

Лекція 11. ПРОЕКТУВАННЯ КОРПОРАТИВНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ

Навчальні питання

1. Розробка схеми IP-адресування у корпоративній мережі з маскою підмережі змінної довжини.
2. Підсумування маршрутів
3. Налаштування маршрутизації між віртуальними мережами (VLAN).

Вступ

Деяка корпорація відкриває нову філію (віддалений офіс 2, BO2) та здійснює розширення мережі. Існуюча мережа складається з головного офісу (ГО) і комерційного офісу (віддалений офіс 1, BO1). На території нового офісу (віддалений офіс 2) будуть розміщуватися 4 груп співробітників, у майбутньому, цей офіс буде розширюватися. З цієї причини для управління трафіком реалізуються мережі VLAN. Топологія корпоративної мережі надана на рис. 1.

Одна з груп, що займають новий офіс - це відділ продажів. Цій групі необхідний бездротовий доступ до мережі компанії. В зв'язку з тим, що питання безпеки має велике значення, бездротова мережа повинна мати свою мережу VLAN. Таким чином, мережа віддаленого офісу 2 буде складатися з 4 мереж VLAN.

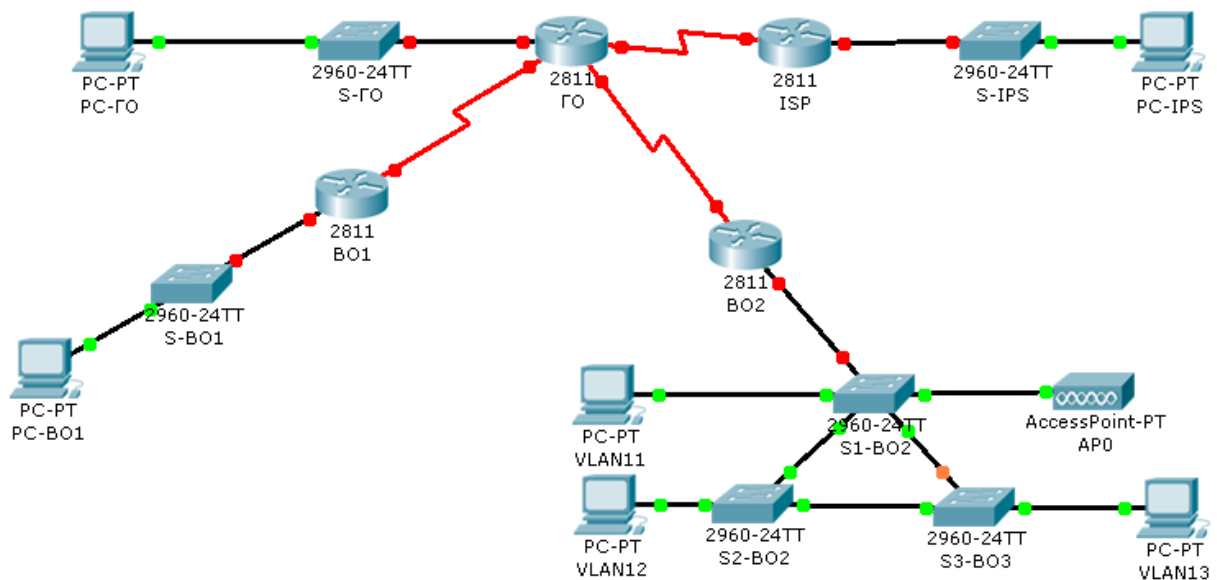


Рис. 1. Топологія корпоративної мережі

Маршрутизатор віддаленого офісу 2 (BO2) буде виконувати маршрутизацію між мережами VLAN і передавати трафік маршрутизатору ГО, який потім буде передаватися маршрутизатору ISP (Internet Service Provider). Маршрутизатор ГО повинен використовувати для зв'язку з маршрутизатором ISP статичну адресу. IP-адреса послідовного інтерфейсу маршрутизатора ISP 209.165.201.1/30.

Для організації послідовного каналу зв'язку з маршрутизатором ISP використовується статичний маршрут. Маршрути від мережі BO2 повинні бути узагальнені та налаштовані на маршрутизаторі ГО.

