

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ  
ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

**Кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до лабораторних робіт із дисциплін**

***«КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ»***

***і «МЕРЕЖІ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ»***

**Частина 1**

**Харків 2024**

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем 12 лютого 2024 р., протокол № 8.

Методичні вказівки призначені для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня всіх форм навчання спеціальностей 123 «Комп'ютерна інженерія» і 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», які вивчають дисципліни «Комп'ютерні системи та мережі» і «Мережі комп'ютерних систем».

Укладач

доц. Л. А. Клименко

Рецензент

доц. А. О. Єлізаренко

## ЗМІСТ

Вступ	4
Лабораторна робота 1. Створення проєкту комп'ютерної мережі	5
Лабораторна робота 2. Проєктування схеми IP-адресації	13
Лабораторна робота 3. Проєктування безкласової IP-адресації	20
Лабораторна робота 4. Планування списків доступу і фільтрів портів	38
Лабораторна робота 5. Збирання мережевих даних	43
Лабораторна робота 6. Приклад розв'язання стандартної задачі на проєктування комп'ютерної мережі Ethernet і розрахунок її параметрів	50
Список літератури	72

## ВСТУП

Комп'ютерні системи та мережі відіграють важливу роль при впровадженні новітніх інформаційних систем і технологій і побудові ІТ-інфраструктури підприємств. При цьому постійно зростають вимоги щодо якості надання послуг і покращення технічних показників, виникає необхідність застосування сучасних засобів інфокомунікацій за технічної реалізації інформаційних систем і технологій у різних галузях [1].

На заняттях розглядають загальні принципи побудови комп'ютерних систем і мереж, реалізації різних рівнів мережевої взаємодії, систем мережевої адресації, мережевих служб і протоколів. Мета – вивчення методології та засобів проектування комп'ютерних систем, отримання навичок моделювання комп'ютерних систем і мереж.

У методичних вказівках подано теоретичний і практичний матеріал для роботи з комп'ютерними мережами.

Вибравши предметну сферу, над якою ви будете працювати, ви повинні виконати завдання до лабораторних робіт, а також відповісти на запитання наприкінці кожної лабораторної роботи. Звіт має містити хід виконання завдань, а також графічні матеріали, що підтверджують виконання цих завдань.

## Лабораторна робота 1

### Створення проєкту комп'ютерної мережі

**Мета:** отримати навички з проєктування плану приміщень і плану комп'ютерної мережі з використанням інструментального засобу Microsoft Office Visio.

#### Теоретична частина

*Пасивне мережеве обладнання.* При проєктуванні комп'ютерних мереж в офісних приміщеннях використовують кабельні лотки та пластикові короби. *Кабельний лоток* – це відкрита конструкція, призначена для монтажу дротів і кабелів. *Короб кабельний* – конструкція з пластмаси для монтажу кабельних мереж усередині приміщення. Пластикові короби поділяються на кілька основних видів [4, 7]:

- *кабельний канал (кабель-канал)* – має просту конструкцію, досить дешевий, деякі моделі дають змогу встановлювати розетки всередину кабель-каналу;
- *парапетні короби* – встановлюють на рівні робочого місця, внутрішній простір такого короба поділений на секції, має подвійну стінку, практично всі види парапетного короба підтримують монтаж розеток;
- *короб на підлогу* – короб для монтажу на підлогу, має посилену конструкцію і стійку до стирання поверхню.

*Вимоги до серверної кімнати.* *Серверна кімната* – приміщення для великого телекомунікаційного або серверного обладнання. Розміри серверної кімнати мають відповідати вимогам щодо розташовуваного в ній обладнання. Якщо такі дані на момент вибору приміщення відсутні, розрахунки ведуть

виходячи з площі обслуговуваних робочих місць: на кожні її 10 м<sup>2</sup> припадає 0,07 м<sup>2</sup> для серверної. Мінімальну площу апаратної приймають 14 м<sup>2</sup>.

Серверну кімнату слід розташовувати в приміщенні, яке не має зовнішніх стін будинку. Для забезпечення катастрофостійкості приміщень критичного електронного, електричного або механічного обладнання та комп'ютерів такі приміщення не можна облаштовувати в підвальних поверхах або нижче очікуваного рівня паводкових вод і на верхніх поверхах будинку, оскільки вони сильніше за інші страждають у випадку пожежі.

Конструкція стін приміщення має бути герметичною, стіни та двері бути за вогнестійкістю не менше 45 хв, а міжповерхові перекриття, крім того, повинні мати гідроізоляцію. Ширина дверей у серверну – не менше 910 мм, висота – 2000 мм. Конструкція дверей має певні обмеження: полотно відкривається назовні на 180°, дверна коробка без порогу. При використанні в серверній великогабаритного обладнання має бути передбачено встановлення двостулкових дверей. Для забезпечення герметичності в конструкції дверей має бути ущільнювальна прокладка, а для підвищення рівня захисту від злому необхідно передбачити протизнімне пристосування.

У серверній не має бути вікон. Обов'язкова умова – наявність фальшпідлоги, що витримує навантаження від встановлюваного обладнання і людей, які працюють із ним. Рекомендована відстань між плитою на підлозі та фальшпідлогою – 400 мм, при цьому просвіт між фальшпідлогою і фальшстелею – не менше 2440 мм. Фальшпідлогу рекомендовано робити з легко знімних модулів. Матеріал, із якого вона виготовлена, має бути міцним, зносостійким, мати погану займистість, електричний опір відносно землі від 1 до 20 Ом. Використання килимових покриттів у таких приміщеннях суворо заборонене. Перекриття під фальшпідлогою має бути герметизованим або пофарбованим.

*Нумерація (маркування) розеток.* Усі розетки в комп'ютерній мережі мають бути пронумеровані, причому номер розетки – позначений (наклеєний, підписаний) безпосередньо поруч із розеткою. Для кожного користувача комп'ютерної мережі мають бути зарезервовані дві розетки: комп'ютерна для підключення комп'ютера користувача до комп'ютерної мережі, телефонна для підключення телефону. Правила нумерації розеток не регламентовані, але слід зазначити, що кожна розетка повинна мати свій унікальний номер, а також пошук фізичного розташування розетки має бути нескладним. Пропоновано таку складену нумерацію розеток – 01-01- K01:

- перша і друга цифри – номер поверху;
- третя і четверта цифри – номер кімнати;
- п'ятий символ – тип розетки (К – комп'ютерна, Т – телефонна);
- шоста і сьома цифри – порядковий номер розетки.

*Типи кабельних сегментів.* При проєктуванні комп'ютерної мережі необхідно враховувати характеристики кабельних сегментів. *Кабельний сегмент* – відрізок кабелю або коло з відрізків кабелів, електрично (оптично) з'єднаних один із одним, що забезпечують з'єднання двох або більше вузлів мережі. Особливо важливо враховувати довжину кабельного сегмента. У таблиці 1.1 надані основні характеристики кабельних сегментів.

Таблиця 1.1 – Характеристики кабельних сегментів [8]

Номер	Стандарт	Швидкість передавання даних	Тип використовуваного кабелю	Максимальна довжина сегмента
1	2	3	4	5
1	Ethernet 10Base-2	10 Мбіт/с	тонкий, коаксіальний	185 м

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5
2	Ethernet 10Base-5	10 Мбіт/с	товстий, коаксіальний	500 м
3	Ethernet 10Base-F	10 Мбіт/с	волоконно- оптичний	2 км
4	Ethernet 10Base-T	10 Мбіт/с	вита пара	100 м
5	Ethernet 100Base-FX	100 Мбіт/с	волоконно- оптичний	2000 м
6	Ethernet 100Base-T	100 Мбіт/с	вита пара	100 м
7	Ethernet 100Base-T2	100 Мбіт/с	UTP 3	100 м
8	Ethernet 100Base-T4	100 Мбіт/с	UTP5, STP	100 м
9	Ethernet 1000Base- CX	1000 Мбіт/с	STP	25 м
10	Ethernet 1000Base- LX	1000 Мбіт/с	волоконно- оптичний	одномодові 5000 м багатомодові 550 м
11	Ethernet 1000Base-T	1000 Мбіт/с	UTP 5	100 м

**Завдання до лабораторної роботи**

Спроекувати плани приміщення офісу та комп'ютерної мережі. Вихідними даними для цього є кількість кімнат в офісі, робочі місця користувачів комп'ютерної мережі, розподіл робочих місць в офісі (таблиця 1.2).

На основі вхідних даних необхідно спроекувати план офісу, враховуючи, що одна з кімнат має бути серверною кімнатою з одним робочим місцем для адміністратора мережі (серверна кімната входить до переліку кімнат із вхідних даних). Також необхідно врахувати всі вимоги щодо розташування серверної кімнати (двері, вікна тощо).



Таблиця 1.2 – Вхідні дані

<b>Варіант 1</b>		<b>Варіант 2</b>		<b>Варіант 3</b>		<b>Варіант 4</b>	
Номер кімнати	Кількість робочих місць	Номер кімнати	Кількість робочих місць	Номер кімнати	Кількість робочих місць	Номер кімнати	Кількість робочих місць
1	7	1	1	1	4	1	4
2	6	2	6	2	8	2	8
3	9	3	7	3	10	3	8
4	5	4	10	4	3	4	3
5	5	5	5	5	5	5	5
6	2	6	7	6	4	6	8
7	1			7	1	7	1

Продовження таблиці 1.2

<b>Варіант 5</b>		<b>Варіант 6</b>		<b>Варіант 7</b>		<b>Варіант 8</b>	
Номер кімнати	Кількість робочих місць	Номер кімнати	Кількість робочих місць	Номер кімнати	Кількість робочих місць	Номер кімнати	Кількість робочих місць
1	5	1	5	1	25	1	30
2	8	2	7	2	5	2	3
3	10	3	12	3	1	3	2
4	5	4	1	4	7	4	1
5	5	5	9	5	15	5	1
6	3	6	5	6	3	6	4
7	1	7	1				

Продовження таблиці 1.2

<b>Варіант 9</b>		<b>Варіант 10</b>		<b>Варіант 11</b>		<b>Варіант 12</b>	
Номер кімнати	Кількість робочих місць	Номер кімнати	Кількість робочих місць	Номер кімнати	Кількість робочих місць	Номер кімнати	Кількість робочих місць
1	1	1	3	1	1	1	10
2	7	2	1	2	3	2	5
3	10	3	5	3	10	3	1
4	12	4	7	4	7	4	8
5	3	5	9	5	14	5	9
6	4	6	5	6	5	6	4
7	6	7	8	7	6	7	4
8	2	8	1				

При проектуванні офісу необхідно визначити робочі місця для персоналу, оснащені офісними меблями й персональними комп'ютерами; можливе місце розташування для монтажу кабелю комп'ютерної мережі – місця для коробів, лотків і т. п.; місце розташування для мережевого обладнання; місце розташування телефонних і комп'ютерних розеток на робочих місцях користувачів і пронумерувати їх.

### **План виконання роботи**

- 1 Визначити форму периметра зовнішніх несучих стін будинку.
- 2 Спроектувати план поверху офісного будинку, тобто визначити розташування кімнат на поверсі офісного будинку. Необхідно також підписати номери кімнат. На поверсі має бути коридори для переміщень, серверна кімната, місця для комунікацій.

3 Показати розміри кімнат для визначення порядку довжин кабельних сегментів від серверної до офісних кімнат.

4 Грунтуючись на вихідних даних, визначити робочі місця користувачів комп'ютерної мережі. Для цього необхідно використовувати відповідні елементи Microsoft Office Visio: столи, стільці, комп'ютери і т. п.

5 Визначити місце розташування коробів, лотків, телефонних і комп'ютерних мережевих розеток. Короби, лотки і розетки необхідно пронумерувати.

6 Заповнити кабельний журнал, у якому вказати мережеве обладнання, порти мережевого обладнання, мережеву комп'ютерну розетку, номер кімнати, ім'я комп'ютера. Приклад кабельного журналу подано в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Приклад кабельного журналу

Номер з/п	Назва пристрою	Номер порту	Номер розетки	Ім'я комп'ютера	Номер кімнати
1	2	3	4	5	6
1	KM01	01	01-01-K01	01-01-01	01
		02	01-01-K02	01-01-02	
		03	01-01-K03	01-01-03	
2	KM02	01	01-01-T01	01-01-01	
		02	01-01-T02	01-01-02	
		03	01-01-T03	01-01-03	
3	KM03	01	01-02-K04	01-02-04	02
		02	01-02-K05	01-02-05	
		03	01-02-K06	01-02-06	
		04	01-02-K07	01-02-07	

### Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4	5	6
4	KM04	01	01-02-T04	01-02-04	
		02	01-02-T05	01-02-05	
		03	01-02-T06	01-02-06	
		04	01-02-T07	01-02-07	
5	MP01	01	01-05-K36	01-05-36	03
Примітка – KM – комутатор, MP – маршрутизатор					

### Контрольні запитання

- 1 Основні етапи створення документа у Visio.
- 2 Основні вимоги до створення серверної кімнати.
- 3 Як нумерують комп'ютерні і телефонні розетки в комп'ютерній мережі?
- 4 Основні характеристики типів кабельних сегментів.
- 5 З якою метою необхідно вказувати розміри кімнат на плані поверху?
- 6 Що таке кабельний лоток і пластиковий короб?
- 7 Що входить до робочого місця користувача комп'ютерної мережі?

## Лабораторна робота 2

### Проектування схеми IP-адресації

**Мета:** набути навичок призначення IP-адрес і розподілу міської мережі на підмережі.

#### Теоретична частина

*Порядок призначення IP-адрес.* За визначенням, схема IP-адресації має забезпечувати унікальність нумерації мереж, а також унікальність нумерації вузлів у межах кожної з мереж. Отже, процедури призначення номерів як мережам, так і вузлам мереж мають бути *централізованими* [3].

Коли справа стосується мережі, яка є частиною Інтернету, унікальність нумерації може бути забезпечена тільки зусиллями спеціально створених для цього центральних органів. У невеликій же автономній IP-мережі умова унікальності номерів мереж і вузлів може бути виконана силами мережевого адміністратора.

У цьому випадку в розпорядженні адміністратора є весь адресний простір, тому що збіг IP-адрес у незв'язаних між собою мережах не викликає ніяких негативних наслідків. Адміністратор може вибирати адреси довільно, дотримуючись лише синтаксичних правил, ураховуючи обмеження на особливі адреси.

Однак за такого підходу виключена можливість у майбутньому приєднати таку мережу до Інтернету. Дійсно, довільно вибрані адреси такої мережі можуть збігтися з централізовано призначеними адресами Інтернету. Для того щоб уникнути колізій, пов'язаних із такого роду збігами, у стандартах

Інтернету визначено декілька так званих приватних адрес, рекомендованих для автономного використання:

- у класі А – мережа 10.0.0.0;
- у класі В – діапазон із 16 мереж – 172.16.0.0-172.31.0.0;
- у класі С – діапазон із 255 мереж – 192.168.0.0-192.168.255.0.

Ці адреси виключені з адрес, розподілених централізовано, і становлять величезний адресний простір, достатній для нумерації вузлів автономних мереж практично будь-яких розмірів. Слід також зазначити, що приватні адреси, як і за довільного вибору адрес, у різних автономних мережах можуть збігатися. У той же час використання приватних адрес для адресації автономних мереж робить можливим коректне підключення їх до Інтернету.

Розглянемо приклад призначення ІР-адрес у мережі. Припустимо, що необхідно призначити ІР-адреси для всіх інтерфейсів у мережі, використовуючи для цього діапазон 172.16.20.0/25.

На рисунку 2.1 наведено приклад ІР-адресації.

*На першому кроці* призначають адресу мережі. Маска мережі в цьому випадку включає 25 бітів, а сім останніх бітів – це біти адрес робочих станцій. В адресі мережі останні сім бітів мають набувати значення 0. У результаті була отримана адреса мережі 172.16.20.0 з маскою 255.255.255.128.

*На другому кроці* призначають адресу першого вузла в мережі, що є наступною адресою після адреси мережі. Для призначення першої, найнижчої адреси вузла в мережі останній сьомий біт має набути значення 1. У результаті ми маємо адресу 172.16.20.1 з маскою 255.255.255.128.

*На третьому кроці* визначають ширококомовну адресу. У ширококомовній адресі необхідно, щоб розряди вузла були встановлені в 1, тобто в цьому прикладі сім останніх бітів мають бути встановлені в 1. У такий спосіб в останньому октеті ми одержимо значення 127, що дає нам ширококомовну адресу 172.16.20.127.

