Державний комітет зв'язку й інформатизації України

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ЗВ'ЯЗКУ ім. О. С. ПОПОВА

Кафедра теорії електричних кіл

КОНФІГУРУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСІВ КОМП'ЮТЕРІВ З NOS WINDOWS ДО МЕРЕЖ TCP/IP

Методичний посібник
до лабораторних робіт № 10, 11, 12
з курсу "Комп'ютерні мережі та Інтернет"

ЗАТВЕРДЖЕНО
методичною радою академії зв'язку
Протокол № 15 від 09.04.2002 р.

Одеса 2003

УДК 621.372

План НМВ 2002 р.

Укладачі: ***М.І. Струкало, П.П. Воробієнко, О.Л. Нечипорук, О.А. Новіков***

Рецензент – доц. ***М.О. Чумак***

Редактор – ***І.В. Ращупкіна***

Комп'ютерна
верстка та макетування – ***Є.С. Корнійчук***

Викладено рекомендації щодо виконання чотирьох лабораторних робіт з вивчення та дослідження технології TCP/IP, що є основою взаємодії різнотипних обчислювальних систем в Інтернет. Подано деякі відомості про адресацію комп'ютерів в Інтернеті та перетворення адрес за протоколом ARP. Розглянуто основи маршрутизації пакетів даних в мережі TCP/IP. Наведено способи установлення та модернізації статичних маршрутів на комп'ютерах з мережною операційною системою Windows. Подано алгоритми інсталяції сімейства протоколів TCP/IP на робочі станції під управлінням мережних операційних систем Windows 95/98/2000.

Рекомендовано для студентів вищих і середніх навчальних закладів за напрямком телекомунікації.

СХВАЛЕНО
на засіданні кафедри
теорії електричних кіл
і рекомендовано до друку
Протокол № 5
від 4 січня 2002 р.

ЗМІСТ

Лабораторні роботи № 12а та б

ІНСТАЛЯЦІЯ TCP/IP НА КОМП'ЮТЕРИ З NOS WINDOWS

Лабораторна робота № 10

ПРИНЦИПИ АДРЕСАЦІЇ КОМП'ЮТЕРІВ У МЕРЕЖІ TCP/IP

МЕТА РОБОТИ

Вивчення принципів адресації мережних інтерфейсів комп'ютерів глобальної мережі Інтернет. Набуття навичок стосовно

– адресації мережних інтерфейсів комп'ютера за протоколами канального й мережного рівнів;

– дослідження динаміки перетворень IP-адреси в MAC;

– редагування записів ARP-таблиць в комп'ютерах з мережною операційною системою (NOS) типу Windows.

КЛЮЧОВІ ПОЛОЖЕННЯ

Фізична адреса мережного інтерфейсу

Для вузлів, що входять у локальні комп'ютерні мережі (ЛКМ) стандарту IEEE[1], фізична адреса – це MAC-адреса мережного адаптера (Ethernet, Token Ring тощо) комп'ютера чи порту маршрутизатора. Ця адреса використовується для адресації мережних інтерфейсів на підрівні керування доступом до середовища передавання (Media Access Control – MAC), канального рівня IEEE. MAC-адреса для існуючих технологій локальних мереж стандарту IEEE має формат, обсяг якого становить 6 байт (48 біт). Фізичну адресу узвичаєно записувати в шістнадцятковій системі числення з поділом її на байти за допомогою двокрапок чи дефіса, наприклад: 08-40-6E-D2-FC-78.

MAC-адреси записуються в пам'яті мережних адаптерів виробниками устаткування і є унікальними, тому що керуються централізовано. Щоб полегшити керування MAC-адресами IEEE, запропонував поділити 48-бітове поле адреси на дві частини: прапорці та *універсально керовану адресу* (UAA – Universally Administered Address). Значення двох однобітових прапорців MAC-адреси (біти 47 та 46) визначають спосіб інтерпретації універсально керованої адресної частини, тобто бітів 0 … 45. Формат цієї адреси подано на рис. 10.1, де

– біт I/G – прапорець індивідуальної/групової адреси, котрий дозволяє трактувати MAC-адресу, як індивідуальну (unicast) чи групову (multicast);

– біт U/L – прапорець універсального/локального керування MAC-адресою, котрий визначає спосіб надання фізичної адреси мережному інтерфейсові;

– біти OUI[2] (Organizationally Unique Identifier) – це організаційно унікальний ідентифікатор фірми виробника мережного адаптера, який IEEE надає виробникам мережного устаткування;

[1] Комітет 802 IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) Інженерного інституту електротехніки й електроніки стандартизує технології локальних комп'ютерних мереж, наприклад Ethernet (стандарт IEEE 802.3), Token Ring (стандарт IEEE 802.5) тощо.

[2] Ідентифікатор OUI надається органом IEEE Registration Authority. В Інтернеті існують списки наданих OUI, посилання на які можна знайти на www.wiley.com/compbooks.

– біти OUA (Organizationally Unique Address) – це організаційно унікальна адреса, яку надає мережному адаптерові виробник устаткування.

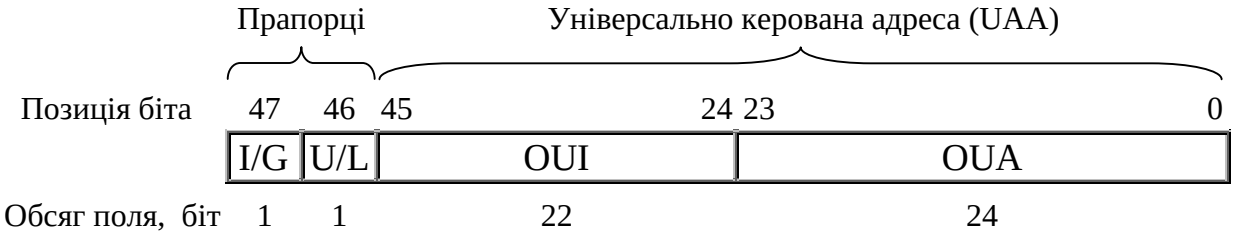

Рисунок 10.1 – Структура MAC-адреси стандарту IEEE

Логічна адреса мережного інтерфейсу

Структура мережної адреси. Мережний протокол IP (Internet Protocol) для адресації пакетів на мережному рівні формує заголовок, у якому вказує IP-адреси машин одержувача та відправляча пакета. Адреси інтерфейсів машини відправляча пакета надає менеджер мережі в перебігу її інсталяції відповідно до того, в які IP-мережі комп'ютер підімкнено. Адресу машини одержувача пакета зазначає користувач комп'ютера в процесі роботи з прикладною програмою. Зауважимо, що IP-адреса ідентифікує не комп'ютер, а лише його мережний інтерфейс – точку доступу програмного модуля IP до мережного інтерфейсу, котрий будемо називати *IP-інтерфейс комп'ютера*.

У даний час в мережі Інтернет чинною є четверта версія протоколу IP (IP v. 4) та впроваджується шоста версія (IP v. 6). IP-адреси у цих версіях суттєво відрізняються. У відповідності до четвертої версії, на IP-адресу виділяється 32 біти. IP-адресу для зручності узвичаєно записувати з розбиванням її по байтах (октетах). Кожен октет записується у формі десяткового числа. Ці числа розділяються крапками. Наприклад, подана у десятковій формі IP-адреса 195.5.27.1 виглядатиме у двійковій формі так: **110**00011 00000101 00011011 00000001. Тут жирним шрифтом виокремлено двійкові символи, що вказують на клас IP-адреси.

Старші *n* бітів IP-адреси визначають номер IP-мережі, а молодші *m* бітів, що залишились, – номер вузла цієї мережі, тобто host (хост) номер. Положення границі поміж мережною та хостовою частинами адреси може бути різним. Ця границя, тобто кількість старших бітів, відведених на номер мережі, визначається за класом IP-адреси (для класової моделі адресації) або за маскою мережі (для безкласової моделі адресації).

Класи адрес. Існують п'ять класів IP-адрес, які відрізняються кількістю *n* біт у мережному номері (рис. 10.2). Клас адреси визначається значенням старших бітів першого октету двійкової форми адреси, а для десяткової форми запису – значенням першого октету.

Ознакою адреси класу *A* є нульове значення старшого біта. Перший октет адреси у десятковій формі може набувати значень від 1 до 126. Адреси цього класу призначені для адресації комп'ютерів у великих мережах. На нумерацію мереж виділяється перший октет (n – 1 = 7 біт), а на нумерацію вузлів – три інших октети (m = 24 біт). Тому можлива кількість мережних

адрес цього класу є невелика: $\boldsymbol{N_м = 2^{n-1} - 2} = 126$. В межах кожної мережі класу *A* припустимо адресувати достатньо велику кількість вузлів (IP-інтерфейсів): $\boldsymbol{N_в = 2^m - 2} = 16777214$.

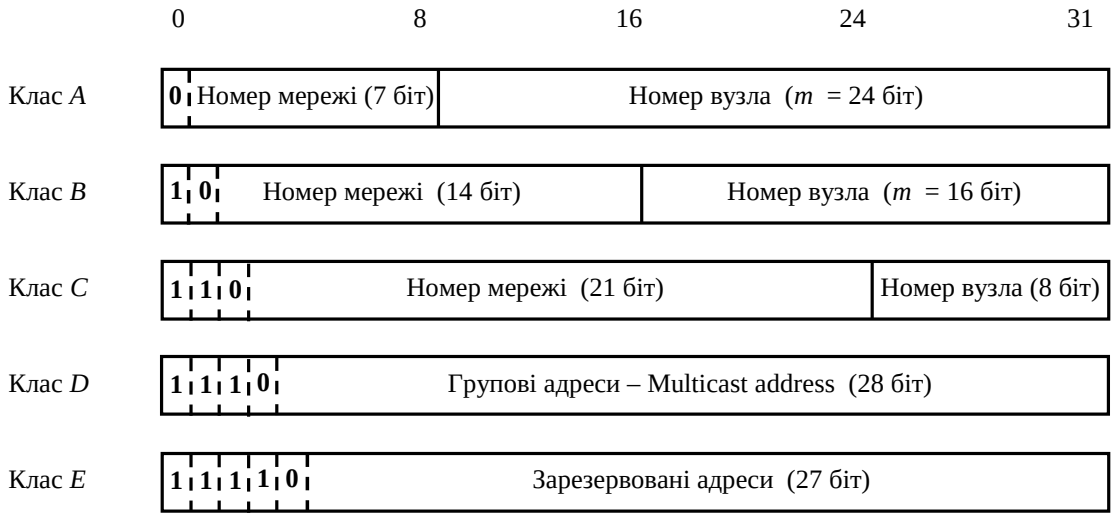

Рисунок 10.2 – Структура IP-адреси

Адреси класу *B* розпочинаються з двійкової комбінації "**10**", тому перший октет адреси у десятковій формі може набувати значень від 128 до 191. Адреси цього класу можуть використовуватися в мережах середньої ємності, наприклад, мережах великих компаній. В адресі класу *B* на нумерацію мереж виділяються два перших октети (n – 2 = 14 біт), а на нумерацію вузлів – два інших, що залишились (m = 16 біт). Можлива кількість мережних адрес цього класу $N_м = 2^{14} = 16384$. В межах кожної мережі припустимо адресувати до $N_в = 2^{16} - 2 = 65534$ вузлів.

Адреси класу *C* розпочинаються з двійкової комбінації "**110**", тому перший октет адреси у десятковій формі може набувати значень від 192 до 223. В адресі класу *C* на нумерацію мереж виділяються три перших октети (n – 3 = 21 біт), а на нумерацію вузлів – один, що залишився (m = 8 біт). Можлива кількість мережних адрес *C* класу $N_м = 2^{21} = 2097152$. Адреси класу *C* застосовуються в мережах з невеликою кількістю комп'ютерів – до $N_в = 2^8 - 2 = 254$.

Адреси класу *D* розпочинаються з двійкової комбінації "**1110**", тому перший октет адреси у десятковій формі може набувати значень від 224 до 239. Адреси класу *D* вважаються груповими адресами (multicast) і не мають поділу на номери мереж та вузлів. Ці адреси використовуються при звертаннях до груп комп'ютерів Інтернету.

Адреси класу *E* розпочинаються з двійкової комбінації "**11110**", тому перший октет адреси у десятковій формі може набувати значень від 240 до 247. Адреси цього класу зарезервовано для майбутніх використань.

Особливі адреси. Особливий зміст має IP-адреса, перший октет якої має десяткове значення 127. Її зарезервовано для тестування програм і взаємодії процесів у межах одного комп'ютера (див. табл. 1.2). Коли програма надсилає дані за адресою 127.0.0.1, то утворюється немовби "петля" (loopback). Дані не

передаються мережею, а повертаються до програмних модулів верхнього рівня, немовби щойно прийняті. Тому в IP-мережах забороняється надавати комп'ютерам IP-адреси, які розпочинаються з десяткового числа 127 [1].

В стандартах IETF (Internet Engineering Task Force) визначено декілька діапазонів адрес мереж, які не повинні застосовуватись для адресації в Інтернеті. Тому маршрутизатори Інтернету за жодних умов не повинні опрацьовувати пакети з такими адресами мереж призначення. Ці адреси зарезервовано для локального використання в корпоративних мережах, які не інтегровано до Інтернету. Адреси, які зарезервовано для локального застосування виокремлено з різних класів. У класі *A* зарезервовано один мережний номер, у класі *B* – 16 номерів мереж, а в класі *C* – 256 номерів мереж (табл. 10.1).

Таблиця 10.1 – Мережні адреси локального застосування

Клас	Кількість мереж	Діапазон номерів мереж локального використання	Діапазон номерів вузлів локального використання
A	1	10.0.0.0	10.0.0.1 … 10.255.255.254
B	16	172.16.0.0 … 172.31.0.0	172.16.0.1 … 172.31.255.254
C	256	192.168.0.0 … 192.168.255.0	192.168.0.1 … 192.168.255.254

Протокол ARP

Перетворення адрес за протоколом ARP. У перебігу передавання даних прикладна програма надає протоколам нижчого рівня *логічну IP-адресу* одержувача цих даних, яка, наприклад, використовується протоколом мережного рівня при формуванні заголовка до одержаних даних. Протокол канального рівня ЛКМ при формуванні кадру використовує *фізичну адресу* одержувача кадру. Ця адреса є чинна лише в межах локальної мережі при обміні даними поміж машинами цієї мережі, наприклад поміж робочими станціями (PC) або поміж маршрутизатором та PC.

Алгоритм визначення MAC-адреси інтерфейсу комп'ютера одержувача кадру на підставі мережної адреси залежить від протоколів мережного та канального рівнів. Якщо на мережному рівні використовується протокол IP, а на канальному – Ethernet, то MAC-адреса одержувача кадру визначається на підставі IP-адреси одержувача пакета з ARP-таблиці.

Розглянемо процедуру перетворення IP-адреси в MAC-адресу. Програмний IP модуль маршрутизатора, одержавши пакет, адресований вузлові однієї з мереж, повинен за даними таблиці маршрутів та за зазначеною в заголовку пакета IP-адресою вузла призначення, віднайти маршрут (IP-адресу шлюзу, мережний інтерфейс тощо), за яким належить передати цей пакет. Канальний протокол мережного інтерфейсу, якому передано пакет, повинен, відповідно до вимог мережної технології, котра має місце в цьому інтерфейсові, сформувати кадр і зазначити в ньому фізичну адресу (MAC-адресу) шлюзу чи вузла призначення. У пакеті, який надається канальному протоколові, MAC-адреса шлюзу не зазначається, тому перед

маршрутизатором постає завдання пошуку її за допомогою протоколу перетворення адрес ARP (Address Resolution Protocol). З аналогічною задачею стикається і PC (прикінцевий вузол), коли надсилає пакет іншому вузлові локальної чи віддаленої мережі.

