

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА  
ЗВ'ЯЗКУ**

**Кафедра “Спеціалізовані комп'ютерні системи”**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до лабораторних робіт з дисципліни**

**“МЕРЕЖЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІНТЕРНЕТ”**

**Харків - 2015**

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем 29 січня 2014 р., протокол № 13.

Рекомендовано для студентів усіх форм навчання напряму 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» і 6.050102 «Комп'ютерна інженерія».

Укладач

доц. Р.І. Цехмістро

Рецензент

проф. М.А. Мірошник

## ЗМІСТ

ВСТУП	4
Лабораторна робота 1. Організація підмереж і маршрутизація	5
Лабораторна робота 2. Структуризація мережі масками однакової довжини	7
Лабораторна робота 3. Структуризація мережі масками змінної довжини	10
Лабораторна робота 4. Служби дозволу адрес	13
Список літератури	19
Додаток А. Структуризація внутрішньої мережі за допомогою маски постійної довжини	20
Додаток Б. Структуризація мережі з використанням масок змінної довжини	25
Додаток В. Функціонування служб дозволу адрес і просування IP-паketу в гетерогенній мережі	28

## ВСТУП

Методичні вказівки розроблені з метою надання рекомендацій до проведення лабораторного практикума з дисципліни “Мережеві технології та Інтернет” шляхом самостійного вивчення деяких тем.

Метою вказівок є вивчення студентами принципів IP адресації, понять Ethernet (MAC) адреси. Структура лабораторних робіт полягає у вивченні принципів використання та класифікації використання IP-адрес. Вказівки мають за мету ознайомити студентів зі структурою та правилами використання таблиць маршрутизації для розділення мереж, що є важливим фактором для розширення ресурсу Інтернет.

## Лабораторна робота 1

### ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДМЕРЕЖ І МАРШРУТИЗАЦІЯ

**Мета роботи:** вивчити організацію підмереж і маршрутизацію.

#### 1.1 Теоретичні відомості

Дуже рідко в локальну обчислювальну мережу входить більше 100-200 вузлів: навіть якщо взяти мережу з великою кількістю вузлів, багато мережевих середовищ накладають обмеження, наприклад, в 1024 вузла. Виходячи з цього доцільність використання мереж класу А і В досить сумнівна. Та й використання класу С для мереж, що складаються з 20-30 вузлів, теж є марнотратством.

Для вирішення цих проблем у дворівневу ієрархію ІР-адрес (мережа - вузол) була введена нова складова – підмережа. Ідея полягає в "запозиченні" кількох бітів з вузлової частини адреси для визначення підмережі.

Повний префікс мережі, що складається з мережевого префікса і номера підмережі, отримав назву розширеного мережевого префікса. Двійкове число і його десятковий еквівалент, який містить одиниці в розрядах, що відносяться до розширеного мережевого префікса, а в інших розрядах – нулі, назвали маскою підмережі.

Але маску в десятковому поданні зручно використовувати лише тоді, коли розширений мережевий префікс закінчується на кордоні октетів, в інших випадках її розшифрувати складніше. Припустимо, що в прикладі в таблиці 1.1 ми хотіли б для підмережі використовувати не 8 бітів, а десять. Тоді в останньому (4-му) октеті ми мали б не нулі, а число 11000000. У десятковому поданні отримуємо 255.255.255.192. Очевидно, що таке подання не дуже зручне. У наш час найчастіше використовують позначення вигляду "/xx", де xx – кількість бітів у розширеному мережевому префіксі. Таким чином, замість вказівки "144.144.19.22 з маскою 255.255.255.192" ми можемо записати 144.144.19.22/26. Як видно, таке подання більш компактне і зрозуміле. Номер підмережі в нашому випадку буде 144.144.19.0.

*Широкомовна адреса підмережі (BROADCAST)* дозволяє звертатися до всіх вузлів підмережі і містить '1' у всіх розрядах номера вузла (двійкове подання).

Для визначення адреси необхідно:

- записати номер підмережі;
- записати '1' у всіх розрядах полів двійкового номера вузла, орієнтуючись за маскуючими розрядами маски підмережі.

Таблиця 1.1 – Приклад підмережі з маскою

		Мережевий префікс		Підмережа		Вузол
IP-адреса	144.144.19.22	10010000	10010000	00010011	00	010110
Маска	255.255.255.192	11111111	11111111	11111111	11	000000
Broadcast	144.144.19.63	10010000	10010000	00010011	00	111111

## 1.2 Хід виконання роботи

Запустити через меню пуск команду "Виконати" і ввести назву утиліти MSD. У цій утиліті у сеансі MS-DOS набрати утиліту ipconfig / all. Після виконання цієї утиліти на екрані з'являться інструкції з її виконання і коротка характеристика її можливостей у відтворенні інформації про локальну мережу.

Набрати у консолі назву утиліти route print / all, у результаті виконання з'явиться таблиця маршрутизації. Використовуючи ці утиліти, необхідно визначити IP-адресу власного комп'ютера і маску підмережі. У консолі ввести команду ping з IP-адресою сусіднього комп'ютера і перевірити передачу посилки до сусіднього комп'ютера. Внести повідомлення з екрана монітора в конспект.

## Контрольні запитання

- 1 Чому не рекомендується використовувати класи адрес при структуризації мережі?
- 2 Як вирішується проблема структуризації мережі?
- 3 Розшифрувати цей напис: 144.144.19.22/26.
- 4 Що таке широкомовна адреса підмережі?
- 5 Описати порядок визначення IP-адреси.

## **Лабораторна робота 2**

### **СТРУКТУРИЗАЦІЯ МЕРЕЖІ МАСКАМИ ОДНАКОВОЇ ДОВЖИНИ**

**Мета роботи:** структуризація внутрішньої мережі за допомогою маски постійної довжини на прикладі IP-адреси класу.

**Матеріали та обладнання:** персональний комп'ютер зі встановленою програмою «Net\_Lab\_1».

#### **2.1 Теоретичні свідомості**

Припустимо, адміністратор отримав у своє розпорядження адресу класу В 129.44.0.0. Він може організувати мережу з великою кількістю вузлів, номери яких брати з діапазону 0.0.0.1 - 0.0.255.254. Всього виходить 216 - 2 адреси (з урахуванням того, що адреси з одних нулів і одних одиниць мають спеціальне призначення і не придатні для адресації вузлів). Однак йому не потрібна одна велика неструктурована мережа, виробнича необхідність диктує адміністраторові інше рішення, відповідно до якого мережа повинна бути розділена на три окремі підмережі, при цьому трафік у кожній підмережі повинен бути надійно локалізований. Це дозволить легше діагностувати мережу і проводити в кожній з підмереж особливу політику безпеки. Зауважимо, що поділ великої мережі за допомогою масок має ще одну перевагу – він дозволяє приховати внутрішню структуру мережі підприємства від зовнішнього спостереження і тим самим підвищити її безпеку.

Нижче показано поділ всього отриманого адміністратором адресного діапазону на 4 рівні частини – кожна по 214 адрес. При цьому число розрядів, доступне для нумерації вузлів, зменшилося на два біти, а префікс (номер) кожної з чотирьох мереж став довшим на два біти. Отже, кожен з чотирьох діапазонів можна записати у вигляді IP-адреси з маскою, що складається з 18 одиниць, або в десятковій нотації – 255.255.192.0.

129.44.0.0/18 (10000001 00101100 00000000 00000000)  
 129.44.64.0/18 (10000001 00101100 01000000 00000000)  
 129.44.128.0/18 (10000001 00101100 10000000 00000000)  
 129.44.192.0/18 (10000001 00101100 11000000 00000000).