На четвертому кроці призначають адресу останнього вузла в мережі. Адреса останнього вузла в мережі завжди менше широкомовної адреси. Це означає, що в адресі останнього вузла мережі останній біт має бути встановлений в 0, а за широкомовного запиту в 1. У такий спосіб адреса останнього вузла в мережі буде 172.16.20.126.

Кількість вузлів такої мережі дорівнює  $2^n - 2$ , де  $n$  – кількість бітів, виділених для адресації вузлів. Одна адреса віднімається, оскільки вона призначена для широкомовного запиту, а одна – оскільки вона призначена для адреси мережі. Тобто в нашому випадку кількість вузлів буде  $2^7 - 2$ , що дорівнює 126.

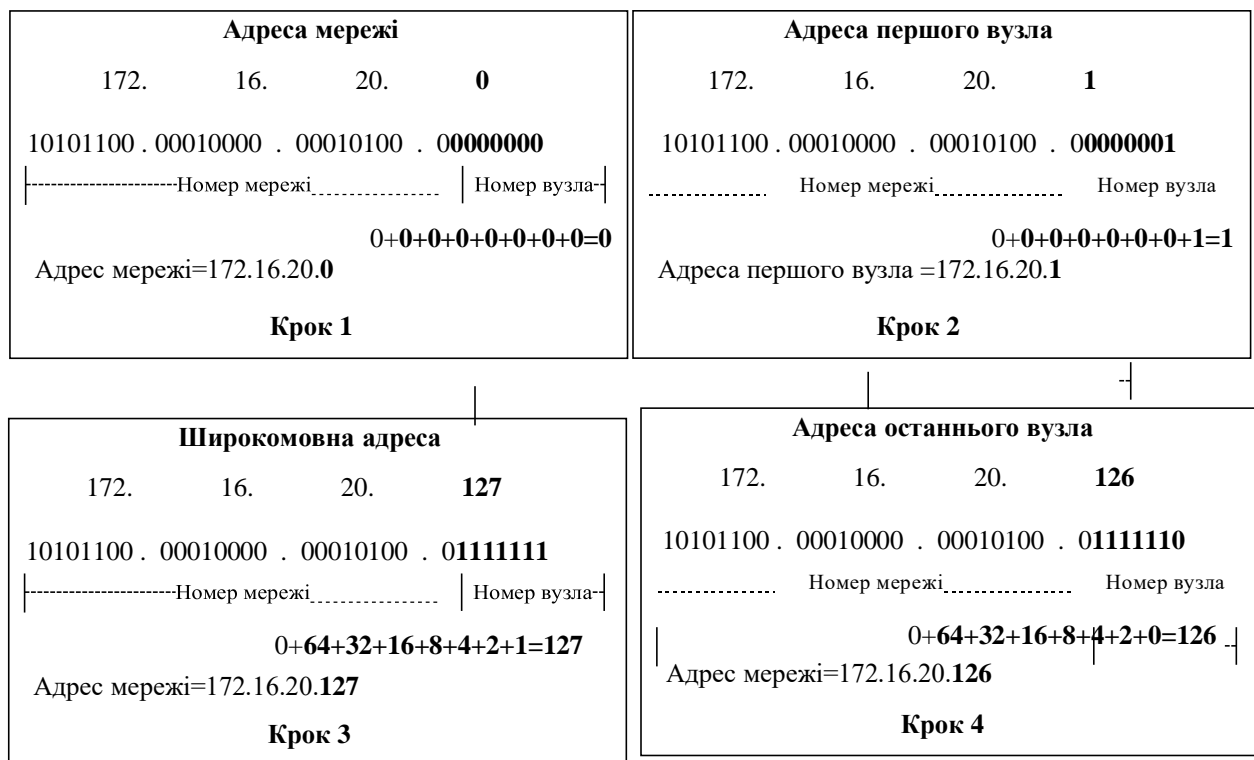


Рисунок 2.1 – Приклад IP-адресації

## Завдання до лабораторної роботи

1 Розробити схему IP-адресації для міської комп'ютерної мережі, яка об'єднує три відділення фірми:

- відділення 1 знаходиться в одноповерховому будинку;
- відділення 2 – триповерховому;
- відділення 3 – десятиповерховому будинку.

Кожне відділення – це окрема підмережа.

2 Розробити програмне забезпечення для автоматичного призначення IP-адрес підмережам і хостам і визначення широкомовних адрес за вказаних користувачем умов. Вихідні дані подано в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Вхідні дані

Варіант 1		Варіант 2		Варіант 3		Варіант 4	
Номер кімнати	Кількість робочих місць	Номер кімнати	Кількість робочих місць	Номер кімнати	Кількість робочих місць	Номер кімнати	Кількість робочих місць
1	7	1	1	1	4	1	4
2	6	2	6	2	8	2	8
3	9	3	7	3	10	3	8
4	5	4	10	4	3	4	3
5	5	5	5	5	5	5	5
6	2	6	7	6	4	6	8
7	1			7	1	7	1



Продовження таблиці 2.1

<b>Варіант 5</b>		<b>Варіант 6</b>		<b>Варіант 7</b>		<b>Варіант 8</b>	
Номер кімнати	Кількість робочих місць	Номер кімнати	Кількість робочих місць	Номер кімнати	Кількість робочих місць	Номер кімнати	Кількість робочих місць
1	5	1	5	1	25	1	30
2	8	2	7	2	5	2	3
3	10	3	12	3	1	3	2
4	5	4	1	4	7	4	1
5	5	5	9	5	15	5	1
6	3	6	5	6	3	6	4
7	1	7	1				

Продовження таблиці 2.1

<b>Варіант 9</b>		<b>Варіант 10</b>		<b>Варіант 11</b>		<b>Варіант 12</b>	
Номер кімнати	Кількість робочих місць	Номер кімнати	Кількість робочих місць	Номер кімнати	Кількість робочих місць	Номер кімнати	Кількість робочих місць
1	1	1	3	1	1	1	10
2	7	2	1	2	3	2	5
3	10	3	5	3	10	3	1
4	12	4	7	4	7	4	8
5	3	5	9	5	14	5	9
6	4	6	5	6	5	6	4
7	6	7	8	7	6	7	4
8	2	8	1				

Також необхідно призначити IP-адресу для кожного інтерфейсу маршрутизатора або комутатора третього рівня.

Для кожної підмережі необхідно призначити IP-адресу, маску підмережі та адресу ширококомовного запиту. Після цього необхідно в рамках визначених підмереж визначити початкову й кінцеву адреси для робочих станцій; розрахувати кількість вузлів кожної підмережі.

*Для адресації використовувати мережу 192.168.0.0/16 і змінну довжину маски підмережі. Обов'язковою умовою є використання мінімальної можливої довжини хостової частини.*

### **План виконання завдання**

Для виконання лабораторної роботи необхідно виконати такі дії:

1 Визначити кількість підмереж, пам'ятаючи, що підмережі поділені маршрутизаторами або комутаторами третього рівня.

2 Для кожної підмережі призначити IP-адресу, маску підмережі, адресу ширококомовного запиту.

3 Призначити IP-адресу для кожного інтерфейсу маршрутизатора або комутатора третього рівня.

4 У рамках підмереж для робочих станцій призначити початкову та кінцеву IP-адреси.

5 Розрахувати максимальну кількість вузлів кожної підмережі.

Результат розрахунків оформити у вигляді таблиці (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Зразок таблиці

Номер підмережі	IP-адреса підмережі	Маска підмережі	IP-адреса першого вузла	IP-адреса останнього вузла	Broadcast	Максимальна кількість вузлів у мережі
1	10.1.1.0	255.255.255.0	10.1.1.1	10.1.1.254	10.1.1.255	254

### Контрольні запитання

- 1 Дайте характеристику класу комп'ютерних мереж – «міська мережа». Які відмінні ознаки має цей клас порівняно з класами локальних і глобальних мереж?
- 2 Які апаратні пристрої дають змогу поділити мережу на підмережі? На якому рівні моделі OSI вони працюють?
- 3 Що таке IP-адреса? Для чого вона необхідна?
- 4 Які класи мереж вам відомі? За якою ознакою поділені ці мережі?
- 5 Що таке маска підмережі? Яку функцію вона виконує?
- 6 Опишіть процедуру призначення IP-адрес.

## Лабораторна робота 3

### Проектування безкласової IP-адресації

**Мета:** набути навичок для створення ієрархічної IP-адресації у великих корпоративних мережах.

#### Теоретична частина

Впровадження комутаторів дає змогу зменшити кількість колізій у локальній мережі. Однак з використанням повністю комутованої мережі часто створено єдиний домен ширококомовного розсилання. У єдиному домені ширококомовного розсилання (плоскій мережі) усі пристрої розташовані в одній мережі й одержують усі розсилання. У невеликих мережах використання єдиного домену ширококомовного розсилання прийнятне [3, 9].

З використанням великої кількості вузлів плоска мережа стає менш ефективною. Зі збільшенням кількості вузлів у комутованій мережі стає більше переданих і одержуваних ширококомовних розсилянь. Пакети ширококомовних розсилянь займають більшу частину смуги пропускання, що призводить до затримок при передаванні трафіка і тайм-аутів.

Одне з рішень проблем великих плоских мереж – створення мереж VLAN. Мережа VLAN є власним доменом ширококомовного розсилання.

Інше рішення – реалізація ієрархічної мережі з використанням маршрутизаторів (рисунок 3.1).

#### **Дворівнева адресація. Мережі й підмережі. Використання масок за IP-адресації**

Постачаючи кожному IP-адресу маскою, можна відмовитися від понять класів адрес і зробити систему адресації більш гнучкою. Наприклад, якщо

адресу 185.23.44.206 асоціювати з маскою 255.255.255.0, то номером мережі буде 185.23.44.0, а не 185.23.0.0, як це визначено системою класів.

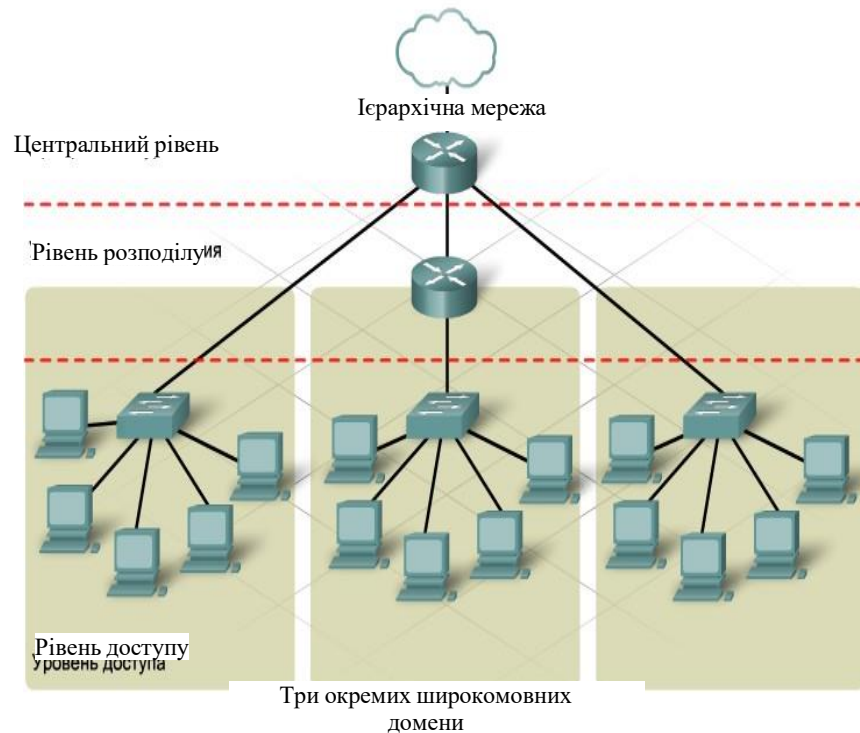


Рисунок 3.1 – Ієрархічна мережа

У масках кількість одиниць у послідовності, що визначає границю номерам мережі, не обов'язково має бути кратною 8, щоб повторювати поділ адреси на байти. Нехай, наприклад, для IP-адреси 129.64.134.5 зазначено маску 255.255.128.0, тобто у двійковому вигляді IP-адреса 129.64.134.5 виглядає так:

10000001. 01000000. 10000110. 00000101.

А маска 255.255.128.0 так:

11111111. 11111111. 10000000. 00000000.

Якщо ігнорувати маску, то відповідно до системи класів адреса 129.64.134.5 належить до класу В, отже, номером мережі є перші два байти – 129.64.0.0, а номером вузла – 0.0.134.5.

Якщо ж використовувати для визначення границі номера мережі маску, то 17 послідовних двійкових одиниць у масці 255.255.128.0, «накладені» на IP-адресу, поділяють її на дві частини (рисунок 3.2).

	<b>Номер мережі</b>	<b>Номер вузла</b>
IP-адреса: 129.64.134.5	10000001. 01000000. 1	0000110. 00000101
Маска: 255.255.128.0	11111111. 11111111. 1	0000000. 00000000

Рисунок 3.2

У десятковій формі запису номер мережі – 129.64.128.0, а номер вузла – 0.0.6.5.

Для стандартних класів мереж маски мають такі значення:

- клас А – 11111111. 00000000. 00000000. 00000000 (255.0.0.0);
- клас В – 11111111. 11111111. 00000000. 00000000 (255.255.0.0);
- клас С – 11111111. 11111111. 11111111. 00000000 (255.255.255.0).

У 1980-ті і 1990-ті роки мережі розрослися, багато організацій підключили сотні й навіть тисячі вузлів. Для організації з тисячами вузлів достатньо мережі класу В. На жаль, виникли проблеми. Ці тисячі вузлів рідко розміщали в томусамому місці. З метою безпеки деякі організації зажадали поділити свої відділи. Для усунення цієї проблеми організації, що займаються розвитком Інтернету, вирішили поділити свої мережі на підмережі. Як поділити одну мережу класу В на декілька окремих мереж?

Стандарт RFC 917 «Підмережі в Інтернеті» передбачає використання масок підмереж як метод ізоляції підмережі від IP-адреси, виконаної маршрутизатором. Коли маршрутизатор приймає пакет, він визначає відповідний шлях передавання на основі IP-адреси вузла призначення й маски підмережі, пов'язаної з маршрутами в таблиці маршрутизації.

*Маршрутизатор побітно зчитує маску підмережі зліва направо. Якщо біт маски підмережі встановлений в 1, то значення цього положення є частиною ідентифікатора мережі. Значення 0 у масці підмережі є частиною ідентифікатора вузла.*

До дворівневої ієрархії адресації за класами входить ідентифікатор мережій вузла. У підмережах, організованих за класами, ідентифікатор мережі залишається без змін, а ідентифікатор вузла поділяється на ідентифікатор підмережі й нового вузла. Наприклад, у мережі класу В вибрано за замовчуванням 16-бітну маску підмережі 11111111 11111111 00000000 00000000, або 255.255.0.0.16 біт залишається для ідентифікатора вузла.

Один зі способів поділу класу В на декілька мереж – використання чотирьох бітів вузла як ідентифікатора підмережі. Отримують 20-бітну маску підмережі 255.255.240.0, а для ідентифікатора вузла залишається тільки 12 бітів. За такого поділу ідентифікатора вузла отримують фіксовану кількість підмереж і фіксовану кількість вузлів у кожній.

Якщо в організації є мережа класу В з чотирма підмережами, і в деяких із них лише декілька вузлів, пропадають тисячі IP-адрес. Для більш ефективного використання IP-адрес була створена технологія безкласової міждоменної маршрутизації (CIDR).

У режимі CIDR класи мереж не використовують. Для створення підмереж у CIDR використовують маски підмереж змінної довжини (VLSM). Ідентифікатор мережі не обмежений рамками октету. У мережі з адресацією за класами мережа, подана як IP-адреса 192.168.5.0, належить до класу С. Ідентифікатор мережі має складатися мінімум із 24 бітів, вузлів не може бути більше 254. З використанням адресації CIDR, що іноді називають безкласовою, кількість бітів в ідентифікаторі мережі не регульована її класом. Можна створювати мережі з адресним простором 192.168.0.0 і номером мережі, що

займає менше 24 біт. Наприклад, адреса 192.168.82.174 є частиною мережі, де перші 18 бітів становлять ідентифікатор мережі. Мережа, де перебуває цей вузол, буде називатися 192.168.64.0/18, де /18 відповідає 18-бітній масці підмережі (255.255.192.0).

Мережа користувача з одним ISR дуже перевантажена. Пропоновано додати ще один мережевий пристрій, більший за ISR, і поділити мережу на дві менші.

З метою безпеки бездротових і дротових користувачів потрібно поділити за різними локальними мережами (рисунок 3.3).

