіше за все по інтерфейсу RS-232 або HSSI), у біполярні імпульси інтерфейсу G.703. Пристрій обслуговування каналу CSU також виконує всі тимчасові обрахунки, регенерацію

сигналу та вирівнювання завантаження каналу. CSU виконує більш вузькі функції, в основному займаючись створенням оптимальних умов передачі в лінії (вирівнювання). Ці пристрої, як і модулятори-демодулятори, часто позначаються DSU/CSU.

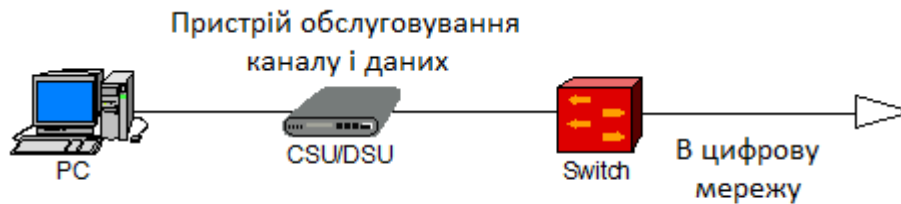


Рис. 2. Зв'язок комп'ютера з цифровою виділеною лінією

Прикінцеве обладнання даних – пристрій DTE – це пристрій, що працює на більш високому рівні, ніж фізичний, і формує дані безпосередньо для передачі з локальної мережі в глобальну. Під назвою DTE поєднуються кілька типів пристроїв – маршрутизатори з інтерфейсами глобальних мереж, мультиплексори «голос-дані», пристрої доступу до мереж Frame Relay (FRAD), пристрої доступу до мереж X.25 (PAD), віддалені мости. Коли до глобальної мережі підключається не локальна мережа, а окремий комп'ютер, то він при цьому сам стає пристроєм типу DTE. DTE приймають рішення щодо передачі даних у глобальну мережу, а також виконують форматування даних на каналному та мережевому рівнях, а для з'єднання з регіональним каналом використовують DCE. Такий поділ функцій дозволяє гнучко використовувати той самий пристрій DTE для роботи з різними глобальними мережами за рахунок заміни тільки DCE.

При передачі даних через глобальну мережу **маршрутизатори з інтерфейсами глобальних мереж** працюють так само, як і при з'єднанні локальних мереж – якщо вони приймають рішення про передачу пакета через глобальну мережу, то упаковують пакети, прийняті в локальних мережах мережевого протоколу в кадри каналного рівня глобальної мережі, і відправляють їх відповідно до інтерфейса UNI найближчому комутатору глобальної мережі через пристрій DTE. Кожний інтерфейс користувача з глобальною мережею має свою власну адресу у форматі, який використовується технологією цієї мережі. Відповідно до цієї адреси, комутатори глобальної мережі передають свої кадри один одному, поки кадр не дійде до вузла-одержувача. При одержанні кадру, маршрутизатор витягує з нього пакет і передає його по локальній мережі вже відповідно до протоколу каналного рівня, що в ній використовується.

Коли вузлом глобальної мережі є окремий комп'ютер, то процедури інтерфейса з мережею реалізуються його програмним забезпеченням, а також пристроєм DCE, підключеним безпосередньо до глобального каналу, в якості якого частіше за все виступає модем. Іноді комп'ютер оснащується спеціальним адаптером (наприклад, адаптером мережі X.25), що розвантажує центральний процесор, виконуючи більшу частину інтерфейсних процедур апаратно.

Маршрутизатори з інтерфейсами глобальних мереж характеризуються типом фізичного інтерфейса (RS-232, RS-422, RS-530, HSSI, SDH), до якого приєднується пристрій DCE, а також протоколами, що підтримуються регіональними мережами – протоколами комутації каналів для телефонних мереж або протоколами комутації пакетів для глобальних обчислювальних мереж.

**Пристрої доступу до мереж Frame Relay** (Frame Relay Access Devices, FRAD) являють собою спеціалізовані маршрутизатори. Їхня спеціалізація полягає в тому, що серед глобальних інтерфейсів вони підтримують тільки інтерфейси мереж Frame Relay, а також в скороченні функцій маршрутизації – найчастіше такі пристрої підтримують обмежений набір мережевих протоколів. Поява таких спеціалізованих пристроїв пов'язана з великою популярністю мереж Frame Relay.

