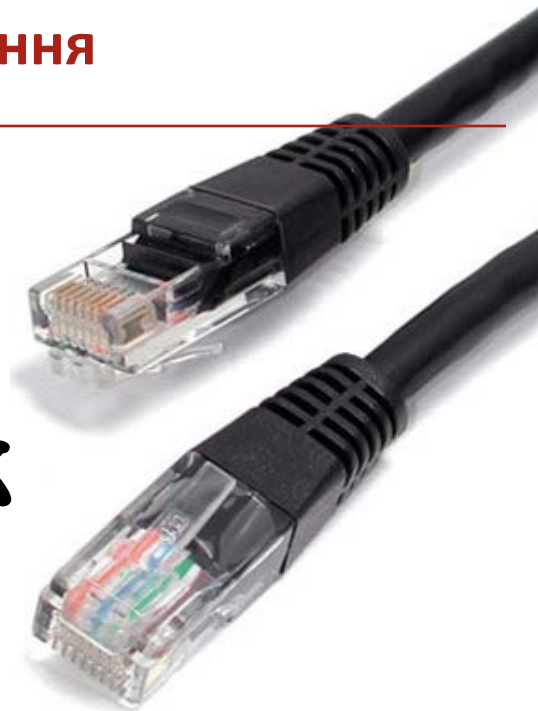


Організація комп'ютерних мереж



к.т.н., ст. викл. Тушницький Р.Б.
ruslan4yk@lp.edu.ua

Лекція 7.

1. Типи адрес стеку TCP/IP. IP-адреси.

- 1.1. Локальні адреси, мережеві IP-адреси, доменні імена.
- 1.2. Формат IP-адреси, класи IP-адрес, особливі IP-адреси.
- 1.3. Використання масок при IP-адресації.
- 1.4. Порядок призначення IP-адрес.

2. Протоколи IP та ICMP.

- 2.1. Формат IP-паketу.
- 2.2. Схема IP-маршрутизації.
- 2.3. Маршрутизація з використанням масок.
- 2.4. Фрагментація IP-паketів.
- 2.5. Призначення і характеристика протоколу ICMP, формат ICMP-паketу.
- 2.6. Типи ICMP-повідомлень, формат деяких найбільш важливих повідомлень.

3. Трансляція мережних адрес NAT. Протоколи ARP і RARP.

- 3.1. Причини підміни мережних адрес. Традиційна технологія NAT. Базова трансляція мережних адрес, трансляція мережних адрес і портів.
- 3.2. Відображення IP-адрес на локальні адреси. Протокол ARP. Обернене відображення, протокол RARP.

4. Система доменних імен DNS. Протокол DHCP.

- 4.1. Система DNS. Плоскі символні імена, ієрархічні символні імена, схема роботи DNS.
- 4.2. Режими DHCP, алгоритм динамічного призначення адрес.

Прикладной уровень	FTP, Telnet, HTTP, SMTP, SNMP, TFTP
Транспортный уровень	TCP, UDP
Сетевой уровень	IP, ICMP, RIP, OSPF
Уровень сетевых интерфейсов	Не регламентируется

Рис. 15.1. Иерархическая структура стека TCP/IP

Стек протоколів TCP/IP

1. **Прикладний рівень** – (прикладний + представлення + сеансовий) FTP, Telnet, HTTP, SMTP, SNMP, TFTP
об'єднює сервіси, які представляються системою користувацьким застосуванням.
2. **Транспортний** - забезпечує верхньому рівні:
гарантовану доставку повідомлень – **TCP = Transmission Control Protocol**
логічне з'єднання + нумерація пакетів, повторні передачі, дуплексна передача
доставку за можливості, або з тих зусиллями – **UDP = User Datagram Protocol**
дейтаграми
3. **Мережевий = рівень Інтернета**
переміщення пакетів в межах складової мережі
IP = Internet Protocol – просування пакетів між мережами – від маршрутизатора до маршрутизатора
(дейтаграми)
RIP, OSPF – додаткові – вивчення топології мережі, визначення маршрутів і таблиць маршрутизації
ICMP – управління повідомленнями - передача маршрутизатором повідомлення про помилки
4. **Рівень мережевих інтерфейсів** - не регламентується (OSI = канальний + фізичний)
організація взаємодій з підмережами різних технологій, що входять у складову мережу.
=>> відмінність від архітектури інших стеків

Задача організації інтерфейса між технологіями TCP/IP і будь-якою іншою технологією мережі:

1. Пакування (інкапсуляція) IP-пакета в одиницю даних проміжної мережі
2. Перетворення мережевих адресів в адреси технології даної проміжної мережі.