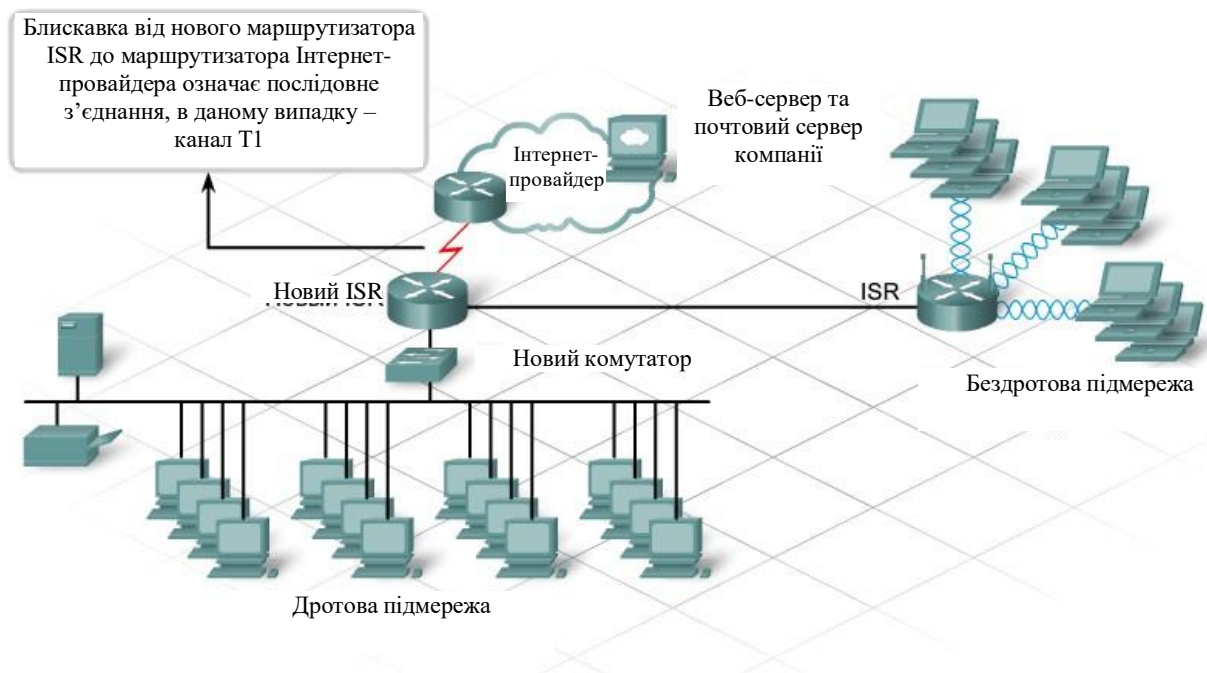


Рисунок 3.3 – Поділ мережі на підмережі

У 1990-х роках багато мереж не мали виходу в інші мережі або Інтернет. Щоб зменшити кількість зареєстрованих організаціями унікальних IP-адрес, компанія Internet Engineering Task Force (IETF) вирішила зарезервувати частину адресного простору Інтернет для приватних мереж.



Такі блоки адрес не потрібно маршрутизувати в загальнодоступній мережі Інтернет. Це означає, що всі приватні мережі можуть використовувати ті самі адреси, і поки вони не зв'язуються одна з одною, нормально обмінюватися даними.

На сьогодні в більшості мереж використовують приватну структуру адрес. Маршрутизовані в Інтернеті адреси привласнено тільки пристроям, які підключені безпосередньо до загальнодоступної мережі. За замовчуванням більшість користувальницьких мережевих пристроїв одержує приватні адреси через DHCP.

### **Обмін даними між підмережами**

Уявіть собі підмережу у вигляді невеликої мережі. При поділі мережі на дві підмережі фактично утворено окремі мережі. Вони з'єднані через маршрутизатори. Щоб пристрій з однієї підмережі зміг обмінюватися даними з пристроєм з іншої мережі, необхідний маршрутизатор.

Конфігурацію необхідно побудувати так, щоб інтерфейси маршрутизаторів, підключених один до одного, одержали IP-адреси з однієї і тієї самої мережі й підмережі, а клієнтам були привласнені шлюзи за замовчуванням, до яких вони можуть підключатися.

### **Адресація в ієрархічних мережах**

Великі корпоративні мережі виграють від впровадження моделі ієрархічної мережі й відповідної структури адрес. Структура ієрархічної адресації логічно поділяє мережі на менші підмережі.

Ефективна схема ієрархічної адресації складається з адреси класової мережі на центральному рівні, поділеної на менші підмережі на рівнях поділу і доступу.

Можна використовувати ієрархічну мережу без використання ієрархічної адресації. Хоча мережа продовжує функціонувати, ефективність

конструкції мережі знижується, а певні функції протоколу маршрутизації (наприклад підсумовування маршрутів) працюють некоректно.

У корпоративній мережі, що охоплює безліч географічно розкиданих підрозділів, модель і структура адрес ієрархічної мережі спрощує керування мережею й усунення несправностей, а також підвищує масштабованість і ефективність маршрутизації. На рисунку 3.4 наведено приклад неієрархічної мережі на рисунку 3.5 – ієрархічної.

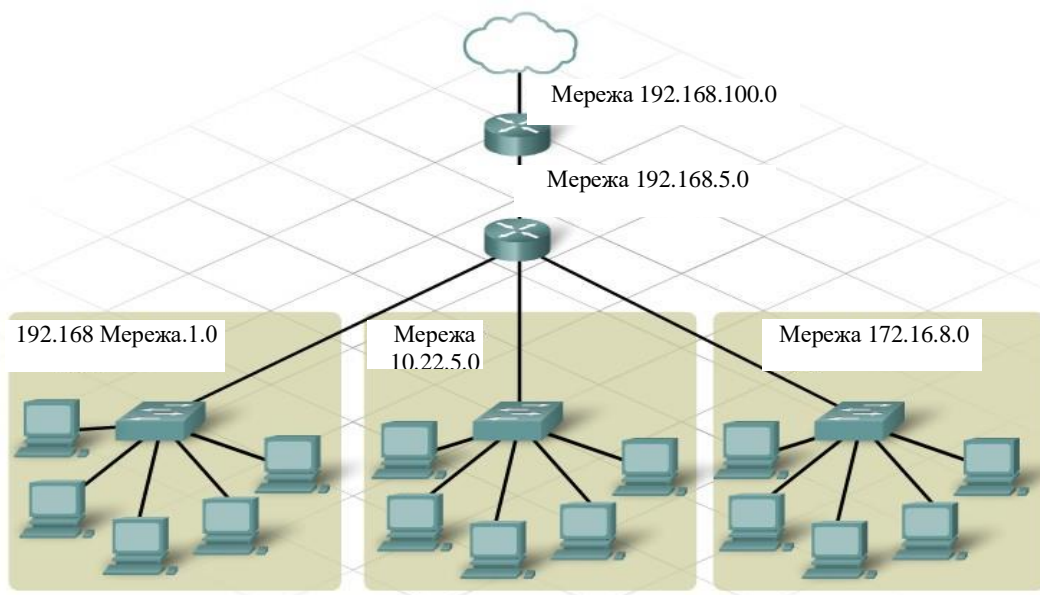


Рисунок 3.4 – Приклад неієрархічної мережі

Існує багато причин ділити мережу на підмережі:

- фізичне місце розташування;
- логічне угруповання;
- безпека;
- вимоги додатків;
- обмеження широкомовного розсилання;
- модель ієрархічної мережі.

Наприклад, якщо в організації використовують мережу 10.0.0.0 для всього підприємства, можна використовувати схему адресації 10.X.Y.0, де X відповідає географічному місцю розташування, а Y – будинку або поверху в цьому місці. Ця схема адресації дає змогу використовувати:

- 255 різних географічних місць розташування;
- 255 будинків у кожному місці розташування;
- 254 вузли в кожному будинку.

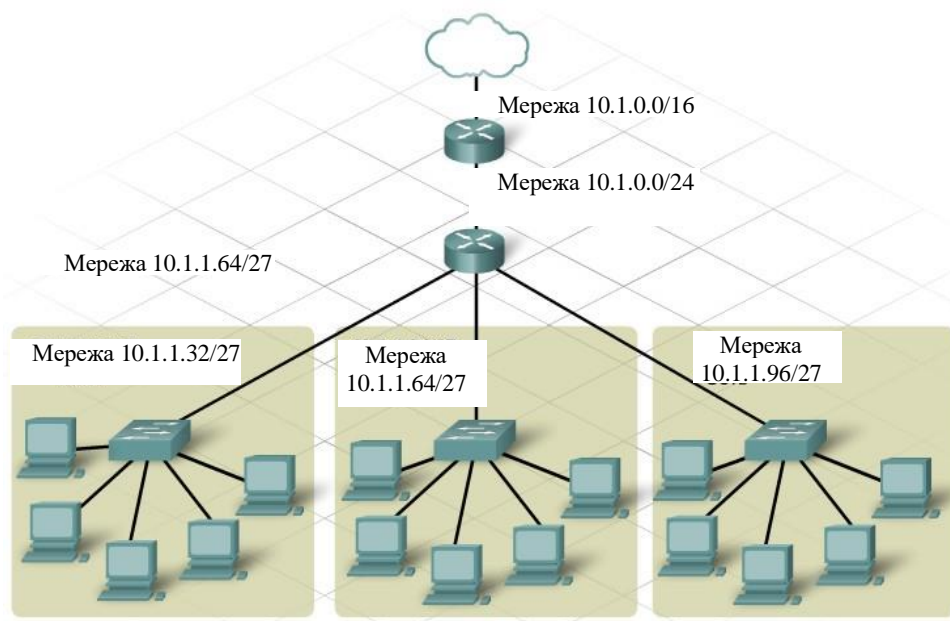


Рисунок 3.5 – Приклад ієрархічної мережі

### **Маска підмережі**

Щоб використовувати поділ мережі на підмережі для створення ієрархічної моделі, необхідно чітко розуміти структуру маски підмережі.

Маска підмережі вказує, чи перебувають вузли в одній і тій самій мережі. Маска підмережі – це 32-бітне значення для розрізнення бітів мережі і вузлів. Вона складається з рядка одиниць, після якої стоїть рядок нулів. Одиниці відповідають мережі, а нулі – вузлу:

– в адресах класу А використовують маску підмережі за замовчуванням вигляду 255.0.0.0 або запис із косою рисою вигляду /8;

– адресах класу В використовують маску за замовчуванням вигляду 255.255.0.0 або /16;

– адресах класу С використовують маску за замовчуванням вигляду 255.255.255.0 або /24.

Запис /*x* означає кількість бітів у масці підмережі, що становить мережеву частину адреси.

*У корпоративній мережі маски підмережі розрізняють за довжиною. Сегменти мережі ЛМ часто містять різну кількість вузлів, отже, неефективно використовувати маску підмережі однієї довжини для всіх створюваних підмереж (таблиця 3.1).*

Таблиця 3.1 – Подання маски підмережі та кількість можливих вузлів

Точково-десятковий вигляд маски підмережі	Двійкова маска підмережі	Подання з похилою рисою	Кількість бітів вузла	Можлива кількість вузлів $2^{n-1}$
1	2	3	4	5
255.0.0.0	11111111.00000000. 00000000.00000000	/8	24	16777214
255.128.0.0	11111111.10000000. 00000000.00000000	/9	23	8388606
255.192.0.0	11111111.11000000. 00000000.00000000	/10	22	4194302
255.224.0.0	11111111.11100000. 00000000.00000000	/11	21	2097150

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5
255.248.0.0	11111111.11110000. 00000000.00000000	/12	20	1048574
255.240.0.0	11111111.11111000. 00000000.00000000	/13	19	524286
255.252.0.0	11111111.11111100. 00000000.00000000	/14	18	262142
255.254.0.0	11111111.11111110. 00000000.00000000	/15	17	131070
255.255.0.0	11111111.11111111. 00000000.00000000	/16	16	65534
255.255.128.0	11111111.11111111. 10000000.00000000	/17	15	32766
255.255.192.0	11111111.11111111. 11000000.00000000	/18	14	16382
255.255.224.0	11111111.11111111. 11100000.00000000	/19	13	8190
255.255.240.0	11111111.11111111. 11110000.00000000	/20	12	4094
255.255.248.0	11111111.11111111. 11111000.00000000	/21	11	2046
255.255.252.0	11111111.11111111. 11111100.00000000	/22	10	1022
255.255.254.0	11111111.11111111. 11111110.00000000	/23	9	510
255.255.255.0	11111111.11111111. 11111111.00000000	/24	8	254

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5
255.255.255.128	11111111.11111111. 11111111.10000000	/25	7	126
255.255.255.192	11111111.11111111. 11111111.11000000	/26	6	62
255.255.255.224	11111111.11111111. 11111111.11100000	/27	5	30
255.255.255.240	11111111.11111111. 11111111.11110000	/28	4	14
255.255.255.248	11111111.11111111. 11111111.11111000	/29	3	6
255.255.255.252	11111111.11111111. 11111111.11111100	/30	2	2

**Розрахунок підмереж**

Для обміну даними між вузлами IP-адресу й маску підмережі вузла-відправника порівнюють із IP-адресою й маскою підмережі вузла призначення. Це дає змогу визначити, чи перебувають дві адреси в одній і тій самій локальній мережі.

Маска підмережі – це 32-бітне значення для розрізнення бітів мережі і вузла в IP-адресі. Маска підмережі складається з рядка одиниць, після якої стоїть рядок нулів. Одиниці вказують кількість мережевих бітів, а нулі – кількість бітів вузла в IP-адресі. Порівнюють мережеві біти адреси відправника й адреси призначення. Якщо виявлено, що вони перебувають в одній і тій самій мережі, то пакет можна доставити локально. Якщо вони не однакові, то пакет направляють на шлюз за замовчуванням.

Наприклад, припустимо, що необхідно передати повідомлення з вузла Н1, що має IP-адресу 192.168.1.44 і маску підмережі 255.255.255.0 або /24, на вузол Н2, що має IP-адресу 192.168.1.66 і маску підмережі 255.255.255.0. У цьому випадку обидва вузли використовують маску підмережі за замовчуванням 255.255.255.0, що означає, що мережеві біти закінчуються на границі третього октету. На обох вузлах використовують однакові мережеві біти 192.168.1, отже, вони перебувають в одній і тій самій мережі.

Хоча досить легко визначити мережеву й вузлову частини IP-адреси, коли маска підмережі закінчується на границі мережі, визначають мережеві біти так само, навіть якщо мережева частина становить не цілий октет. Наприклад, IP-адреса вузла Н1 – 192.168.13.21 з маскою підмережі 255.255.255.248, або /29. Це означає, що з 32 бітів 29 утворюють мережну частину адреси. Мережеві біти містяться в перших трьох октетах і частині четвертого октету. У цьому випадку значення ідентифікатора мережі – 192.168.13.16 (рисунок 3.6).

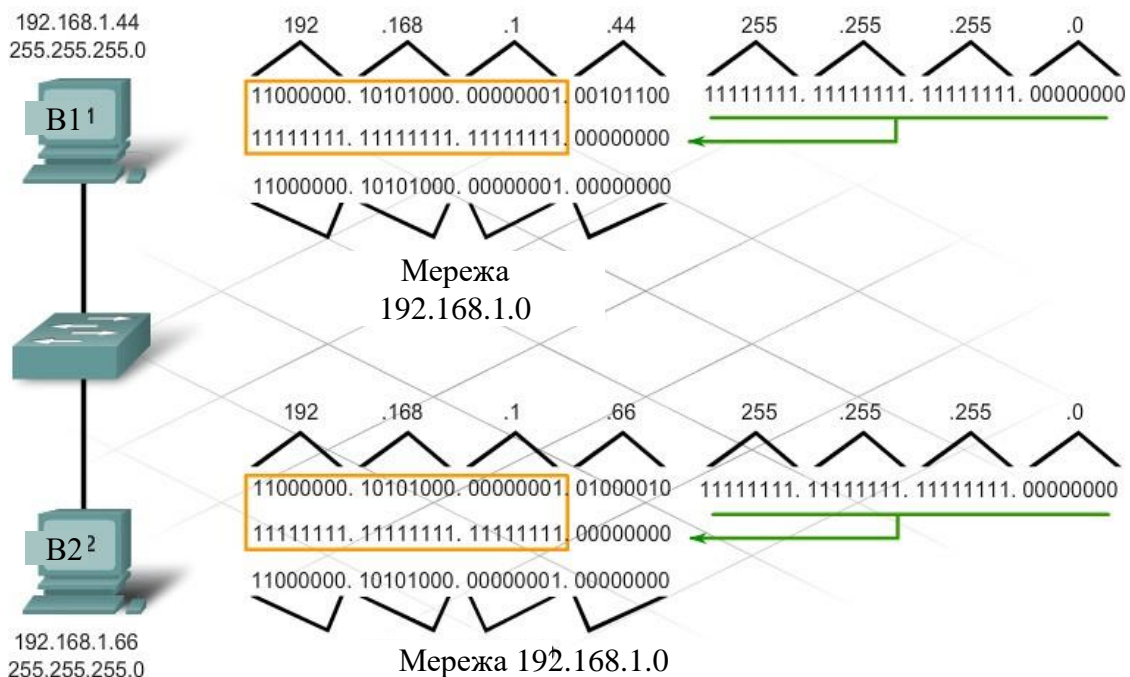


Рисунок 3.6 – Розрахунок підмереж із використанням двійкового подання

Щоб вузол Н1 з IP-адресою 192.168.13.21/29 міг обмінюватися даними з іншим вузлом, Н2, з адресою 192.168.13.25/29, необхідно порівнювати мережевучастину адреси цих двох вузлів, щоб визначити, чи перебувають вони в одній і тій самій локальній мережі. У цьому випадку мережеве значення вузла Н1 становить 192.168.13.16, а мережеве значення вузла Н2 – 192.168.13.24. Вузли Н1 і Н2 розташовані в різних мережах, і для обміну даними між ними необхідно використовувати маршрутизатор.