Необхідно розробити схему адресації з використанням масок підмережі змінної довжини (МПЗД), яка дозволить забезпечити адресами існуючі мережі ГО і BO1, а також нову мережу BO2. Нехай маємо у мережі головного офісу (ГО) 112 співробітників, у мережі комерційному офісу (віддалений офіс 1, BO1) - 200 співробітників. На території нового офісу (віддалений офіс 2, BO2) будуть розміщуватися чотири групи співробітників, в яких працюють 18, 75, 112, 35. Для адресування виділена IP-адреса мережі 172.16.240.0/22

1. Розробка схеми IP-адресування з маскою підмережі змінної довжини

1.1. Визначимо розмір необхідного блоку адрес

Для адресування виділена IP-адреса мережі 172.16.240.0/22, використовуючи цей блок адрес, потрібно розробити схему IP-адресування з масками підмережі змінної довжини (МПЗД), яка дозволить організації підтримувати існуючі мережі ГО і BO1, а також нову мережу BO2.

В даному випадку розмір виділеного блоку адрес складає 1022 IP-адреси: 2^{10-2} , 10 – кількість двійкових розрядів, що відведені для адресування вузлів мережі (маска підмережі 32 розряди, мережевий префікс в нашому випадку має значення 22, тобто залишається 10 розрядів).

1.2. Визначимо розмір кожного блоку адрес з масками підмережі змінної довжини відповідно до потреб користувачів.

На основі виділеної IP-адреси і кількості користувачів в кожній області або мережі VLAN оптимально розділімо цей блок адрес на підмережі для надання підмережам кожного офісу (ГО, BO1 і BO2) відповідної до їх потреб у кількості адрес.

З початку визначимо розмір блоку адрес підмережі, що необхідний для області мережі або групи користувачів. Запишімо дану інформацію в табл. 1. На основі кількості користувачів в кожній області або підмережі визначимо мінімальну ступінь числа 2, яка задовольнить потребу. Наприклад, якщо потрібні 93 адреси, то буде потрібно блок з 128 адрес (2^7) з масками підмережі змінної довжини. Попередня мінімальна ступінь числа 2 дає кількість адрес 64 (2^6), якого недостатньо.

Блок розміром 128 призводить до того, що деяка кількість адрес не буде використовуватися, але це також дає можливість для зростання мережі.

Таблиця 1. Визначення блоків VLSM необхідних для адресування у мережі

Область мережі	Число користувачів/IP-адрес	Мінімальна ступінь числа 2/Розмір блоку МПЗД
Мережа головного офісу (ГО)	112 користувачів	7 – 128 адрес
Мережа BO1	200 користувачів	8 – 256 адрес
Канал зв'язку між мережами BO1 і ГО	2	2 – 2 адреси
Мережа BO2/ мережі VLAN		
Мережа VLAN11 (відділ 1)	18 користувачів	5 – 32 адреси
Мережа VLAN12 (відділ 2)	75 користувачів	7 – 128 адрес
Мережа VLAN13 (відділ 3)	112 користувачів	7 – 128 адрес
Мережа VLAN14 (відділ продаж)	35 користувачів	6 – 64 адреси
Канал зв'язку з мережею WAN	2	2 – 2 адреси

Всього у мережі BO2	242	5 блоків, 354
Загальна кількість користувачів	554	
Загальна кількість блоків VLSM		7 блоків, 640 адрес

Для оптимального виділення адрес з адреси, що має мережевий префікс /22 необхідно відсортувати блоки адрес за розміром від найбільшого до найменшого. Підсумуємо окремі блоки меншого розміру для кожної мережі VLAN в мережі BO2 і виділімо один блок більшого розміру, який покриває потреби блоків меншого розміру. Це дозволить об'єднати всі підмережі мережі BO2 і допоможе виконати підсумовування маршрутів. Результати запишімо у табл. 2.

Таблиця 2. Визначення блоків МПЗД необхідних для адресування у мережі

Область мережі/Мережа VLAN	Мінімальна ступінь числа 2/Розмір блоку МПЗД
Мережа BO1	8 – 256 адрес
Мережа головного офісу (ГО)	7 – 128 адрес
Всього у мережі BO2	5 блоків, 354
Мережа VLAN12 (відділ 2)	7 – 128 адрес
Мережа VLAN13 (відділ 3)	7 – 128 адрес
Мережа VLAN14 (відділ продаж)	6 – 64 адреси
Мережа VLAN11 (відділ 1)	6 – 32 адреси
Канал зв'язку з мережею WAN	1 – 2 адреси

Аналіз табл. 2 дозволяє зробити наступний висновки. Вихідний блок IP-адрес 172.16.240.0/22 потрібно з початку розбити на 2 блоки по 512 IP-адрес у кожному. Причиною такого початкового розбиття є необхідність виділити BO2 354 IP-адреси, тобто блок у 512 IP-адрес ($2^9=512$, $512>354$).