ARP-таблиця. Завдання адресного протоколу ARP – перетворення (відбиття) мережної IP-адреси інтерфейсу комп'ютера на його фізичну адресу, тому що ці адреси формуються незалежно. Перетворення адрес виконується шляхом пошуку в ARP-таблиці.

ARP-таблиця зберігається в пам'яті комп'ютера й формується для кожного його інтерфейсу й містить записи адрес вузлів однієї ЛКМ. Формат записів залежить від мережної операційної системи (МОС) комп'ютера. У одному рядку ARP-таблиці записано IP- та MAC-адреси інтерфейсу вузла локальної мережі. Якщо потрібно перетворити IP-адресу на MAC-адресу, в таблиці відшукується запис рядка з необхідною IP-адресою. Запис рядка таблиці може бути зроблено динамічно (dynamic) або статично (static). Статичний запис робить адміністратор мережі, а динамічний – виконується автоматично за допомогою протоколу ARP в міру необхідності. Тривалість динамічного запису в ARP-таблиці є обмеженою.

На рис. 10.3 наведено приклад ARP-таблиці для інтерфейсу 2 (IP-адреса: 195.5.27.65) комп'ютера з NOS Windows. Подана ARP-таблиця має три динамічні записи IP- та MAC-адрес, які відповідають адресам трьох машин, що працюють в одній ЛКМ Ethernet.

Interface: 195.5.27.65 on Interface 2

Internet Address	Physical Address	Type
195.5.27.66	08:00:39:00:2F:C3	dynamic
195.5.27.67	08:00:5A:21:20:22	dynamic
195.5.27.69	00:40:95:03:B3:6F	dynamic

Рисунок 10.3 – Приклад динамічної ARP-таблиці

Як уже зазначалось, IP-адресу мережному інтерфейсу комп'ютера надає адміністратор мережі з урахуванням її положення в мережі TCP/IP. Якщо комп'ютер перемістити в іншу частину мережі TCP/IP, то адміністраторові необхідно змінити IP-адреси її мережних інтерфейсів. Але MAC-адреси цих інтерфейсів комп'ютера не змінюються, тому що вони беруться з пам'яті мережних адаптерів. Коли ж в комп'ютері замінюється плата мережного адаптера, то автоматично змінюється і MAC-адреса цього інтерфейсу, а IP-адреса залишається, тому що положення комп'ютера в мережі не змінюється.

Динамічне поновлення записів ARP-таблиці. Розглянемо випадок, коли в ARP-таблиці немає запису, необхідного для перетворення IP-адреси на Ethernet-адресу. Зрозуміло, що сформувати Ethernet-кадр з індивідуальною адресою призначення в цьому разі буде неможливо. Тому, за протоколами стека TCP/IP в такому разі чинним є наступний алгоритм:

1 Вихідний IP-пакет, котрий має передаватись, ставиться в чергу[1].

2 Протокол ARP формує широкомовний ARP-запит до протоколів ARP, установлених на всіх інтерфейсах ЛКМ, і надсилає його драйверові Ethernet для передавання мережею. Цей запит можна інтерпретувати таким чином: "Якщо ваша IP-адреса збігається із зазначеною, то повідомте мені вашу Ethernet-адресу".

3 Драйвер Ethernet інкапсулює ARP-запит в широкомовний кадр і передає його мережею.

4 Усі драйвери активних комп'ютерів мережі Ethernet приймають широкомовний кадр, перевіряють адресу його призначення, контрольну суму, поле типу і передають ARP-запит модулеві ARP.

5 Кожен модуль ARP, отримуючи ARP-запит, перевіряє в ньому поле IP-адреси призначення. Якщо ця адреса збігається з його власною, то ARP-відповідь надсилається уже безпосередньо на Ethernet-адресу комп'ютера відправляча ARP-запиту. Цю відповідь можна інтерпретувати таким чином: "Так, це моя IP-адреса, їй відповідає нижчезазначена Ethernet-адреса".

6 Драйвер комп'ютера, котрий зробив ARP-запит, отримує Ethernet-кадр, перевіряє його адресу призначення, контрольну суму, поле типу й передає ARP-відповідь модулеві ARP.

7 Модуль ARP аналізує ARP-відповідь і додає запис у свою ARP-таблицю.

8 Для поставленого в чергу IP-пакета за допомогою ARP-таблиці відбувається перетворення IP-адреси на Ethernet-адресу.

9 IP-пакет інкапсулюється в Ethernet-кадр, який передається мережею Ethernet.

Отже, новий запис у ARP-таблиці з'являється автоматично, через кілька мілісекунд по тому, як він був потрібен. Якщо в локальній мережі немає машини із шуканою IP-адресою, то не буде ARP-відповіді й запису в ARP-таблиці. Протокол IP знищуватиме IP-пакети, надсилані за цією адресою.

Адміністраторам глобальної мережі, наприклад X.25, раніше доводилось вручну формувати записи в адресній таблиці. Сьогодні, цей процес в глобальних мережах також автоматизовано. Задля цього в мережі виділяється спеціальний комп'ютер – ARP-сервер, який веде ARP-таблицю для інших вузлів цієї мережі. На кожному комп'ютерові мережі, адміністратор вручну задає фізичну та логічну адресу ARP-сервера. Після цього комп'ютер мережі може реєструвати свої адреси (фізичну та логічну) на ARP-сервері й за необхідності звертатись до сервера із запитами стосовно перетворення адреси.

[1] Деякі реалізації IP та ARP не ставлять у чергу IP-пакети, коли вони очікують на ARP-відповідь. Замість цього IP-пакет просто знищується, а його поновлення покладається на модуль TCP або на прикладний процес, якщо він працює через UDP. Таке поновлення виконується за допомогою таймаута й повторного передавання. Якщо за першої спроби передавання повідомлення відбулось заповнення ARP-таблиці, то повторне передавання за взятим таймаутом відбувається успішно.

Редагування записів ARP-таблиці

Програмне забезпечення локальних мереж передбачає ручне редагування записів ARP-таблиці. Приміром, в програмній реалізації TCP/IP для мережної операційної системи типу Windows існує утиліта **arp**, яка дозволяє редагувати записи в ARP-таблиці й відбиває її зміст на екрані монітора. Формат команди, що активізує роботу цієї утиліти, має такий вигляд:

arp [ключ] [параметр].

Якщо не зазначено ключ і параметр, то на екран монітора виводиться файл допомоги (help) зі списком можливих команд, ключів і параметрів, які наведено в табл. 10.2.

Таблиця 10.2 – Команди перегляду та редагування записів ARP-таблиці

Команда, ключ, параметр		**Призначення**
arp -a [inet_addr] [-N if_addr]		Виведення на монітор поточних записів ARP-таблиці для IP-інтерфейсу, визначеного параметром if_addr.
arp -s inet_addr eth_addr [if_addr]		Додавання статичного запису відповідності адрес IP і MAC в ARP-таблицю для інтерфейсу if_addr
arp -d inet_addr [if_addr]		Вилучення запису, зумовленого параметром inet_addr, з ARP-таблиці для інтерфейсу if_addr
Ключ	-a	Виведення на монітор поточних записів ARP-таблиць
	-s	Додавання статичного запису в ARP-таблицю
	-d	Вилучення запису, зумовленого параметром inet_addr
	-g	Аналог ключа -a
Параметр	inet_addr	IP-адреса (десяткової форми запису)
	eth_addr	MAC-адреса (шістнадцяткової форми запису)
	if_addr	Адреса IP-інтерфейсу, для якого потрібно редагувати таблицю. Якщо параметр не задано, використовується перший доступний інтерфейс

Наприклад, за допомогою команди

arp -s 195.5.27.254 08-aa-00-62-c6-09 195.5.27.65

в ARP-таблицю для другого мережного інтерфейсу PC, IP-адреса якого є 195.5.27.65, можна додати статичний запис (рис. 10.4). Цей запис буде утримуватись в оперативній пам'яті комп'ютера до його перезавантаження. Для відбиття ARP-таблиці на екрані монітора застосовується команда **arp -a**.

Interface: 195.5.27.65 on Interface 2

Internet Address	Physical Address	Type
195.5.27.66	08:00:39:00:2F:C3	dynamic
195.5.27.254	08-aa-00-62-c6-09	static

Рисунок 10.4 – Приклад ARP-таблиці зі статичним та динамічним записами

Динамічні ARP записи утримуються в оперативній пам'яті комп'ютера впродовж інтервалу утримання T_y (зазвичай T_y = 120 с). Якщо за час T_y динамічний запис буде використано, то цей запис утримується в оперативній пам'яті ще впродовж інтервалу $5T_y$, а далі за незатребуваністю автоматично вилучається.

Для вилучення запису з ARP-таблиці, наприклад вище внесеного статичного запису, треба застосувати команду **arp** з ключем **-d**

arp -d 195.5.27.254 195.5.27.65 .

Вищеозначені команди впроваджуються з клавіатури у вікні MS DOS програми **command** (для NOS Windows 95/98) та **cmd** (для NOS Windows 2000).

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1 Наведіть приклад IP-адреси класу *B* й зазначте її обсяг (у бітах).

2 За якою формулою обчислюється кількість мереж та вузлів адреси класу *A*?

3 Яку кількість адрес мереж класу *C* надано для локального застосування? Наведіть приклад однієї з цих адрес.

4 Наведіть приклад MAC-адрес двох мережних інтерфейсних карт одного й того самого виробника та зазначте їх обсяг (у бітах).

5 Які типи адреси (IP, MAC, DNS) використовує: канальний протокол? протокол маршрутизації? прикладна програма?

6 Чому для фізичних адресації інтерфейсів комп'ютера адміністратор не може використовувати адресу 127.0.0.1 ?

7 Запишіть адресу 127.0.0.1 у двійковій формі.

8 Яке призначення має ARP-таблиця?

9 Як вивести на екран комп'ютера з NOS Windows вміст ARP-таблиці?

10 Якою може бути тривалість динамічного запису в ARP-таблиці NOS Windows?

11 У який спосіб додається динамічний запис у ARP-таблицю з NOS Windows?

12 У який спосіб додається статичний запис у ARP-таблицю з NOS Windows?

13 Якою є тривалість статичного запису в ARP-таблиці з NOS Windows?

14 У який спосіб вилучається статичний запис з ARP-таблиці NOS Windows?

15 У який спосіб користувач, наприклад PC 195.5.27.18, може довідатися про фізичну адресу іншої PC 195.5.27.20 цієї ж локальної мережі?

ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

1 Вивчити ключові положення до лабораторної роботи (ЛР).

2 Підготувати письмові відповіді на два контрольних запитання за номерами $\boldsymbol{M_1 = k + l - 1}$ та $\boldsymbol{M_2 = 17 - k - l}$, де k – порядковий номер бригади; l – порядковий номер, за алфавітом, прізвища студента в бригаді; якщо $M_1 = M_2$, то взяти $M_2 = 15$.

3 Ознайомитись з лабораторним завданням та підготувати команди утиліти **arp** з ключами та параметрами необхідними для виконання ЛР.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАВДАННЯ

Дослідження форматів та параметрів команди arp

1 За допомогою команди **command** для Windows 95/98 (або **cmd** для Windows 2000) відкрити вікно MS DOS програми. Команда вводиться у вікні, яке відкривається за допомогою опції меню "Выполнить…" кнопки "Пуск".

2 Увести з клавіатури команду **arp** без жодних ключів та параметрів.

3 Ознайомитись з ключами та параметрами цієї команди, котрі будуть подані у виведеному на екран монітора тексті допомоги (Help).

4 Записати в протокол ЛР призначення: ключів **-a**, **-s**, **-d**; параметрів **inet_addr** та **eth_addr**.

Перегляд та динамічне поповнення записів ARP-таблиці

5 Вивести на екран монітора ARP-таблицю, скориставшись командою **arp** з ключем **-a**, тобто **arp -a** .

6 Якщо в ARP-таблиці відсутні записи (або їх мало), то необхідно відкрити та закрити транспортні TCP з'єднання до комп'ютерів IP мережі. Наприклад, відкривши вікно "Сетевое окружение", а там одно чи декілька вікон (піктограм) доступних мережних локальних комп'ютерів.

7 Знову ж у вікні "Сеанс MS DOS" увести з клавіатури команду **arp -a** .

8 Записати в протокол ЛР вміст ARP-таблиці мережного інтерфейсу комп'ютера. Звернути увагу на кількість записів таблиці, яка має відповідати кількості відкритих транспортних сполучень з різними PC на протязі інтервалу часу утримання записів $T_{\text{у}}$.

Дослідження тривалості динамічного запису в ARP-таблиці

9 Відкрити транспортне сполучення до будь-якого доступного комп'ютера ЛКМ та зафіксувати й унести до протоколу ЛР приблизний час установлення цього сполучення (до одиниць секунд).

10 Приблизно через 90 с після установлення сполучення періодично через 5-10 с виводити на екран монітора ARP-таблицю та зафіксувати й унести до протоколу ЛР час, коли динамічний запис відповідності IP та MAC адрес цього сполучення буде вилучено.

11 Підрахувати та внести до протоколу ЛР виміряний інтервал часу утримання $T_{\text{ув}}$ запису в ARP-таблиці, вказавши абсолютну й відносну похибки вимірювань.

Статичне поповнення записів ARP-таблиці

12 За допомогою команди, формат якої **arp -s inet_addr eth_addr**, внести в ARP-таблицю статичний запис відповідності довільних адрес IP та MAC.

13 Знову вивести на екран монітора ARP-таблицю.

14 Внести до протоколу ЛР вміст ARP-таблиці. Звернути увагу на рядок статичного запису в ARP-таблиці.

Вилучення записів з ARP-таблиці

15 За допомогою команди формат якої **arp -d inet_addr** вилучити з ARP-таблиці статичний запис, який внесено раніше при виконанні п. 12.

16 Вивести на екран монітора ARP-таблицю.

17 Відбити в протоколі ЛР вміст ARP-таблиці.

18 Закрити вікно MS DOS програми.

ЗМІСТ ПРОТОКОЛУ

У протоколі до ЛР повинно бути відбито тему й мету роботи. Пункт 2 домашнього завдання (контрольні запитання й відповіді). Результати виконання пунктів 4, 8, 9-11, 14, 17 лабораторного завдання (призначення ключів та параметрів команди **arp**, вміст ARP-таблиць, дані вимірювань тривалості утримання динамічного запису в ARP-таблиці). Висновки.

Лабораторна робота № 11

КОНФІГУРУВАННЯ СТАТИЧНИХ МАРШРУТІВ МЕРЕЖІ TCP/IP

МЕТА РОБОТИ

Вивчення принципів статичної маршрутизації пакетів в IP-мережах. Набуття практичних навичок стосовно

– створення та адресації логічних підмереж;

– редагування таблиць маршрутизації протоколу IP в комп'ютерах з NOS Windows.

КЛЮЧОВІ ПОЛОЖЕННЯ

Створення логічних підмереж

Адресний простір будь-якої IP-мережі може бути поділений на неперетинні підпростори – IP-підмережі (Subnet IP). З кожною IP-підмережею можна працювати як зі звичайною мережею TCP/IP. За такою схемою єдина IP-мережа якого завгодно підприємства може будуватися шляхом об'єднання підмереж. Як правило, підмережа відповідає одній фізичній мережі, наприклад одній локальній мережі Ethernet.