### **Процес базової поділу на підмережі**

Використовуючи схему ієрархічної адресації, можна багато про що дізнатися за IP-адресою й записом маски підмережі косою рисою (/x). Наприклад, IP-адреса 192.168.1.75 /26 містить такі відомості (рисунок 3.7):

*Десяткова маска підмережі*

Позначення /26 означає маску підмережі 255.255.255.192.

*Кількість створюваних підмереж*

Припустимо, що ми почали з маски підмережі за замовчуванням /24, тоді два додаткових біти вузла запозичені для мережі. Це дає змогу створити чотири підмережі ( $2^2 = 4$ ).

*Кількість вузлів, придатних для використання в кожній підмережі.*

Шість бітів залишені для вузла, що дає 62 вузли в кожній підмережі:

$(2^6 = 64 - 2 = 62)$ .

*Мережева адреса*

Використовуючи маску підмережі для визначення розміщення мережеских бітів, можна одержати значення мережевої адреси. У цьому прикладі це значення дорівнює 192.168.1.64.

*Перша застосовна адреса вузла*

Серед бітів вузла не можуть бути всі нулі, оскільки вони відповідають мережевій адресі підмережі. Отже, першою застосовною адресою вузла в підмережі .64 буде .65.



### *Широкомовна адреса*

Серед бітів вузла не можуть бути всі одиниці, оскільки вони відповідають широкомовній адресі підмережі. У цьому випадку як адресу широкомовного розсилання використовують .127. Мережева адреса наступної підмережі починається з .128.

Підмережа	Мережева адреса	Діапазон адрес вузлів	Широкомовна адреса
0	192.168.1.0/26	192.168.1.1 – 192.168.1.62	192.168.1.63
1	192.168.1.64/26	192.168.1.65 – 192.168.1.126	192.168.1.127
2	192.168.1.128/26	192.168.1.129- 192.168.1.190	192.168.1.191
3	192.168.1.192/26	192.168.1.193 – 192.168.1.254	192.168.1.255

Рисунок 3.7 – Приклад схеми адресації для чотирьох мереж

### **Завдання до лабораторної роботи**

1 Створити схему IP-адресації для зазначених у вашому варіанті вимог. Додати в таблицю вказані у вашому варіанті відповідні значення для заповнення необхідної схеми IP-адресації. Накреслити схему відповідної мережі.

2 Розробити програмне забезпечення для автоматичного обчислення IP- адрес мереж, підмереж, хостів і широкомовних розсилок для безкласової адресації за вказаних користувачем умов.

### Варіант 1

IP-адреса: 192.168.5.0/24

Необхідна кількість вузлів	Маска	Кількість вузлів	Підмережа	Діапазон адрес вузлів	Широкомовна адреса
60	/26	64	192.168.5.0	.1-.62	.63
30					
25					
10					
2					
2					

### Варіант 2

IP-адреса: 172.16.6.0/24

Необхідна кількість вузлів	Маска	Кількість вузлів	Підмережа	Діапазон адрес вузлів	Широкомовна адреса
25	/27	30	172.16.6.0	.1-.30	.31
25					
25					
12					
6					
2					

### Варіант 3

IP-адреса: 10.33.19.0/24

Необхідна кількість вузлів	Маска	Кількість вузлів	Підмережа	Діапазон адрес вузлів	Широко- мовна адреса
100	/25	126	10.33.19.0	.1-.126	.127
55					
30					
12					
2					
2					

### Варіант 4

IP-адреса: 192.168.5.0/24

Необхідна кількість вузлів	Маска	Кількість вузлів	Підмережа	Діапазон адрес вузлів	Широко- мовна адреса
60	/26	64	192.168.5.0	.1-.62	.63
30					
25					
10					
2					
2					

### Варіант 5

IP-адреса: 172.16.6.0/24

Необхідна кількість вузлів	Маска	Кількість вузлів	Підмережа	Діапазон адрес вузлів	Широкомовна адреса
25	/27	30	172.16.6.0	.1-.30	.31
25					
25					
12					
6					
2					

### Варіант 6

IP-адреса: 10.33.19.0/24

Необхідна кількість вузлів	Маска	Кількість вузлів	Підмережа	Діапазон адрес вузлів	Широкомовна адреса
100	/25	126	10.33.19.0	.1-.126	.127
55					
30					
12					
2					
2					

## **План виконання лабораторної роботи**

- 1 Визначити кількість підмереж, пам'ятаючи, що підмережі поділені маршрутизаторами або комутаторами третього рівня.
- 2 Для кожної підмережі призначити IP-адресу, маску підмережі, адресуширокомовного запиту.
- 3 Призначити IP-адресу для кожного інтерфейсу маршрутизатора або комутатора третього рівня.
- 4 У рамках підмереж для робочих станцій призначити початкову та кінцеву IP-адреси.
- 5 Розрахувати максимальну кількість вузлів кожної підмережі.

## **Контрольні запитання**

- 1 Для чого потрібні ієрархічні мережі? Чим IP-адресація в ієрархічних мережах відрізняється від IP-адресації у плоских мережах?
- 2 У чому перевага безкласової IP-адресації?
- 3 Як призначають адреси підмережам і хостам за безкласової маршрутизації?
- 4 Як визначити адресу широкомовного розсилання в безкласовій IP-адресації?
- 5 Чим відрізняється маска IP-адреси в класовій і безкласовій маршрутизаціях? Які функції виконує маска IP-адреси?

## Лабораторна робота 4

### Планування списків доступу і фільтрів портів

**Мета:** навчитися на основі схеми мережі визначати місця, де необхідне впровадження списків доступу і фільтрів портів для захисту мережі.

#### Теоретичні відомості

Локальна мережа забезпечує взаємодію кожного вузла з кожним – це дуже корисна властивість, оскільки не потрібно робити ніяких спеціальних дій, щоб забезпечити доступ вузла А до вузла В – досить того, що ці вузли підключені до однієї і тієї самої локальної мережі. У той же час у мережі можуть виникати ситуації, коли така тотальна доступність вузлів небажана. Прикладом може служити сервер фінансового відділу, доступ до якого бажано вирішити тільки з комп'ютерів кількох конкретних співробітників цього відділу. Звичайно, доступ можна обмежити на рівні операційної системи або системи керування базою даних самого сервера, але для надійності бажано мати кілька ешелонів захисту і обмежити доступ ще й на рівні мережевого трафіка [3, 8].

Багато моделей комутаторів дають змогу адміністраторам задавати додаткові умови фільтрації кадрів разом зі стандартними умовами їхньої фільтрації відповідно до інформації адресної таблиці. Такі фільтри називають користувацькими.

Фільтр користувача, який також часто називають списком доступу (accesslist), призначений для створення додаткових бар'єрів на шляху кадрів, що дає можливість обмежувати доступ певних груп користувачів до окремих служб мережі. Фільтр користувача – це набір умов, які обмежують звичайну логіку передавання кадрів комутаторами.

Найбільш простими є користувачські фільтри на основі MAC-адрес станцій. Оскільки MAC-адреси – це та інформація, з якою працює комутатор, він дає змогу створювати подібні фільтри зручним для адміністратора способом, можливо, проставляючи деякі умови в додатковому полі адресної таблиці, наприклад умову відкидати кадри з певною адресою. У такий спосіб користувачеві, який працює на комп'ютері з даними MAC-адреси, повністю заборонено доступ до ресурсів іншого сегмента мережі.

**Secure Shell, SSH** (англ. *Secure SHell* – «безпечна оболонка») – мережевий протокол рівня застосунків, що дає змогу проводити віддалене керування комп'ютером і тунелювання TCP-з'єднань (наприклад для передавання файлів). Схожий за функціональністю з протоколом Telnet і rlogin, проте шифрує весь трафік, у тому числі і паролі, що передають.

Криптографічний захист протоколу SSH нефіксований, можливий вибір різних алгоритмів шифрування. Клієнти і сервери, що підтримують цей протокол, доступні для різних платформ. Крім того, протокол дає змогу не тільки використовувати безпечний віддалений shell на машині, але і тунелювати графічний інтерфейс – X Tunnelling (тільки для Unix-подібних ОС або застосунків, що використовують графічний інтерфейс X Window System). Так само ssh здатний передавати через безпечний канал (Port Forwarding) будь-який інший мережевий протокол, забезпечуючи (за належної конфігурації) можливість безпечного пересилання не тільки X-інтерфейсу, але і, наприклад, звуку.

Уявіть, що ви спеціаліст служби підтримки для роботи з мережею корпоративного клієнта (рисунок 4.1), якому необхідно знизити загрозу порушень мережевої безпеки.

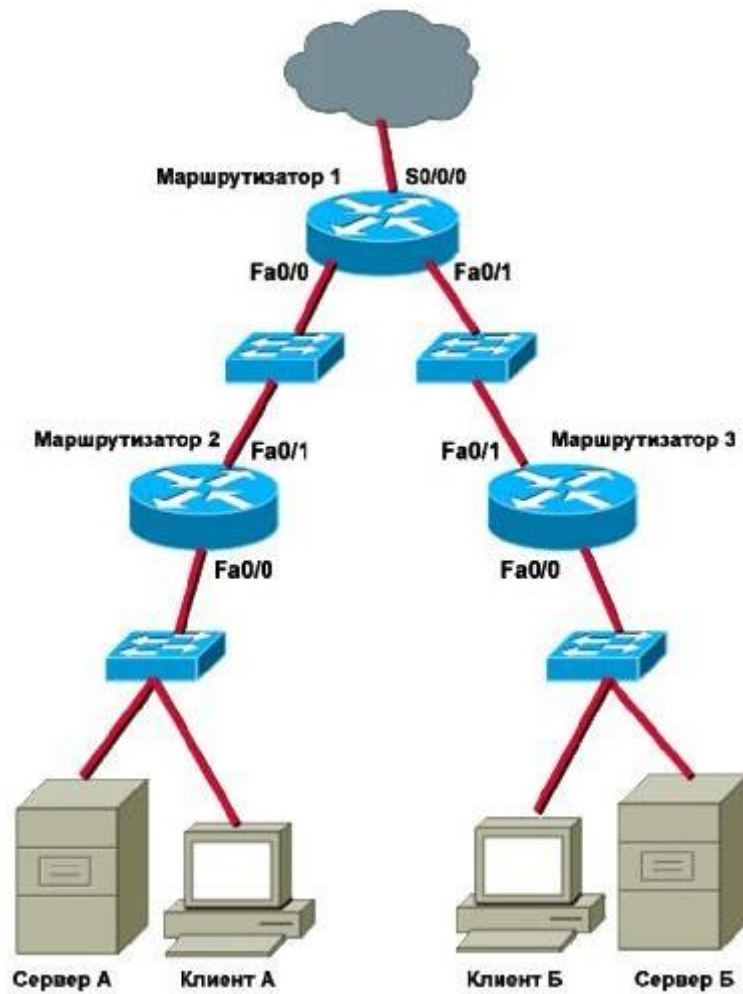


Рисунок 4.1 – Схема мережі корпоративного клієнта

### Завдання до лабораторної роботи

Визначити місця для розміщення списків доступу відповідно до побажань клієнта, для цього виконати кроки 1-3 і заповнити таблиці 4.1-4.3.

**Розробити програму для моделювання роботи мережі з рисунка 4.1 із можливістю задавання різних списків доступу.**



**Крок 1.** Обмеження клієнта А однією мережею (таблиця 4.1).

Вас просять обмежити доступ клієнта А тільки підмережею, до якої він у поточний момент підключений. Клієнту А необхідний доступ до сервера А, але мережа Інтернет і сервер В мають бути йому недоступні. Де слід розмістити список доступу?

Таблиця 4.1

Маршрутизатор	Інтерфейс	Дозволити або відхилити?	Вхідний або вихідний фільтр?	Підстава

**Крок 2.** Обмежити доступ до сервера А для клієнта А, але дозволити доступ до сервера В і мережі Інтернет (таблиця 4.2).

Вас попросили заборонити доступ клієнту В до сервера А, але клієнту В потрібен доступ до мережі Інтернет і сервера В. Де слід розмістити список доступу?

Таблиця 4.2

Маршрутизатор	Інтерфейс	Дозволити або відхилити?	Вхідний або вихідний фільтр?	Підстава

**Крок 3.** Дозволити доступ до маршрутизаторів, що використовують тільки протокол SSH, виключно клієнту А (таблиця 4.3).

Вас попросили обмежити доступ до маршрутизаторів тільки для клієнта А, який буде виконувати функції керуючого ПК для цих маршрутизаторів. Вам необхідно обмежити доступ тільки протоколом SSH від клієнта А і запобігти доступу Telnet. Де слід розмістити список доступу?

*Підказка.* Для контролю доступу протоколу SSH і Telnet до маршрутизаторів потрібно декілька інтерфейсів на декількох маршрутизаторах.

Таблиця 4.3

Маршрутизатор	Інтерфейс	Дозволити або відхилити?	Вхідний або вихідний фільтр?	Підстава

### **План виконання лабораторної роботи**

- 1 Контролювати цілісність передавання даних.
- 2 Зробити неможливими зовнішні проникнення в самі мережі чи канали зв'язку між ними.
- 3 Використовуючи протокол SSH, дозволити клієнту доступ до маршрутизаторів.

### **Контрольні запитання**

- 1 Навіщо потрібна фільтрація трафіка?
- 2 За якими критеріями можна дозволяти/забороняти трафік?
- 3 Що таке ACL-списки?
- 4 Які існують типи ACL-списків?
- 5 Яка структура групової маски ACL-списку?

## Лабораторна робота 5

### Збирання мережєвих даних

**Мета:** виконати збір мережєвого трафіка за допомогою програми Wireshark, щоб ознайомитися з інтерфейсом і середовищем Wireshark; проаналізувати трафік для вебсервера; створити фільтр для обмеження збору мережєвих даних пакетами ICMP; відправити луна-запит віддаленому вузлу, щоб поспостерігати за роботою фільтра пакетів ICMP у ході збору мережєвих даних.

#### Попередня інформація/підготовка

У цій лабораторній роботі ви встановите програму Wireshark – широко відомий аналізатор мережєвих протоколів і засіб моніторингу. Програма Wireshark збирає всі пакети, відправлені або отримані мережєвою інтерфейсною платою (NIC) комп'ютера. Її можна встановити або в лабораторії, або вдома на ПК. Вам він знадобиться для відстеження та перегляду різних типів мережєвих протоколів і трафіка. Раніше програма Wireshark була відома під ім'ям Ethereal.

**Програма Wireshark є безкоштовною і доступна за адресою [www.wireshark.org](http://www.wireshark.org).**

Для виконання лабораторної роботи потрібні такі ресурси:

- ПК за керування ОС Windows з мережєю Ethernet і хоча б двома вузлами;
- програма Wireshark (версія 0.99.5 або остання версія);
- підключення до мережі Інтернет (не обов'язково, але бажано);
- доступ до командного рядка ПК;
- доступ до мережєвої конфігурації TCP/IP ПК.

## Завдання до лабораторної роботи

Виконати кроки 1-5, зазначені нижче.