Термінологія

Потік даних = інформаційний потік = потік – дані, які поступають від застосування на вхід протоколів TCP/UDP.

Протокол **TCP** «нарізає» з потоку даних **сегменти**.

Одиниця даних протоколу **UDP** – **дейтаграма** = **датаграма**.

Одиниця **IP** – **дейтаграми** або **пакети**.

Одиниця даних в які упаковуються IP-пакети для їх подальшої передачі через мережу складової мережі - **кадри** або **фрейми**.



Типи адрес стека TCP/IP

В більшості технологій LAN для однозначної адресації інтерфейсів використовуються MAC-адреси.

1. Локальні (апаратні) адреси
2. Мережеві адреси (IP-адреса)
3. Символьні (доменні) імена

Локальні адреси

Ethernet, FDDI, Token Ring => MAC-адреса.

Мережеві адреси

Номер мережі + номер вузла = мережевий адрес
=> TCP/IP :: IP –адрес

В якості **номера вузла** може бути

локальний адрес вузла

(=> така схема в IPX/SPX) або

деяке число, що ідентифікує вузол

в межах підмережі (TCP/IP).

Рух пакетів через складову мережу

Кожний раз, коли **пакет** направляється адресату **через складову мережу**, в його заголовку вказується **IP-адреса вузла призначення**.

По номеру мережі призначення кожний наступний маршрутизатор знаходить **IP-адрес наступного маршрутизатора**.

Для визначення **локального адресу нового маршрутизатора** за його **IP** використовується **ARP**.

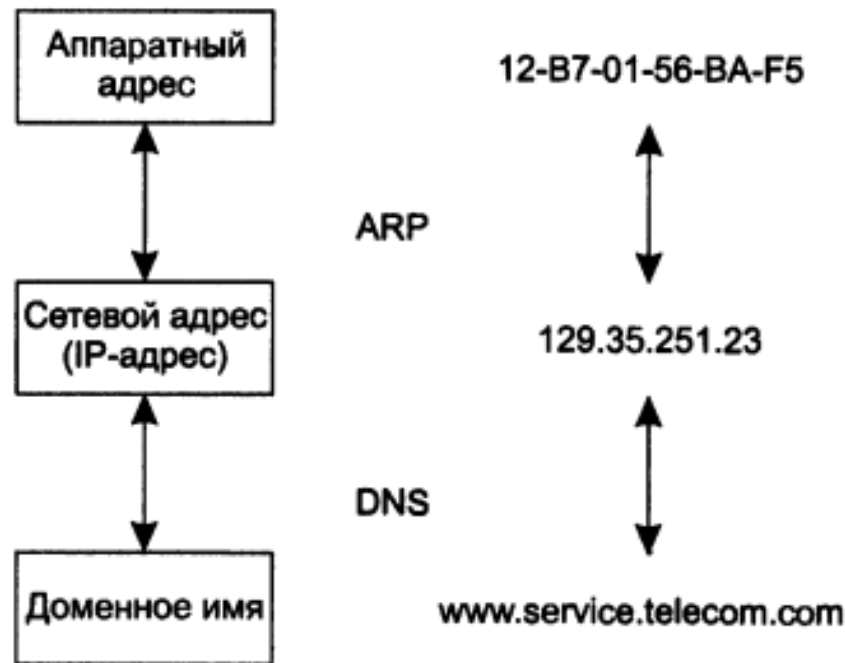


Рис. 15.3. Преобразование адресов

Доменні імена

ftp://192.168.22.1

http://192.168.22.1

Символьні імена:

1. Ієрархічний підхід
2. Розділення « . »
3. Просте ім'я хоста . група хостів . домен

acm.lp.edu.ua

DNS = Domain Name System = Система доменних імен - встановлює відповідність між доменним ім'ям і IP-адресою вузла.

Формат IP-адреси

IP = номер мережі + номер вузла в мережі

128.10.2.30 => 4 байти (dec)

10000000 00001010 00000010 00011110 (bin)

80.0A.02.1D (hex)

Як визначити де номер мережі а де номер вузла в мережі?

1. Використання фіксованої границі – поділ на 2 частини.
Недолік: однакова та ж кількість вузлів
2. Використання **маски**, що дає змогу гнучко задавати границю.
Маска – число, яке застосовується в парі з IP-адресом.