Зрозуміло, використання підмереж не є обов'язкове. Можна просто призначити для кожної фізичної мережі власний мережний номер, наприклад, номер класу *C*. Тоді мережа підприємства матиме декілька IP-мереж і відповідно декілька IP-адрес класу *C*. Однак, якщо мережа підприємства інтегрується в іншу мережу, наприклад Інтернет, таке рішення має два недоліки. Перший, істотний, полягає в марній витраті мережних номерів. Більш серйозний недолік полягає в тому, що маршрутизатори поза мережею підприємства повинні підтримувати записи про маршрути приступу до кожної з IP-мереж підприємства. Отже, структура мережі підприємства стає видимою ззовні. За певних змін у IP-мережах інформація про них повинна бути врахована в кожному з маршрутизаторів, котрі підтримують маршрути доступу до мережі підприємства.

Логічні підмережі дозволяють уникнути цих недоліків. Підприємство повинно одержати від підрозділу Інтернету, наприклад, Inter NIC (Network Information Center) чи провайдера Інтернету[1] (якщо мережа підприємства інтегрується в Інтернет) один мережний номер необхідного класу. Нехай це буде, приміром, IP-адреса класу *C*.

Для IP-адреси класу *C* перші три октети є номером мережі (див. рис. 10.2). Частину IP-адреси, яка залишилася, можна використовувати як завгодно. Наприклад, можна вважати, що два старші біти 4-го октета будуть визначати номер підмережі, а 6 молодших бітів – номер вузла в підмережі. Цю конфігурацію підмереж потрібно описати за допомогою маски підмережі (Subnet Mask) у файлах, які визначають маршрутизацію IP-пакетів. Цей опис є локальним для мережі підприємства і не є видимий ззовні мережі. В цьому

[1] Зазвичай провайдери послуг Інтернет одержують діапазон IP-адрес у підрозділі Inter NIC, а потім розподіляють їх поміж своїми абонентами.

разі всі зовнішні маршрутизатори бачитимуть одну велику IP-мережу. Вони повинні підтримувати лише маршрут доступу до шлюзу, який сполучає мережу підприємства з іншими мережами. Зміни, які можуть відбуватись в мережі підприємства, не буде видно ззовні. Тому в мережі підприємства можна легко додати нову підмережу, новий маршрутизатор тощо.

Отже, за допомогою маски підмережі створюється більш гнучка межа поміж мережною та хостовою частинами IP-адреси, що дозволяє, по-перше, більш економно використовувати наданий адресний простір, по-друге, адресувати мережі й вузли за безкласовою системою адресації. Машина визначає цю межу, тобто виділяє IP-адресу мережі, за допомогою логічного множення IP-адреси вузла на маску мережі (підмережі). Отриману адресу мережі ще називають безкласовою, тому що вона не належить до жодного класу (див. рис. 10.2). *Маска мережі* (підмережі) являє собою 32-бітову двійкову комбінацію, старші байти якої є одиничні, а молодші – нульові.

Розглянемо приклади утворення підмереж на базі IP-адреси класу *C* та визначення адреси мережі за допомогою маски[1] 255.255.255.192 .

Приклад 11.1. Визначити IP-адресу підмережі, до якої належить адреса вузла 195.5.27.69, якщо маска підмережі (мірежі) є 255.255.255.192.

Розв'язок. Перемноживши у двійковій формі маску мережі на адресу вузла

$$\begin{array}{r} \text{x}\ \begin{array}{l} 11111111\ 11111111\ 11111111\ 11000000 \\ \underline{11000011\ 00000101\ 00011011\ 01000101} \end{array} \\ 11000011\ 00000101\ 00011011\ 01000000, \end{array}$$

дістанемо IP-адресу, яка є адресою підмережі, тому що на позиціях номера вузла встановлено нульові біти. Перевівши цю адресу з двійкової форму запису в десяткову з поділом на байти, отримаємо: 195.5.27.64. У такий спосіб визначено, що адреса вузла 195.5.27.69 належить до підмережі, IP-адреса якої є 195.5.27.64.

Приклад 11.2. Розробити схему адресації двох підмереж та комп'ютерів на базі адресного простору класу *C* 195.5.27.*X* та маски 255.255.255.192.

Розв'язок. Обчислимо кількість підмереж. Маска мережі класу *C* за замовчуванням 255.255.255.0 має $n_1 = 24$ одиничних біти. Задана маски 255.255.255.192 має $n_2 = 26$ одиничних біт. Різницю в $d = n_2 - n_1 = 2$ біт використаємо для адресації підмереж (це 8-й та 7-й біти четвертого октету). Отже кількість підмереж: $\boldsymbol{N_{\text{пм}} = 2^d} = 4$.

Визначимо адреси підмереж. Як відомо, для адресації мереж (підмереж) використовуються IP-адреси з нульовими бітами на позиціях номера вузла. Значення, в десятковій формі, четвертого байта (для класу *C*) адреси підмережі обчислимо за формулою $\boldsymbol{X_{i\text{пм}} = i \cdot 2^{8-d-1}} = 64i$, де $i = \{0, 1, 2, 3\}$ – номер підмережі. Отже, із простору 256 номерів вузлів ми задіяли 4 адреси (з нульовими бітами у номері вузла) для адресації підмереж, а саме: 195.5.27.0;

[1] Приклади адресації підмереж та вузлів в межах адреси класу *C* за різними масками наведено у додатку А.

195.5.27.64; 195.5.27.128; 195.5.27.192.

Визначимо широкомовні (Broadcast) адреси у підмережах. У кожній IP-мережі (підмережі) для широкомовних передач використовуються широкомовні адреси з одиничними бітами на позиціях номера вузла. Значення, в десятковій формі, четвертого байта широкомовної адреси підмережі обчислимо за формулою $X_{i\text{ш}} = (i + 1)\cdot 2^{8-d-1} - 1 = 64(i + 1) - 1$. Запишемо отримані у такий спосіб широкомовні адреси для 4-х підмереж: 195.5.27.63; 195.5.27.127; 195.5.27.191; 195.5.27.254.

Визначимо адреси вузлів. Кількість позицій, які призначено за заданою маскою для вузлової частини адреси, $g = 32 - n_2 = 6$. Кількість номерів, які можна використати для адресації мережних інтерфейсів комп'ютерів у кожній підмережі, $N_{\text{в}} = 2^g - 2 = 62$. Значення, в десятковій формі, четвертого байту, адреси вузла i-ї підмережі лежать у межах $X_{i\text{в}} = \{X_{i\text{пм}}+1, \ldots, X_{i\text{ш}} - 1\}$. На рис. 11.1, для заданого прикладу надано схему адресації двох підмереж та інтерфейсів певних комп'ютерів у цих підмережах.

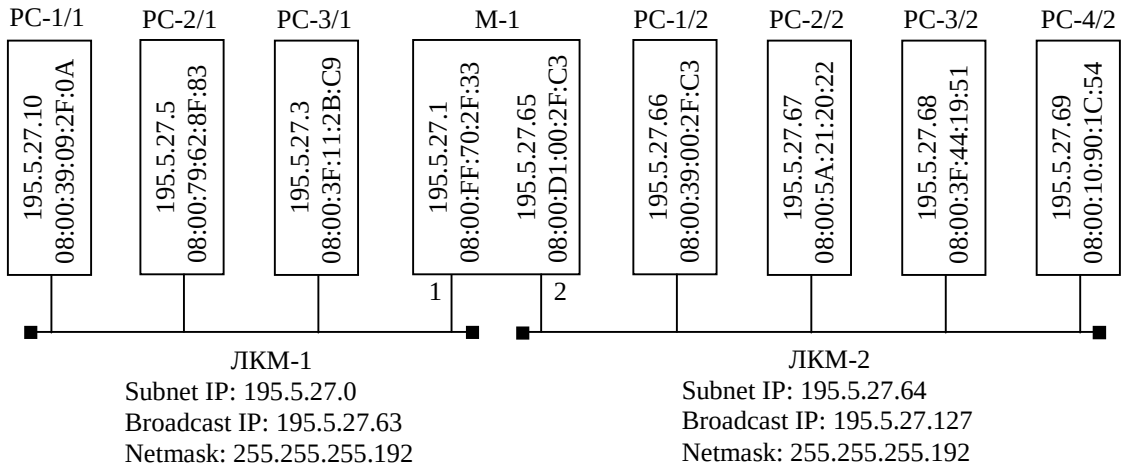

Рисунок 11.1 – Приклад адресації інтерфейсів комп'ютерів у IP-мережі

Методи маршрутизації IP-пакетів

У IP-мережах використовується метод однокрокової маршрутизації (next hop routing) пакетів. В окремих випадках, наприклад при тестуванні віртуальних сполучень, застосовується метод маршрутизації від джерела (source routing).

Відповідно до методу однокрокової маршрутизації, кожен вузол мережі бере участь у виборі лише одного кроку передавання пакета (дейтаграми). Рішення стосовно цього ухвалюється на підставі вказаної у пакеті адреси мережі одержувача та пошуку в таблиці маршрутизації (routing tables) придатного напрямку передавання. Але, ані в пакеті, ані в таблиці маршрутизації немає відомостей про весь маршрут його проходження у вигляді послідовності IP-адрес вузлів (маршрутизаторів) мережі, через які він повинен пройти. У кожнім рядку таблиці маршрутизації вказується IP-адреса наступного вузла (шлюзу) на шляху до мережі одержувача. Якщо одержувач розташований у мережі, яку підімкнено до одного з портів маршрутизатора, то пакет доставляється цим маршрутизатором до одержувача безпосередньо.

Зауважимо, що разом з пакетом наступному вузлові мережі передається й відповідальність за вибір наступного кроку спрямування пакета. Такий підхід розподіляє по всій мережі розв'язання завдання вибору маршруту й знімає обмеження на максимальну кількість маршрутизаторів на шляху пакета.

При маршрутизації від джерела вибір маршруту провадиться РС або маршрутизатором доступу до мережі. Всі інші маршрутизатори мережі лише відпрацьовують обраний маршрут. Вся інформація про маршрут передавання міститься в самому пакеті й задається в точці його формування. Ця інформація має перелік тих мереж чи маршрутизаторів, через які повинен пройти даний пакет. Вузол, який формує пакет, відповідає за те, щоб ця інформація була записана в заголовок пакета. Отже, у цьому методі відповідальність за вибір оптимального маршруту покладається не на мережу, а на вузол, котрий формує маршрут.

Основна задача, що покладається на маршрутизатори мережі TCP/IP, – це вибір оптимального маршруту передавання пакетів через мережу до вузла призначення. Розв'язання цієї задачі покладається на маршрутні протоколи (routed protocols) і протоколи маршрутизації (routing protocols).

Маршрутні протоколи застосовуються для вибору потрібного маршруту ретрансляції пакетів, котрі надсилаються. Ці протоколи визначають адресацію, фрагментацію та формат заголовка пакета. У заголовках пакетів міститься адресна й інша інформація, потрібна для ретрансляції. До таких протоколів належать IP, IPX тощо.

Протоколи маршрутизації – це протоколи керування процесами динамічної маршрутизації, котрі формують і поновлюють оптимальні, за певними критеріями, маршрути таблиці маршрутизації. Ці протоколи обмінюються службовими даними, збираючи інформацію про топологію мережі, й обчислюють оптимальні маршрути. До таких протоколів належать RIP (Routing Information Protocol), OSPF (Open Shortest Path First) тощо.

Керування маршрутизацією у великих розподілених мережах є складним завданням. Розрізняють три групи алгоритмів керування маршрутами.

1 *Ручна* (*статична*) *маршрутизація*. Застосовується в мережах із простою топологією. Формування і зміну маршрутів виконує адміністратор мережі.

2 *Адаптивна маршрутизація*. Маршрути формуються на підставі даних, розміщених в пакетах, котрі проходять через маршрутизатор.

3 *Динамічна маршрутизація*. Для відбиття поточної мережної топології на маршрутизаторах створюються й підтримуються динамічні записи у таблиці маршрутизації. Маршрутизатори за допомогою протоколів маршрутизації періодично обмінюються поміж собою інформацією про мережну топологію. За зміни топології мережі автоматично вносяться зміни у таблиці маршрутизації.

Статична маршрутизація в IP-мережах

У комп'ютерних мережах із безальтернативними маршрутами доцільне використання статичної маршрутизації IP-пакетів. Адміністратор такої комп'ютерної мережі повинен вручну створити записи маршрутів до мереж призначення у таблиці маршрутизації кожного мережного пристрою (маршрутизатора, сервера, PC). За допомогою цих таблиць IP-модуль комп'ютера ретранслює IP-пакети до наступного маршрутизатора, котрий перебуває на шляху оптимального маршруту до мережі призначення. Цей наступний маршрутизатор, за термінологією TCP/IP, називають шлюзом (gateway).

Протокол IP v. 4 передбачає однокроковий метод проходження пакета мережею. Відповідно до цього методу, маршрутизатор чи інший пристрій мережі бере участь у виборі лише одного кроку передавання пакета. Тому в маршрутній таблиці зазначається не весь маршрут у вигляді послідовності IP-адрес маршрутизаторів, через які має пройти пакет, а лише одна IP-адреса наступного маршрутизатора, котрому необхідно передати пакет. У таблицю маршрутизації вноситься така основна інформація про маршрут пакета: IP-адреса пункту (мережі, вузла мережі) призначення; маска пункту призначення; IP-адреса шлюзу (наступного маршрутизатора); вихідний мережний інтерфейс драйвера, якому IP-модуль має передати пакет для інкапсуляції його в кадр; адміністративна відстань до мережі призначення тощо.

У таблицях маршрутизації прописуються два типи маршрутів: прямі й непрямі. *Прямий маршрут* – це маршрут від даного комп'ютера до мережі, яка сполучена безпосередньо з цим комп'ютером. *Непрямий маршрут* – це маршрут від даного комп'ютера до мережі, котра є доступна через один чи декілька маршрутизаторів. Зазвичай припустима кількість транзитних маршрутизаторів на шляху пакета обмежується. Вона задається NOS відправником пакета при формуванні заголовка до пакета у полі TTL (Time To Life). Значення TTL зменшується на 1 с (один крок) при проходженні пакета через маршрутизатор. Пакет, у якого TTL = 0, маршрутизатор знищує.

Задля зменшення кількості непрямих маршрутів у таблицях маршрутизації прописують *маршрут за замовчуванням* (default). Комп'ютер буде надсилати IP-пакет шлюзові за замовчуванням тоді, коли не віднайде в таблиці маршрутизації іншого чи кращого маршруту.

IP-модуль мережного комп'ютера, перед тим як передати пакет з даними драйверові мережного адаптера (чи модему), здійснює пошук придатного маршруту, використовуючи при цьому записи маршрутної таблиці. Вихідними даними для такого пошуку є IP-адреса вузла одержувача пакета, котру зазначено у заголовку пакета. За цією адресою та маскою визначається мережа (підмережа) одержувача пакета та відшукується в таблиці маршрут до цього пункту (вузла, мережі чи підмережі) призначення.

Якщо IP-адреса одержувача пакета чи мережі (підмережі) одержувача пакета збігається із зазначеною в стовпці destination (пункт призначення)

таблиці маршрутів, то цей маршрут прописано явно, у противному разі – його прописано за замовчуванням (default).

У таблиці маршрутизації РС з одним інтерфейсом, як правило, створюються два маршрути: прямий і за замовчуванням, тобто непрямий. На рис. 11.2 подано активні маршрути (Active Routes) таблиці маршрутизації, що використовується IP-модулем РС під керуванням NOS Windows 98. IP-адреса цієї РС є 195.5.27.69.