### Крок 1. Установлення і запуск програми Wireshark.

Якщо програму Wireshark завантажували на ПК раніше, перейти в папку з програмою Wireshark Start>All Programs>Wireshark>Wireshark (пуск>програми>Wireshark>Wireshark) і натиснути значок додатки.

Якщо раніше програму Wireshark не встановлювали, виконати такі дії:

1 Вказавши шлях у локальній мережі до установника програми Wireshark, wireshark-setup-0.99.5.exe, завантажити установник на робочий стіл ПК.

2 Натиснути установник два рази і дотримуватися його підказкам, приймаючи значення за замовчуванням (рисунок 5.1):



Рисунок 5.1

а) натиснути кнопку I Agree (прийняти) (рисунок 5.2);

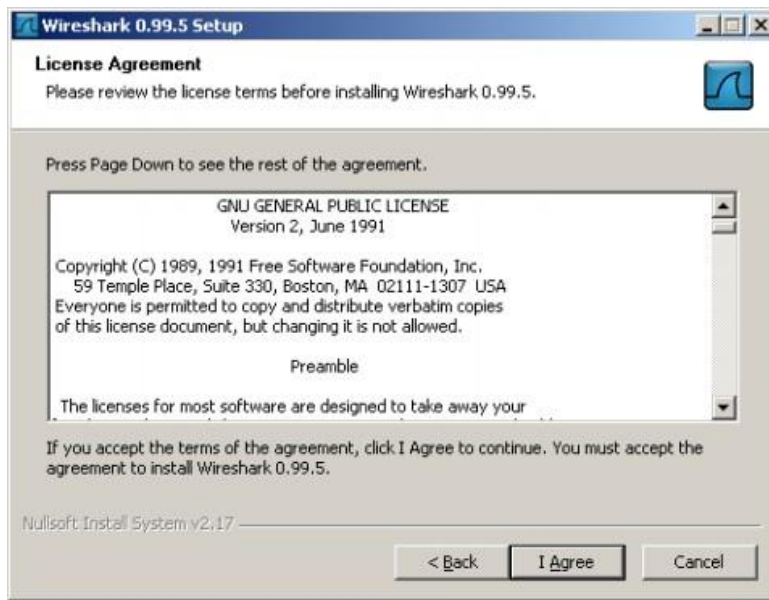


Рисунок 5.2

б) переконатися, що на ПК встановлено WinPcap. У WinPcap входить драйвер для підтримки збору пакетів. Програма Wireshark використовує цю бібліотеку для збору динамічних мережевих даних у Windows (рисунок 5.3);

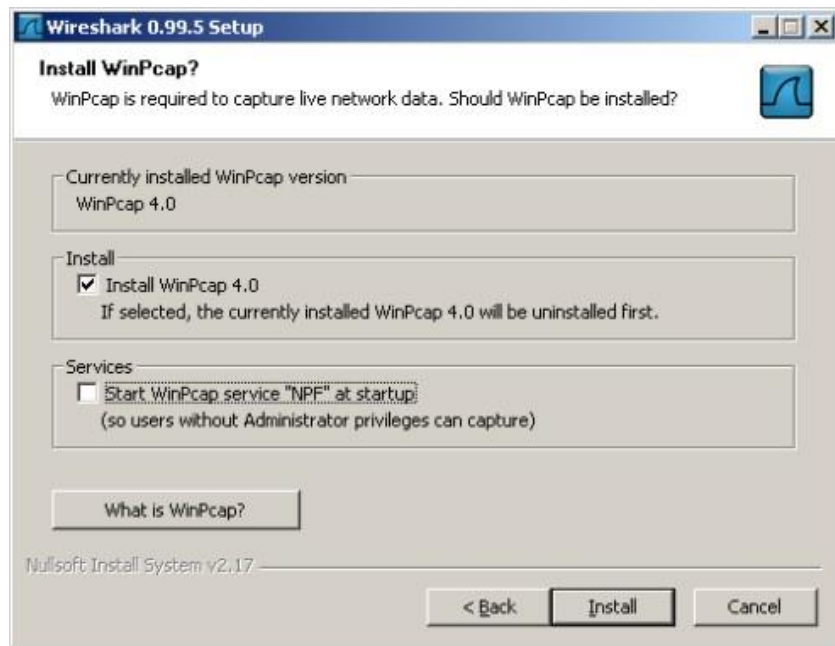


Рисунок 5.3

в) натиснути Install (встановити) і слідувати підказкам до кінця процесуустановлення;

г) після установалення програми встановити відповідний прапорець, щоб запусити програму Wireshark.

## Крок 2. Вибір інтерфейсу для збору пакетів.

1 Запустити додаток Wireshark.

2 У меню Capture (збір) вибрати пункт Interfaces (інтерфейси) (рисунок 5.4): натиснути кнопку Start (пуск) для інтерфейсу Ethernet (NIC), який потрібно використовувати для збору мережевого трафіка (рисунок 5.5).

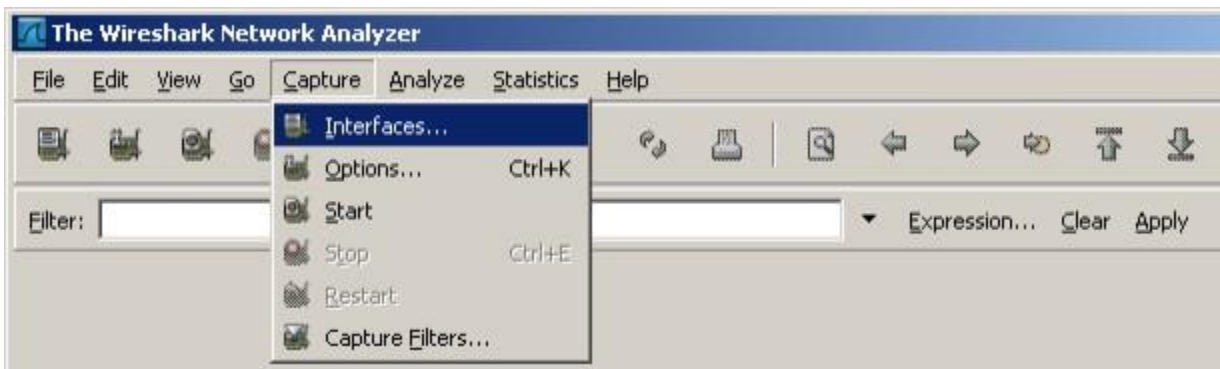


Рисунок 5.4



Рисунок 5.5

### Крок 3. Запуск збору мережевих даних.

1 Переглянути меню і панель інструментів в інтерфейсі запуску Wireshark.

2 Натиснути кнопку New Live Capture (новий збір динамічних даних) і переглянути відомості, зібрані Wireshark. Нехай збір даних триває протягом декількох хвилин, щоб ви могли поспостерігати за різними типами трафіка в мережі (рисунок 5.6).

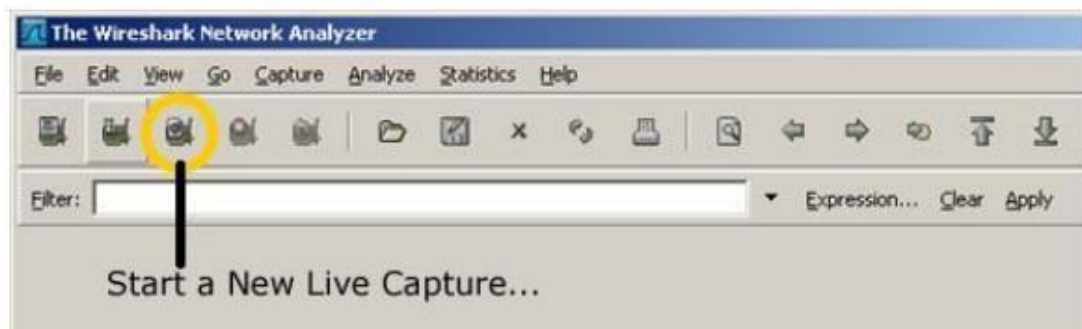


Рисунок 5.6

### Крок 4. Аналіз відомостей про вебтрафік.

1 Якщо існує підключення до мережі Інтернет, відкрити веббраузер і перейти у вузол [www.google.com](http://www.google.com). Згорнути вікно Google і повернутися у Wireshark. Має бути відображений трафік, схожий з тим, що поданий на рисунку 5.7. Знайти стовпці Source, Destination і Protocol (джерело, адресу призначення і протокол) на екрані Wireshark (рисунок 5.7): підключення до сервера Google почнеться з відправлення запиту на DNS-сервер для пошуку IP-адреси сервера. IP-адреса сервера призначення скоріше за все почнеться з 64.xxx.

2 Відкрити ще одне вікно вебглядача і перейти в базу даних ARIN Whois <http://www.arin.net/whois/> або скористатися іншим засобом пошуку whois і ввести IP-адресу сервера призначення.

No. -	Time	Source	Destination	Protocol	Info
1	0.000000	192.168.1.103	65.24.7.3	DNS	Standard query A www.weather.com
2	0.014364	65.24.7.3	192.168.1.103	DNS	Standard query response A 65.207.183.11
3	5.013860	Cisco-L1_6e:fe:0b	Intel_63:ce:53	ARP	who has 192.168.1.103? Tell 192.168.1.1
4	5.013878	Intel_63:ce:53	Cisco-L1_6e:fe:0b	ARP	192.168.1.103 is at 00:07:e9:63:ce:53
5	11.955472	192.168.1.103	65.24.7.3	DNS	Standard query A www.google.com
6	11.971037	65.24.7.3	192.168.1.103	DNS	Standard query response CNAME www.l.google.com A
7	11.972176	192.168.1.103	64.233.167.99	TCP	1351 > http [SYN] Seq=0 Len=0 MSS=1260 WS=3
8	12.014043	64.233.167.99	192.168.1.103	TCP	http > 1351 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 win=8190 Len=
9	12.014085	192.168.1.103	64.233.167.99	TCP	1351 > http [ACK] Seq=1 Ack=1 win=65535 Len=0
10	12.014893	192.168.1.103	64.233.167.99	HTTP	GET / HTTP/1.1
11	12.062089	64.233.167.99	192.168.1.103	TCP	http > 1351 [ACK] Seq=1 Ack=391 win=6432 Len=0
12	12.074398	64.233.167.99	192.168.1.103	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
13	12.074538	64.233.167.99	192.168.1.103	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
14	12.074566	192.168.1.103	64.233.167.99	TCP	1351 > http [ACK] Seq=391 Ack=2521 win=65535 Len
15	12.077349	64.233.167.99	192.168.1.103	HTTP	HTTP/1.1 200 OK (text/html)
16	12.201262	192.168.1.103	64.233.167.99	TCP	1351 > http [ACK] Seq=391 Ack=3598 win=64458 Len
17	14.502969	192.168.1.103	192.168.1.255	BROWSE	Host Announcement HOST-1, workstation, Server, P

Рисунок 5.7

**Крок 5.** Фільтрація збору мережевих даних (рисунок 5.8).

1 Відкрити вікно командного рядка, вибравши Start> All Programs> Run (пуск> програми>виконати) і ввівши cmd, або натиснути Start> All Programs> Accessories (пуск> всі програми> стандартні> командний рядок).

2 Надіслати луна-запит за IP-адресою вузла у вашій локальній мережі і спостерігати за процесами у вікні збору Wireshark. Прокрутити вниз і вгору вікно, у якому відображено трафік. Переглянути використовувані типи протоколів.

3 У текстовому полі Filter (фільтр) ввести icmp і натиснути Apply (застосувати). Протокол керування повідомленнями в Інтернет (ICMP) – це протокол, використовуваний луна-запитом для перевірки мережевого підключення до іншого вузла.

4 Натиснути Filter (фільтр): кнопка Expression (вираз) у вікні Wireshark. Прокрутити список вниз і переглянути можливості фільтрації, наявність у списку протоколів TCP, HTTP, ARP та ін.



No. .	Time	Source	Destination	Protocol	Info
9	47.029093	192.168.1.103	192.168.1.100	ICMP	Echo (ping) request
10	47.031094	192.168.1.100	192.168.1.103	ICMP	Echo (ping) reply
11	48.027367	192.168.1.103	192.168.1.100	ICMP	Echo (ping) request
12	48.029819	192.168.1.100	192.168.1.103	ICMP	Echo (ping) reply
13	49.027318	192.168.1.103	192.168.1.100	ICMP	Echo (ping) request
14	49.029592	192.168.1.100	192.168.1.103	ICMP	Echo (ping) reply
15	50.027275	192.168.1.103	192.168.1.100	ICMP	Echo (ping) request
16	50.029279	192.168.1.100	192.168.1.103	ICMP	Echo (ping) reply

Рисунок 5.8

### План виконання лабораторної роботи

- 1 Встановити на ПК (за керування ОС Windows з мережею Ethernet і хоча б двома вузлами) програму Wireshark (версія 0.99.5 або остання версія).
- 2 Використати підключення до мережі Інтернет (бажано).
- 3 Перевірити наявність доступ до мережевої конфігурації TCP/IP ПК.

### Контрольні запитання

- 1 У полі фільтрів відображені сотні фільтрів. У великих мережах може бути багато різних типів трафіка у величезних обсягах. Які три фільтри з довгого списку можуть бути найбільш ефективними для мережевого адміністратора?
- 2 Чи є програма Wireshark засобом для позасмугового або внутрішньосмугового моніторингу мереж? Пояснити свою відповідь.
- 3 Яким способом можна визначити організацію за IP-адресою?
- 4 Які протоколи служать для підключення до вебсервера і доставлення вебсторінки у ваш локальний вузол?
- 5 Яким кольором виділяють трафік у програмі Wireshark між вашим вузлом і вебсервером Google?
- 6 Який трафік відображений при введенні команди icmp в текстове поле Filter (фільтр)?

## Лабораторна робота 6

### Приклад розв'язання стандартної задачі на проєктування комп'ютерної мережі Ethernet і розрахунок її параметрів

**Мета роботи:** набуття практичних навичок у створенні та налагоджуванні комп'ютерних мереж [5, 10].

#### Умова задачі

Створити оптимальний план проведення локальної комп'ютерної мережі на одному з поверхів підприємства. План кімнат, де має бути проведена мережа, наведений на рисунку 6.1, розміри вказані в метрах.

*Тип мережі:* Ethernet, кабель – вита пара або коаксіальний.

*Вартість кабелю:* вита пара, категорія 3 – 1 грн 20 коп. за 1 м, вита пара, категорія 5 – 1 грн 75 коп. за 1 м, коаксіальний – 1 грн 50 коп. за 1 м.

*Вартість коробів для прокладення мережевого кабелю:* короб на 36 кабелів – 1 грн за 1 м. Короб на 24 кабелі – 75 коп. за 1 м. Короб на 16 кабелів – 50 коп. за 1 м. Короб на 8 кабелів – 30 коп. за 1 м.

*Вартість одного концентратора:* на 8 виходів – 250 грн, 16 виходів – 300 грн, 24 виходи – 400 грн, 32 виходи – 550 грн.

*Вартість одного комп'ютера, який може працювати як сервер,* – 5000 грн. До вартості не входить вартість мережевих карт.

*Вартість комп'ютера, який може працювати як маршрутизатор,* – 2500 грн. До вартості не входить вартість мережевих карт.

*Вартість однієї мережевої карти:* зі швидкістю передавання даних 10 Мбіт/с – 50 грн; 100 Мбіт/с – 150 грн.

Цифри, написані під номерами кімнат, визначають кількість комп'ютерів у них.

При побудові проєкту мережі треба пам'ятати, що в кімнатах 2 та 3 працюють співробітники підрозділів, які використовують сумісні бази даних, тому між цими кімнатами бажано забезпечити надійний і високошвидкісний зв'язок. Зв'язок мережі з глобальною мережею підприємства та Internet здійснюється через підключення до цифрової виділеної лінії зв'язку, що можна організувати в будь-якій кімнаті.

### **Завдання до лабораторної роботи**

1 Надати комп'ютерам локальні адреси, враховуючи, що діапазон локальних адрес, наданий адміністратором мережі підприємства, може бути від 10.2.80 до 10.2.82, адреса входу до Internet – 10.0.0.5.

2 Накреслити план розташування комп'ютерів у кімнатах і проведення кабелю між ними, враховуючи, що, за ергономічними нормами, відстань між комп'ютерами має становити не менше 1 м, і їх треба розташовувати задньою панеллю до стіни.

3 Накреслити план проведення кабелю за межами кімнат.

4 За наведеними вище цінами розрахувати вартість проєкту.

5 Розрахувати час подвійного обернення сигналу та зменшення міжкадрового інтервалу для найбільш віддалених вузлів мережі.