Двійковий запис маски містить неперервну послідовність **1** в тих розрядах які в IP-адресі містять **номер мережі**. Границя між 0 і 1 – границя між номером мережі і вузла.

3. **Класи адрес** – А, В, С – адресація мереж; D, E – спеціальне призначення.

Класи IP-адрес

Таблица 15.1. Классы IP-адресов

Класс	Первые биты	Наименьший номер сети	Наибольший номер сети	Максимальное число узлов в сети
A	0	1.0.0.0 (0 — не используется)	126.0.0.0 (127 — зарезервирован)	2 ²⁴ , поле 3 байта
B	10	128.0.0.0	191.255.0.0	2 ¹⁶ , поле 2 байта
C	110	192.0.0.0	223.255.255.0	2 ⁸ , поле 1 байт
D	1110	224.0.0.0	239.255.255.255	Групповые адреса
E	11110	240.0.0.0	247.255.255.255	Зарезервировано

A: старший бит = 0, ID мережі = 1 байт, ID вузла = 3 байт.

Значення першого байту ==> 1 :- 126 = 00000001 :- 01111110

0 = 00000000 = {0} – не використовується, 127 = 01111111 – зарезервовано.

B: старший 2 біти = 10, ID мережі = 2 байт, ID вузла = 2 байт.

Значення перших 2 байтів ==> 128.0 :- 191.255 = 10000000 {0} :- 10111111 {1}

C: старші 3 біти = 110, ID мережі = 3 байт, ID вузла = 1 байт.

Значення перших 3 байтів ==> 192.0.0 :- 223.255.255 = 11000000 {0} {0} :- 11011111 {1} {1}

D: груповий адрес (multicast address)

E: зарезервовано

129.64.134.5 = 129.64.0.0 (мережа) + 0.0.134.5 (вузол).

Особливі IP-адреси

Обмеження – номер мережі і номер вузла не може складатись з {0} або {1}.

=> max кількість вузлів = max - 2

Host 98.255.255.255 = error

Номер мережі .. Номер вузла мережі

1. Якщо IP-адреса містить тільки {0} – **невизначений адрес** – позначає той адрес, який згенерував цей пакет. Адрес може бути поміщений в заголовок IP-пакета в поле адреси відправника.
2. Якщо в полі номера мережі є {0} – вважають, що вузол призначення належить тій ж мережі, що і вузол, який відправив пакет. Може бути використаний тільки в якості адреси відправника.
3. Якщо всі {1} – розсилається *всім вузлам, що знаходяться в тій ж мережі, що і джерело пакета*. Називається **обмеженим широкомовним (limited broadcast)** (пакет не вийде за межі даної мережі).
4. Якщо в полі адреса призначення в розрядах номера вузла {1} – розсилається **всім** вузлам мережі, номер якої вказано в адресі призначення. **Широкомовний (broadcast)**
192.190.21.255 = > всім вузлам мережі 192.190.21.0.

127.0.0.0 – адрес зворотної петлі (loopback).

Використання маски при IP-адресації

ip = 129.64.134.5 10000001.01000000.1 0000110.00000101

маска = 255.255.128.0 11111111.11111111.1 00000000.00000000

На основі класів: 129.64.134.5 = мережа 129.64.0.0, вузол 0.0.134.5

На основі маски: $10000001.01000000.1+0000110.00000101$
 $= 129.64.128.0 + 0.0.6.5$

Накладання маски – логічне «і».

Маски для стандартних класів:

A : 11111111 . 00000000 . 00000000 . 00000000 (255.0.0.0)

B : 11111111 . 11111111 . 00000000 . 00000000 (255.255.0.0)

C : 11111111 . 11111111 . 11111111 . 00000000 (255.255.255.0)

Використання:

розділення на підмережі (**subnetting**),

об'єднання адресних просторів введенням префіксів для зменшення об'єму таблиць маршрутизації (**supernetting**) .

Порядок призначення IP-адрес

Адміністратор

Приватні адреси (рекомендуються для автономного використання):

В класі А – мережа 10.0.0.0

В класі В – діапазон з 16 номерів мереж 172.16.0.0 -:- 172.31.0.0

В класі С – діапазон з 255 мереж 192.168.0.0 -:- 192.168.255.0

Централізоване розподілення адрес

З 1998 – ICANN = Internet Corporation for Assigned Names and Numbers

ARIN – Америка,

RIPE – Європа

APNIC – Азія і Тихоокеанський регіон

IPv4 vs IPv6

Економія ір-адрес == NAT, CIDR



Рис. 15.4. Нерациональное использование пространства IP-адресов

Адресація і технологія CIDR

CIDR = Classless Inter-Domain Routing = безкласова міждоменна маршрутизація дає змогу центрам розподілення адресів уникнути видачі абонентам зайвих адрес.