Active Routes:

Network Address	Netmask	Gateway Address	Interface	Metric
0.0.0.0	0.0.0.0	195.5.27.65	195.5.27.69	1
127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	1
195.5.27.64	255.255.255.192	195.5.27.69	195.5.27.69	1
195.5.27.69	255.255.255.255	127.0.0.1	127.0.0.1	1
195.5.27.255	255.255.255.255	195.5.27.69	195.5.27.69	1
224.0.0.0	224.0.0.0	195.5.27.69	195.5.27.69	1
255.255.255.255	255.255.255.255	195.5.27.69	195.5.27.69	1

Рисунок 11.2 – Таблиця маршрутизації РС з NOS Windows 98

Перший маршрут таблиці маршрутизації (див. рис.11.2) – це маршрут за замовчуванням. IP-адреса місця призначення та маска цього маршруту: 0.0.0.0. Шлюзом для цього маршруту є маршрутизатор (див. рис. 11.1), що має IP-адресу 195.5.27.65. Операційна система Windows власному вихідному мережному інтерфейсу надала IP-адресу: 195.5.27.69.

Другий маршрут таблиці – це маршрут типу петля, котрий створюється NOS для тестування роботи мережних програмних модулів. Пакет направлений протоколом IP цим маршрутом спрямовується до спеціального інтерфейсу, котрий повертає пакет назад протоколові IP, неначе щойно прийнятий.

Третій маршрут таблиці – це прямий маршрут. Зазвичай для прямих маршрутів шлюз не є потрібний, але NOS Windows тут за шлюз вважає власний мережний інтерфейс.

Четвертий маршрут таблиці – це маршрут "сам до себе", який передбачає утворення поворотної петлі в ситуації, коли користувач або прикладна програма спрямовує запити на свою адресу. Інші маршрути таблиці (див. рис.11.2) передбачають широкомовні та групові передачі.

Статична таблиця маршрутизації комп'ютера з NOS UNIX чи IOS Cisco тощо утворюється за командами, які адміністратор вводить та зберігає у стартових файлах. Наприклад, щоб сформувати в маршрутній таблиці комп'ютера з NOS UNIX прямий маршрут до мережі призначення 195.5.27.64, треба скористатися командою

ifconfig ed0 195.5.27.64 netmask 255.255.255.192,

а, маршрут за замовчуванням (default) через шлюз 195.5.27.65 додається (add) у такий спосіб:

route add default 195.5.27.65 1,

де ed0 – мережний інтерфейс комп'ютера; цифра 1 – метрика маршруту.

Редагування статичних записів таблиці маршрутизації

В принципі, установлення маршрутів, прямого та за замовчуванням, на PC з NOS Windows, наприклад версій 95 та 98, передбачено у вікні "Сеть". Ця інформація зберігається в конфігураційних файлах при перезавантаженні NOS. Програмне забезпечення TCP/IP для NOS типу Windows передбачає ручне редагування записів таблиці маршрутизації в оперативній пам'яті комп'ютера. Для цього використовується утиліта **route** . За допомогою цієї утиліти можна відбивати таблицю маршрутів чи окремі її записи на екрані монітора, додавати, вилучати та змінювати окремі маршрути. Загальний формат команди, котра активізує роботу утиліти **route**, має такий вигляд:

route [ключ] [команда] [параметри команди] .

Якщо не зазначено ключ, команду та її параметри, на екран монітора виводиться файл допомоги (help) зі списком можливих ключів, команд і параметрів, які наведено в табл. 11.1. Параметри й команди утиліти **route** вводяться у такому порядку:

route [ключ] [команда] [вузол] [MASK маска] [шлюз] [METRIC метрика].

Розглянемо приклади використання команд утиліти **route**. Щоб вивести на екран монітора комп'ютера таблицю маршрутів, необхідно у вікні MS DOS програми увести команду **route print**. Якщо до цієї команди додати IP-адресу чи символічне ім'я[1] вузла, наприклад

route print 127.0.0.0, або **route print loopback**,

то на екран монітора буде виведено рядок таблиці маршрутів. В даному прикладі це поворотний маршрут, який формується автоматично за інсталяції TCP/IP на комп'ютери з NOS Windows.

У NOS Windows 2000 утиліта **route** підтримує команди з адресою вузла, що містить знаки підстановки * або ?, котрі використовуються в якості шаблона. Знак * відповідає множині допустимих знаків, а знак ? – рівно одному знаку. Приклади: 195.*.1; 195.*; *224*. Роздруковуються тільки маршрути, котрі відповідають шаблону. Наприклад, за командою

route PRINT 195.*

на екран монітора комп'ютера буде виведено усі маршрути, адреси призначення, котрих починаються з десяткової цифри 195.

[1] Пошук усіх символічних імен вузлів здійснюється у файлі мережної бази даних networks. Пошук символічних імен шлюзу здійснюється у файлі бази даних імен вузлів hosts. Зміст файлів баз даних networks та hosts подано в додатку Б.

Таблиця 11.1 – Формати й призначення атрибутів утиліти **route**

Атрибут		Призначення
Ключ	-f	Очищення таблиць маршрутів від записів для всіх шлюзів. Якщо окрім ключа зазначено одну з команд, то таблиця очищається до виконання цієї команди
	-p	Використання з командою ADD задає збереження маршруту при перезавантажені системи. За замовчуванням маршрути не зберігаються при перезавантажені системи. Ігнорується для інших команд, котрі замінюють відповідні постійні маршрути. Цей ключ не підтримується в NOS Windows 95/98
Команда	PRINT	Виведення на монітор рядка таблиці маршрутів для вказаної IP-адреси вузла. Якщо параметр "вузол" не задано, то на екран монітора виводяться всі маршрути
	ADD	Додавання статичного маршруту
	DELETE	Вилучення існуючого маршруту
	CHANGE	Заміна існуючого маршруту
Параметри команд	вузол	IP-адреса вузла[1], мережі, підмережі
	MASK маска	Ключове слово MASK і значення маски підмережі для даного маршруту. Якщо параметр "маска" не задано, то за замовчуванням приймається 255.255.255.255
	шлюз	IP-адреса шлюзу
	METRIC метрика	Ключове слово METRIC і значення метрики для даного маршруту. Задається в межах від 1 до 9999.

Щоб записати маршрут у таблицю маршрутів PC, наприклад маршрут до підмережі 195.5.27.64, маска якої 255.255.255.192 через шлюз 195.5.27.1, що є доступна за метрикою 2, можна скористатися командою

route add 195.5.27.64 mask 255.255.255.192 195.5.27.1 metric 2.

Якщо, наприклад, виникла потреба оперативно замінити існуючий неактивний маршрут до мережі 195.5.27.64 через інший шлюз 195.5.27.61, доступний за метрикою 4, то доцільно скористатись командою

route change 195.5.27.64 mask 255.255.255.192 195.5.27.61 metric 4 .

Зауважимо, що додані чи замінені маршрути за допомогою утиліти **route** утримуватимуться в оперативній пам'яті мережного комп'ютера до його перезавантаження.

Використання ключа **-p** при додаванні чи зміні маршрутів у NOS Windows 2000 дозволяє зберегти ці маршрути у таблиці маршрутизації при перезавантаженні NOS. Наприклад, у Windows 2000, можна створити маршрут за замовчування через шлюз 195.5.27.30 з метрикою 2 та зберегти його після перезавантаження NOS за такою командою з ключем **-p**

route -p add 0.0.0.0 mask 0.0.0.0 195.5.27.30 metric 2.

[1] Для команд PRINT та DELETE можна зазначати вузол та шлюз також за допомогою їхніх символічних імен або взагалі опускати параметр "шлюз".

Вилучити додатково введені маршрути з таблиці маршрутизації, наприклад маршрут до мережі 195.5.27.64, можна за командою

route delete 195.5.27.64 .

За допомогою команди **route -f** з оперативної пам'яті мережного комп'ютера з NOS Windows можна вилучити усі додатково введені маршрути та маршрут за замовчуванням.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1 З якою метою задається маска підмережі?

2 Запишіть мережні маски 255.255.0.0 та 255.255.255.0 у двійковій формі.

3 Скільки логічних підмереж можна зорганізувати в межах однієї IP-адреси класу *C* за допомогою маски 255.255.255.240?

4 Встановіть мережну частину адреси 192.168.10.34 за допомогою мережної маски 255.255.255.240.

5 Поясніть, що означає термін "шлюз" у термінології TCP/IP.

6 Яку інформацію про маршрути містять таблиці маршрутизації?

7 З якою метою в таблицях маршрутів застосовується маршрут 127.0.0.0?

8 Для чого використовується утиліта **route**?

9 Для чого застосовують маршрут за замовчуванням?

10 За якою командою NOS Windows виводиться на екран монітора комп'ютера вміст таблиці маршрутизації?

11 За якою командою NOS Windows додаються маршрути у таблицю маршрутизації PC?

12 Який є термін зберігання маршрутів, сконфігурованих за допомогою утиліти **route**?

13 За якою командою NOS Windows вилучаються маршрути з таблиці маршрутизації PC?

14 Які методи маршрутизації пакетів є Вам відомі?

15 Які типи маршрутів є Вам відомі?

ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

1 Вивчити ключові положення до лабораторної роботи.

2 Підготувати письмові відповіді на два контрольних запитання за номерами $\boldsymbol{M_1 = k + l - 1}$ та $\boldsymbol{M_2 = 17 - k - l}$, де k – порядковий номер бригади; l – порядковий номер, за алфавітом, прізвища студента в бригаді; якщо $M_1 = M_2$, то взяти $M_2 = 15$.

3 Розробити схему адресації IP-вузлів комп'ютерної мережі, котра містить дві фізичні мережі об'єднані маршрутизатором. Для адресації комп'ютерів використати адресу класу *C* 192.168.*k*.*X* та одну з масок: 255.255.255.128 (для парних *k*); 255.255.255.224 (для непарних *k*).

4 Ознайомитись з лабораторним завданням та підготувати команди утиліти **route** з ключами та параметрами необхідними для виконання ЛР.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАВДАННЯ

Дослідження формату й параметрів команди route

1 За допомогою команди **command** для Windows 95/98 (або **cmd** для Windows 2000) відкрити вікно MS DOS програми. Команда вводиться у вікні, яке відкривається за допомогою опції меню "Выполнить…" кнопки "Пуск".

2 Увести з клавіатури команду **route** без жодних ключів та параметрів.

3 Ознайомитись з ключами, командами та параметрами, котрі будуть виведені на екран монітора в тексті файлу допомоги (Help).

4 Записати в протокол ЛР призначення: ключа **-f** або **-p**; команд **print**, **add**, **delete**, **change**; параметрів **mask** та **metric** .

Перегляд записів в таблиці маршрутів

5 Вивести на екран монітора таблицю маршрутів, скориставшись командою **route print** .

6 Записати в протокол ЛР вміст таблиці маршрутів та позначити маршрути: за замовчуванням; прямий; поворотний.

7 Послідовно вивести на екран монітора по одному з наступних рядків таблиці маршрутів: маршрут за замовчуванням; прямий маршрут; поворотний маршрут.

8 Записати в протокол ЛР вміст виведених рядків таблиці маршрутів.

Установлення нових маршрутів

9 Вивести на екран монітора таблицю маршрутів.

10 З таблиці маршрутів віднайти маску прямого маршруту, а з маршруту за замовчуванням – IP-адресу шлюзу та визначити можливий діапазон IP-адрес (номерів вузлів), котрі можна надавати шлюзам чи PC даної підмережі. Цей результат внести до протоколу.

11 У таблицю маршрутів додати непрямий маршрут до будь-якого вузла іншої мережі (наприклад 172.16.3.25 чи 172.16.1.1 тощо) через існуючий шлюз.

12 У таблицю маршрутів додати ще один маршрут за замовчуванням через інший шлюз мережі, але за метрикою, більшою ніж існуюча. При виборі шлюзу треба врахувати результати п. 10.

13 Вивести на екран монітора таблицю маршрутів та занести в протокол ЛР параметри нових маршрутів (уведених в пп. 11 та 12).

Заміна існуючого маршруту

14 Використовуючи команду **change** утиліти **route** замінити сформований за п. 11 непрямий маршрут до вузла мережі на маршрут через інший шлюз. При виборі шлюзу треба врахувати результати п. 10.

15 Вивести на екран монітора таблицю маршрутів та занести в протокол ЛР параметри заміненого маршруту.

Вилучення маршрутів

16 Вилучити уведений у п. 12 маршрут за замовчуванням та замінений у п. 14 непрямий маршрут.

17 Вивести на екран монітора таблицю маршрутів та пересвідчитись, що маршрути вилучено.

18 Закрити вікно MS DOS програми.

ЗМІСТ ПРОТОКОЛУ

У протоколі до ЛР має бути відбито тему й мету роботи. Домашнє завдання: пункт 2 (контрольні запитання й відповіді), пункт 3 (схема адресації). Результати виконання пунктів 4, 6, 8, 10, 13, 15 лабораторного завдання (призначення параметрів утиліти **route**, вміст таблиці маршрутів, визначення діапазону IP-адрес для вузлів підмережі, рядки з таблиці для уведених та замінених маршрутів). Висновки.

Лабораторні роботи № **12***а та б*

ІНСТАЛЯЦІЯ TCP/IP НА КОМП'ЮТЕРИ З NOS WINDOWS

МЕТА РОБОТИ

Вивчення сучасної архітектури стека протоколів TCP/IP. Практичне ознайомлення з технологією інсталяції (установлення) стека протоколів TCP/IP на робочі станції з мережними операційними системами (NOS):

- Windows 95/98 (ЛР № 12а);
- Windows 2000 (ЛР № 12б).

КЛЮЧОВІ ПОЛОЖЕННЯ

Архітектура сімейства протоколів TCP/IP

Сімейство (стек) протоколів TCP/IP використовується для об'єднання різнотипних комп'ютерних мереж. Протоколи сімейства TCP/IP є базовими протоколами глобальної комп'ютерної мережі Інтернет. Архітектура стека протоколів TCP/IP є відмінна від моделі OSI (Open System Interconnections) і має чотири рівні: прикладний, транспортний, міжмережної взаємодії, мережних інтерфейсів (рис. 12.1). Власне у стеку TCP/IP відсутні протоколи рівня мережних інтерфейсів, але протоколи TCP/IP можуть взаємодіяти з будь-якими протоколами, котрі відповідають цьому рівневі, наприклад Ethernet, Token Ring, FDDI, Frame Relay, ATM тощо.

Стек протоколів TCP/IP неперервно розвивається. Появляються нові протоколи, нові версії традиційних протоколів тощо. Розвинення протоколів і стандартів TCP/IP пов'язане з розвиненням Інтернет. Це вимагає досліджень, систематизації, упорядкування й видавання великої кількості нормативної документації. Цим опікується Рада з питань архітектури Інтернету IAB (Internet Architecture Board), до якої входять інженерно-технічна комісія Інтернету IETF (Internet Engineering Task Force) та дослідницька комісія Інтернету IRTF (Internet Research Task Force). На початок 2000 р. IAB видав понад 2700 документів RFC (Request for Comments). Процес стандартизації в Інтернет регламентується документом RFC 2026. Документи RFC охоплюють широке коло технічних питань, включаючи: обов'язкові стандарти, пропозиції до стандартів, інформаційні повідомлення й застарілі документи, що на сьогодні мають історичне значення.

Протоколи прикладного рівня TCP/IP визначають процедури стосовно організації взаємодії прикладних процесів (програм) різних мережних комп'ютерів і форми подання інформації за такої взаємодії. По ознакам взаємодії прикладних процесів виділяють два типи прикладного програмного забезпечення: програма-клієнт та програма-сервер. Протоколи прикладного рівня зорієнтовано на конкретні прикладні завдання. Серед традиційних послуг, котрі забезпечують протоколи прикладного рівня із сімейства TCP/IP, сьогодні найбільш популярними є електронна пошта – протоколи SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) та POP3 (Post Office Protocol), передавання файлів – протоколи FTP (Fail Transfer Protocol) та TFTP (Trivial FTP), емуляції віддаленого терміналу – TELNET тощо.