З наведених записів видно, що адміністратор отримує можливість використовувати для нумерації підмереж два додаткових біти. Саме це дозволяє йому зробити з однієї централізовано виділеної мережі чотири, у даному прикладі це 129.44.0.0/18, 129.44.64.0/18, 129.44.128.0/18, 129.44.192.0/18.

Приклад мережі, побудованої шляхом ділення на 4 мережі рівного розміру, подано на рисунку 2.1. Весь трафік, що направляється із зовнішньої мережі у внутрішню мережу 129.44.0.0, надходить через маршрутизатор R1. З метою структуризації інформаційних потоків у внутрішній мережі встановлено додатковий маршрутизатор R2. Кожна з новостворених мереж 129.44.0.0/18, 129.44.64.0/18, 129.44.128.0/18 і 129.44.192.0/18 підключена до відповідно сконфігурованих портів внутрішнього маршрутизатора R2.

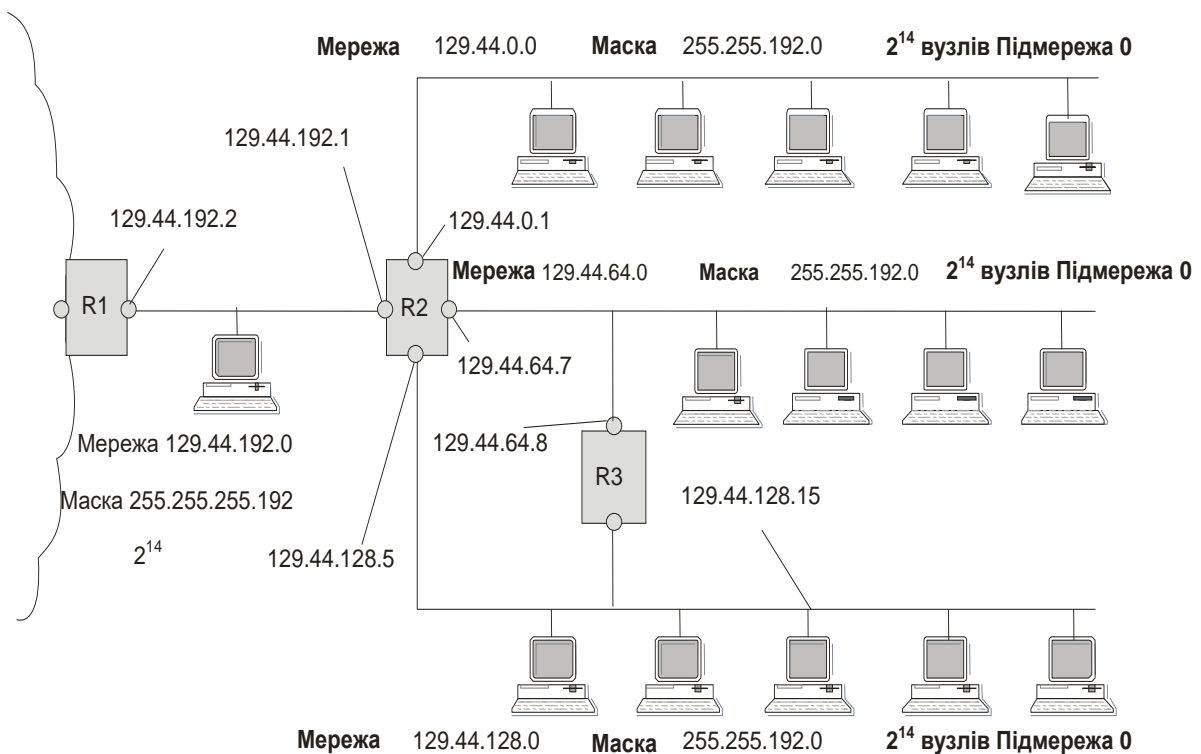


Рисунок 2.1 – Маршрутизація з використанням масок однакової довжини



Ззовні мережа, як і раніше, виглядає як єдина мережа класу В. Однак поступаючий у мережу загальний трафік поділяється локальним маршрутизатором R2 між чотирма мережами. В умовах, коли механізм класів не діє, маршрутизатор повинен мати інший засіб, який дозволив би йому визначати, яка частина 32-розрядного числа, розміщеного в полі «Адреса призначення», є номером мережі. Саме цій меті служить додаткове поле маски, що включене в таблицю маршрутизації (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Таблиця маршрутизатора R2 в мережі з масками однакової довжини

Адреса призначення	Маска	Адреса наступного маршрутизатора	Адреса порту	Відстань
129.44.0.0	255.255.192.0	129.44.0.1	129.44.192.2	Підключена
129.44.64.0	255.255.192.0	129.44.64.7	129.44.64.7	Підключена
129.44.128.0	255.255.192.0	129.44.128.5	129.44.128.5	Підключена
129.44.192.0	255.255.192.0	129.44.192.1	129.44.192.1	Підключена
0.0.0.0	0.0.0.0	129.44.192.2	129.44.192.1	-
129.44.128.15	255.255.255.255	129.44.64.8	129.44.64.7	-

Перші чотири записи в таблиці відповідають внутрішнім підмережам, безпосередньо підключеним до портів маршрутизатора R2.

Запис 0.0.0.0 з маскою 0.0.0.0 відповідає маршруту за замовчуванням. Останній запис визначає специфічний маршрут до вузла 129.44.128.15. У тих рядках таблиці, у яких у якості адреси призначення зазначено повну IP-адресу сайту, маска має значення 255.255.255.255. На відміну від всіх інших вузлів мережі 129.44.128.0, до яких пакети надходять з інтерфейсу 129.44.128.5 маршрутизатора R2, до даного вузла вони будуть надходити через маршрутизатор R3.

### **Хід виконання роботи**

1 У програмі Net\_Lab\_1 вибрати варіант (за вказівки викладача).

2 За вибраним варіантом реалізувати послідовне виконання таких завдань:

- організувати задану кількість підмереж з урахуванням виродженої мережі, використовуючи маску підмережі постійної довжини;
- організувати підмережі з заданою кількістю вузлів, використовуючи маску підмережі постійної довжини;
- розділити мережу на три підмережі (без урахування виродженої мережі, що з'єднує M1 і M2) за допомогою масок змінної довжини. При цьому для кожної з підмереж виділити задану кількість адрес.

Приклад виконання завдання лабораторної роботи наведено в додатку А.

### **Контрольні запитання**

- 1 У скільки класів розподілятиметься IP-адреса?
- 2 Як залежить маска підмереж від класу IP-адреси?
- 3 Як впливає маска підмереж на кількість вузлів?
- 4 Який клас IP-адрес має можливість створити найбільшу кількість вузлів?

## **Лабораторна робота 3**

### **СТРУКТУРИЗАЦІЯ МЕРЕЖІ МАСКАМИ ЗМІННОЇ ДОВЖИНИ**

**Мета:** структуризація мережі з використанням масок постійної і змінної довжини.

**Матеріали та обладнання:** персональний комп'ютер із встановленими MS Word, MS Visio.

#### **3.1 Теоретичні відомості**

У багатьох випадках більш ефективним є розбиття мережі на підмережі різного розміру. Зокрема, для підмережі, яка зв'язує два маршрутизатори за двоточною схемою, навіть кількість адрес мережі класу С явно є надлишковою.

Розглянемо інший приклад розподілу того самого адресного простору 129.44.0.0/16, що і в попередньому прикладі.