**Пристрої доступу до мереж X.25** (Packet Assembler – Disassembler, PAD) призначені для збору даних від декількох повільних асинхронних терміналів у загальні пакети та подальшого

---

відправлення пакетів у мережу. Вони розташовуються між прикінцевим обладнанням даних і апаратурою передачі даних і виконують три основні функції – буферизація, складання та розбирання пакетів.

**Віддалені мости** частіше за все мають два інтерфейси – один для підключення до локальної мережі, а другий – для підключення до глобальної мережі. Так як міст працює на каналному рівні та не підтримує протоколи маршрутизації, то віддалені мости частіше за все не працюють через глобальні мережі з комутацією пакетів, такі як X.25, Frame Relay і т.п., тому що встановлення з'єднання через ці мережі вимагає від мосту інтелектуальних здатностей пристрою третього рівня. Віддалений міст працює через виділені канали або через мережу з комутацією каналів.

**Мультиплексори «голос-дані»** призначені для поєднання в рамках однієї регіональної мережі комп'ютерного та голосового трафіка. Тому крім вхідних інтерфейсів локальних мереж вони мають і інтерфейси для підключення телефонів і офісних АТС. Мультиплексори «голос-дані» поділяють на дві категорії залежно від типу глобальної мережі, у якій вони можуть працювати.

Мультиплексори «голос-дані», що працюють у мережі з комутацією пакетів, упаковують голосову інформацію в кадри протоколу каналного рівня і передають їх найближчому комутатору так само, як і маршрутизатори. Такий мультиплексор виконується на базі маршрутизатора, що для голосових пакетів використовує заздалегідь зконфігуровані маршрути. Якщо глобальна мережа підтримує пріоритети трафіка, то кадрам голосового трафіку мультиплексор присвоює найвищий пріоритет, щоб комутатори обробляли та передавали їх у першу чергу.

Іншим типом пристроїв є мультиплексори «голос-дані», що працюють у мережі з комутацією каналів або первинній мережі виділених каналів. Ці мультиплексори розділяють пакети на більш дрібні частини – наприклад, байти, які передають відповідно до техніки мультиплексування, що використовується регіональною мережею – FDM або TDM. При використанні «неподільного» з погляду регіональної мережі каналу – наприклад, каналу 64 Kbit/s цифрової мережі або каналу тональної частоти аналогової мережі, мультиплексор організовує поділ цього каналу між голосом і даними нестандартним методом. Використання мультиплексорів «голос-дані» припускає наявність на протилежній стороні аналогічного мультиплексора, що виконує поділ голосового і комп'ютерного трафіка на окремі потоки.

### **Сервери віддаленого доступу, віддаленого керування і термінальні сервери**

Існує особливий клас пристроїв, призначених для зв'язку віддалених вузлів у тому випадку, коли до мережі потрібно підключити не іншу мережу, а автономний комп'ютер. У таких випадках у центральній мережі встановлюється сервер віддаленого доступу, що обслуговує доступ до мережі великої кількості розрізнених комп'ютерів. Частіше за все, сервер віддаленого доступу служить для підключення віддалених клієнтів по телефонним мережам – аналоговим або ISDN, тому що це найпоширеніші та доступні мережі.

Сервери віддаленого доступу мають велику кількість портів для підтримки модемного пула, що з'єднує сервер з телефонною міською мережею. Сервери віддаленого доступу розділяються на сервери віддалених вузлів, сервери віддаленого керування та термінальні сервери.

Сервери віддалених вузлів надають своїм клієнтам тільки транспортні послуги, забезпечуючи з'єднання із центральною мережею по протоколам мережевого рівня. По суті, вони виконують у цьому випадку роль маршрутизаторів або шлюзів, орієнтованих на низько швидкісні модемні з'єднання.

Сервери віддаленого керування, крім забезпечення транспортного з'єднання, виконують і деякі додаткові функції – запускають від імені своїх віддалених клієнтів додатки на комп'ютерах центральної мережі та емулюють на екрані віддаленого комп'ютера графічне середовище цього

додатку. Зазвичай, сервери віддаленого керування орієнтуються на середовище операційних систем персональних комп'ютерів, наприклад, Windows. Термінальні сервери виконують схожі функції, але для багатотермінальних операційних систем потрібен Unix.