З середини 90-х років минулого сторіччя в Інтернеті активно запроваджуються послуги, які базуються на технології WWW (World Wide Web), котра ґрунтується на протоколі передавання гіпертексту HTTP (Hypertext Transfer Protocol).

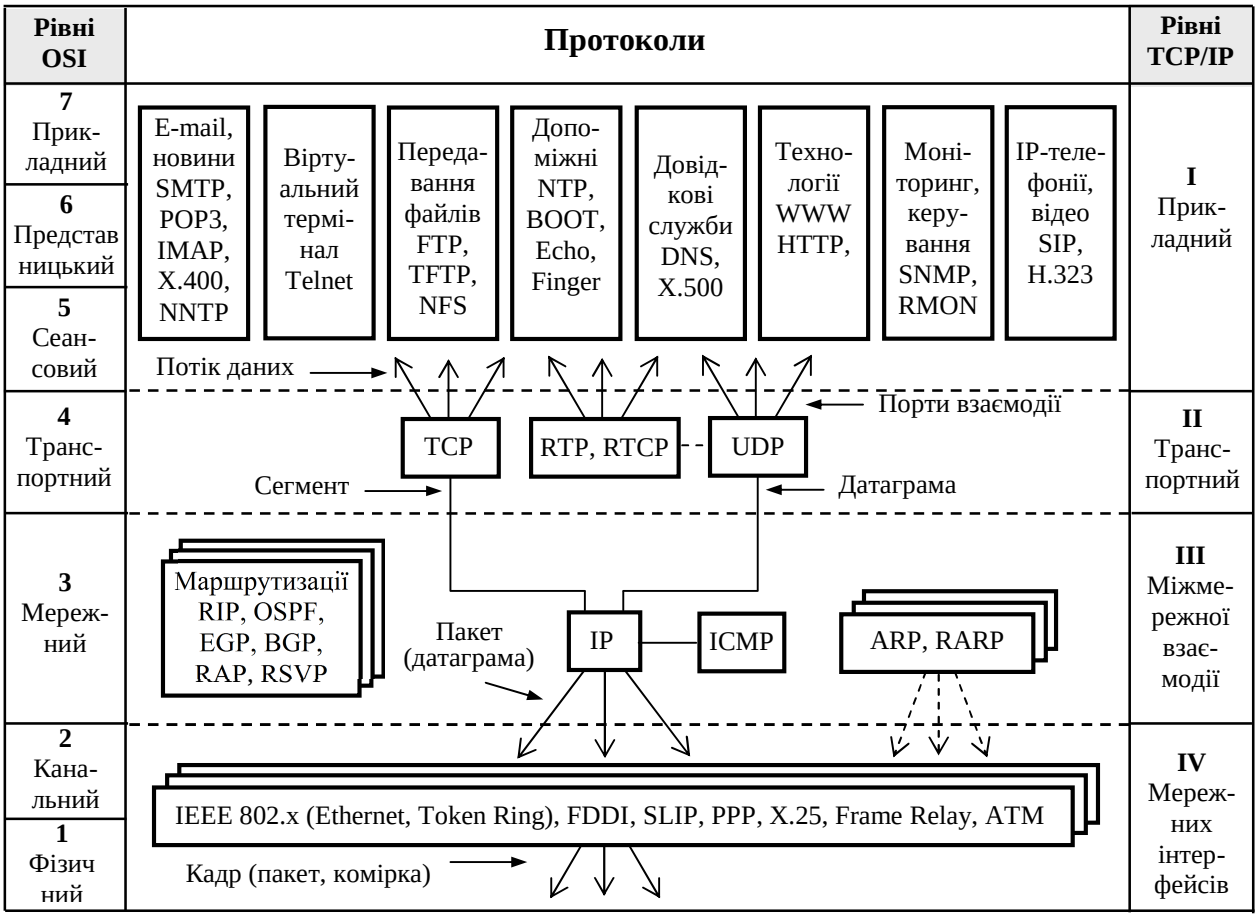

Рисунок 12.1 – Архітектура стека протоколів TCP/IP

Сьогодні є популярні послуги пакетної IP-телефонії на базі стандартів IETF, які стосуються спеціальних протоколів прикладного, транспортного і мережного рівнів, наприклад сигналізації SIP (Session Initiation Protocol), передавання в режимі реального часу RTP (Real-time Transport Protocol) та RTCP (Real-time Transport Control Protocol), резервування ресурсів RSVP (Resource Reservation Protocol), рекомендацій ITU H.323 тощо.

Особливе місце в стеку TCP/IP посідають протокол моніторингу й керування мережею SNMP (Simple Network Management Protocol) та протокол дистанційного контролю RMON (Remote Monitoring).

Протоколи транспортного рівня TCP/IP надають транспортні послуги прикладним процесам. Основними протоколами транспортного рівня TCP/IP є протокол керування передаванням TCP (Transmission Control Protocol) і протокол користувальницьких датаграм UDP (User Datagram Protocol). Транспортні послуги цих протоколів суттєво відрізняються. Протокол UDP доставляє датаграми без установлення транспортного з'єднання. При цьому він не гарантує їхнього доставляння. Протокол TCP забезпечує надійне доставляння байтових потоків (сегментів) із попереднім встановленням

транспортного дуплексного з'єднання (віртуального каналу) поміж модулями TCP мережних комп'ютерів. Для розв'язання транспортних завдань протоколи TCP та UDP в перебігу передавання даних формують і додають до даних свої заголовки обсягом 8 байт та 20 байт відповідно.

Кожен прикладний процес взаємодіє з модулем транспортного рівня TCP або UDP через окремий порт, що дозволяє при взаємодії систем однозначно ідентифікувати прикладні процеси. Ці порти нумеруються починаючи з нуля. При передаванні запиту прикладної програми клієнта до прикладної програми сервера транспортний модуль, формуючи датаграму чи сегмент, вказує номери портів програмних модулів прикладних протоколів сервера й клієнта. З цією метою в заголовку пакета протоколу транспортного рівня виділено два поля – "порт одержувача" і "порт відправника", обсягом по 2 байти. Номери портів TCP та UDP до прикладних протоколів сервера стандартизовано IETF. Для цього надано номери в діапазоні від 1 до 1023. Наприклад, програмний модуль TCP сервера взаємодіє з модулем протоколу HTTP через порт з номером 80. Взаємодія модуля TCP чи UDP клієнта з будь-яким модулем прикладного протоколу відбувається через порт, якому надається вільний номер, за значенням більший ніж 1023.

Протоколи мережного рівня TCP/IP забезпечують взаємодію поміж мережами різної архітектури тощо. Основним протоколом мережного рівня технології TCP/IP є міжмережний протокол IP та його допоміжні протоколи: адресний протокол ARP; реверсний адресний протокол RARP (Reverse ARP); протокол діагностичних повідомлень ICMP (Internet Control Message Protocol), який надсилає повідомлення вузлам мережі про помилки на маршруті, які виникають при передаванні пакетів тощо.

Головне завдання міжмережного протоколу IP – це маршрутизація пакетів даних поміж різнотипними комп'ютерними мережами. Для розв'язання цього завдання протокол IP підтримує IP-адресацію мереж та вузлів, використовує таблицю маршрутизації пакетів, виконує, за необхідності, фрагментацію й дефрагментацію цих пакетів тощо.

Функціонування мережного рівня також забезпечує низка протоколів динамічної маршрутизації RIP, OSPF, котрі динамічно формують маршрути таблиці маршрутизації за алгоритмами вектора відстані VDA (Vector Distance Algorithm) і стану зв'язку LSA (Link State Algorithm) відповідно, протоколів політики зовнішньої маршрутизації EGP (Exterior Gateway Protocol), BGP (Border Gateway Protocol) тощо.

Інсталяція TCP/IP на PC з NOS Windows 98

Процедура інсталяції стека протоколів TCP/IP на комп'ютер залежить від мережної операційної системи. На комп'ютерах з NOS Windows інсталяція TCP/IP може відбуватись у режимі діалогу під час установлення NOS або вже після цієї процедури за допомогою вікон[1]. Установлення TCP/IP на комп'ютери з NOS UNIX здійснюється за допомогою спеціальних команд.

[1] Зауважимо, що операційні системи Windows, розпочинаючи з версії Windows 95, мають вмонтоване програмне забезпечення традиційних протоколів стека TCP/IP.

Така сама можливість налагодження протоколів стека TCP/IP передбачена й у NOS Windows за допомогою файлів конфігурації, утиліт формату MS DOS, наприклад **arp**, **route**, **net**, **ipconfig** тощо.

У перебігу інсталяції стека протоколів TCP/IP на комп'ютери NOS потребує надати їй інформацію про IP-адресу, маску тощо. Тому необхідно досить чітко уявляти схему адресації мереж (підмереж), PC, серверів, маршрутизаторів.

Для інсталяції стека TCP/IP на мережні комп'ютери з NOS Windows необхідно знати:

– IP-адреси усіх мережних інтерфейсів (якщо їх декілька) комп'ютера;

– маски мереж (підмереж), які з'єднані з мережними інтерфейсами комп'ютера;

– IP-адреси шлюзів у мережах (підмережах);

– конфігурацію DNS (IP-адреси DNS-серверів, доменну адресу, символічне ім'я комп'ютера).

Цю інформацію можна надати кожному мережному комп'ютерові двома способами: увести її в комп'ютери вручну; надати її автоматично з бази даних сервера за запитом комп'ютера. В останньому разі потрібне ручне установлення на комп'ютери інформації про адресу цього сервера та наявність такого сервера в мережі.

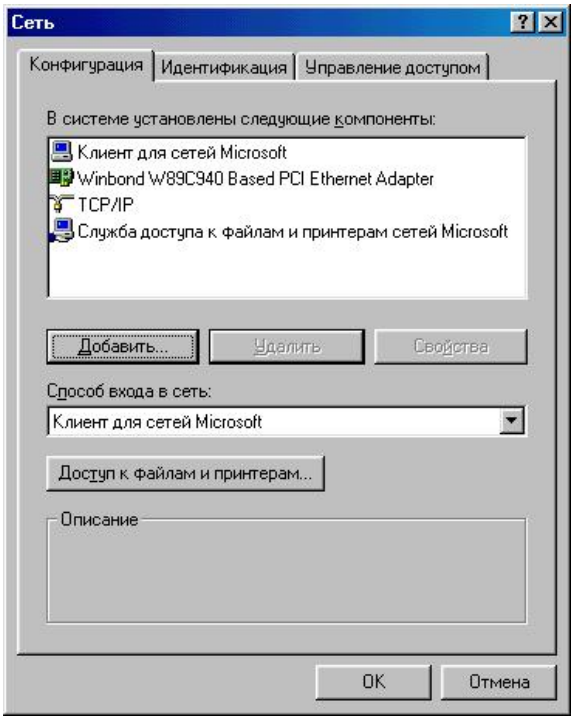

Рисунок 12.2 – Діалогове вікно налагодження мережних протоколів

Розглянемо процедуру інсталяції TCP/IP на комп'ютер уже після установлення NOS Windows 95/98. Інсталяція TCP/IP виконується у вікні "Сеть" (рис. 12.2). Це вікно можна відкрити, послідовно використовуючи меню "Настройка" та "Панель управления" кнопки "Пуск". Вікно "Сеть" також є доступне через контекстне меню "Свойства", яке з'являється за натиску правої кнопки маніпулятора миші при наведені покажчика миші на піктограму "Сетевое окружение". Ця піктограма зазвичай наявна на робочому столі NOS Windows 95/98.

Вікно "Сеть" має три вкладки: "Конфигурация", "Идентификация" та "Управление доступом". Для нормальної роботи мережного комп'ютера в результаті інсталяції на вкладці "Конфигурация" має бути установлено принаймні чотири компоненти NOS (див. рис. 12.2): драйвер мережної інтерфейсної плати NIC (Network Interface Card); мережний протокол; служба клієнта, яка забезпечує можливість використання ресурсів інших комп'ютерів; служба сервера, котра забезпечує надання ресурсів комп'ютера у загальне користування. Для установлення будь якого з цих компонентів

використовується кнопка "Добавить…" на вкладці "Конфигурация". За допомогою цієї кнопки відкривається діалогове вікно "Выбор типа компонента" (рис. 12.3). У цьому вікні обираються такі встановлювані компоненти: "Клиент", "Сетевая плата", "Протокол", "Служба".

Для установлення мережного протоколу, потрібно позначити цей компонент та натиснути кнопку "Добавить…". Виконуючи цю команду, NOS Windows скопіює з інсталяційного набору базу даних драйверів та виведе діалогове вікно "Выбор: Сетевой протокол" (рис. 12.4). Далі, із запропонованого списку, послідовно треба обрати виробника (для NOS Windows це Microsoft), мережний протокол (у нашому випадку це TCP/IP) та підтвердити зроблений вибір кнопкою "Ок". Як наслідок у діалоговому вікні "Сеть", вкладка "Конфигурация" (див. рис. 12.2), з'явиться новий установлений компонент – стек протоколів TCP/IP.

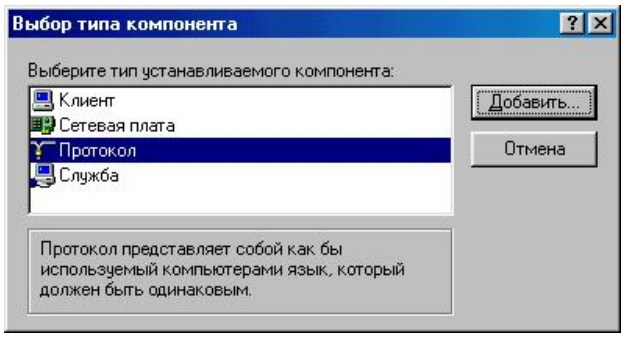

Рисунок 12.3 – Діалогове вікно вибору типу компонента: служби клієнта; драйвера мережної плати; мережних протоколів; служби доступу до файлів, дисків, принтера

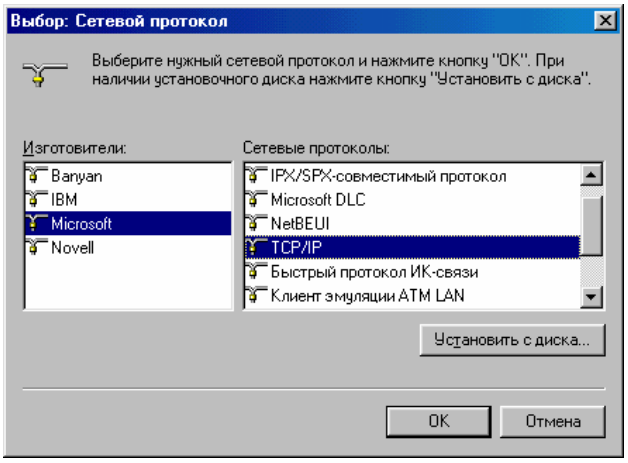

Рисунок 12.4 – Діалогове вікно вибору мережних протоколів

Для того щоб сформувати маршрути в таблиці маршрутизації, необхідно у вікні "Сеть" (вкладка "Конфигурация") позначити рядок з TCP/IP та натиснути кнопку "Свойства" (див. рис. 12.2). Відкриється вікно "Свойства: TCP/IP", яке містить п'ять вкладок: "IP-адрес" (рис. 12.5), "Конфигурация WINS", "Шлюз" (рис. 12.6), "Конфигурация DNS" (рис. 12.7), "Привязка", "Дополнительно", "NetBIOS".