129.44.0.0/17 (10000001 00101100 00000000 00000000)  
129.44.128.0/18 (10000001 00101100 10000000 00000000)  
129.44.192.0/29 (10000001 00101100 11000000 00000000)  
129.44.224.0/19 (10000001 00101100 11000000 00000000).

Тут половина з наявних адрес ( $2^{15}$ ) відведена для створення мережі з адресою 129.44.0.0 і маскою 255.255.128.0. Наступна порція адрес, що становить чверть всього адресного простору ( $2^{14}$ ), призначена для мережі 129.44.128.0 з маскою 255.255.192.0.

Далі в просторі адрес був «вирізаний» невеликий фрагмент для створення мережі, призначеної для зв'язування внутрішнього маршрутизатора R2 із зовнішнім маршрутизатором R1. Для нумерації вузлів у такій виродженій мережі досить відвести два двійкових розряди.

З чотирьох можливих комбінацій номерів вузлів – 00, 01, 10 і 11 – два номери мають спеціальне призначення і не можуть бути присвоєні вузлам, але залишилися два – 10 і 01, що дозволяють адресувати порти маршрутизаторів.

Поле номера вузла в такому випадку має два двійкових розряди, маска в десятковій нотації має вигляд 255.255.255.252, а номер мережі, як видно з рисунка 3.1, дорівнює 129.44.192.0.

Адресний простір, що залишився, адміністратор може «нарізати» на різну кількість мереж різного об'єму залежно від своїх потреб. З залишкового пулу ( $2^{14} - 4$ ) адрес адміністратор може утворити ще одну досить велику мережу з кількістю вузлів  $2^{13}$ . При цьому вільними залишаться майже стільки ж адрес ( $2^{13} - 4$ ), які також можуть бути використані для створення нових мереж.

Наприклад, з цього «залишку» можна утворити 31 мережу, кожна з яких дорівнює розміру мережі класу C, і до того ж ще кілька мереж меншого розміру. Зрозуміло, що розбиття може бути іншим, але в будь-якому випадку за допомогою масок змінного розміру адміністратор має більше можливостей раціонально використовувати всі наявні в нього адреси.

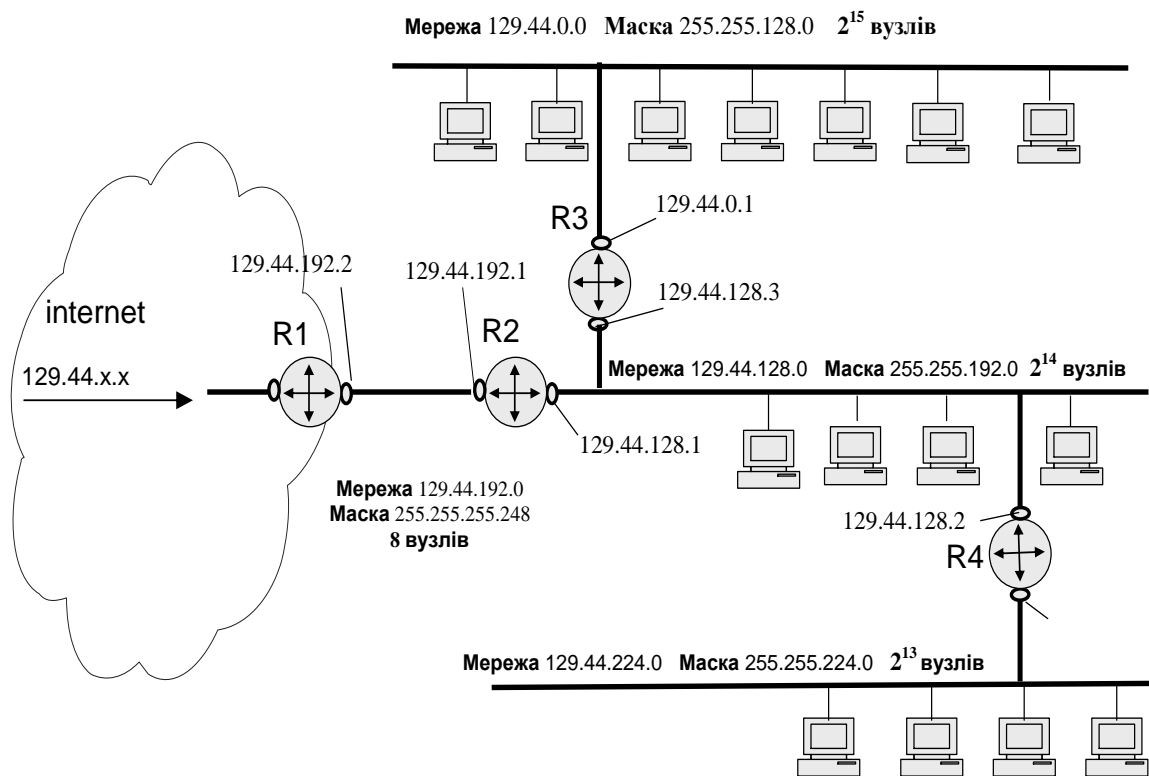


Рисунок 3.1 – Структуризація мережі масками змінної довжини

Таблиця 3.1 – Таблиця маршрутизатора R2 в мережі з масками змінної довжини

Адреса призначення	Маска	Адреса наступного маршрутизатора	Адреса порту	Відстань
129.44.0.0	255.255.128.0	129.44.128.3	129.44.128.1	1
129.44.128.0	255.255.192.0	129.44.128.1	129.44.128.1	Підключена
129.44.192.0	255.255.255.248	129.44.192.1	129.44.192.1	Підключена
129.44.224.0	255.255.224.0	129.44.128.2	129.44.128.1	1
0.0.0.0	0.0.0.0	129.44.192.2	129.44.192.1	-

### 3.2 Хід виконання роботи

1 Розділити наданий адресний простір між підмережами підприємства, використовуючи маски постійної довжини. Результат оформити у вигляді таблиці.

2 Побудувати таблиці маршрутизації маршрутизаторів з масками постійної довжини.

3 Розділити наданий адресний простір між підмережами підприємства, використовуючи маски змінної довжини.

4 Побудувати таблиці маршрутизації маршрутизаторів з масками змінної довжини

Повне формулювання завдань для виконання і варіанти завдань на лабораторну роботу наведені в додатку Б.

### **Контрольні запитання**

1 Якщо не вдається перетворити IP-адресу за допомогою існуючих засобів, то що відбувається?

2 Переваги розподілення мереж за допомогою масок змінної довжини?

3 Описати алгоритм перетворення адрес?

4 Що являє собою маска постійної довжини?

## **Лабораторна робота 4**

### **СЛУЖБИ ДОЗВОЛУ АДРЕС**

**Мета:** вивчення функціонування служб дозволу адрес і просування IP-пакета в гетерогенній мережі.

**Матеріали та обладнання:** персональний комп'ютер із встановленою програмою «LearnNet».

#### **4.1 Теоретичні свідомості**

##### **Служба ARP**

Як було сказано вище, для відображення IP-адреси в Ethernet-адресу використовується протокол ARP (Address Resolution Protocol - адресний протокол).