### Завдання

1. Використовуючи пакет **NetCracker**, відповідно до варіанта побудувати проект мережі підприємства з використанням засобів **віддаленого доступу** і засобів доступу до **регіональних мереж**, забезпечивши **резервування основних каналів** передачі даних (рис. 3).

### Варіанти завдань

№ варіанта	Тип інфраструктури	Тип трафіку	Кількість робочих станцій
1	2	5	25
2	3	5	24
3	5	5	25
4	4	4	25
5	2	2	21
6	2	1	22
7	3	3	25
8	5	1	23
9	4	3	25
10	1	5	24
11	4	5	25
12	2	3	23
13	5	2	26
14	2	4	23
15	1	4	22
16	1	3	21
17	5	4	21
18	3	2	25
19	2	6	25
20	5	3	25
21	3	1	23
22	4	2	25
23	6	2	24
24	5	4	26
25	4	1	23




### Тип інфраструктури

№	Кількість міст	Кількість корпусів підприємства в містах
1	2	4
2	3	3
3	4	2
4	3	2
5	2	3
6	4	3

### Тип трафіку

№	Кількість файлових серверів	Кількість HTTP серверів	Кількість FTP серверів	Кількість серверів баз даних
1	1	3	1	2
2	3	1	1	2
3	2	2	1	2
4	3	1	2	1
5	1	2	2	2
6	2	3	1	1

- Задати трафік від кожної робочої станції до кожного сервера та в зворотному напрямку. Тип трафіка, що задається між робочою станцією та сервером, визначається типом сервера («**FTP server**» – «**Application Layer Protocol: FTP**»; «**File server**» – «**Application Layer Protocol: File client-server**»; «**SQL server**» – «**Application Layer Protocol: SQL**»; «**HTTP server**» – «**Application Layer Protocol: HTTP**»). Підібрати параметри трафіку відповідно до пропускної здатності мережі, забезпечивши відсутність збоїв в роботі мережевого устаткування.
- Вивести наступні статистичні характеристики:
  - поточне використання («**Current utilization**», в графічному вигляді: ) **каналів передачі даних**, що з'єднують міста (рис. 3);
  - середня завантаженість («**Average workload**», в числовому вигляді: **10%**) для наступних елементів мережі: **каналів передачі даних**, що з'єднують міста (рис. 3); **серверів** (рис. 4); **маршрутизаторів** (рис. 4-5); **комутаторів** (рис. 4), **комунікаційних процесорів** («**Front End Processor**») (рис. 6).
- Провести імітаційне моделювання та зафіксувати статистичні характеристики.
- Скласти звіт про проведені дослідження.
- Підшити звіт в папку-швидкозшивач.**

**Приклад** реалізації проекту мережі підприємства, побудованої в пакеті NetCracker з використанням засобів віддаленого доступу і засобів доступу до регіональних мереж, з резервуванням основних каналів передачі даних, знаходиться в **Додатку В** до лабораторної роботи.