6 Враховуючи, що файл бази даних, з яким працюють користувачі в кімнатах 2 та 3, має розмір близько 45 МБ і що з ним можуть одночасно працювати до п'яти користувачів, розрахувати середній час затримки реакції системи на запит користувачів при читанні або записуванні файлу.

7 Оцінити оптимальність проєкту мережі і надати пропозиції з його удосконалення.

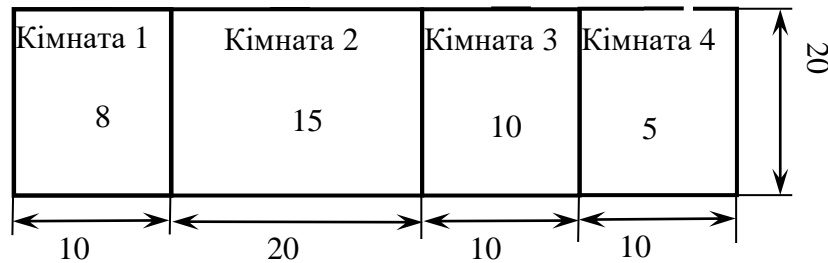


Рисунок 6.1 – План розташування кімнат, у яких має бути проведена комп'ютерна мережа

### Приклад розв'язання задачі

#### *1 Визначення архітектури мережі та простору адрес.*

Тут треба виходити з міркувань забезпечення достатньо високої швидкодії за невисокої вартості проєкту, урахувуючи при цьому перспективи розвитку. Виходячи з того, що в кімнатах 2 та 3 працівникам необхідно використовувати корпоративну базу даних, цю мережу слід розвести через швидкодіючі мережеві адаптери та відокремити її від мережі в кімнатах 1 і 4. Тобто слід використати один сервер бази даних, один маршрутизатор для виходу в Internet, два концентратори. Один концентратор треба підключити до маршрутизатора і розвести на ньому мережу в кімнатах 1 і 4. Ураховуючи те, що до цього концентратора буде підключено  $8+5=13$  комп'ютерів, а, крім того, один порт треба підключити до маршрутизатора, необхідно буде використати  $13+1=14$  портів. Тобто концентратор 1, підключений до маршрутизатора, навіть з урахуванням перспектив розвитку мережі, може мати 16 портів. Щодо розташування цього концентратора, то його слід розташувати в кімнаті 2, але не в центрі кімнати, а у лівому куті, ближче до кімнати 1. Це обумовлено тим,

що в кімнаті 1 знаходиться вісім комп'ютерів, а в кімнаті 4 – тільки п'ять, тому, скорочуючи відстань від концентратора до кімнати 1, ми зменшуємо витрати кабелю. Адреса підмережі, яку буде обслуговувати цей концентратор, може бути 10.2.80.

До сервера бази даних підключають концентратор 2. Крім того, сервер зв'язаний із маршрутизатором через окремий сегмент мережі для забезпечення виходу користувачів підмережі, підключеної до концентратора 2, в Internet, а також можливості зв'язку з комп'ютерами першої підмережі. Цей сегмент мережі може, як і сегмент підмережі 1, бути не дуже швидкодіючим. Він з'єднує тільки два мережеві інтерфейси – інтерфейс маршрутизатора з інтерфейсом сервера бази даних. Якщо для цього сегмента обрати підмережу третього рівня 10.2.81, то слід адресу інтерфейсу маршрутизатора встановити 10.2.81.1, а адресу інтерфейсу сервера – 10.2.81.2. Тоді для підмережі, яку обслуговує концентратор 2, залишається з виділеного простору адрес тільки адреса 10.12.82. Розрахувати тепер кількість портів концентратора. Кількість підключених до нього комп'ютерів  $15+10=25$ , тобто, ураховуючи з'єднання з сервером, буде задіяно 26 портів. Пам'ятаючи про можливість розвитку мережі, будемо вважати, що в цьому випадку слід поставити концентратор на 32 порти. Щодо розташування концентратора, то для економії кабелю слід поставити його у правому куті кімнати 2, ближче до кімнати 3. На рисунку 6.2 наведено узагальнений план проєкту мережі. Тут для спрощення креслення числові адреси комп'ютерів вказані без адреси підмережі, тобто вони містять лише одне число – адресу комп'ютера в мережі. Повні чотирирівневі числові адреси вказані на інтерфейсах серверів, а на концентраторах вказано трирівневі адреси підмереж, які вони обслуговують.

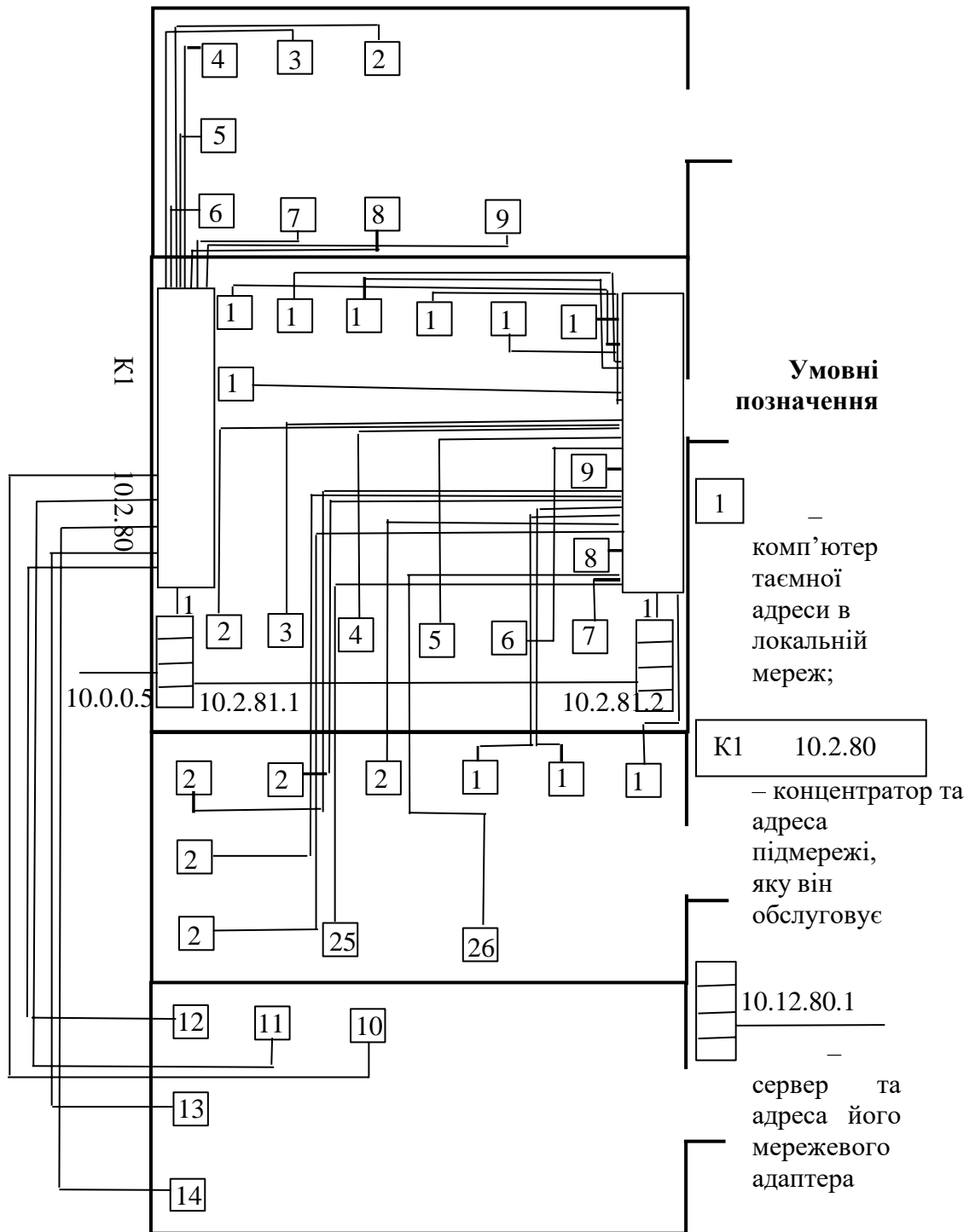


Рисунок 6.2 – Узагальнений план проведення комп'ютерної мережі

## **2 Розрахунок вартості кабелю.**

Оскільки вся мережа розведена витю парою за деревоподібною топологією, за умовою задачі вартість 1 м кабелю 1,5 грн для кабелю категорії 3, 1,75 грн для кабелю категорії 5. Згідно з планом мережі розрахувати довжину кабелю для всіх сегментів. Оскільки такі розрахунки можуть бути лише оцінними, отриману загальну розрахункову довжину збільшити на 10 %.

Міжсерверний сегмент від інтерфейса 10.2.81.1 до інтерфейса 10.2.81.2 –  $l_1 = 20$  м.

Два сегменти кабелю від серверів до концентраторів по 5 м, разом  $l_2 = 5 \text{ м} \cdot 2 = 10$  м.

Чотири сегменти кабелю від концентратора 2 до комп'ютерів з адресами 7, 8, 9 і 10 підмережі 10.2.82 довжиною по 7, 10, 13 і 20 м відповідно. Більше п'яти комп'ютерів, включаючи сервер, біля дверей кімнати розташовувати не слід. Разом  $l_3 = 7 \text{ м} + 10 \text{ м} + 13 \text{ м} + 20 \text{ м} = 50$  м.

Шість сегментів кабелю від концентратора 2 до комп'ютерів з адресами 16, 15, 14, 13, 12 і 11 підмережі 10.2.82, довжиною по 44, 40, 36, 32, 28 і 24 м відповідно. Разом  $l_4 = 44 \text{ м} + 40 \text{ м} + 36 \text{ м} + 32 \text{ м} + 28 \text{ м} + 24 \text{ м} = 204$  м.

П'ять сегментів кабелю від концентратора 2 до комп'ютерів з адресами 6, 5, 4, 3 і 2 підмережі 10.2.82 довжиною по 14, 18, 22, 26 і 30 м відповідно. Разом  $l_5 = 14 \text{ м} + 18 \text{ м} + 22 \text{ м} + 26 \text{ м} + 30 \text{ м} = 110$  м.

Десять сегментів кабелю від концентратора 2 до комп'ютерів з адресами 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 і 26 підмережі 10.2.82, які знаходяться в кімнаті 3, довжиною по 10, 14, 18, 22, 26, 30, 34, 38, 42 і 46 м відповідно. Разом  $l_6 = 14 \text{ м} + 18 \text{ м} + 22 \text{ м} + 26 \text{ м} + 30 \text{ м} + 34 \text{ м} + 38 \text{ м} + 42 \text{ м} + 46 \text{ м} = 270$  м.

Чотири сегменти кабелю від концентратора 1 до комп'ютерів з адресами 6, 7, 8 і 9 підмережі 10.2.80, які знаходяться в кімнаті 1, довжиною по 10, 14, 18 і 22 м відповідно.

Разом  $l_7 = 10 \text{ м} + 14 \text{ м} + 18 \text{ м} + 22 \text{ м} = 64 \text{ м}$ .

Чотири сегменти кабелю від концентратора 1 до комп'ютерів з адресами 6, 7, 8 і 9 підмережі 10.2.80, які знаходяться в кімнаті 1, довжиною по 14, 18, 22 і 26 м відповідно. Разом  $l_8 = 14 \text{ м} + 18 \text{ м} + 22 \text{ м} + 26 \text{ м} = 80 \text{ м}$ .

Три сегменти кабелю від концентратора 1 до комп'ютерів з адресами 12, 13 і 14 підмережі 10.2.80, які знаходяться в кімнаті 4, довжиною по 32, 36 і 40 м відповідно. Разом  $l_9 = 32 \text{ м} + 36 \text{ м} + 40 \text{ м} = 108 \text{ м}$ .

Два сегменти кабелю від концентратора 1 до комп'ютерів з адресами 10 і 11 підмережі 10.2.80, які знаходяться в кімнаті 4, довжиною по 36 і 40 м відповідно. Разом  $l_{10} = 36 \text{ м} + 40 \text{ м} = 76 \text{ м}$ .

Тепер необхідно визначити тип кабелю. Оскільки вся мережа розведена за деревоподібною топологією, треба використовувати кабель витвої пари. При цьому майже для всіх сегментів можна використовувати кабель категорії 3, який забезпечує швидкість передавання даних 10 Мбіт/с, але для сегмента між сервером розподіленої бази даних і концентратором необхідно для забезпечення швидкодії 100 Мбіт/с використати кабель витвої пари категорії 5.

Ураховуючи запас кабелю 10 %, загальна довжина кабелю витвої пари категорії 3, необхідна для прокладення мережі, складає

$$l_k = (l_1 + l_2/2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6 + l_7 + l_8 + l_9 + l_{10}) \cdot 1,1 = 20 \text{ м} + 5 \text{ м} + 50 \text{ м} + 204 \text{ м} + 110 \text{ м} + 270 \text{ м} + 64 \text{ м} + 80 \text{ м} + 108 \text{ м} + 76 \text{ м}) \cdot 1,1 \approx 1000 \text{ м} \cdot 1,1 = 1100 \text{ м}.$$

Тоді вартість кабелю складає

$$C_k = 1100 \text{ м} \cdot 1,2 \text{ грн/м} + 8 \text{ м} \cdot 1,75 \text{ грн/м} = 1320 \text{ грн} + 14 \text{ грн} = 1334 \text{ грн}.$$



### **3 Розрахунок вартості концентраторів.**

Вартість концентраторів за визначеною моделлю мережі складає

$$C_{\text{кон}} = 300 \text{ грн} + 550 \text{ грн} = 850 \text{ грн.}$$

### **4 Розрахунок вартості мережевих адаптерів.**

На всіх робочих станціях можна встановлювати мережеві адаптери зі швидкістю передавання даних 10 Мбіт/с, кількість таких адаптерів 13 у підмережі 10.2.80 і 25 у підмережі 10.2.82. Два адаптери підмережі 10.2.81, як було зазначено раніше, теж можуть бути розраховані на швидкодію на 10 Мбіт/с, як і адаптер з адресою 10.0.0.5 для виходу в Internet. Тільки адаптер з адресою 10.12.82.1, який має забезпечувати високошвидкісний зв'язок для доступу користувачів підмережі 10.2.82 до розподіленої бази даних, мусить підтримувати швидкість передавання даних 100 Мбіт/с. Виходячи з цих міркувань і наведених вище цін, сумарна вартість мережних адаптерів

$$C_a = (13+25+2+1) \cdot 50 \text{ грн} + 150 \text{ грн} = 41 \cdot 50 \text{ грн} + 150 \text{ грн} = 2050 \text{ грн} + 150 \text{ грн} = 2200 \text{ грн.}$$

### **5 Розрахунок вартості серверів.**

Оскільки сервер для виходу в Інтернет працює тільки як комутатор і маршрутизатор і не потребує великої потужності, можна купувати один комп'ютер-маршрутизатор і один комп'ютер-сервер. Згідно з наведеними вище цінами загальна вартість маршрутизатора та сервера

$$C_c = 2500 \text{ грн} + 5000 \text{ грн} = 7500 \text{ грн.}$$

## ***6 План прокладення кабелю та розрахунок загальної вартості проєкту мережі.***

При проведенні мережі кабелі прокладають у спеціальних коробах, які встановлюють вздовж стін. План прокладення коробів наведений на рисунку 6.3. Якщо кількість кабелів у коробі має бути менше 16, але більше 8, необхідно брати короб на 16 кабелів. Розрахунок необхідної кількості та вартості коробу:

- короб на 24 кабелі:

$$C_{кор1} = 0,75 \text{ грн/м} \cdot 15 \text{ м} = 11,25 \text{ грн};$$

- короб на 16 кабелів:

$$C_{кор2} = 0,5 \text{ грн/м} \cdot (10 \text{ м} + 10 \text{ м} + 20 \text{ м}) = 0,5 \text{ грн/м} \cdot 40 \text{ м} = 20 \text{ грн};$$

- короб на 8 кабелів:

$$C_{кор3} = 0,3 \text{ грн/м} \cdot (6 \cdot 10 \text{ м} + 4 \cdot 15 \text{ м} + 2 \cdot 20 \text{ м}) = 0,3 \text{ грн/м} \cdot 160 \text{ м} = 48 \text{ грн};$$

- загальна вартість коробів

$$C_{кор1} + C_{кор2} + C_{кор3} = 11,25 \text{ грн} + 20 \text{ грн} + 48 \text{ грн} = 79,25 \text{ грн}.$$

Загальну вартість проєкту мережі розраховують як суму всіх отриманих складових (таблиця 6.1).