Потім цієї блок буде розбитий на 5 підмереж, а другий блок у 512 IP-адрес – на 2 блоки по 256 IP-адрес, перша частин з яких може буде призначена BO1, а друга ще ділитись на блоки по 128 IP-адрес, один з яких призначається головному офісу компанії. В графічному вигляді етапи розбиття надані на рис. 2.

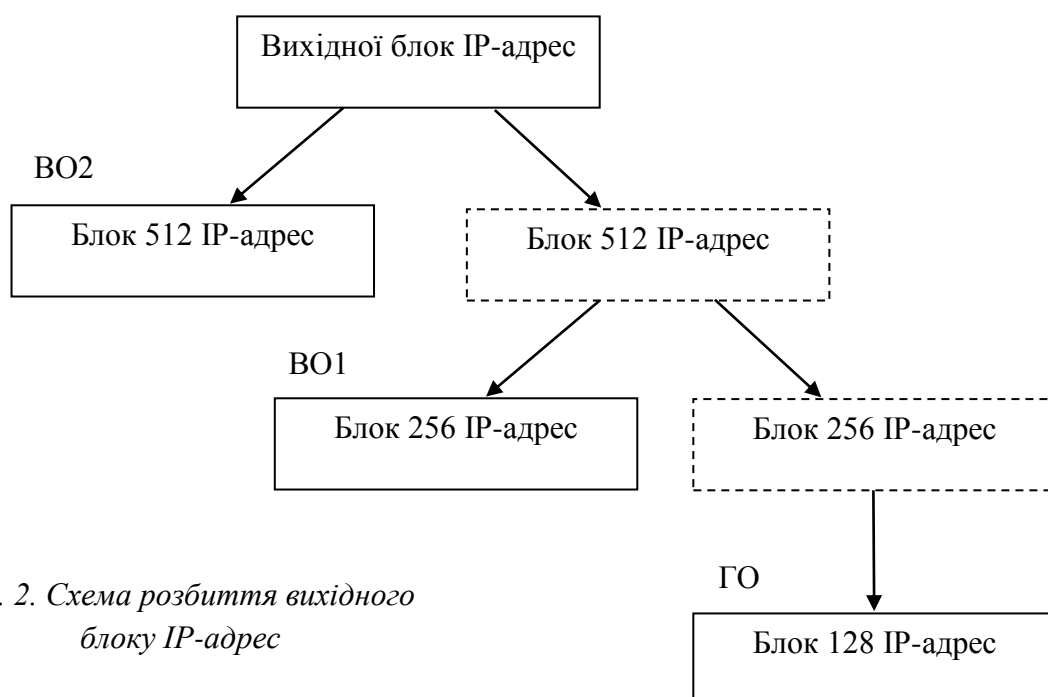


Рис. 2. Схема розбиття вихідного блоку IP-адрес

1.3. Визначимо IP-адреси підмереж та інші параметри з маскою змінної довжини

Перший етап. Розбиття вихідного блоку IP-адрес на 2 блоки по 512 адрес

512 адрес потребують для адресування 9 біт:

$$2^n \geq 512, n=9 - 2^9=512.$$

Таким чином, мережевий префікс буде мати значення – $32-9=23$, тобто /23. Тоді початкова IP-адреса першого блоку буде 172.16.240.0/23. Визначимо початкову IP-адресу другого блоку. Для цього запишемо третій байт адреси у двійковому вигляді:

$$172.16.11110010.00000000 \rightarrow 172.16.240.2/23$$

Суцільною лінією зазначена межа початкової маски, що має мережевий префікс /22. Пунктирною – межа маски з префіксом /23. Якщо для першого блоку двійковий розряд між лініями має значення 0, то для другого – 1. Вага даного розряду – 2, тому отримуємо початкову IP-адресу другого блоку 172.16.240.2/23.