Розглянемо порядок перетворення адрес. У ході звичайної роботи мережева програма, така як TELNET, відправляє прикладне повідомлення, користуючись транспортними послугами TCP. Модуль TCP посилає відповідне транспортне повідомлення через модуль IP. У результаті складається IP-пакет,

який повинен бути переданий драйверу Ethernet. IP- адреса місця призначення відома прикладній програмі, модулю TCP та модулю IP. Необхідно на її основі знайти Ethernet-адресу місця призначення. Для визначення шуканої Ethernet-адреси використовується ARP-таблиця. Вона заповнюється автоматично модулем ARP в міру необхідності. Коли за допомогою існуючої ARP-таблиці не вдається перетворити IP- адресу, то відбувається таке:

- 1 По мережі передається широкомовний ARP-запит.
- 2 Вихідний IP-пакет ставиться в чергу.

Кожен мережевий адаптер приймає широкомовні передачі. Всі драйвери Ethernet перевіряють поле типу в прийнятому Ethernet-кадрі й передають ARP-пакети модулю ARP. ARP-запит можна інтерпретувати так: "Якщо ваша IP-адреса співпадає з зазначеною, то повідомте мені вашу Ethernet-адресу". Пакет ARP-запиту поданий у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Приклад ARP-запиту

IP-адреса відправника	223.1.2.1
Ethernet-адреса відправника	08:00:39:00:2F:C3
Шукана IP-адреса	223.1.2.2
Шукана Ethernet-адреса	<пусто>

Кожен модуль ARP перевіряє поле шуканої IP-адреси в отриманому ARP-пакеті, і якщо адреса збігається з його власною IP-адресою, то посилає відповідь прямо за Ethernet-адресою відправника запиту. ARP-відповідь можна інтерпретувати так: "Так, це моя IP-адреса, йому відповідає така-то Ethernet-адреса". Пакет з ARP-відповіддю поданий у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Приклад ARP-запиту

IP-адреса відправника	223.1.2.1
Ethernet-адреса відправника	08:00:39:00:2F:C3
Шукана IP-адреса	223.1.2.2
Шукана Ethernet-адреса	08:00:39:00:2F:C3

Цю відповідь отримує машина, що зробила ARP-запит. Драйвер цієї машини перевіряє поле типу в Ethernet-кадрі й передає ARP-пакет модулю ARP. Модуль ARP аналізує ARP-пакет і додає запис у свою ARP-таблицю (таблиця 4.3).

Таблиця 4.3 – Приклад ARP-таблиці

IP-адреса	MAC-адреса
223.1.2.1	08:00:39:00:2F:C3
223.1.2.2	08:00:28:00:38:A9
223.1.2.3	08:00:5A:21:A7:22
223.1.2.3	08:00:10:99:AC:54

Новий запис в ARP-таблиці з'являється автоматично, через кілька мілісекунд після того, як вона знадобилася. Як ви пам'ятаєте, раніше на кроці 2 вихідний IP-пакет був поставлений у чергу. Тепер з використанням оновленої ARP-таблиці виконується перетворення IP-адреси в Ethernet-адресу, після чого Ethernet-кадр передається по мережі. Повністю порядок перетворення адреси виглядає так:

- 1 По мережі передається ширококомовний ARP-запит.
  - 2 Вихідний IP-пакет ставиться в чергу.
  - 3 Повертається ARP-відповідь, що містить інформацію про відповідність IP і Ethernet-адрес. Ця інформація заноситься в ARP-таблицю.
  - 4 Для перетворення IP-адреси в Ethernet-адресу в IP-пакеті, поставленого в чергу, використовується ARP-таблиця.
  - 5 Ethernet-кадр передається по мережі Ethernet.
- Слід зазначити, що кожна машина має окрему ARP-таблицю для кожного свого мережевого інтерфейсу.

## Служба DNS

DNS (Domain Name System – система доменних імен) – комп'ютерна розподілена система для отримання інформації про домени. Найчастіше використовується для отримання IP-адреси на ім'я хоста (комп'ютера або пристрою).

Широкомовний спосіб встановлення відповідності між символічними іменами і локальними адресами, подібний до протоколу ARP, добре працює тільки в невеликій локальній мережі, не розділеній на підмережі. Доброю альтернативою широкомовній розсилці є застосування централізованої служби, що підтримує відповідність між різними типами адрес всіх комп'ютерів мережі. Наприклад, компанія Microsoft для своєї корпоративної операційної системи сімейства Windows NT розробила централізовану службу WINS, яка підтримувала базу даних NetBIOS-імен і відповідних їм IP-адрес.

У мережах TCP/IP відповідність між доменними іменами та IP-адресами може встановлюватися засобами як локального хоста, так і централізованої служби.

На ранньому етапі розвитку Інтернету на кожному хості вручну створювався текстовий файл з відомим ім'ям hosts.txt. Цей файл складався з деякої кількості рядків, кожна з яких містила одну пару «доменне ім'я - IP-адреса», наприклад:

rhino.acme.com - 102.54.94.97.

Зі зростанням Інтернету файли hosts.txt також збільшувалися в обсязі, і створення масштабованого рішення для дозволу імен стало необхідністю.

Таким рішенням стала централізована служба **DNS**, заснована на розподіленій базі відображень «доменне ім'я - IP-адреса». Служба DNS використовує у своїй роботі DNS-сервери і DNS-клієнтів. DNS-сервери підтримують розподілену базу відображень, а DNS-клієнти звертаються до серверів із запитом про дозвіл доменного імені в IP-адресу.

Служба DNS використовує текстові файли майже такого формату, як і файл hosts, і ці файли адміністратор також підготує вручну. Однак служба DNS спирається на ієрархію доменів, і кожен сервер служби DNS зберігає тільки частину імен мережі, а не всі імена, як це відбувається при використанні файлів hosts. При зростанні кількості вузлів у мережі проблема масштабування вирішується створенням нових доменів і піддоменів імен і додаванням у службу DNS нових серверів.

Процедура вирішення DNS-імені багато в чому аналогічна процедурі пошуку файловою системою адреси файла за його символічним ім'ям. Процедура пошуку адреси файла за



символьним ім'ям полягає в послідовному перегляді каталогів, починаючи з кореневого. При цьому попередньо перевіряються кеш і поточний каталог. Для визначення IP-адреси за доменним ім'ям також необхідно переглянути всі DNS-сервери, що обслуговують ланцюжок піддоменів, які входять до ім'я хоста, починаючи з кореневого домена.

Існує дві основні схеми дозволу DNS-імен. У першому варіанті роботу з пошуку IP-адреси координує DNS-клієнт:

- 1 DNS-клієнт звертається до кореневого DNS-сервера з зазначенням повного доменного імені.

- 2 DNS-сервер відповідає клієнту, вказуючи адресу наступного DNS-сервера, що обслуговує домен верхнього рівня, заданий у наступній старшій частині запитаного імені.

- 3 DNS-клієнт робить запит наступного DNS-сервера, який відсилає його до DNS-сервера потрібного піддомена і т. д., поки не буде знайдений DNS-сервер, у якому зберігається відповідність запитаного імені IP-адресі. Цей сервер дає остаточну відповідь клієнту.

Така процедура дозволу імені називається *нерекурсивною*, коли клієнт сам ітеративно виконує послідовність запитів до різних серверів імен. Ця схема завантажує клієнта досить складною роботою, тому вона застосовується рідко.

У другому варіанті реалізується *рекурсивна* процедура:

- 1 DNS-клієнт запитує локальний DNS-сервер, тобто той сервер, що обслуговує піддомен, якому належить ім'я клієнта.

- 2 Далі можливі два варіанти дій:

- якщо локальний DNS-сервер знає відповідь, то він відразу ж повертає його клієнту (це може статися, коли запитане ім'я входить у той самий піддомен, що й ім'я клієнта, або коли сервер вже дізнавався дану відповідність для іншого клієнта і зберіг його у своєму кеші);

- якщо локальний сервер не знає відповіді, то він виконує ітеративні запити до кореневого сервера і т. д. так само, як це робив клієнт у попередньому варіанті, а отримавши відповідь, передає його клієнту, який весь цей час просто чекає його від свого локального DNS-сервера.