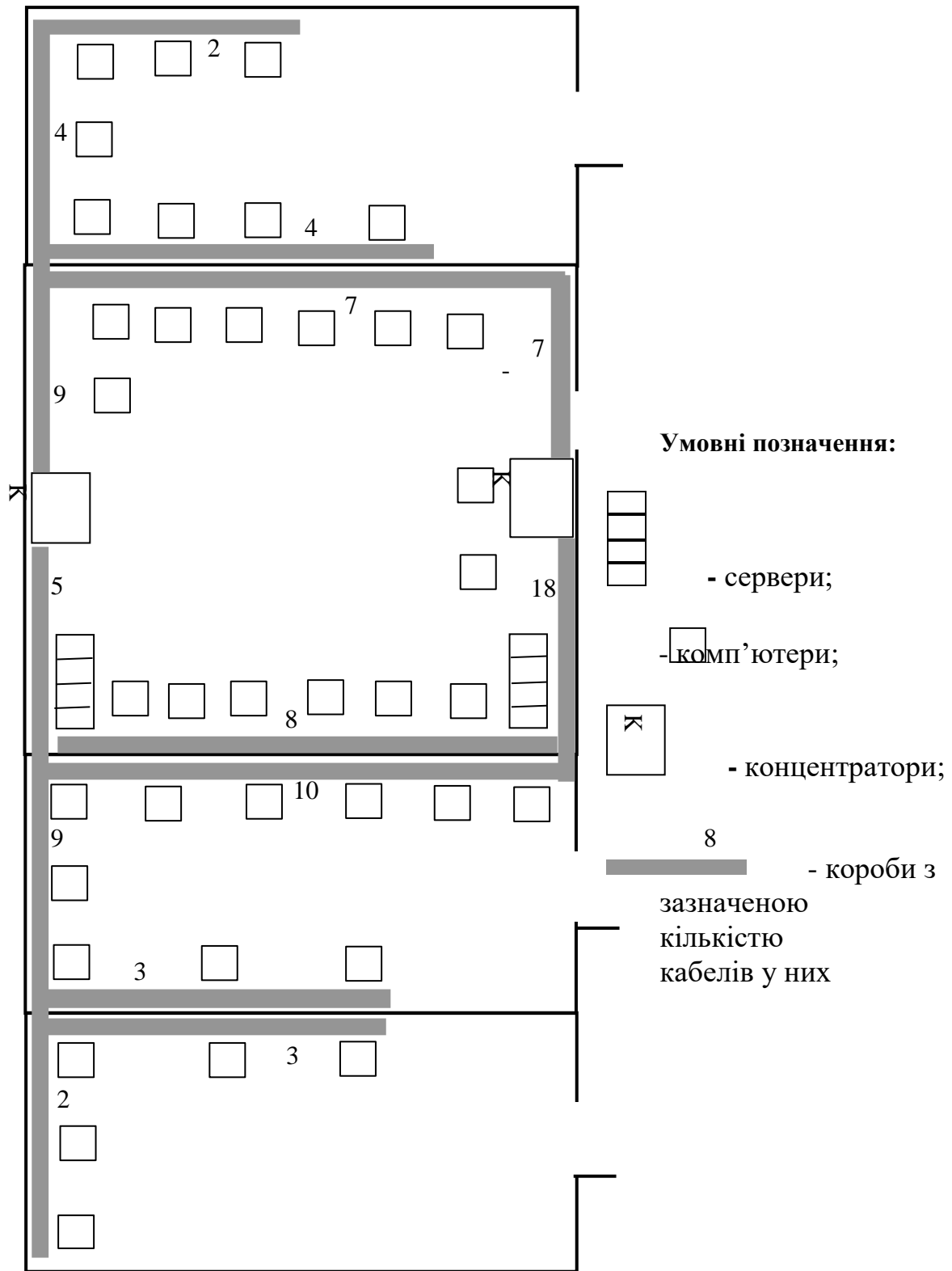


Рисунок 6.3 – План прокладення коробів

Таблиця 6.1 – Вартість проєкту мережі

Найменування виробів і комплектуючих	Кількість	Вартість, грн
Комп'ютер-маршрутизатор	1 шт.	5000
Комп'ютер-сервер	1 шт.	2500
Концентратор, 16 портів	1 шт.	300
Концентратор, 32 порти	1 шт.	550
Мережеві адаптери, 100 Мбіт/с	41 шт.	2050
Мережеві адаптери, 10 Мбіт/с	1 шт.	150
Кабель витої пари категорії 3	1100 м	1320
Кабель витої пари категорії 5	8 м	14
Короб на 24 кабелі	15 м	11,25
Короб на 16 кабелів	40 м	20
Короб на 8 кабелів	160 м	48
<b>Разом</b>		<b>11949,25</b>

***7 Розрахунок часу подвійного обернення сигналу та зменшення міжкадрового інтервалу для найбільш віддалених вузлів мережі.***

Для проведення розрахунків PDV і PVV скористаємося даними затримок розповсюдження сигналів для мереж стандарту Ethernet. Для розробленого проєкту локальної мережі найбільш віддаленими є вузли 25 і 26 підмережі 10.2.82. Розрахункова довжина сегментів кабелю між цими вузлами та концентратором складає 42 і 44 м відповідно. Структура частини мережі, для якої необхідно розрахувати значення PDV та PVV, наведена на рисунку 6.4.

Оскільки сегменти кабелю в підмережі, яку розглядають, мають різну довжину, необхідно PDV розрахувати двічі, взявши в першому випадку більшою довжину лівого сегмента, а у другому випадку – правого. Реальним

значенням PDV буде більша з двох розрахованих величин, яка має бути менше за 575 bt.



Рисунок 6.4 – Структура сегмента, для якого необхідно розрахувати значення PDV та PVV

Розрахунок PDV для довжини лівого сегмента 44 м, правого – 42 м.

Лівий сегмент 1:

$$15,3 \text{ bt} + 44 \text{ м} \cdot 0,113 \text{ bt/м} = 21,15 \text{ bt.}$$

Правий сегмент 2:

$$165 \text{ bt} + 42 \text{ м} \cdot 0,113 \text{ bt/м} = 170,6 \text{ bt.}$$

Сума PDV на всіх сегментах:

$$PDV_1 = 21,15 \text{ bt} + 170,6 \text{ bt} = 191,75 \text{ bt.}$$

Розрахунок PDV для довжини лівого сегмента 42 м, правого – 44 м. Лівий сегмент 1:

$$15,3 \text{ bt} + 42 \text{ м} \cdot 0,113 \text{ bt/м} = 20,05 \text{ bt.}$$

Правий сегмент 2:

$$165 \text{ bt} + 44 \cdot 0,113 \text{ bt/м} = 169,72 \text{ bt.}$$

Сума PDV на всіх сегментах:

$$PDV_2 = 20,05 \text{ bt} + 169,72 \text{ bt} = 189,77 \text{ bt.}$$

Як значення PDV обираємо більший з отриманих результатів, тобто

$$PDV = PDV_1 = 191,75 \text{ bt.}$$

Значення зменшення міжкадрового інтервалу PVV для обох розрахованих випадків конфігурації мережі становить  $PVV = 10,5 \text{ bt}$ , що значно менше за критичну величину  $49 \text{ bt}$ .

Тобто можна зробити висновок, що проєкт мережі є коректним і відповідає головному правилу Ethernet. У принципі для отриманої нами простої конфігурації мережі можна було і не розраховувати значення PDV і PVV, оскільки розроблений проєкт повністю відповідає правилу чотирьох концентраторів, яке є більш строгим, ніж головне правило Ethernet.

### ***8 Розрахунок часу затримки реакції системи на запити користувачів.***

Як уже відомо, при використанні концентраторів уся підмережа, яку вони обслуговують, *знаходиться в єдиній області колізій*. А це означає, що у випадку, коли п'ять користувачів одночасно звертаються до файлу розміром  $45 \text{ MB}$ , будь то для читання чи запису файлу, *на кожне з п'яти робочих місць буде переданий увесь інформаційний потік цієї мережі*, а він становить  $45 \text{ MB} \cdot 5 = 225 \text{ MB}$ . Отже, високошвидкісний мережевий адаптер, розрахований на швидкість передавання даних  $100 \text{ Mbit/s}$  і встановлений на сервері баз даних, у розробленому проєкті мережі не дає ніяких переваг і не підвищує ефективність роботи користувачів.

Проведемо розрахунки часу реакції системи на запит користувачів, виходячи з оцінювання швидкості передавання даних для кадру Ethernet максимального розміру. Якщо розраховувати на обчислену там середню швидкість передавання даних  $C_{п \text{ max}} = 9,76 \text{ Mbit/s}$ , час затримки реакції системи на запит користувачів

$$T_p = (225 \cdot 1024 \cdot 1024 \cdot 8) \text{ bit} / 9,76 \cdot 10^6 \text{ bit/s} = 193 \text{ c} = 3 \text{ хв } 13 \text{ с.}$$

## ***9 Оцінювання оптимальності проєкту мережі та пропозиції щодо його удосконалення.***

Зрозуміло, що затримка відповіді на запит користувачів є досить суттєвою, і, що найголовніше, у розробленому проєкті мережі не використано можливості встановленого високошвидкісного мережевого адаптера. Тобто розроблений проєкт мережі не можна вважати оптимальним. Можливі шляхи удосконалення проєкту можуть бути такими:

1) розбити сегмент 10.2.82 на дві підмережі з різними адресами третього рівня. Наприклад, як варіант, можна 15 комп'ютерів кімнати 2 розвести від одного 16-розрядного концентратора, а 10 комп'ютерів кімнати 3 – від іншого, підключеного до іншого мережевого адаптера того самого сервера бази даних. Це вирішить проблему, і витрати на такий проєкт не будуть дуже великими. Крім того, зменшуються витрати кабелю, оскільки за таких змін у проєкті концентратор 3 можна розташувати в кімнаті 3, тобто ближче до комп'ютерів цієї кімнати, які він буде обслуговувати, ніж встановлений концентратор 2 на рисунку 6.2. Але невідомо, чи зможе адміністратор мережі підприємства надати вам додатковий простір адрес третього рівня. Мережу в нашому випадку в основному використовують не для роботи з широкомовними повідомленнями, а для розподіленого доступу окремих користувачів до мережевих ресурсів. Взагалі інформаційні потоки локальної мережі передбачені значно більшими, ніж потоки для виходу у глобальну мережу та Internet. Крім того, за реалізації такого рішення сервер бази даних буде працювати і як маршрутизатор потужних мережевих потоків, що може також вплинути на швидкість його роботи. А середня кількість користувачів базиданих, які працюють в одній мережі, хоча і зменшується, але в кімнаті 2, де розташовано 15 робочих місць, вона буде близькою до трьох користувачів.

Тобто проблему великих потоків інформації в єдиній області колізій можна вирішити при такому підході лише частково;

2) можна замінити у проєкті мережі концентратор 2 на комутатор. Таке рішення, напевно, є найбільш оптимальним, оскільки, розділяючи за допомогою комутатора область колізій у підмережі 10.2.82, ми можемо значно підвищити швидкість роботи локальної мережі за незначного збільшення витрат на реалізацію проєкту, наведених у таблиці 6.1. Крім того, ефективність використання високошвидкісного мережевого адаптера при його підключенні до комутатора значно підвищується, оскільки нам треба розділити не ширококомвні потоки інформації, а потужні потоки локальної мережі, а тут використання комутаторів за збереження встановленого простору адрес є дуже ефективним.

### **Варіанти задач для самостійної роботи здобувачів**

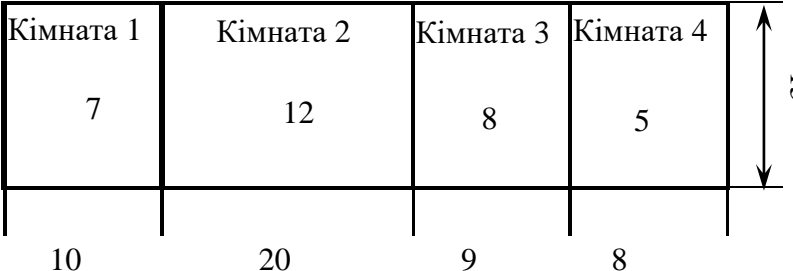
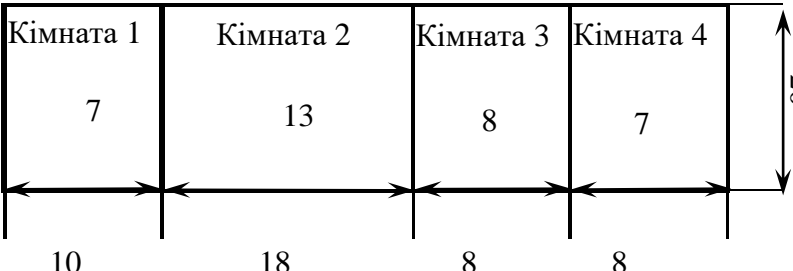
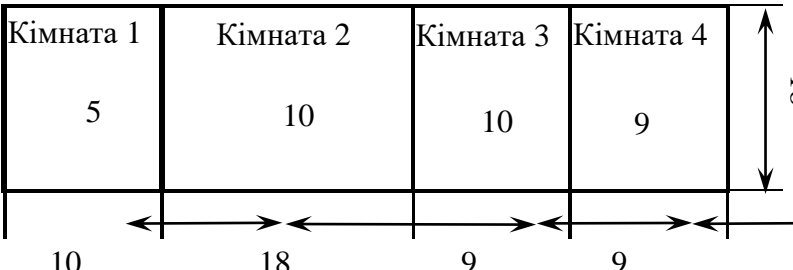
Усі дані варіантів задач базовані на умові прикладу, наведеного вище. Здобувач повинен розв'язати варіант задачі, який відповідає останнім двом цифрам його залікової книжки, і подати викладачеві на сесії перед іспитом. Додаткова умова: вартість внутрішнього модему – 75 грн. Інші початкові дані наведені в таблиці 6.2. При підключенні до Internet через модем вказують також номер кімнати, у якій встановлено телефонний зв'язок для підключення модему. У цьому випадку сервер або маршрутизатор для виходу в Internet необхідно встановлювати в тій самій кімнаті.