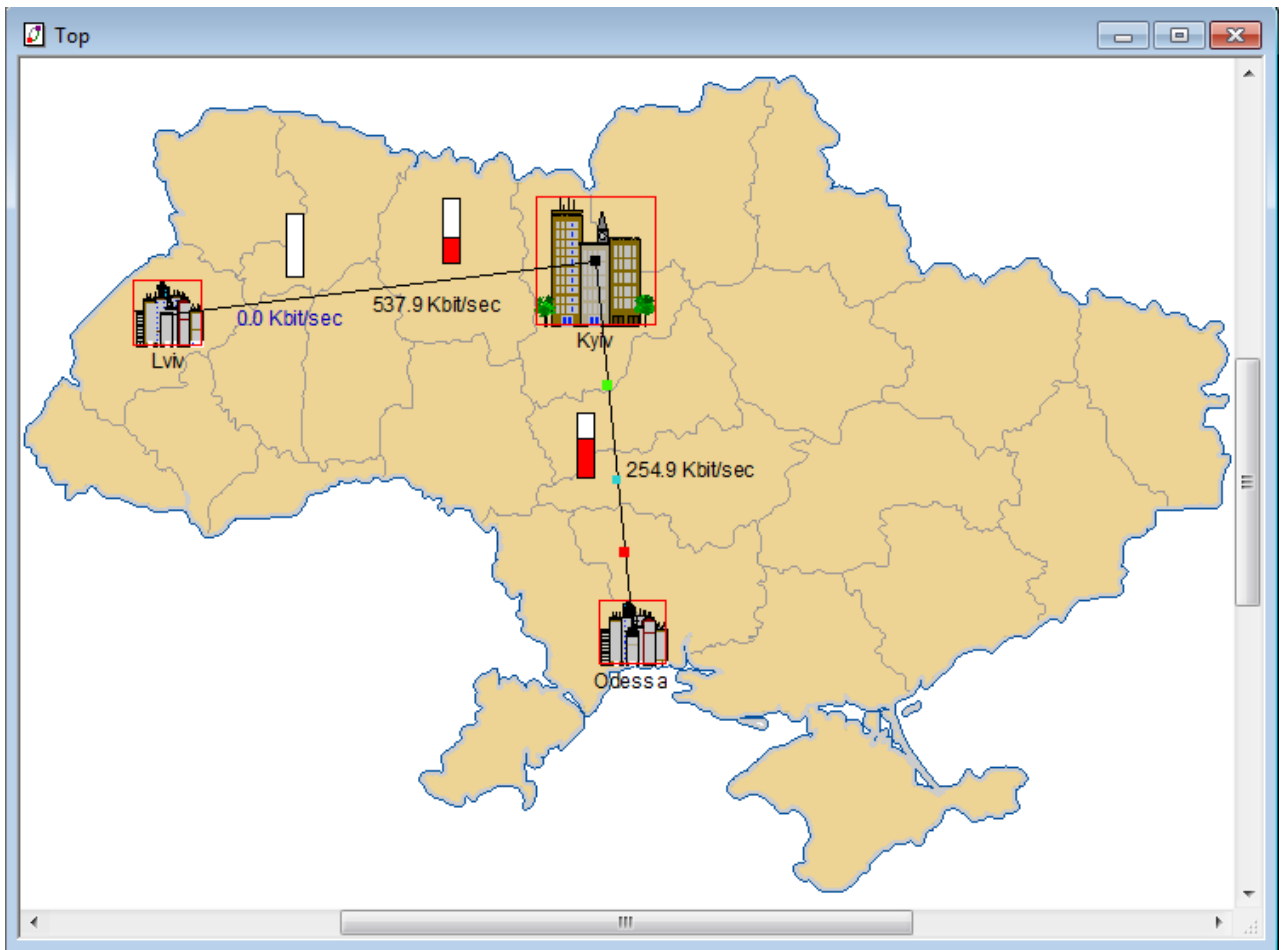


Рис. 3. Мережа підприємства, побудована з використанням засобів віддаленого доступу і засобів доступу до регіональних мереж