У цій схемі клієнт передоручає роботу своєму серверу, тому схема називається *непрямою*, або *рекурсивною*.

Служба DNS призначена не тільки для знаходження IP-адреси на ім'я хоста, але і для вирішення зворотного завдання - знаходження DNS-імені за відомою IP-адресою.

Зворотна зона – це система таблиць, яка зберігає відповідність між IP-адресами і DNS-іменами хостів деякої мережі. Для організації розподіленої служби та використання для пошуку імен того самого програмного забезпечення, що і для пошуку адрес, застосовується оригінальний підхід, пов'язаний з поданням IP-адреси у вигляді DNS-імені.

### **Хід виконання роботи**

1 У програмі LearnNet вибрати варіант (за вказівкою викладача).

2 За вибраним варіантом реалізувати послідовне виконання таких завдань:

- передача даних між комп'ютерами, що знаходяться в одній підмережі;
- передача даних між комп'ютерами, що знаходяться в різних підмережах;
- передача даних на віддалений комп'ютер.

Приклад виконання завдання лабораторної роботи наведений у додатку В.

### **Контрольні запитання**

1 Що таке DNS?

2 Чим може бути встановлена відповідність між доменними іменами та IP-адресами в TCP/IP мережах?

3 Описати структуру файла host.txt.

4 У чому недолік застосування файла host.txt для дозволу імен?

5 Які формати даних використовуються DNS і ким вони створюються?

6 Описати процедуру дозволу DNS імен.

7 Що таке зворотня зона?

## Список літератури

- 1 Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [Текст]: учеб. для вузов / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – 3-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 958 с.
- 2 Таненбаум, Э. Компьютерные сети [Текст] / Э. Таненбаум. – 3-е изд. – СПб.: Питер, 2003. – 992 с.
- 3 Виснадул, Б.Д. Основы компьютерных сетей [Текст] / Б.Д. Виснадул, С.А. Лупин, С.В. Сидоров, П.Ю. Чумаченко; под ред. Л.Г. Гагариной. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2007. – 272 с.
- 4 Шатт, Стэн. Мир компьютерных сетей [Текст] / Стэн Шатт; пер. с англ. – К.: ВНУ-Киев, 1996. – 288 с.
- 5 Поляк-Брагинский, А. Локальные сети. Модернизация и поиск неисправностей [Текст] / А. Поляк-Брагинский // Системный администратор (Сисадмин). – К.: ВНУ, 2009. – 832 с.
- 6 Трулав, Д. Сети. Технологии, прокладка, обслуживание [Текст] / Д. Трулав. – М.: НТ Пресс, 2009. – 560 с.
- 7 Жукова, А. Основы сетевых технологий [Текст] / А. Жукова, М. Ластовченко. – М.: МК-Пресс, 2007. – 432 с.
- 8 Ильина, О. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации [Текст] / О. Ильина, В. Бройдо. – СПб.: Питер, 2008. – 768 с.
- 9 Айвенс, К. Компьютерные сети. Хитрости [Текст] / К. Айвенс. – СПб.: Питер, 2005. – 304 с.
- 10 Семенов, А. Проектирование и расчет структурированных кабельных систем и их компонентов [Текст] / А. Семенов. – М.: ДМК, 2003. – 402 с.

## Додаток А

### Структуризація внутрішньої мережі за допомогою маски постійної довжини

**Завдання 1:** структуризація внутрішньої мережі за допомогою маски постійної довжини на прикладі IP-адреси класу В.

**Мета роботи:** навчитися організовувати задану кількість підмереж з урахуванням виродженої мережі, використовуючи маску підмережі постійної довжини.

**Дано:** кількість підмереж дорівнює 5 + вироджена підмережа.

1 "Номер внутрішньої мережі" - будь-який номер мережі з діапазону IP-адрес класу В, наприклад - **128.0.0.0**.

2 Визначити маску, необхідну для навчання 6 підмереж.

Для цього розписати в двійковому численні послідовний перебір номерів підмереж, що підлягають утворенню, враховуючи, що номер не може містити всі "0" або всі "1".

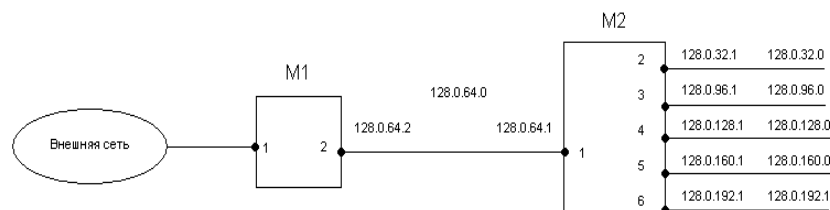
У даному випадку – це поєднання:

- 001 - 1
- 010 - 2
- 011 - 3
- 100 - 4
- 101 - 5
- 110 - 6

Отже, це 3 одиниці в старших розрядах поля номера вузла, і маска повинна мати всі одиниці в полі номера мережі та 3 одиниці в старших розрядах поля номера вузла. Маска підмережі - **255.255.224.0**.

Двійковий запис маски - **11111111.11111111.11100000.00000000**.

3 Заповнення таблиці маршрутизації.



4 Покрокове відпрацювання алгоритму роботи маршрутизатора M2 при просуванні довільного IP-пакета.

4.1 У вікні "Зовнішня IP-адреса" запишемо IP-адресу = 128.0.35.6.

4.2 Подумки накласти маску на IP-адресу. Замасковані розряди 3-го октету покажуть номер підмережі.

IP-адреса

**128.0.35.6 = 10000000.00000000.00100011.00000110.**

Маска підмережі

**255.255.254.0 = 11111111.11111111.11100000.00000000.**

У вікні "Номер підмережі" з'явиться десятковий запис номера підмережі:

**128.0.32.0 10000000.00000000.00100000.00000000.**

4.3 Відняти значення полів вікна двійкового подання номера підмережі з відповідних значень вікна двійкового подання IP-адреси - отримане значення буде номером вузла, який необхідно записати у вікні двійкового подання номера вузла.

Номер вузла підмережі

**3.6 = 00000011.00000110.**

4.4 Визначити широкомовну адресу підмережі - BROADCAST.

Адреса дозволяє звертатися до всіх вузлів підмережі і містить "1" у всіх розрядах номери вузла (двійкове подання).

**10000000.00000000.00111111.11111111 = 128.0.63.255.**

**Завдання 2:** структуризація внутрішньої мережі за допомогою маски постійної довжини для заданої кількості організованих у підмережі вузлів.

**Мета роботи:** навчитися організовувати підмережі з заданою кількістю вузлів, використовуючи маску підмережі постійної довжини.

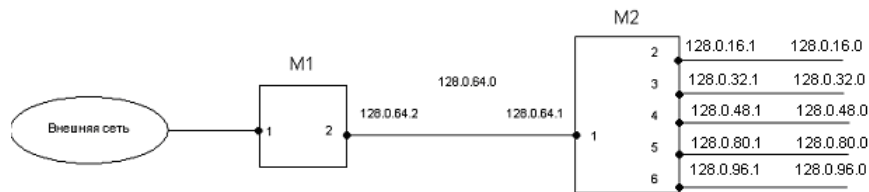
**Дано:** розбити мережу на підмережі так, щоб кожна з підмереж підтримувала кількість вузлів не менше 4044 (  $N = 12$  ).