Другий етап. Перший блок з 512 адрес призначимо VO2 і виконаємо його розбиття ще 5 блоків IP-адрес. Тоді матиме наступне.

Визначимо параметри 1 підмережі VO2, що потребує 128 IP-адрес.

128 адрес потребують для адресування 7 біт:

$$2^n \geq 128, n=7 \quad 2^7=128.$$

Таким чином, мережевий префікс буде мати значення – $32-7=25$, тобто /25.

1) IP-адреса

$$172.16.11110000.00000000 \rightarrow 172.16.240.0/25$$

2) Широкомовна IP-адреса

$$172.16.11110000.01111111 \rightarrow 172.16.240.127/25$$

3) Діапазон доступних IP-адрес

$$172.16.240.1/25 - 172.16.240.126/25$$

Визначимо параметри 2 підмережі VO2, що також потребує 128 IP-адрес.

128 адрес потребують для адресування 7 біт:

$$2^n \geq 128, n=7 \quad 2^7=128.$$

Таким чином, мережевий префікс буде мати значення – $32-7=25$, тобто /25. Початкова IP-адреса другій підмережі буде $172.16.240.127+1=172.16.240.128$.

1) IP-адреса

$$172.16.11110000.10000000 \rightarrow 172.16.240.128/25$$

2) Широкомовна IP-адреса

$$172.16.11110000.11111111 \rightarrow 172.16.240.255/25$$

3) Діапазон доступних IP-адрес

$$172.16.240.129/25 - 172.16.240.254/25$$

Визначимо параметри 3 підмережі ВО2, що потребує 64 IP-адрес.

64 адрес потребують для адресування 6 біт:

$$2^n \geq 64, n=6 \quad 2^6=64.$$

Таким чином, мережевий префікс буде мати значення – $32-6=26$, тобто /26. Початкова IP-адреса третій підмережі буде:

$$172.16.240.255+1=172.16.241.0$$

1) IP-адреса

$$172.16.11110001.00000000 \rightarrow 172.16.241.0/26$$

2) Широкомовна IP-адреса

$$172.16.11110001.00111111 \rightarrow 172.16.241.63/26$$

3) Діапазон доступних IP-адрес

$$172.16.241.1/26 - 172.16.241.62/26$$

Визначимо параметри 4 підмережі ВО2, що потребує 32 IP-адрес.

32 адрес потребують для адресування 5 біт:

$$2^n \geq 32, n=5 \quad 2^5=32.$$

Таким чином, мережевий префікс буде мати значення – $32-5=27$, тобто /27. Початкова IP-адреса четвертої підмережі буде:

$$172.16.241.63+1=172.16.241.64$$

1) IP-адреса

$$172.16.11110001.01000000 \rightarrow 172.16.241.64/27$$

2) Широкомовна IP-адреса

$$172.16.11110001.01011111 \rightarrow 172.16.241.95/27$$

3) Діапазон доступних IP-адрес

$$172.16.241.65/27 - 172.16.241.94/27$$

Визначимо параметри 5 підмережі В02, що потребує 2 IP-адреси.

2 адрес потребують для адресування 2 біти:

$$2^n > 2, n=2 \quad 2^2=4.$$

Таким чином, мережевий префікс буде мати значення – $32-2=30$, тобто /30. Початкова IP-адреса 5 підмережі буде:

$$172.16.241.95+1=172.16.241.96$$

1) IP-адреса

$$172.16.11110001.01100000 \rightarrow 172.16.241.96/30$$

2) Широкомовна IP-адреса

$$172.16.11110001.01100011 \rightarrow 172.16.241.99/30$$

3) Діапазон доступних IP-адрес

$$172.16.241.97/30 - 172.16.241.98/30$$

Розрахунок підмереж з масками змінної довжини для В02 закінчено.

Третій етап. Розрахуємо параметри підмережі В01.

Згадаємо, що початкова IP-адреса другого блоку з 512 IP-адрес має значення 172.16.242.0/23. Мережа В01 потребує блок з 256 адрес. Визначимо мережевий префікс:

256 адрес потребують для адресування 8 біт:

$$2^n > 256, n=8 \quad 2^8=256.$$

Таким чином, мережевий префікс буде мати значення – $32-8=24$, тобто /24. IP-адреса підмережі В01 буде:

1) IP-адреса

$$172.16.11110010.00000000 \rightarrow 172.16.242.0/24$$

2) Широкомовна IP-адреса

$$172.16.11110010.11111111 \rightarrow 172.16.242.255/24$$

3)Діапазон доступних IP-адрес

$$172.16.242.1/24 - 172.16.242.254/24$$

Розрахунок параметрів підмережі ВО1 закінчено.