Поділ IP-адреси на номер мережі і вузла зарахунок маски змінної довжини.

Префікс – однакова цифрова послідовність в деяких старших розрядах.

Вимоги

1. Кількість адресів у виділеній області має бути рівне степені 2
2. Початкова границя виділеного пула адрес має бути кратна вимозі кількості вузлів

пул 193.20.0.0 – 193.23.255.255 = 2^{18}

Префікс = 14 розрядів => 193.20/14

Замовник хоче 13 адрес => пропозиція

193.20.30.0/28, 193.20.30.16/28, 193.21.204.48/28

Для замовника 4 біти для адресації вузлів => $2^4 = 16$.

Префікс грає роль номера мережі => $32-4=28$ розрядів.

Адресація і технологія CIDR

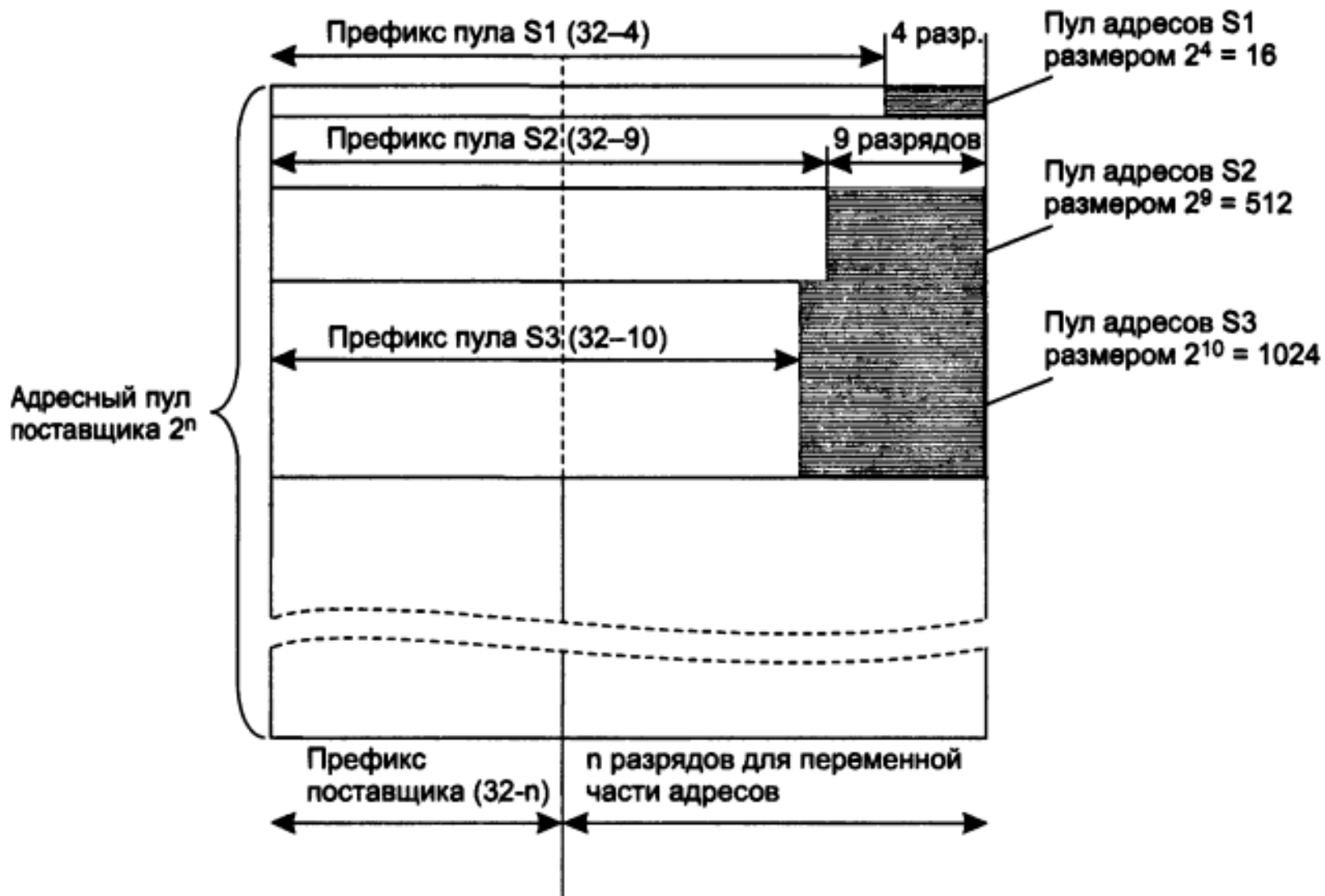


Рис. 15.5. Распределение адресов на основе технологии CIDR

Відображення IP-адреси на локальні адреси

Щоб локальна технологія мережі змогла доставити пакет на наступний маршрутизатор, потрібно:

- упаковати пакет в кадр відповідного для даної мережі формату (# Ethernet)
- забезпечити даний кадр локальним адресом наступного маршрутизатора.

Рішенням таких задач займається рівень мережевих інтерфейсів стека TCP/IP.

ARP = Address Resolution Protocol

ARP = Address Resolution Protocol = Протокол визначення адрес

Протокол реалізується

- з використанням широмовних запитів – Ethernet, Token Ring, FDDI.
- без використання широкомовних запитів – Frame Relay, ATM.

хост С хоче надіслати інформацію хосту D

1. Протокол IP вузла С визначає IP-адрес інтерфейса наступного маршрутизатора – IP1.
2. Перед тим, як упакувати пакет в кадр Ethernet потрібно взяти MAC-адрес маршрутизатора.
3. Для цього протокол IP звертається до ARP.
4. ARP переглядає ARP-кеш на хості. Якщо нема:
 - 4.1. ARP надсилає ARP-запит, вкладає його в кадр протоколу Ethernet і широкомовно надсилає.
 - 4.2. Всі інтерфейси мережі Ethernet приймають ARP-запит і надсилають своєму протоколу ARP.
 - 4.3. Порівнюється вказаний IP-адрес в запиті і IP-адрес інтерфейса.
 - 4.4. Якщо співпав – формується ARP-відповідь (не широкомовно), де вказує локальний MAC-адрес.

Зона поширення ARP-запитів обмежується мережею Ethernet, оскільки на шляху широкомовних кадрів бар'єром є маршрутизатор.