За замовчуванням на вкладці "IP-адрес" перемикач режимів ручного чи динамічного призначення адрес установлено в положення "Указать IP-адрес явным образом" (див. рис. 12.5). Це означає, що IP-адреса інтерфейсу комп'ютера призначається статично, тобто адміністратор мережі має ввести її вручну в цьому ж вікні. При цьому вводиться також маска мережі, за допомогою якої NOS визначає адресу мережі, що безпосередньо є сполучена з інтерфейсом комп'ютера. За визначеною адресою мережі NOS у таблиці маршрутів створить прямий маршрут. Якщо перемикач режимів поставити в положення "Получить IP-адрес автоматически", то конфігурування інтерфейсів здійснюватиметься динамічно, тобто за допомогою протоколу DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) з використанням бази даних сервера.

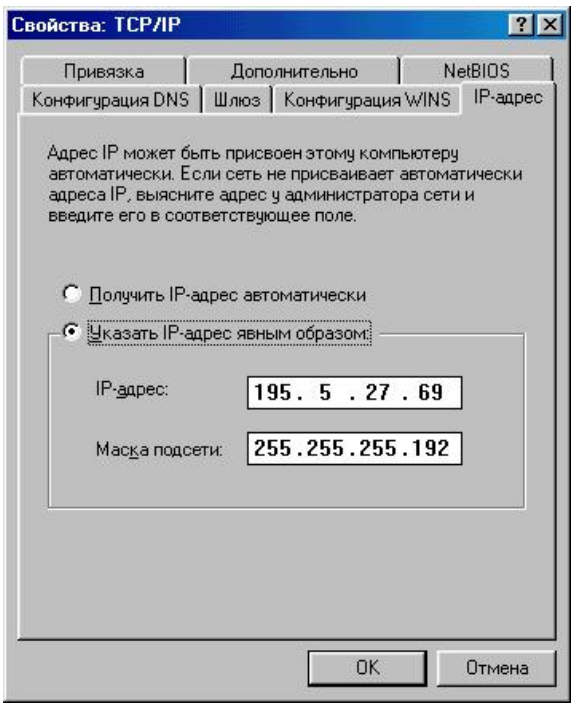

Рисунок 12.5 – Діалогове вікно надання IP-адреси інтерфейсу PC

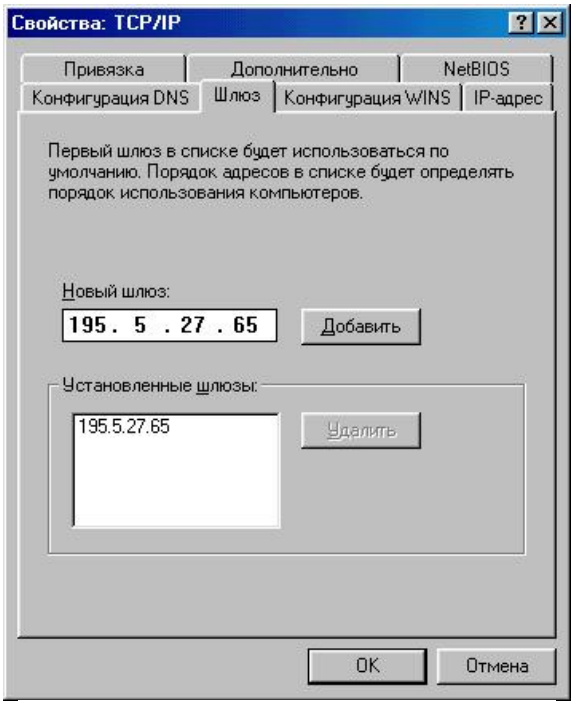

Рисунок 12.6 – Діалогове вікно надання IP-адреси шлюзу

Маршрут за замовчуванням конфігурується NOS за даними вкладки "Шлюз". У цьому вікні вводяться (за допомогою клавіатури) та додаються (за допомогою кнопки) IP-адреси маршрутизаторів (див. рис. 12.6), котрі є шлюзами поміж мережами.

Протокол IP для успішного відправлення пакета використовує IP-адресу одержувача, яку надає йому прикладна програма чи користувач. Але користувач чи прикладна програма може також застосовувати DNS-адресу мережного комп'ютера, яку складено з ієрархії символічних імен доменів. У такому разі для коректної роботи TCP/IP необхідно звернутися до бази даних DNS-сервера, щоб за заданою DNS-адресою вузла мережі визначити його IP-адресу. Для цього треба знати IP-адресу DNS-сервера, у базі даних якого є такі відомості. Ця адреса задається на вкладці "Конфигурация DNS", див. рис. 12.7. З клавіатури, у бажаному порядку переглядання, вводяться та додаються IP-адреси одного або декількох DNS-серверів, які підтримують бази даних відповідності адрес IP та DNS. Окрім того, на вкладці "Конфигурация DNS" вводяться символічне ім'я комп'ютера та його ієрархічна доменна адреса.

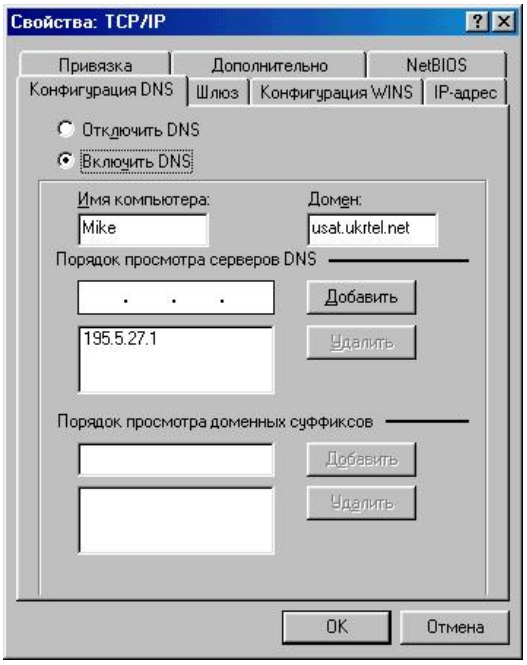

Рисунок 12.7 – Діалогове вікно конфігурування DNS

Усі зміни, внесені у вкладках вікна "Свойства: TCP/IP", завершуються підтвердженням цих змін за допомогою кнопки "Ок" або їхньою відміною за допомогою кнопки "Отмена".

Установлені у вікні "Сеть" параметри підтверджуються за допомогою кнопки "Ок" та зберігаються в конфігураційних файлах NOS Windows після перезавантаження комп'ютера.

Інсталяція TCP/IP на PC з NOS Windows 2000

Принципово інсталяція протоколів TCP/IP на комп'ютери з NOS Windows 2000 нічим не відрізняється від їхньої інсталяції на комп'ютери з NOS Windows 95/98. Проте інсталяційні діалогові вікна NOS Windows 2000 дещо відрізняються від тих, котрі подано вище (рис. 12.2…12.7). Тому розглянемо основні з цих вікон. Інсталяція TCP/IP в NOS Windows 2000 виконується у вікні "Сеть и удаленный доступ к сети" (рис. 12.8).

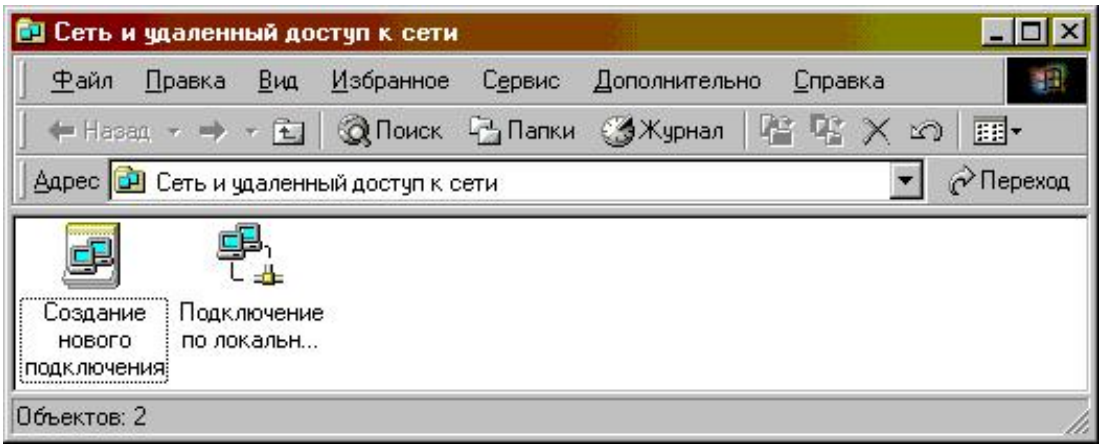

Рисунок 12.8 – Діалогове вікно для налагодження мережних сполучень

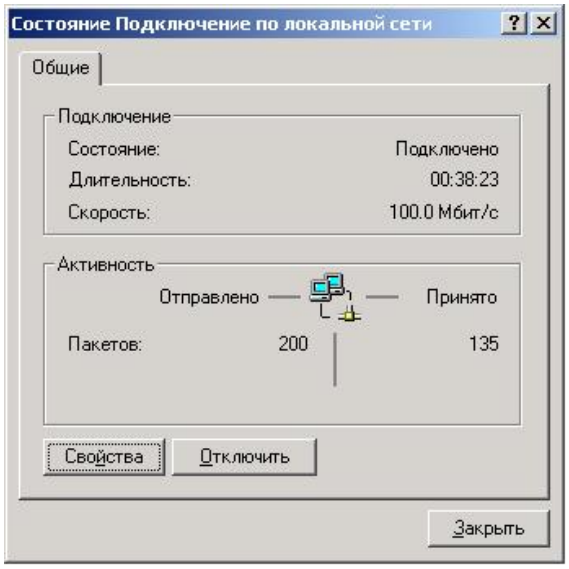

Рисунок 12.9 – Діалогово-інформаційне вікно мережного ввімкнення PC

У вікні "Сеть и удаленный доступ к сети" пропонується майстер ввімкнення та установлення мережі (піктограма "Создание нового подключения"). Окрім того, після фізичного й логічного ввімкнення комп'ютера у мережу в цьому ж вікні утворюється піктограма "Подключение по локальной сети", яку в розгорнутому вигляді подано на рис. 12.9 (вкладка "Общие"). У вікні надається загальна інформація про ввімкнення до мережі: тривалість підмикання; швидкість передавання; активність вузла з передавання даних. За допомогою кнопки "Свойства" відкривається діалогове вікно "Подключение по локальной сети – свойства" (рис. 12.10). У цьому вікні установлюються драйвер мережної плати, протоколи й служби даного підімкнення.

Установлення компонент NOS Windows 2000 виконується аналогічно до Windows 95/98 за допомогою кнопки "Установить…".

Налагодження властивостей установлених компонент провадяться у відповідних діалогових вікнах, котрі відкриваються за допомогою кнопок: "Настроить" (для NIC) та "Свойства" (при виокремленому протоколі чи службі). На рис. 12.11 показано вікно властивостей мережного підімкнення,

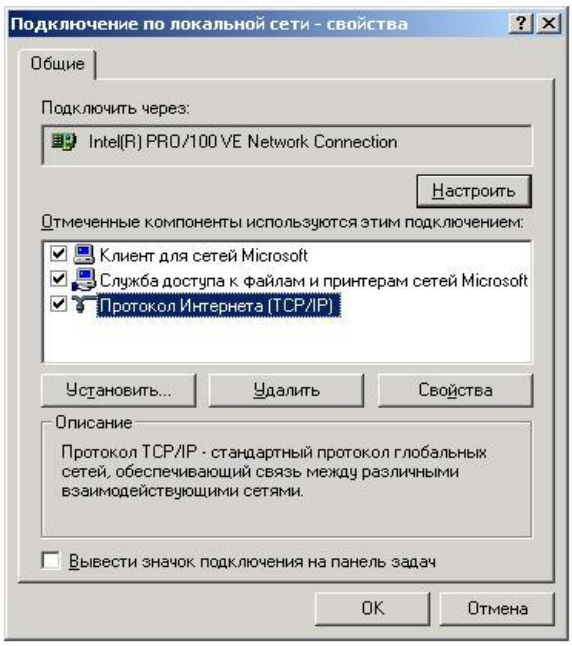

Рисунок 12.10 – Діалогове вікно налагодження мережних компонентів

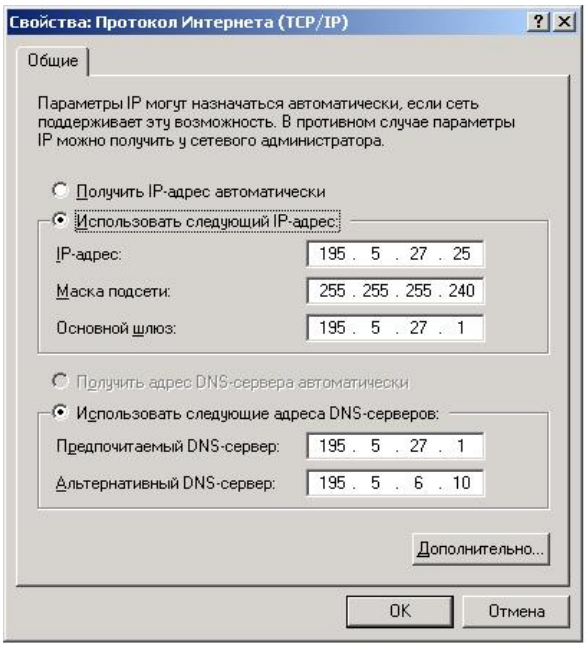

Рисунок 12.11 – Властивості мережного ввімкнення РС за протоколом TCP/IP

яке підтримує стек протоколів TCP/IP. У цьому вікні за допомогою перемикача обирається метод призначення IP-адреси – динамічний (перемикач у положенні "Получить адрес автоматически") чи статичний (перемикач у положенні "Использовать следующий IP-адрес").

За статичним методом адміністратор мережі має вручну сконфігурувати IP-інтерфейс, призначаючи: IP-адресу, маску, шлюзи, DNS-сервери тощо. Ці параметри налагоджуються у вікні "Дополнительные параметры TCP/IP", яке відкривається за натискання кнопки "Дополнительно…" (див. рис. 12.11). Вікно "Дополнительные параметры TCP/IP" має чотири вкладки: "Параметри IP" (рис. 12.12), "DNS" (рис. 12.13), "WINS", "Параметри".

За натискання кнопок "Добавить...", "Изменить..." та "Удалить", котрі є на рис. 12.12 та 12.13, відкриваються діалогові вікна, в яких відповідно додаються, змінюються чи вилучаються виділені параметри.

На вкладці "Параметри" подано додаткові послуги, котрі підтримує NOS Windows 2000. Це, наприклад, "IP-безопасность", що підвищує конфіденційність й автентичність передавання пакетів та "Фильтрация TCP/IP", що дозволяє контролювати мережний трафік даного комп'ютера. Налагодження параметрів цих послуг провадиться в діалогових вікнах "IP-безопасность" (рис. 12.14) та "Фильтрация TCP/IP" (рис. 12.15), які відкриваються за натискання кнопки "Свойства" на вкладці "Параметри".