Таблиця 6.2 – Варіанти задач для самостійної роботи

Варіант	План кімнат	Тип підключення до Internet	Кімнати, у яких користувачі працюють із базами даних, розмір файлу та середня кількість користувачів
1		Модем, кімната 3	Кімнати файлу – 2 та 4, розмір 20 МБ, шість користувачів
2		Цифрова виділена лінія	Кімнати файлу – 1 та 2, розмір 54 МБ, сім користувачів

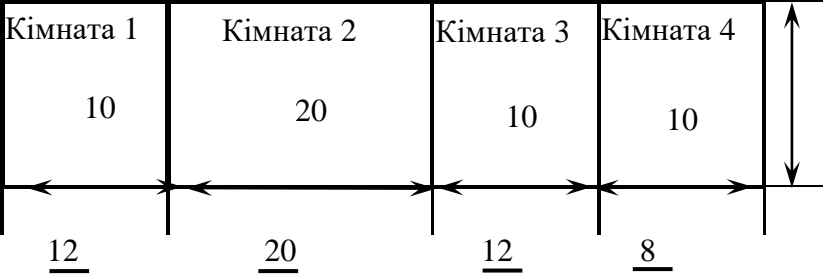
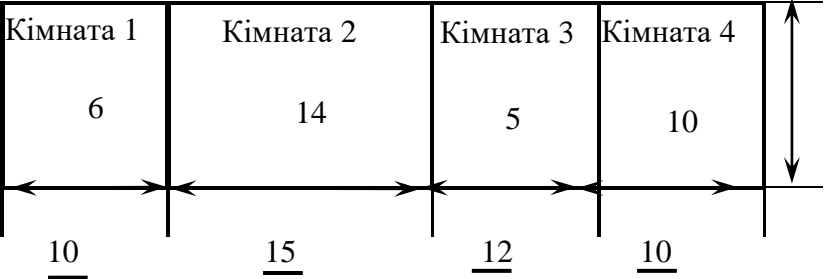
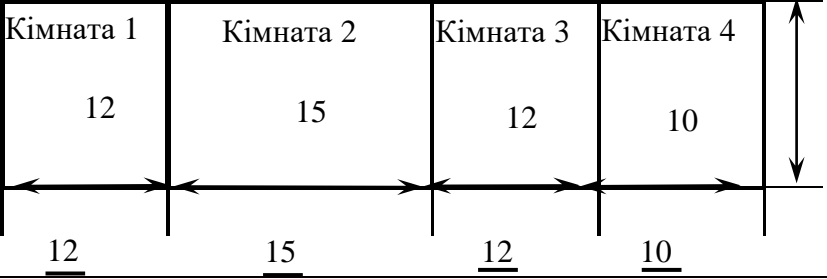
Продовження таблиці 6.2

Варіант	План кімнат	Тип підключення до Internet	Кімнати, у яких користувачі працюють із базами даних, розмір файлу та середня кількість користувачів
3	 <p>Кімната 1: 7 користувачів, ширина 10, висота 15                  Кімната 2: 12 користувачів, ширина 20, висота 15                  Кімната 3: 8 користувачів, ширина 9, висота 15                  Кімната 4: 5 користувачів, ширина 8, висота 15</p>	Модем, кімната 4	Кімнати 1 і 2, розмір файлу – 34 МБ, чотири користувачі
4	 <p>Кімната 1: 7 користувачів, ширина 10, висота 20                  Кімната 2: 13 користувачів, ширина 18, висота 20                  Кімната 3: 8 користувачів, ширина 8, висота 20                  Кімната 4: 7 користувачів, ширина 8, висота 20</p>	Цифрова виділена лінія	Кімнати 1 і 4, розмір файлу – 34 МБ, п'ять користувачів
5	 <p>Кімната 1: 5 користувачів, ширина 10, висота 18                  Кімната 2: 10 користувачів, ширина 18, висота 18                  Кімната 3: 10 користувачів, ширина 9, висота 18                  Кімната 4: 9 користувачів, ширина 9, висота 18</p>	Модем, кімната 2	Кімнати 1 і 3, розмір файлу – 48 МБ, чотири користувачі

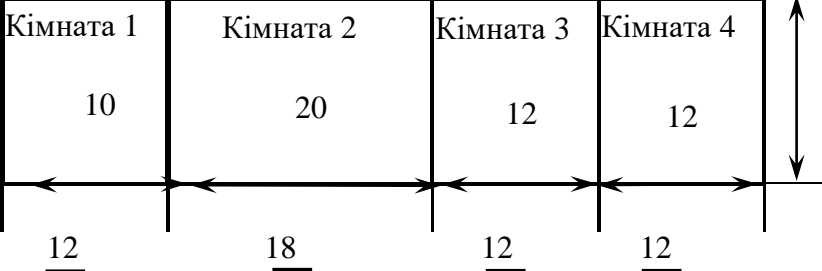
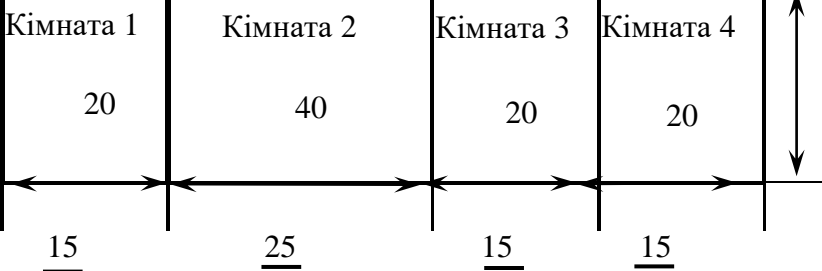
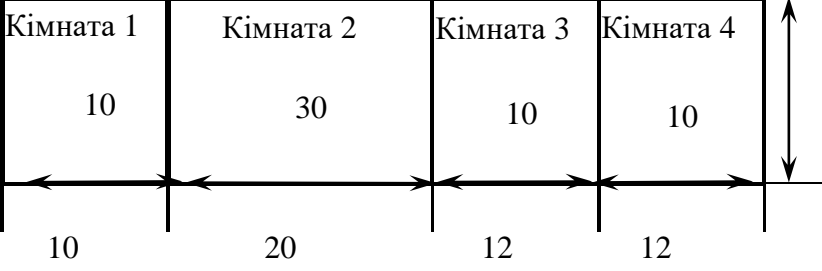
Продовження таблиці 6.2

Варіант	План кімнат	Тип підключення до Internet	Кімнати, у яких користувачі працюють із базами даних, розмір файлу та середня кількість користувачів
6	<p>Кімната 1: 6 (width 12)                  Кімната 2: 20 (width 20)                  Кімната 3: 12 (width 10)                  Кімната 4: 12 (width 10)                  Total width: 18</p>	Цифрова виділена лінія	Кімнати 3 та 4, розмір файлу – 4 МБ, п'ять користувачів
7	<p>Кімната 1: 8 (width 8)                  Кімната 2: 12 (width 20)                  Кімната 3: 8 (width 8)                  Кімната 4: 5 (width 8)                  Total width: 20</p>	Модем, кімната 1	Кімнати 2 та 3, розмір файлу – 4 МБ, три користувачі
8	<p>Кімната 1: 5 (width 10)                  Кімната 2: 15 (width 15)                  Кімната 3: 10 (width 8)                  Кімната 4: 8 (width 8)                  Total width: 15</p>	Цифрова виділена лінія	Кімнати 2 та 4, розмір файлу – 64 МБ, п'ять користувачів

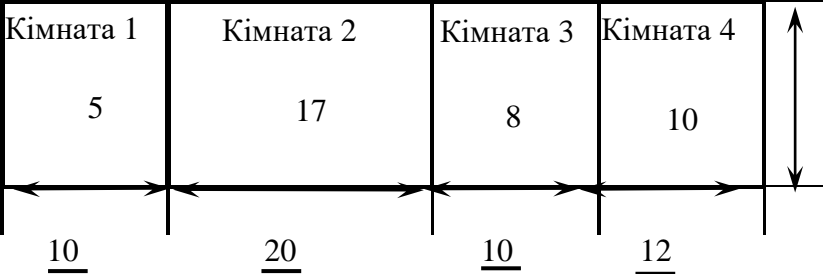
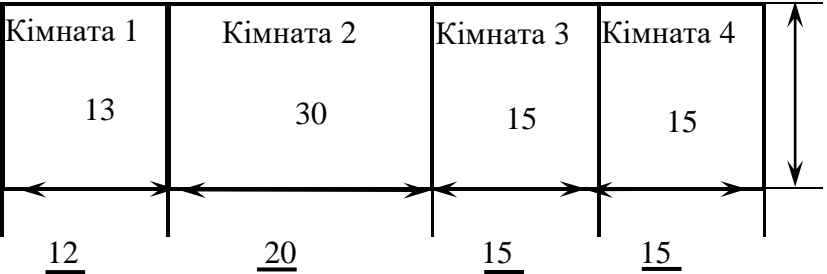
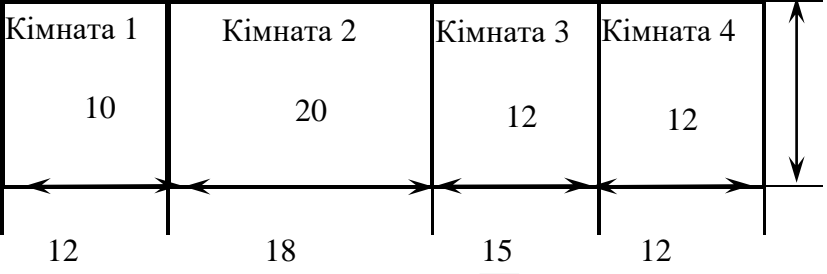
Продовження таблиці 6.2

Варіант	План кімнат	Тип підключення до Internet	Кімнати, у яких користувачі працюють із базами даних, розмір файлу та середня кількість користувачів
9	 <p>Кімната 1: 10 (area), 12 (width), 18 (height)                  Кімната 2: 20 (area), 20 (width), 18 (height)                  Кімната 3: 10 (area), 12 (width), 18 (height)                  Кімната 4: 10 (area), 8 (width), 18 (height)</p>	Модем, кімната 3	Кімнати 1 і 2, розмір файлу – 5 МБ, два користувачі
10	 <p>Кімната 1: 6 (area), 10 (width), 15 (height)                  Кімната 2: 14 (area), 15 (width), 15 (height)                  Кімната 3: 5 (area), 12 (width), 15 (height)                  Кімната 4: 10 (area), 10 (width), 15 (height)</p>	Цифрова виділена лінія	Кімнати 1 і 4, розмір файлу – 75 МБ, два користувачі
11	 <p>Кімната 1: 12 (area), 12 (width), 10 (height)                  Кімната 2: 15 (area), 15 (width), 10 (height)                  Кімната 3: 12 (area), 12 (width), 10 (height)                  Кімната 4: 10 (area), 10 (width), 10 (height)</p>	Модем, кімната 1	Кімнати 2 та 3, розмір файлу – 10 МБ, чотири користувачі

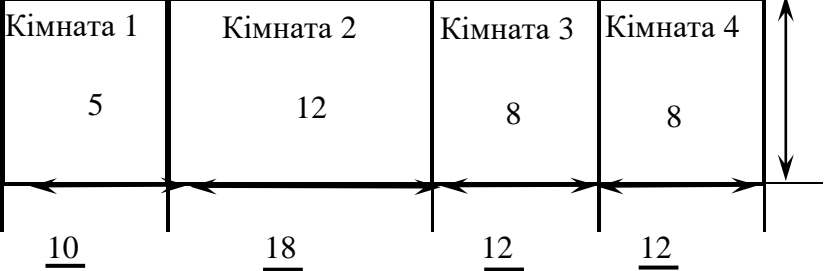
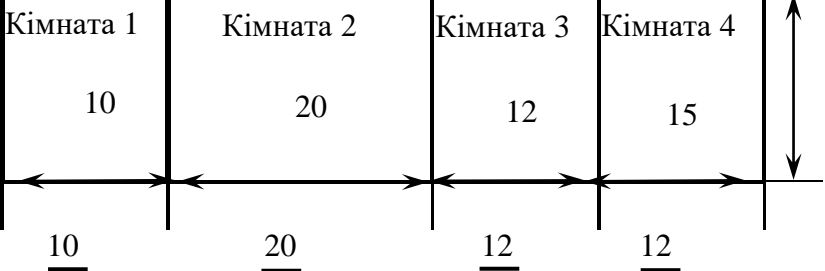
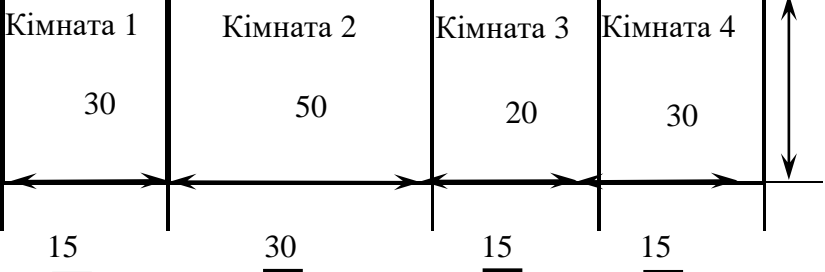
Продовження таблиці 6.2

Варіант	План кімнат	Тип підключення до Internet	Кімнати, у яких користувачі працюють з базами даних, розмір файлу та середня кількість користувачів
12	 <p>Кімната 1: 10, Кімната 2: 20, Кімната 3: 12, Кімната 4: 12. Висота кімнат: 12.</p>	Цифрова виділена лінія	Кімнати 1 і 4, розмір файлу – 4 МБ, два користувачі
13	 <p>Кімната 1: 20, Кімната 2: 40, Кімната 3: 20, Кімната 4: 20. Висота кімнат: 15.</p>	Модем, кімната 4	Кімнати 1 і 2, розмір файлу – 45 МБ, 10 користувачів
14	 <p>Кімната 1: 10, Кімната 2: 30, Кімната 3: 10, Кімната 4: 10. Висота кімнат: 15.</p>	Цифрова виділена лінія	Кімнати 2 та 4, розмір файлу – 35 МБ, 12 користувачів

Продовження таблиці 6.2

Варіант	План кімнат	Тип підключення до Internet	Кімнати, у яких користувачі працюють з базами даних, розмір файлу та середня кількість користувачів
15	 <p>Кімната 1: 5 користувачів, ширина 10, висота 12                  Кімната 2: 17 користувачів, ширина 20, висота 12                  Кімната 3: 8 користувачів, ширина 10, висота 12                  Кімната 4: 10 користувачів, ширина 12, висота 12</p>	Модем, кімната 2	Кімнати 1 і 4, розмір файлу – 64 МБ, п'ять користувачів
16	 <p>Кімната 1: 13 користувачів, ширина 12, висота 15                  Кімната 2: 30 користувачів, ширина 20, висота 15                  Кімната 3: 15 користувачів, ширина 15, висота 15                  Кімната 4: 15 користувачів, ширина 15, висота 15</p>	Цифрова виділена лінія	Кімнати 1 і 2, розмір файлу – 35 МБ, 12 користувачів
17	 <p>Кімната 1: 10 користувачів, ширина 12, висота 15                  Кімната 2: 20 користувачів, ширина 18, висота 15                  Кімната 3: 12 користувачів, ширина 15, висота 15                  Кімната 4: 12 користувачів, ширина 12, висота 15</p>	Модем, кімната 1	Кімнати 2 та 3, розмір файлу – 40 МБ, вісім користувачів

Продовження таблиці 6.2

Варіант	План кімнат	Тип підключення до Internet	Кімнати, у яких користувачі працюють із базами даних, розмір файлу та середня кількість користувачів
18	 <p>Кімната 1: 5 (area), 10 (width), 5 (height)                  Кімната 2: 12 (area), 18 (width), 12 (height)                  Кімната 3: 8 (area), 12 (width), 8 (height)                  Кімната 4: 8 (area), 12 (width), 12 (height)</p>	Виділена лінія	Кімнати цифрова 1 і 4, розмір файлу – 75 МБ, два користувачі
19	 <p>Кімната 1: 10 (area), 10 (width), 10 (height)                  Кімната 2: 20 (area), 20 (width), 10 (height)                  Кімната 3: 12 (area), 12 (width), 12 (height)                  Кімната 4: 15 (area), 12 (width), 15 (height)</p>	Модем, кімната 4	Кімнати 1 та 3, розмір файлу – 4 МБ, два користувачі
20	 <p>Кімната 1: 30 (area), 15 (width), 15 (height)                  Кімната 2: 50 (area), 30 (width), 15 (height)                  Кімната 3: 20 (area), 15 (width), 15 (height)                  Кімната 4: 30 (area), 15 (width), 15 (height)</p>	Цифрова виділена лінія	Кімнати 1 і 4, розмір файлу – 75 МБ, 15 користувачів

## Список літератури

- 1 Буров Є. В. Комп'ютерні мережі: підручн. Львів: Магнолія 2006, 2024. 256 с.
- 2 Хоменко В. Г., Павленко М. П. Комп'ютерні мережі: навч. посіб. Донецьк: ЛАНДОН-XXI, 2011. 316 с.
- 3 Комп'ютерні мережі. Кн. 1. Технології комп'ютерних мереж: навч. посіб. / С. П. Євсєєв, Н. В. Дженюк, М. Ю. Толкачов та ін. Харків – Львів: Видавництво ПП «Новий Світ – 2000», 2024. 471 с.
- 4 Валецька Т. М. Комп'ютерні мережі. Апаратні засоби: навч. посіб. Київ: Центр навчальної літератури, 2004. – 208 с.
- 5 Коробейнікова Т. І., Захарченко С. М. Комп'ютерні мережі: навч. посіб. Львів: Львівська політехніка, 2022. 228 с.
- 6 Хомуляк М. О. Адміністрування комп'ютерних систем і мереж: навч. посіб. Львів: Магнолія 2006, 2023. 153 с.
- 7 Глухов В. С., Костик А. Т. Дослідження та проектування комп'ютерних систем та мереж: навч. посіб. Львів: Магнолія 2006, 2024. 256 с.
- 8 Лунтовський А. О., Мельник І. В. Комп'ютерні мережі та телекомунікації: навч. посіб. для дистанційного навчання. Київ: Університет «Україна», 2007. 274 с.
- 9 Струтинська О. В. Інформаційні системи та мережеві технології: навч. посіб. для дистанційного навчання. Київ: Університет «Україна», 2008. 211 с.
- 10 Лунтовський А. О., Мельник І. В. Проектування та дослідження комп'ютерних мереж: навч. посіб. Київ: Університет «Україна», 2010. 362 с.



## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт із дисциплін

*«КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ»*

і *«МЕРЕЖІ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ»*

Частина 1

Відповідальний за випуск Клименко Л. А.

Редактор Ібрагімова Н. В.

---

Підписано до друку 08.05.2024 р.

Умовн. друк. арк. 4,5. Тираж . Замовлення № .

Видавець та виготовлювач Український державний університет  
залізничного транспорту,  
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.