1 Номер внутрішньої мережі - будь-який номер мережі з діапазону IP-адрес класу B, наприклад - **128.0.0.0**.

2 Визначити маску. У вікні введення маски у двійковому зображенні відокремити праворуч певну кількість розрядів -  $N = 12$  і встановити в останніх розрядах "1".

**11111111.11111111.11110000.00000000 = 255.255.240.0.**

3 Заповнення таблиці маршрутизації.



4 Покрокове відпрацювання алгоритму роботи маршрутизатора M2 при просуванні довільного IP-пакета.

4.1 У вікні "Зовнішня IP-адреса" запишемо IP-адреса = **128.0.19.7.**

4.2 Подумки накласти маску на IP-адресу. Замасковані розряди 3-го октету покажуть номер підмережі.

IP-адреса

**128.0.19.7 = 10000000.00000000.00010011.00000111.**

Маска підмережі

**255.255.240.0 = 11111111.11111111.11110000.00000000.**

У вікні "Номер підмережі" з'явиться десяткова запис номера підмережі:

**128.0.16.0 = 10000000.00000000.00010000.00000000.**

4.3 Відняти значення полів вікна двійкового подання номера підмережі з відповідних значень вікна двійкового подання IP-адреси - отримане значення буде номером вузла, який необхідно записати у вікні двійкового подання номера вузла.

Номер вузла підмережі

**3.7 = 00000011.00000111.**

4.4 Визначити широкомовну адресу підмережі - BROADCAST.

Адреса дозволяє звертатися до всіх вузлів підмережі і містить "1" у всіх розрядах номери вузла (двійкове подання).

**10000000.00000000.00011111.11111111 = 128.0.31.255.**

**Завдання 3:** структуризація внутрішньої мережі за допомогою маски змінної довжини на прикладі IP-адреси класу В.

**Мета роботи:** необхідно розділити мережу на три підмережі (без урахування виродженої мережі, що з'єднує M1 і M2) за

допомогою масок змінної довжини. При цьому для кожної з підмереж виділити задану кількість адрес.

**Дано:** підмережа 1: кількість вузлів 4044 N = 12. Підмережа 2: кількість вузлів 8140 N = 13. Підмережа 3: число вузлів 4044 N = 12.

1 Номер внутрішньої мережі – будь-який номер мережі з діапазону IP-адрес класу В, наприклад - **128.0.0.0**.

2 Підмережа 1: кількість вузлів 4044 N = 12

Маска підмережі = **255.255.240.0**

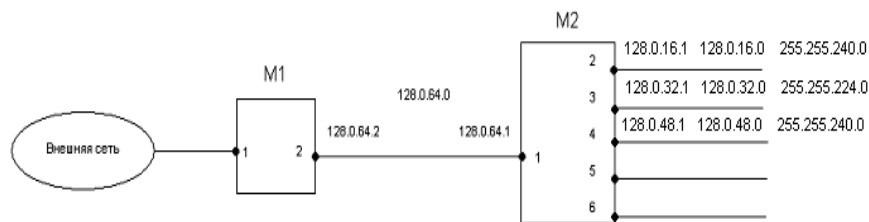
3 Підмережа 2: кількість вузлів 8140 N = 13

Маска підмережі = **255.255.224.0**

4 Підмережа 3: кількість вузлів 4044 N = 12

Маска підмережі = **255.255.240.0**

5 Заповнення таблиці маршрутизації.



6 Покрокове відпрацювання алгоритму роботи маршрутизатора M2 при просуванні довільного IP-пакета:

6.1 У вікні "Зовнішня IP-адреса" запишемо IP-адреса = **128.0.16.4**.

6.2 Подумки накласти маску на IP-адресу. Замасковані розряди 3-го октету покажуть номер підмережі.

IP-адреса

**128.0.16.4 = 10000000.00000000.00010000.00000100.**

Маска підмережі

**255.255.240.0 = 11111111.11111111.11110000.00000000.**

У вікні "Номер підмережі" з'явиться десятковий запис номера підмережі:

**128.0.16.0 10000000.00000000.00010000.00000000.**

6.3 Відняти значення полів вікна двійкового подання номера підмережі з відповідних значень вікна двійкового подання IP-

адреси – отримане значення буде номером вузла, який необхідно записати у вікні двійкового подання номера вузла.

Номер вузла підмережі

**0.4 = 00000000.00000100.**

6.4 Визначити широкомовну адресу підмережі - BROADCAST.

Адреса дозволяє звертатися до всіх вузлів підмережі і містить "1" у всіх розрядах номери вузла (двійкове подання).

**10000000.00000000.00011111.11111111 = 128.0.31.255.**

7 Подумки накласти маску на IP-адресу. Замасковані розряди 3-го октету покажуть номер підмережі.

IP-адреса

**128.0.16.4 = 10000000.00000000.00010000.00000100.**

Маска підмережі

**255.255.224.0 = 11111111.11111111.11100000.00000000.**

У вікні "Номер підмережі" з'явиться десятковий запис номера підмережі:

**128.0.0.0 10000000.00000000.00000000.00000000.**

Номер підмережі не співпадає з жодним з раніше визначених номерів.



## **Додаток Б**

### **Структуризація мережі з використанням масок змінної довжини**

На підприємстві було прийнято рішення звернутися до постачальника послуг (ISP) для отримання пулу адрес, достатнього для створення мережі, структура якої подана на рисунку Б.1. Мережа підприємства складається з 3-х підмереж, причому дві підмережі – це мережі внутрішніх відділів у кількості  $n_1$  і  $n_2$  відповідно. 3-тя підмережа передбачає окрему мережу з  $n_3$  вузлів, призначення якої - надання інформації в режимі відкритого доступу для потенційних клієнтів, що містить набір різних серверів.

#### **У процесі виконання завдання необхідно:**

1 Розділити наданий адресний простір (AP) між підмережами підприємства, використовуючи маски постійної довжини. Результат оформити у вигляді таблиці Б.1. Для кожної з підмереж визначити широкомовну адресу (broadcast).

2 Вказати IP-адреси портів маршрутизаторів R1 і R2.

3 Побудувати таблиці маршрутизації маршрутизаторів R1 і R2 за формою, поданою в таблиці Б.2.

#### **У процесі виконання завдання необхідно:**

1 Розділити наданий адресний простір (AP) між підмережами підприємства, використовуючи маски змінної довжини. Результат оформити у вигляді таблиці Б.1. Для кожної з підмереж визначити широкомовну адресу (broadcast).

2 Вказати IP-адреси портів маршрутизаторів R1 і R2

3 Побудувати таблиці маршрутизації маршрутизаторів R1 і R2 за формою, поданою в таблиці Б.2.

**Зауваження.** Порти маршрутизаторів вже входять до кількості вузлів підмереж, зазначених у таблиці варіантів завдання.

#### **Оформлення**

Виконання лабораторної роботи здійснити в MS Word, рисунок мережі підприємства (рисунок Б.1) подати в MS Visio і потім додати до звіту.

Варіанти завдань наведено в таблиці Б.3.