Четвертий етап. Розрахуємо параметри підмережі ГО.

Мережа ГО потребує блок з 128 адрес. Визначимо мережевий префікс:

128 адрес потребують для адресування 7 біт:

$$2^n > 128, n=7 \quad 2^7=128.$$

Таким чином, мережевий префікс буде мати значення – $32-7=25$, тобто /25. Початкова IP-адреса підмережі ГО буде:

$$172.16.242.255+1=172.16.243.0$$

1) IP-адреса

$$172.16.11110011.00000000 \rightarrow 172.16.243.0/25$$

2)Широкомовна IP-адреса

$$172.16.11110011.01111111 \rightarrow 172.16.243.127/25$$

3)Діапазон доступних IP-адрес

$$172.16.243.1/25 - 172.16.243.126/25$$

Визначимо параметри підмережі, для зв'язку між ВО1 і ГО, що потребує 2 IP-адреси.

2 адрес потребують для адресування 2 біти:

$$2^n > 2, n=2 \quad 2^2=4.$$

Таким чином, мережевий префікс буде мати значення – $32-2=30$, тобто /30. Початкова IP-адреса 5 підмережі буде:

$$172.16.243.127+1=172.16.243.128$$

1) IP-адреса

$$172.16.11110011.10000000 \rightarrow 172.16.243.128/30$$

2)Широкомовна IP-адреса

$$172.16.11110011.10000011 \rightarrow 172.16.243.131/30$$

3)Діапазон доступних IP-адрес

$$172.16.243.129/30 - 172.16.243.130/30$$

Визначимо IP-адресу, що необхідно призначити інтерфейсу маршрутизатору ГО для зв'язку з маршрутизатором ISP. Запишімо останній байт IP-адреси, що має ISP 209.165.201.1/30 у двійковому вигляді та зазначимо біти, що відведені для адресування вузлів:

209.165.201.00000001

Використання двох біт надає 4 комбінації, з яких перша – IP-адреса мережі, а остання – ширококомовна адреса. Залишаються дві адреси, одна задана за умовою, друга буде така:

209.165.201.00000010 → 209.165.201.2/30

Розрахунок параметрів підмереж закінчено. Запишімо параметри всіх підмереж, що були отримані в результаті розрахунків у табл. 3.

Таблиця 3. Розподіл вихідного блоку IP-адрес між підмережами

Область мережі/мережа VLAN	Кількість адрес	Адреса і префікс підмережі	Діапазон адрес	Маска підмережі
Мережа BO1	256	172.16.242.0/24	172.16.242.1 - 172.16.242.254	255.255.255.0
Мережа ГО	128	172.16.243.0/25	172.16.243.1 - 172.16.243.126	255.255.255.128
Канал зв'язку BO1-ГО	2	172.16.243.128/30	172.16.243.129 - 172.16.243.130	255.255.255.252
Мережа BO2				
VLAN 12 (відділ 2)	128	172.16.240.0/25	172.16.240.1 - 172.16.240.126	255.255.255.128
VLAN 13 (відділ 3)	128	172.16.240.128/25	172.16.240.129 - 172.16.240.254	255.255.255.128
VLAN 14 (відділ продаж)	64	172.16.241.0/26	172.16.241.1 - 172.16.241.62	255.255.255.192
VLAN 11 (відділ 1)	32	172.16.241.64/27	172.16.241.65 - 172.16.241.94	255.255.255.224
Канал зв'язку BO2 з WAN	2	172.16.241.96/30	172.16.241.97 - 172.16.241.98	255.255.255.252

2. Підсумування маршрутів

Швидке зростання мережі Інтернет привело до значного збільшення числа маршрутизаторів в мережах у всьому світі. Це зростання стало причиною великого навантаження на маршрутизатори мережі Інтернет. Схема адресації VLSM дозволяє використовувати об'єднання маршрутів.