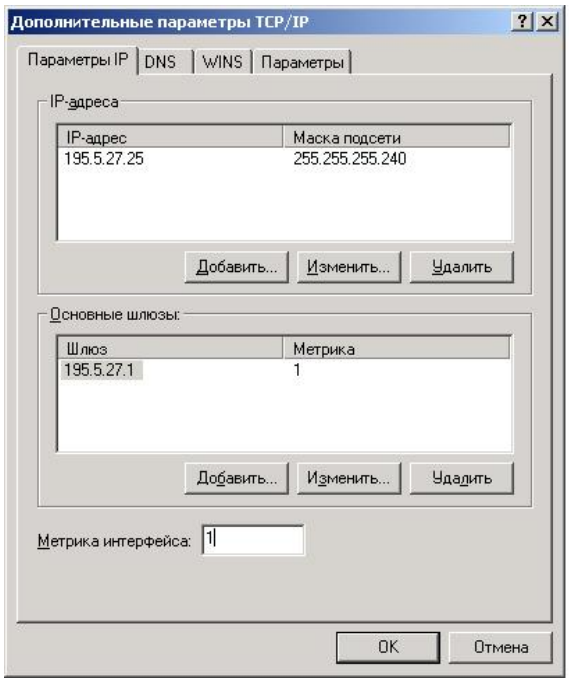

Рисунок 12.12 – Діалогове вікно налагодження параметрів IP-інтерфейсу

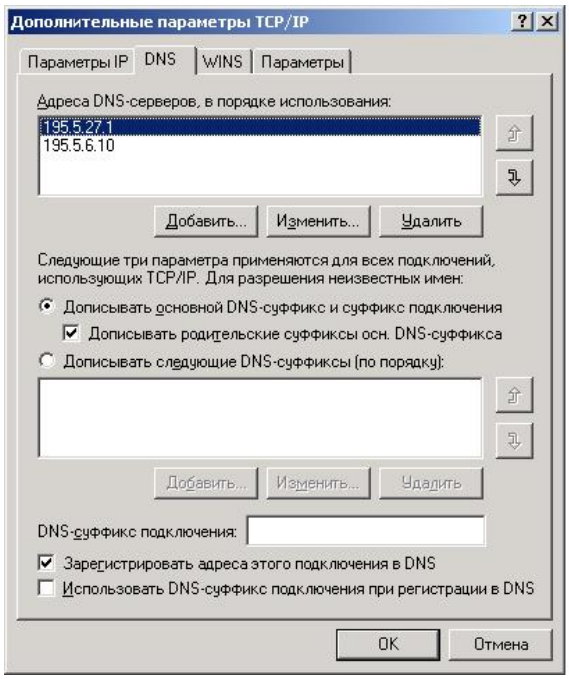

Рисунок 12.13 – Діалогове вікно налагодження параметрів служби DNS

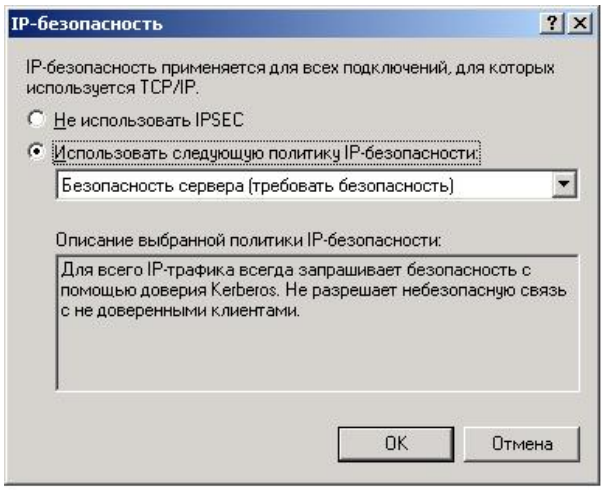

Рисунок 12.14 – Діалогове вікно налагодження параметрів IP-безпеки

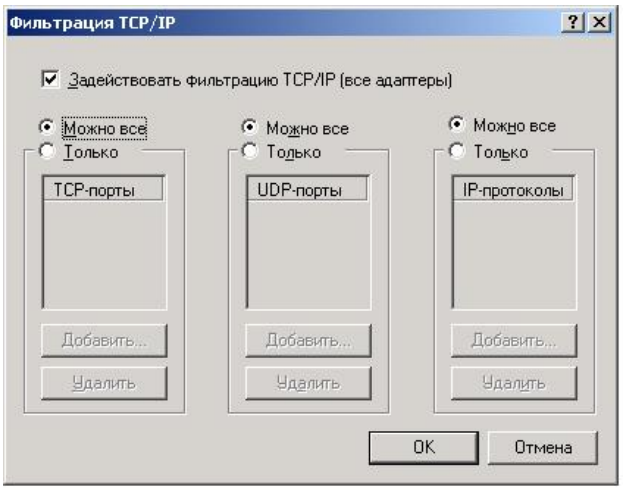

Рисунок 12.15 – Діалогове вікно налагодження параметрів фільтрації TCP/IP

Контроль конфігурації IP-інтерфейсів комп'ютера

У програмне забезпечення NOS Windows, розпочинаючи з Windows 98, вмонтовано утиліту **ipconfig**, яка дозволяє адміністраторові отримувати інформацію про конфігурацію IP-інтерфейсів комп'ютера. Формат команди, котра активізує роботу цієї утиліти, має такий вигляд:

ipconfig [ключі] [параметри].

Для виведення на екран монітора файла допомоги (Help) зі списком можливих ключів і параметрів застосовується команда **ipconfig /?** Призначення ключів і параметрів команди **ipconfig** подано в табл. 12.1. Зауважимо, що не всі з поданих у табл. 12.1 ключів задіяні у NOS Windows 98.

Таблиця 12.1 – Призначення ключів і параметрів команди **ipconfig**

Ключі та параметри	Призначення
/?	Вивести відомості про ключі й параметри
ключі й параметри відсутні	Вивести основні відомості про мережні плати, для яких здійснено прив'язку до TCP/IP
/All	Вивести повні відомості про мережні плати, для яких здійснено прив'язку до TCP/IP
/Batch [ім'я_файла]	Записати основні відомості про конфігурацію IP у файл
/All /Batch [ім'я_файла]	Записати повні відомості про конфігурацію IP у файл
/renew_all	Поновити відомості про всі мережні плати
/renew [ім'я_адаптера]	Поновити відомості зазначеної мережної плати. Якщо ім'я адаптера не вказано, поновлюються відомості про всі мережні плати, для яких здійснено прив'язку до TCP/IP
/renew EL*	Поновити відомості про мережні плати (адаптери), ім'я яких розпочинається з EL...
/release_all	Звільнити адреси усіх мережних плат
/release [ім'я_адаптера]	Звільнити адресу для зазначеної мережної плати. Якщо ім'я адаптера не зазначено, звільнюються IP-адреси всіх адаптерів
/flushdns	Очистити пам'ять кеша для розв'язання адрес DNS та IP
/registerdns	Поновити всі DHCP-аренди й перереєструвати DNS-імена
/displaydns	Відбити вміст кеша розв'язання адрес DNS та IP
/showclassid ім'я_адаптера	Відбити всі припустимі для цього адаптера коди (IDs)
/setclassid ім'я_адаптера [код_класу_DHCP]	Змінити код класу DHCP (ID). Якщо не зазначено код, то існуючий код класу буде вилучено

Якщо жоден ключ і параметр команди не зазначено, на екран монітора виводяться основні відомості про налагодження кожного IP-інтерфейсу комп'ютера (IP-адреса, маска підмережі, шлюзи), тобто кожного підімкненого адаптера, для якого здійснено прив'язку до TCP/IP.

Як приклад, на рис 12.16 наведено повні відомості про конфігурацію IP-інтерфейсів комп'ютера з NOS Windows 98, які отримано на екрані монітора за командою **ipconfig /all**. Цю ж інформацію буде записано, наприклад, у файл ipconf.txt, за командою **ipconfig /all /batch ipconf.txt** .

```
Настройка IP для Windows 98

        Главный компьютер . . . . . . . . . . . . : Matrix
        Серверы DNS . . . . . . . . . . . . . . . : 195.5.27.1
        Тип узла . . . . . . . . . . . . . . . . . : Широковещательный
        Код области NetBIOS ID . . . . . . . . . :
        Переадресация IP . . . . . . . . . . . . . : Нет
        Включение WINS Proxy . . . . . . . . . . : Нет
        Разрешение NetBIOS через DNS . . . . . . : Да

0 Ethernet: плата :

        Описание . . . . . . . . . . . . . . . . . : Winbond W89C940 PCI Network Adapter
        Физический адрес . . . . . . . . . . . . . : 00-40-95-03-B3-6F
        Включение DHCP . . . . . . . . . . . . . . : Нет
        IP-адрес . . . . . . . . . . . . . . . . . : 195.5.27.69
```

```
Маска подсети . . . . . . . . . . . . . . . : 255.255.255.192
Стандартный шлюз . . . . . . . . . . . . . : 195.5.27.65
Первичный сервер WINS . . . . . . . . . . . :
Вторичный сервер WINS . . . . . . . . . . . :
Доступ получен . . . . . . . . . . . . . . . :
Доступ истекает . . . . . . . . . . . . . . . :
```

Рисунок 12.16 – Відомості про налагодження IP-інтерфейсів комп'ютера

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1 Яким рівням моделі OSI відповідає сімейство протоколів TCP/IP?

2 Які спільні завдання розв'язують протоколи прикладного рівня?

3 У чому полягає призначення протоколів транспортного рівня?

4 У чому полягають відмінності поміж протоколами TCP та UDP?

5 Для чого та в який спосіб нумеруються порти поміж протоколами прикладного та транспортного рівнів?

6 Який є обсяг поля "порт одержувача" у заголовку TCP сегмента та UDP датаграми?

7 З якими протоколами фізичного та канального рівнів можуть взаємодіяти протоколи TCP/IP?

8 Які вихідні дані є необхідні під час установлення стека TCP/IP?

9 У яких вікнах Windows 98 (2000) виконується інсталяція TCP/IP?

10 У якому вікні NOS Windows 98 (2000) установлюється маршрут за замовчуванням та які дані потрібні для цього установлення?

11 У чому полягає призначення DNS-сервера?

12 За яким протоколом здійснюється динамічне конфігурування інтерфейсів комп'ютера?

13 Яка інформація надається NOS Windows 2000 на вкладці "Общие" вікна "Подключение по локальной сети"?

14 Для чого використовується утиліта **ipconfig**?

15 За якою командою можна дістати повні відомості про сконфігуровані мережні інтерфейси комп'ютера?

ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

1 Вивчити ключові положення до лабораторної роботи.

2 Підготувати письмові відповіді на два контрольних запитання за номерами $\boldsymbol{M_1 = k + l - 1}$ та $\boldsymbol{M_2 = 17 - k - l}$, де k – порядковий номер бригади; l – порядковий номер, за алфавітом, прізвища студента в бригаді; якщо $M_1 = M_2$, то взяти $M_2 = 15$.

3 Ознайомитись з лабораторним завданням та підготувати команди утиліти **ipconfig** з ключами та параметрами, необхідними для виконання ЛР.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ № 12а

Перегляд встановлених мережних компонентів Windows 98

1 Відкрити вікно "Сеть".

2 Ознайомитись з розділами, опціями та кнопками вкладок: "Конфигурация", "Идентификация", "Управление доступом".

3 Відкрити вкладку "Конфигурация" й звернути увагу на те, які саме мережні програмні компоненти вже встановлено (див. рис. 12.2).

4 Покажчиком миші позначити кожен з установлених компонентів, а в розділі "Описание" ознайомитись з призначенням цього компонента.

5 Зазначити у протоколі ЛР, які мережні компоненти установлено та яке є їхнє призначення.

Установлення мережних компонентів Windows 98

6 Установити стек протоколів TCP/IP. Для цього на вкладці "Подключение по локальной сети – свойства" потрібно натиснути кнопку "Добавить". У вікні "Выбор типа компонента", яке відкриється (див. рис. 12.3), позначити компонент "Протокол" та натиснути кнопку "Добавить". Відкриється вікно "Выбор. Сетевой протокол", в якому слід обрати виготовлювача – Microsoft та протокол – TCP/IP (див. рис. 12.4).

Застереження! Процедуру установлення протоколу в лабораторній роботі завершувати не потрібно, а слід скасувати її за допомогою кнопки "Отмена".

7 Установити службу клієнта для мережі Microsoft. Установлення виконати аналогічно до пункту 6 *з подальшим скасуванням* цієї процедури. Алгоритм установлювання коротко описати у протоколі ЛР.

8 Установити службу доступу до файлів та принтерів мережі Microsoft. Установлення виконати аналогічно до пункту 6 *з подальшим скасуванням* цієї процедури.

Установлення у Windows 98 параметрів протоколу IP

9 Відкрити вікно "Свойства: TCP/IP". На панелі "IP-адрес" цього вікна (див. рис. 12.5) установити IP-адресу й маску. Внести до протоколу ЛР дані про ці установки.

10 Відкрити панель "Шлюз" (див. рис. 12.6) та установити IP-адресу шлюзу. Внести до протоколу ЛР можливі установки цієї панелі.

11 Відкрити панель "Конфигурация DNS" (див. рис. 12.7) та установити IP-адресу DNS-сервера. Внести до протоколу ЛР дані про цю установку.

12 *Скасувати всі установки*, закривши діалогові вікна за допомогою кнопки "Отмена".

Дослідження ключів команди ipconfig у Windows 98

13 За допомогою команди **Command** відкрити вікно програми MS DOS для Windows 98. Команда вводиться у Windows вікні, яке відкривається за допомогою кнопки "Пуск" та опції меню "Выполнить…" .

14 Впровадити з клавіатури команду **ipconfig /?** .

15 За текстом файлу допомоги (Help), котрий буде виведено на екран монітора, ознайомитись з ключами й параметрами команди **ipconfig**.

16 Записати у протокол ЛР призначення ключів: **/all**; **/Batch**; **/flushdns**; **/displaydns**.

17 Перевірити функціонування ключів: **/Batch**; **/displaydns**. У протоколі ЛР зробити висновки стосовно функціонування цих ключів.

Контроль параметрів IP конфігурації PC з Windows 98

18 Вивести на екран монітора комп'ютера основні відомості про конфігурацію його IP-інтерфейсів.

19 Вивести на екран монітора комп'ютера повні дані про конфігурацію його IP-інтерфейсів. Записати у протокол ДР ці дані.

20 Записати у файл **conf98ip.out** повні дані про конфігурацію IP-інтерфейсів комп'ютера.

21 Закрити вікно MS DOS програми.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ № 12б

Перегляд встановлених мережних компонентів Windows 2000

1 Відкрити вікно "Сеть и удаленный доступ к сети" (див. рис. 12.8).

2 Відкрити вікно "Состояние. Подключение по локальной сети" (див. рис. 12.9). Зазначити у протоколі ЛР параметри підімкнення.

3 За допомогою кнопки "Свойства" відкрити вікно "Подключение по локальной сети – свойства". Звернути увагу на те, які саме мережні програмні компоненти вже встановлено (див. рис. 12.10).

4 Покажчиком миші позначити кожен з установлених компонентів, а в розділі "Описание" ознайомитись з призначенням певного компонента.

5 Зазначити у протоколі ЛР, які мережні компоненти установлено та яке є їхнє призначення.

Установлення мережних компонентів Windows 2000

6 Установити стек протоколів TCP/IP. Для цього на вкладці "Подключение по локальной сети – свойства" потрібно натиснути кнопку "Добавить" (див. рис. 12.10). У вікні, яке відкриється, позначити компонент "Протокол" та натиснути кнопку "Добавить". Відкриється вікно, в якому слід обрати виготовлювача – Microsoft та протокол – TCP/IP.

Застереження! Процедуру установлення протоколу в лабораторній роботі завершувати не потрібно, а слід скасувати її за допомогою кнопки "Отмена".