Таблиця Б.1 – Адресні простори підмереж підприємства

AP IP-адрес від ISP-провайдера	Номер підмережі	Маска	Діапазон IP-адресів		Кількість вузлів
			з	по	

Таблиця Б.2 – Таблиця маршрутизації маршрутизатору  $R_i$  ( $i=1,2$ )

Адреса призначення	Маска	Адреса наступного маршрутизатора	Адреса вихідного інтерфейсу	Відстань

Таблиця Б.3 – Варіанти завдань

Варіант	AP	Кількість вузлів у підмережах		
		n1	n2	n3
1	2	3	4	5
1	135.57.0.0/16	200	500	10
2	132.47.0.0/16	800	100	7
3	155.17.0.0/16	900	10	17
4	189.250.0.0/16	400	500	30
5	164.20.0.0/16	511	30	9
6	189.50.0.0/16	250	512	6
7	129.20.0.0/16	750	510	33
8	128.4.0.0/16	255	500	20
9	178.33.0.0/16	120	500	14
10	184.254.0.0/16	62	900	12
11	131.254.0.0/16	350	170	8
12	177.77.0.0/16	30	510	4
13	190.90.0.0/16	255	255	2
14	140.230.0.0/16	512	32	27
15	166.9.0.0/16	100	900	10
16	129.0.0.0/16	200	12	30
17	129.33.0.0/16	6	100	62

Продовження таблиці Б.3

1	2	3	4	5
18	129.44.0.0/16	55	55	55
19	139.46.0.0/16	650	2	30
20	169.6.0.0/16	100	4	532
21	179.4.0.0/16	77	130	510
22	164.44.0.0/16	112	65	750
23	187.6.0.0/16	500	12	31
24	149.46.0.0/16	700	3	12
25	169.64.0.0/16	300	120	8
26	129.250.0.0/16	254	254	254
27	190.47.0.0/16	2	1000	10

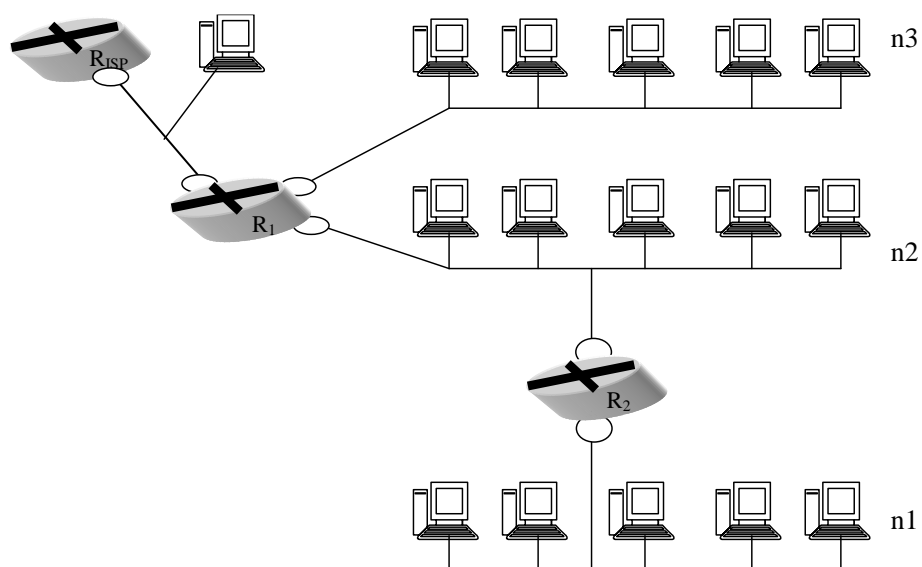


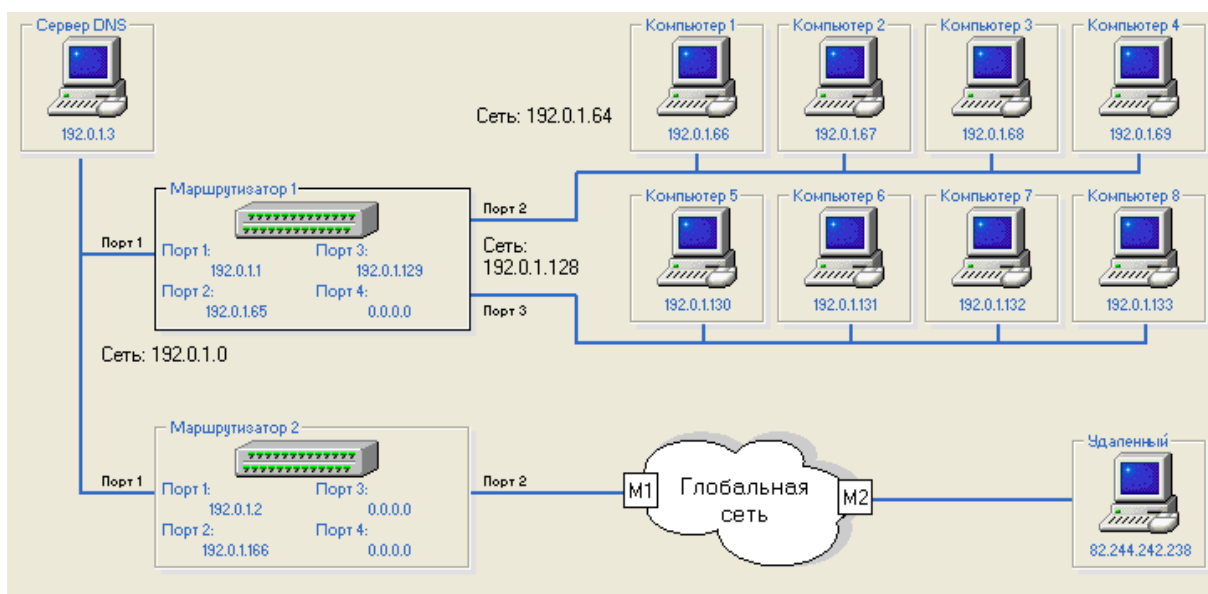
Рисунок Б.1 – Структура мережі підприємства

## Додаток В

### Функціонування служб дозволу адрес і просування IP-пакету в гетерогенній мережі

**Мета роботи:** вивчення функціонування служб дозволу адрес і просування IP-пакета в гетерогенній мережі.

**Дано:** IP-адреса: одна адреса; дозвіл IP-адреси, використовуючи перегляд файла hosts; дозвіл MAC-адреси, використовуючи ARP-запит.



**Передача даних між комп'ютерами, які знаходяться в одній підмережі.**

Передавач - Комп'ютер 1 (IP-адреса: **192.0.1.66**).

Приймач - Комп'ютер 4 (IP-адреса: **192.0.1.69**).

**Послідовність кроків:**

- 1 Відправити дані.
- 2 Перегляд hosts.

Результат поиска	
Имя	Компьютер 4
IP адрес	192 . 0 . 1 . 69

3 Визначення необхідності маршрутизації. Формування пакета IP.

Отправитель		Получатель	
IP адрес	192 . 0 . 1 . 66	IP адрес	192 . 0 . 1 . 69
Номер сети	192 . 0 . 1 . 64	Номер сети	192 . 0 . 1 . 64
<input type="radio"/> Да, маршрутизация необходима		<input checked="" type="radio"/> Нет, маршрутизация не нужна	

Отправитель		Получатель	
IP адрес	192 . 0 . 1 . 66	IP адрес	192 . 0 . 1 . 69

#### 4 Широкомовий ARP-запит.

Отправитель		Получатель	
IP адрес	192 . 0 . 1 . 69	IP адрес	192 . 0 . 1 . 66
MAC адрес	0F0A0C010003	MAC адрес	0F0A0C010000

#### 5 Формування кадру Ethernet.

Отправитель		Получатель	
MAC адрес	0F0A0C010000	MAC адрес	0F0A0C010003

**Передача даних між комп'ютерами, що знаходяться в різних підмережах.**

Передавач - Комп'ютер 1 (IP-адреса: 192.0.1.66).