При об'єднанні маршрутів відбувається угруповання суміжних мереж або підмереж з використанням єдиного адреси. Об'єднання маршрутів, також зване *агрегуванням маршрутів*, відбувається на кордоні мережі на прикордонному маршрутизаторі.

Об'єднання скорочує кількість записів в оновленнях маршрутизації і записів у локальних таблицях маршрутизації. Воно також знижує використання смуги пропускання для оновлень маршрутизації і призводить до прискорення пошуку в таблицях маршрутизації.

Термін "об'єднання маршрутів" означає те ж саме, що й організація супермережі. Процес організації супермережі протилежний процесу поділу мережі на підмережі. Він дозволяє об'єднати декілька більш дрібних суміжних мереж разом.

Якщо мережеві біти перевищують значення за замовчуванням для цього класу, то це відповідає підмережі. В якості прикладу розглянемо адресу 172.16.3.0/26. Для адреси класу В, якщо значення будь-якого мережного префікса перевищує / 16, то це - підмережа.

Якщо мережеві біти менше, ніж значення за замовчуванням для цього класу, то це відповідає супермережі. В якості прикладу розглянемо адресу 172.16.0.0/14. Для адреси класу В мережевий префікс менше /16.

Для введення статичного маршруту до мережі корпорації необхідно виконати розрахунок IP-адреси супермережі та її маски. Приклад розрахунку на аркуші ET Excel наданий на рис. 2.

										межа сумування												
		3 байт									4 байт											
172	16	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	BO1				
172	16	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	ГО				
172	16	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	VLAN 12				
172	16	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	VLAN 13				
172	16	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	VLAN 14				
172	16	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	VLAN 11				
		128	64	32	16	8	4	2	1	128	64	32	16	8	4	2	1	вага розрядів				
172	16	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	адреса супермережі				
255	255	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	маска супермережі				
										172.16.240.0												
										255.255.240.0												

Рис. 2. Розрахунок IP-адреси супермережі та її маски

3. Налаштування маршрутизації між VLAN

1. Налаштуємо порт на комутаторі S1-BO2, за допомогою якою він підключається до маршрутизатору BO2, як магістральний.

```
Switch(config)#interface fa0/0
```

```
Switch(config-if)#switchport mode trunk
```

2. Налаштуємо на маршрутизаторі BO2 інтерфейс fa0/0 без IP-адреси і маски підмережі.

```
Router(config)#interface fa0/0
```

```
Router(config-if)#no ip address
```

```
Router(config-if)#no shutdown
```

3. Налаштуємо на маршрутизаторі BO2 підінтерфейси з IP-адресою і маскою підмережі для кожної VLAN. Кожний підінтерфейс має використовувати інкапсуляцію за стандартом 802.1Q. Команди для налаштування підінтерфейсів для кожної VLAN будуть такі:

– **для VLAN11**

```
Router(config)#interface fa0/0.11  
Router(config-subif)#encapsulation dot1q 11  
Router(config-subif)#ip address 170.20.1.129 255.255.255.128
```

– **для VLAN12**

```
Router(config)#interface fa0/0.12  
Router(config-subif)#encapsulation dot1q 12  
Router(config-subif)#ip address 170.20.2.1 255.255.255.128
```

– **для VLAN13**

```
Router(config)#interface fa0/0.13  
Router(config-subif)#encapsulation dot1q 13  
Router(config-subif)#ip address 170.20.2.129 255.255.255.192
```

– **для VLAN14**

```
Router(config)#interface fa0/0.101  
Router(config-subif)#encapsulation dot1q 101  
Router(config-subif)#ip address 170.20.2.193 255.255.255.192
```

Висновки

Основна мета даної лекції полягала у тому, щоб надати студентам практичну допомогу у виконанні курсової роботи або розрахунково-графічної роботи з таких питань, як: розрахунок схеми IP-адресування на основі маски підмережі змінної довжини, підсумування маршрутів та налаштування обміну даними між віртуальними мережами.

Питання складання схеми IP-адресування на основі маски підмережі змінної довжини є базовим, від його правильного виконання залежить результат всій роботи в цілому, тому основна увага на лекції приділяється саме цьому питанню.

Друге та третє питання базуються на результатах розрахунків, виконаних у рамках першого питання і присвячені розрахунку параметрів супермережі (адреси та маски) і організації маршрутизації між віртуальними мережами відповідно.