7 Установити службу клієнта для мережі Microsoft. Установлення виконати аналогічно до пункту 6 *з подальшим скасуванням* цієї процедури. Алгоритм установлювання коротко описати у протоколі ЛР.

8 Установити службу доступу до файлів та принтерів мережі Microsoft. Установлення виконати аналогічно до пункту 6 *з подальшим скасуванням* цієї процедури.

Установлення у Windows 2000 параметрів протоколу IP

9 Відкрити вікно "Свойства: Протокол Интернета (TCP/IP)". Ознайомитись з установленими параметрами та внести їх до протоколу ЛР.

10 За допомогою кнопки "Дополнительно…" відкрити вікно "Дополнительные параметры TCP/IP" та ознайомитись з установленими параметрами на всіх чотирьох панелях цього вікна.

11 За допомогою кнопки "Изменить…", яку розміщено на панелі "Параметры IP" змінити IP-адресу інтерфейсу комп'ютера та мережну маску. Відбити в протоколі ЛР діалогове вікно "TCP/IP-адрес".

12 Додати IP-адресу шлюзу. У протоколі ЛР відбити діалогове вікно, в якому додається IP-адреса шлюзу.

13 Вилучити IP-адресу DNS-сервера. У протоколі ЛР відбити діалогове вікно, в якому вилучається IP-адреса DNS-сервера.

14 Відкрити панель "Параметры". Покажчиком миші послідовно позначати певну установлену службу, а в розділі "Описание" знайомитись та вносити до протоколу ЛР призначення цієї служби.

15 Відкрити та ознайомитись з вікнами "IP-безопасность" та "Фильтрация TCP/IP".

16 *Скасувати всі установки*, закривши діалогові вікна за допомогою кнопки "Отмена".

Дослідження ключів команди ipconfig у Windows 2000

17 За допомогою команди **cmd** відкрити вікно програми MS DOS для Windows 2000. Команда впроваджується у Windows вікні, яке відкривається за допомогою кнопки "Пуск" та опції меню "Выполнить…" .

18 Впровадити з клавіатури команду **ipconfig /?**

19 За текстом файлу допомоги (Help), котрий буде виведено на екран монітора, ознайомитись з ключами й параметрами команди **ipconfig**.

20 Записати у протокол ЛР призначення ключів: **/all**; **/Batch**; **/flushdns**; **/displaydns**.

21 Перевірити функціонування ключів: **/Batch**; **/displaydns**. У протоколі ЛР зробити висновки стосовно функціонування цих ключів.

Контроль параметрів IP конфігурації PC з Windows 2000

22 Вивести на екран монітора комп'ютера основні відомості про конфігурацію його IP-інтерфейсів.

23 Вивести на екран монітора комп'ютера повні дані про конфігурацію його IP-інтерфейсів. Записати у протокол ЛР ці дані.

24 Записати у файл **configip.out** повні дані про конфігурацію IP-інтерфейсів комп'ютера.

25 Закрити вікно MS DOS програми.

ЗМІСТ ПРОТОКОЛУ

У протоколі ЛР повинно бути відбито тему й мету роботи. Пункт 2 домашнього завдання (контрольні запитання й відповіді). Результати виконання лабораторного завдання:

– для ЛР № 12а – це пункти 5, 7, 9, 10, 11, 16, 17, 19;

– для ЛР № 12б – це пункти 2, 5, 8, 10, 12 – 15, 21, 22, 24.

Висновки.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1 *Олифер В.Г., Олифер Н.А.* Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: Питер, 2000. – 672 с.
2 *Кульгин М.* Технологии корпоративных сетей: Энциклопедия. – СПб.: Питер, 1999. – 704 с.
3 *Компьютерные сети.* – Кн. 2: Networking Essentials. Энциклопедия пользователя // Марк А. Спортак и др. / Пер с англ. – К.: ДиаСофт, 1999. – 432 с.
4 *Крейг Хант.* Персональные компьютеры в сетях TCP/IP / Пер. с англ. – К.: BNV, 1997. – 384 с.
5 *Web-технології мережі Інтернет:* Метод. посібник до лаб. робіт № 4, 5, 6 з курсу "Комп'ютерні мережі та Інтернет" / М.І. Струкало, П.П. Воробієнко, О.Л. Нечипорук, О.А. Новіков – Одеса: ОНАЗ, 2001. – 36 с.
6 *Струкало М.І., Воробієнко П.П., Бірюкова Е.М.* Об'єднання комп'ютерних мереж за допомогою IP-маршрутизаторів. – Одеса: УГАС, 2000. – 23 с.
7 *Воробієнко П.П., Каразей В.М., Скопа О.О.* Протоколи міжмережної взаємодії. – Одеса, 1999. – 50 с.

Додаток А

Створення підмереж у адресному просторі класу *С*

Таблиця А1 – Варіанти адресації підмереж та вузлів залежно від маски для будь-якої адреси класу *С*, наприклад 195.5.27.*X*

№ варі-анта	Маска підмережі	№ під-мережі	IP-адреси підмереж	Широко-мовні IP-адреси підмереж	Кіль-кість вузлів	IP-адреси вузлів у підмережі
1	255.255.255.0	1	195.5.27.0	195.5.27.255	254	195.5.27.1, … ,195.5.27.254
2	255.255.255.128	1	195.5.27.0	195.5.27.127	126	195.5.27.1, … ,195.5.27.126
		2	195.5.27.128	195.5.27.255	126	195.5.27.129,…,195.5.27.254
3	255.255.255.192	1	195.5.27.0	195.5.27.63	62	195.5.27.1, … ,195.5.27.62
		2	195.5.27.64	195.5.27.127	62	195.5.27.65, … ,195.5.27.126
		3	195.5.27.128	195.5.27.191	62	195.5.27.129,…,195.5.27.190
		4	195.5.27.192	195.5.27.255	62	195.5.27.193,…,195.5.27.254
4	255.255.255.224	1	195.5.27.0	195.5.27.31	30	195.5.27.1, … ,195.5.27.30
		2	195.5.27.32	195.5.27.63	30	195.5.27.33, … ,195.5.27.62
		3	195.5.27.64	195.5.27.95	30	195.5.27.65, …, 195.5.27.94
		4	195.5.27.96	195.5.27.127	30	195.5.27.97, … ,195.5.27.126
		5	195.5.27.128	195.5.27.159	30	195.5.27.129,…,195.5.27.158
		6	195.5.27.160	195.5.27.191	30	195.5.27.161,…,195.5.27.190
		7	195.5.27.192	195.5.27.223	30	195.5.27.193,…,195.5.27.222
		8	195.5.27.224	195.5.27.255	30	195.5.27.225,…,195.5.27.254
5	255.255.255.240	1	195.5.27.0	195.5.27.15	14	195.5.27.1, … ,195.5.27.14
		2	195.5.27.16	195.5.27.31	14	195.5.27.17, … ,195.5.27.30
		3	195.5.27.32	195.5.27.47	14	195.5.27.33, … ,195.5.27.46
		4	195.5.27.48	195.5.27.63	14	195.5.27.49, … ,195.5.27.62
		5	195.5.27.64	195.5.27.79	14	195.5.27.65, … ,195.5.27.78
		6	195.5.27.80	195.5.27.95	14	195.5.27.81, … ,195.5.27.94
		7	195.5.27.96	195.5.27.111	14	195.5.27.97, … ,195.5.27.110
		8	195.5.27.112	195.5.27.127	14	195.5.27.113,…,195.5.27.126
		9	195.5.27.128	195.5.27.143	14	195.5.27.129,…,195.5.27.142
		10	195.5.27.144	195.5.27.159	14	195.5.27.145,…,195.5.27.158
		11	195.5.27.160	195.5.27.175	14	195.5.27.161,…,195.5.27.174
		12	195.5.27.176	195.5.27.191	14	195.5.27.177,…,195.5.27.190
		13	195.5.27.192	195.5.27.207	14	195.5.27.193,…,195.5.27.206
		14	195.5.27.208	195.5.27.223	14	195.5.27.209,…,195.5.27.222
		15	195.5.27.224	195.5.27.239	14	195.5.27.225,…,195.5.27.238
		16	195.5.27.240	195.5.27.255	14	195.5.27.241,…,195.5.27.254
6	255.255.255.128	1	195.5.27.0	195.5.27.127	126	195.5.27.1, … ,195.5.27.126
	255.255.255.192	2	195.5.27.128	195.5.27.191	62	195.5.27.129,…,195.5.27.190
	255.255.255.192	3	195.5.27.192	195.5.27.255	62	195.5.27.193,…,195.5.27.254
7	255.255.255.128	1	195.5.27.0	195.5.27.127	126	195.5.27.1, … ,195.5.27.126
	255.255.255.192	2	195.5.27.128	195.5.27.191	62	195.5.27.129,…,195.5.27.190
	255.255.255.224	3	195.5.27.192	195.5.27.223	30	195.5.27.193,…,195.5.27.254
	255.255.255.240	4	195.5.27.224	195.5.27.239	14	195.5.27.245,…,195.5.27.238
	255.255.255.248	5	195.5.27.240	195.5.27.248	6	195.5.27.241,…,195.5.27.247
	255.255.255.248	6	195.5.27.248	195.5.27.255	6	195.5.27.249,…,195.5.27.254

Додаток Б

Файли networks та hosts мережної бази даних

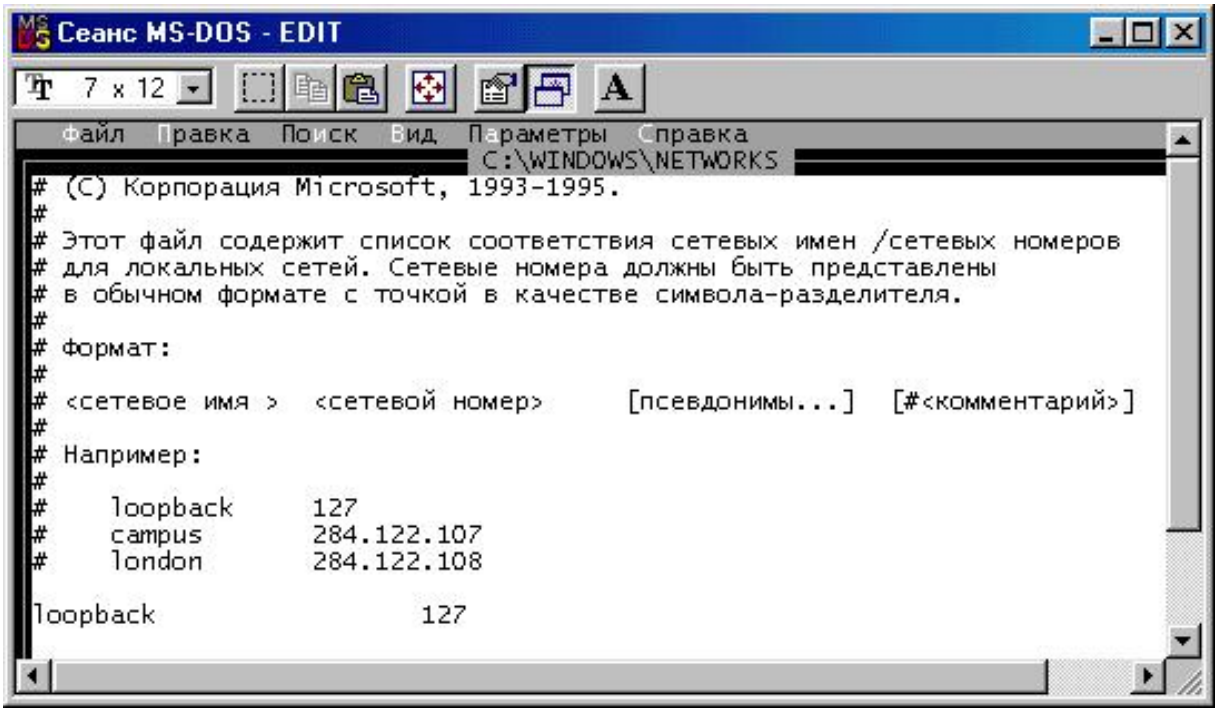

Рисунок Б1 – Файл networks відповідності мережних імен та номерів

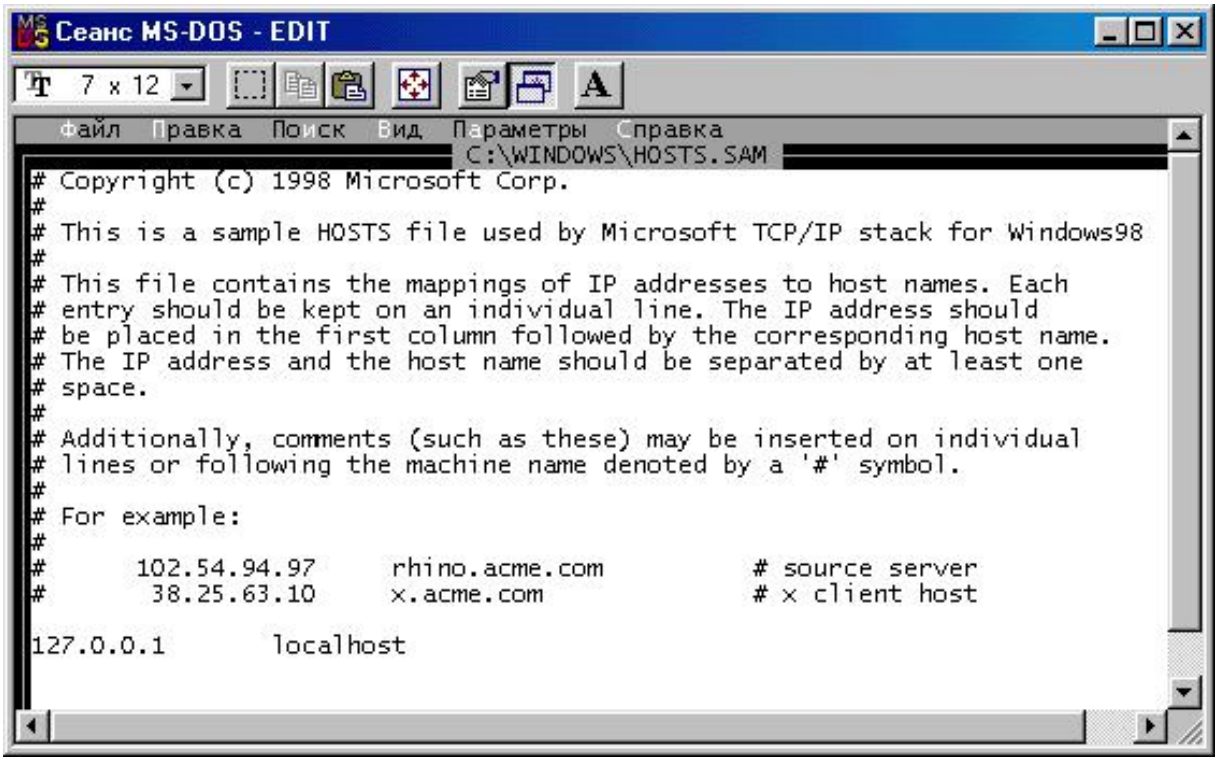

Рисунок Б2 – Файл hosts відповідності IP-адрес та DNS-адрес

Навчальне видання

СТРУКАЛО Михайло Іполитович
ВОРОБІЄНКО Петро Петрович
НЕЧИПОРУК Олег Леонідович
НОВІКОВ Олександр Аркадійович

КОНФІГУРУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСІВ КОМП'ЮТЕРІВ З NOS WINDOWS ДО МЕРЕЖ TCP/IP

Методичний посібник до лабораторних робіт

Редактор ***І.В. Ращупкіна***

Комп'ютерна
верстка та макетування – ***Є.С. Корнійчук***