Приймач - Комп'ютер 5 (IP-адреса: 192.0.1.130).

**Послідовність кроків:**

1 Відправити дані.

2 Перегляд hosts.

Результат поиска			
Имя	Компьютер 5	IP адрес	192 . 0 . 1 . 130

#### 3 Визначення необхідності маршрутизації.

Отправитель		Получатель	
IP адрес	192 . 0 . 1 . 66	IP адрес	192 . 0 . 1 . 130
Номер сети	192 . 0 . 1 . 64	Номер сети	192 . 0 . 1 . 128
<input checked="" type="radio"/> Да, маршрутизация необходима		<input type="radio"/> Нет, маршрутизация не нужна	

#### 4 Визначення маршруту.

Отправитель		Получатель	
IP адрес	192 . 0 . 1 . 66	IP адрес	192 . 0 . 1 . 130
Номер сети	192 . 0 . 1 . 64	Номер сети	192 . 0 . 1 . 128
Таблица маршрутизации узла-отправителя			
Номер сети	Маска	IP Адрес след. марш.	Номер Порта
192.0.1.128	255.255.255.192	192.0.1.65	2
0.0.0.0	0.0.0.0	192.0.1.65	2
Выбран правильный маршрут. Пакет будет направлен на 2-й порт маршрутизатора			

#### 5 Формвання пакета IP.

Отправитель		Получатель	
IP адрес	192 . 0 . 1 . 66	IP адрес	192 . 0 . 1 . 65

#### 6 Широкомовний ARP-запит.

Отправитель		Получатель	
IP адрес	192 . 0 . 1 . 65	IP адрес	192 . 0 . 1 . 66
MAC адрес	0F0A0B010002	MAC адрес	0F0A0C010000

#### 7 Формування кадру Ethernet.

Отправитель		Получатель	
MAC адрес	0F0A0C010000	MAC адрес	0F0A0B010002

#### 8 Визначення маршруту.

Отправитель		Получатель	
IP адрес	192 . 0 . 1 . 65	IP адрес	192 . 0 . 1 . 130
Номер сети	192 . 0 . 1 . 64	Номер сети	192 . 0 . 1 . 128
Таблица маршрутизации узла-отправителя			
Номер сети	Маска	IP Адрес след. марш.	Номер Порта
192.0.1.128	255.255.255.192	192.0.1.129	3
0.0.0.0	0.0.0.0	192.0.1.1	1

Выбран правильный маршрут. Пакет будет направлен на 3-й порт маршрутизатора

## 9 Формування пакету IP.

Отправитель		Получатель	
IP адрес	192 . 0 . 1 . 129	IP адрес	192 . 0 . 1 . 130

## 10 Широкомовний ARP-запит.

Отправитель		Получатель	
IP адрес	192 . 0 . 1 . 130	IP адрес	192 . 0 . 1 . 129
MAC адрес	0F0A0B010004	MAC адрес	0F0A0B010003

## 11 Формування кадру Ethernet.

Отправитель		Получатель	
MAC адрес	0F0A0B010003	MAC адрес	0F0A0B010004

## Передача даних на віддалений комп'ютер.

Передавач - Комп'ютер 1 (IP-адреса: 192.0.1.66).

Приймач - Віддалений (IP-адреса: 82.244.242.238).

Для передачі даних на віддалений комп'ютер дані про нього необхідно внести до таблиці маршрутизації, ARP, hosts вузла-відправника (комп'ютери, маршрутизатори, сервер DNS) вручну.

### Послідовність кроків:

1 Відправити дані.

2 Перегляд hosts.

Результат поиска

Имя: Удаленный      IP адрес: 82 . 244 . 242 . 238

### 3 Визначення необхідності маршрутизації.

Отправитель: IP адрес: 192 . 0 . 1 . 66      Номер сети: 192 . 0 . 1 . 64

Получатель: IP адрес: 82 . 244 . 242 . 238      Номер сети: 82 . 244 . 242 . 0

Да, маршрутизация необходима       Нет, маршрутизация не нужна

### 4 Визначення маршруту.

Отправитель: IP адрес: 192 . 0 . 1 . 66      Номер сети: 192 . 0 . 1 . 64

Получатель: IP адрес: 82 . 244 . 242 . 238      Номер сети: 82 . 244 . 242 . 0

Таблица маршрутизации узла-отправителя

Номер сети	Маска	IP Адрес след. марш.	Номер Порта
192.0.1.128	255.255.255.192	192.0.1.65	2
0.0.0.0	0.0.0.0	192.0.1.65	2

Выбран правильный маршрут. Пакет будет направлен на 2-й порт маршрутизатора

### 5 Формування пакета IP.

Отправитель: IP адрес: 192 . 0 . 1 . 66

Получатель: IP адрес: 192 . 0 . 1 . 65

### 6 Широкомовний ARP-запит.

Отправитель: IP адрес: 192 . 0 . 1 . 65      MAC адрес: 0F0A0B010002

Получатель: IP адрес: 192 . 0 . 1 . 66      MAC адрес: 0F0A0C010000

### 7 Формування кадру Ethernet.

Отправитель: MAC адрес: 0F0A0C010000

Получатель: MAC адрес: 0F0A0B010002



## 8 Визначення маршруту.

Отправитель		Получатель	
IP адрес	192 . 0 . 1 . 65	IP адрес	82 . 244 . 242 . 238
Номер сети	192 . 0 . 1 . 64	Номер сети	82 . 244 . 242 . 0
Таблица маршрутизации узла-отправителя			
Номер сети	Маска	IP Адрес след. марш.	Номер Порта
192.0.1.128	255.255.255.192	192.0.1.129	3
0.0.0.0	0.0.0.0	192.0.1.2	1

Выбран правильный маршрут. Пакет будет направлен на 1-й порт маршрутизатора

## 9 Формування пакета IP.

Отправитель		Получатель	
IP адрес	192 . 0 . 1 . 1	IP адрес	192 . 0 . 1 . 2

## 10 Широкомовний ARP-запит.

Отправитель		Получатель	
IP адрес	192 . 0 . 1 . 2	IP адрес	192 . 0 . 1 . 1
MAC адрес	0F0A0B010004	MAC адрес	0F0A0B010001

## 11 Формування кадру Ethernet.

Отправитель		Получатель	
MAC адрес	0F0A0B010001	MAC адрес	0F0A0B010004

## 12 Визначення маршруту.

Отправитель		Получатель	
IP адрес	192 . 0 . 1 . 2	IP адрес	82 . 244 . 242 . 238
Номер сети	192 . 0 . 1 . 0	Номер сети	82 . 244 . 242 . 0
Таблица маршрутизации узла-отправителя			
Номер сети	Маска	IP Адрес след. марш.	Номер Порта
192.0.1.0	255.255.255.0	192.0.1.2	1
0.0.0.0	0.0.0.0	192.0.1.166	2

Выбран правильный маршрут. Пакет будет направлен на 2-й порт маршрутизатора

### 13 Формування пакета IP.

Отправитель	Получатель
IP адрес: 192 . 0 . 1 . 166	IP адрес: 82 . 244 . 242 . 238

### 14 Широкомовний ARP-запит.

Отправитель	Получатель
IP адрес: 82 . 244 . 242 . 238	IP адрес: 192 . 0 . 1 . 166
MAC адрес: 5EEA4BF139FA	MAC адрес: 0FQA0B010005

### 15 Формування кадру Ethernet.

Отправитель	Получатель
MAC адрес: 0FQA0B010005	MAC адрес: 5EEA4BF139FA