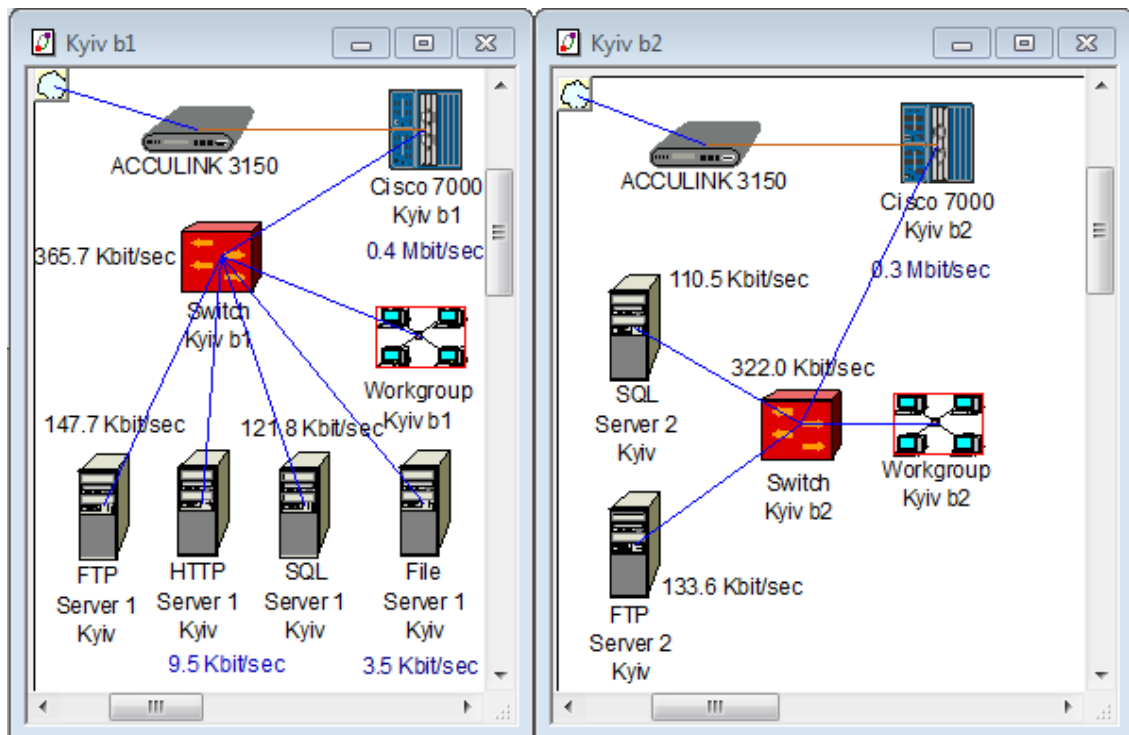


Рис. 4. Мережа підприємства, побудована з використанням засобів доступу до регіональних мереж на рівні будинку

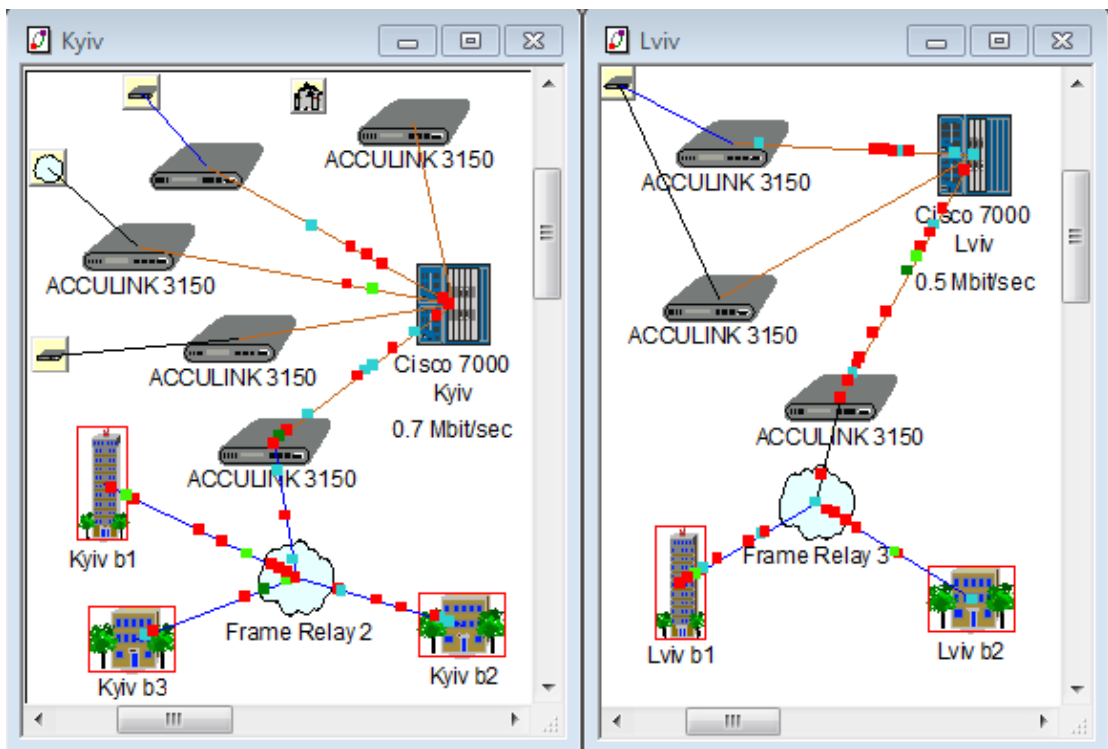


Рис. 5. Мережа підприємства, побудована з використанням засобів доступу до регіональних мереж на рівні міста

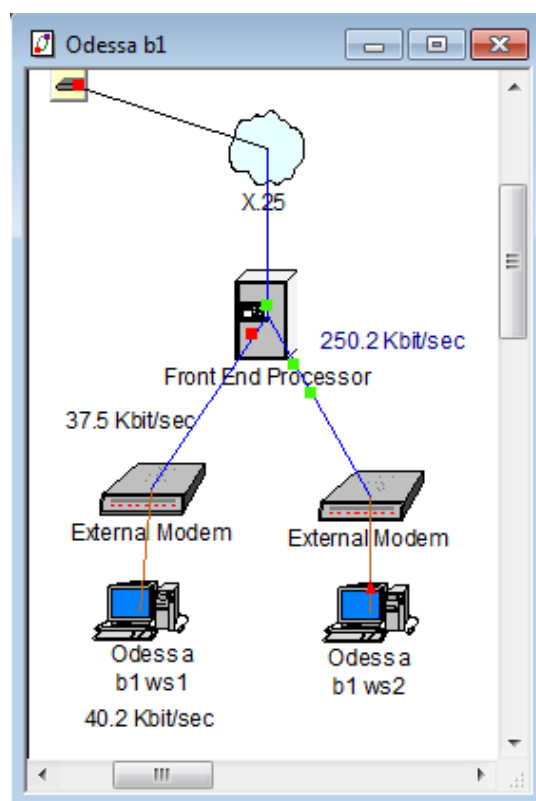


Рис. 6. Віддалений доступ

### Зміст звіту

1. Титульний аркуш з назвою лабораторної роботи, номером варіанта, прізвищем студента і назвою групи, в якій він навчається.

2. Опис проекту локальної мережі.

Приклад оформлення опису проекту локальної мережі:

<b>Міста</b>		
Київ	Львів	Одеса
<b>Київ (Kyiv)</b>		
<b>Будинки</b>		
Kyiv b1	Kyiv b2	Kyiv b3
<b>Обладнання</b>		
Cisco 7000 Kyiv, ACCULINK 3150 (5)		
<b>Будинок Kyiv b1</b>		
<b>Обладнання</b>		
Cisco 7000 Kyiv b1, ACCULINK 3150 (1), Switch Kyiv b1, Switch Kyiv b1 wg		
<b>Сервери</b>		
FTP Server 1 Kyiv, HTTP Server 1 Kyiv, SQL Server 1 Kyiv, File Server 1 Kyiv		
<b>Робочі станції</b>		
Kyiv b1 ws1, Kyiv b1 ws2, Kyiv b1 ws3		
<b>Будинок Kyiv b2</b>		
<b>Обладнання</b>		
Cisco 7000 Kyiv b2, ACCULINK 3150 (1), Switch Kyiv b2, Switch Kyiv b2 wg		
<b>Сервери</b>		
FTP Server 2 Kyiv, SQL Server 2 Kyiv		
<b>Робочі станції</b>		
Kyiv b2 ws1, Kyiv b2 ws2, Kyiv b2 ws3		
<b>Будинок Kyiv b3</b>		
<b>Обладнання</b>		
Cisco 7000 Kyiv b3, ACCULINK 3150 (1), Switch Kyiv b3 wg		
<b>Робочі станції</b>		
Kyiv b3 ws1, Kyiv b3 ws2, Kyiv b3 ws3		
<b>Львів (Lviv)</b>		
<b>Будинки</b>		
Lviv b1		Lviv b2

<b>Обладнання</b>
Cisco 7000 Lviv, ACCULINK 3150 (3)
<b>Будинок Lviv b1</b>
<b>Обладнання</b>
Cisco 7000 Lviv b1, ACCULINK 3150 (1), Switch Lviv b1, Switch Lviv b1 wg
<b>Сервери</b>
FTP Server 3 Lviv, SQL Server 3 Lviv, File Server 2 Lviv
<b>Робочі станції</b>
Lviv b1 ws1, Lviv b1 ws2, Lviv b1 ws3
<b>Будинок Lviv b2</b>
<b>Обладнання</b>
Cisco 7000 Lviv b2, ACCULINK 3150 (1), Switch Lviv b2, Switch Lviv b2 wg
<b>Робочі станції</b>
Lviv b2 ws1, Lviv b2 ws2, Lviv b2 ws3
<b>Одеса (Odessa)</b>
<b>Будинки</b>
Odessa b1
<b>Будинок Odessa b1</b>
<b>Обладнання</b>
Front End Processor, External Modem(2)
<b>Робочі станції</b>
Odessa b1 ws1, Odessa b1 ws2

3. Статистичні характеристики результатів імітаційного моделювання, отримані в результаті виконання пункту «4» завдання.

Приклад оформлення звітної таблиці отриманих статистичних характеристик:

<b>Канали передачі даних, що з'єднують міста (Kbit/s)</b>	
Kyiv ↔ Lviv	380,2
Kyiv ↔ Odessa	310,1
<b>Сервери (Kbit/s)</b>	
FTP Server 1 Kyiv	185,4
HTTP Server 1 Kyiv	10,5
SQL Server 1 Kyiv	131,2
File Server 1 Kyiv	3,8
FTP Server 2 Kyiv	173,3
SQL Server 2 Kyiv	125,5

FTP Server 3 Lviv,	196,3
SQL Server 3 Lviv	0,3
File Server 2 Lviv	4,0
<b>Маршрутизатори (Kbit/s)</b>	
Cisco 7000 Kyiv	767,4
Cisco 7000 Kyiv b1	367,5
Cisco 7000 Kyiv b2	346,4
Cisco 7000 Kyiv b3	276,4
Cisco 7000 Lviv	566,0
Cisco 7000 Lviv b1	518,9
Cisco 7000 Lviv b2	122,9
<b>Комутатори (Kbit/s)</b>	
Switch Kyiv b1	330,8
Switch Kyiv b1 wg	130,1
Switch Kyiv b2	302,0
Switch Kyiv b2 wg	114,8
Switch Kyiv b3 wg	268,9
Switch Lviv b1	531,8
Switch Lviv b1 wg	128,7
Switch Lviv b2	14,8
Switch Lviv b2 wg	14,3
<b>Комунікаційні процесори (Kbit/s)</b>	
Front End Processor	207,5

4. Висновки щодо уразливих до перевантажень елементів мережі.
5. Пропозиції щодо підвищення надійності функціонування мережі.

**Увага!!! При здачі обов'язково мати при собі електронний варіант виконаної в NetCracker лабораторної роботи. У разі відсутності електронного варіанту, робота вважається незарахованою.**

### Контрольні питання

1. Дайте визначення поняттю «X.25».
2. Принцип роботи X.25.
3. Де використовується X.25?
4. Дайте визначення поняттю «Frame Relay».
5. Назвіть основні відмінності X.25 і Frame Relay.
6. Принцип роботи Frame Relay.
7. Де використовується Frame Relay?
8. Дайте визначення поняттю «ISDN».
9. Основне призначення ISDN.
10. Архітектура мережі ISDN.
11. Принцип роботи ISDN.
12. Дайте визначення поняттю «ATM».
13. Принцип роботи ATM.
14. Які транспортні засоби використовуються для побудови корпоративних мереж?
15. Які властивості повинні мати магістральні регіональні мережі?
16. Які технології використовуються для створення магістральних регіональних мереж?

- 
17. Які вимоги пред'являються до засобів віддаленого доступу?
  18. Які технології використовуються в якості транспортних засобів віддаленого доступу?
  19. Типи регіональних мереж.
  20. Принцип функціонування мереж з постійною комутацією каналів.
  21. Принцип функціонування мереж з комутацією каналів.
  22. Принцип функціонування мереж з комутацією пакетів.
  23. Як реалізується інтерфейс взаємодії між локальною та глобальною мережами?
  24. Як реалізується зв'язок комп'ютера або маршрутизатора з цифровою виділеною лінією?
  25. Які пристрої відносяться до прикінцевого обладнання даних?
  26. Принцип функціонування маршрутизаторів з інтерфейсами глобальних мереж?
  27. Пристрої доступу до мереж Frame Relay.
  28. Принцип функціонування пристроїв доступу до мереж X.25.
  29. Принцип функціонування віддалених мостів.
  30. Призначення мультіплексорів «голос-дані».
  31. Принцип функціонування мультіплексорів «голос-дані», що працюють у мережі з комутацією пакетів.
  32. Принцип функціонування мультіплексорів «голос-дані», що працюють у мережі з комутацією каналів.
  33. Призначення серверів віддаленого доступу.