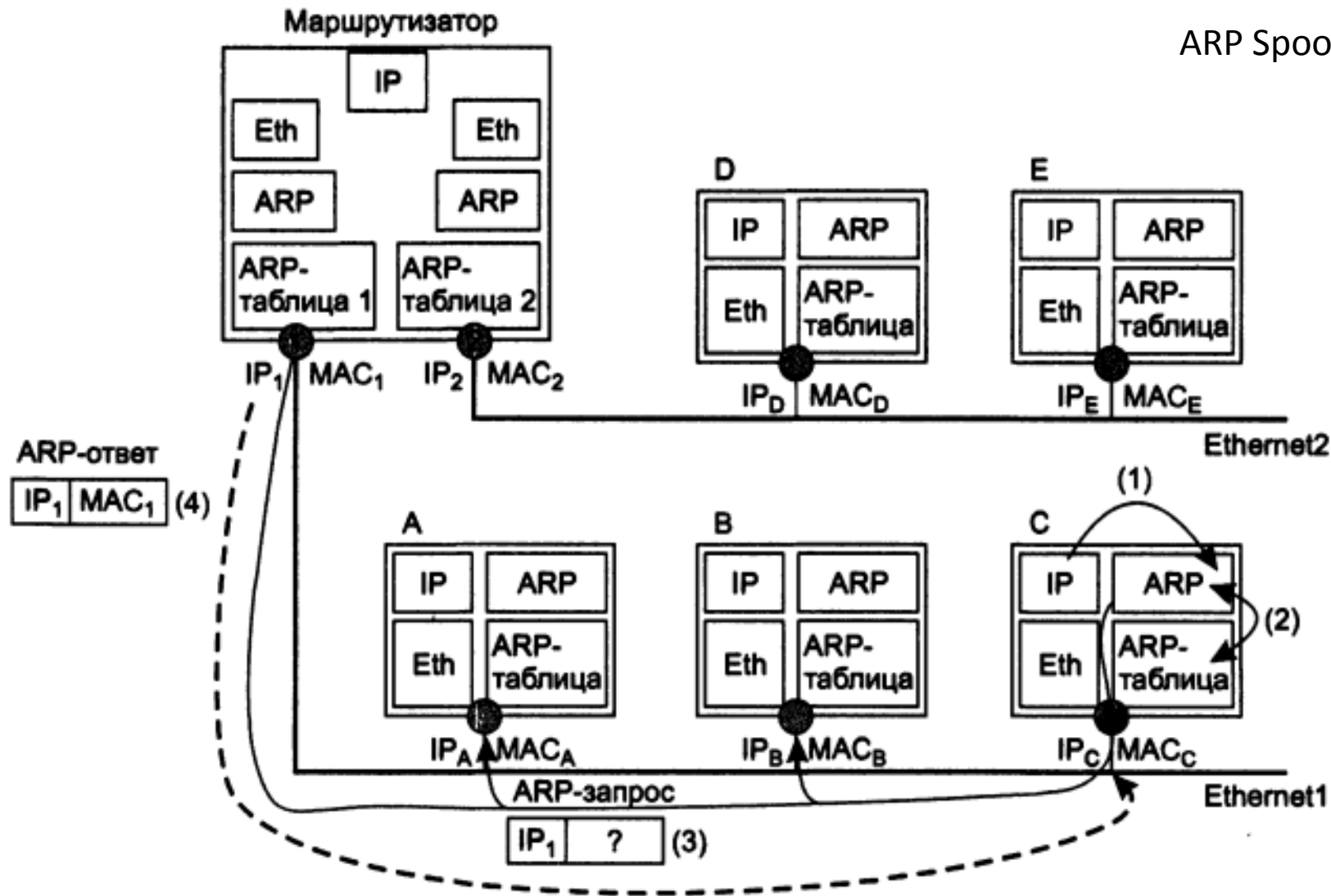


Рис. 15.6. Схема работы протокола ARP

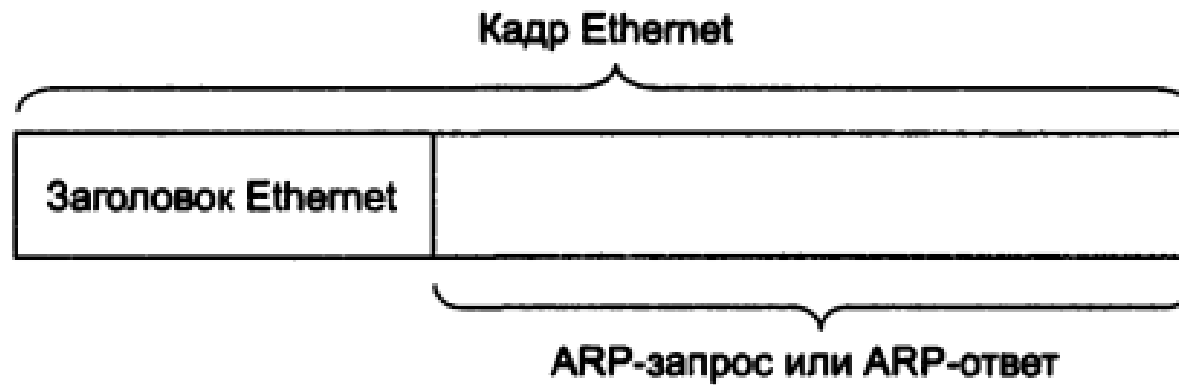


Рис. 15.7. Инкапсуляция ARP-сообщений в кадр Ethernet

ARP

Поля:

Тип мережі	– 1 (Ethernet)
Тип протоколу	– 0x0800 (IP)
Довжина локальної адреси	– 6 байт (Ethernet, MAC-адреса)
Довжина IP-адреси	– 4 байта
Поле операції:	ARP-запит – 1, ARP-відповідь – 0.

Якщо в мережі немає машини із шуканим IP-адресом, то ARP-відповіді не буде. Протокол IP знищує пакети, які направляються на такий адрес.

Таблица 15.2. Пример

ARP-запроса		ARP-ответа
Поле	Значение	Значение
Тип сети	1 (0x1)	1 (0x1)
Тип протокола	2048 (0x800)	2048 (0x800)
Длина локального адреса	6 (0x6)	6 (0x6)
Длина сетевого адреса	4 (0x4)	4 (0x4)
Операция	1 (0x1)	2 (0x1)
Локальный адрес отправителя	008048EB7E60	00E0F77F1920
Сетевой адрес отправителя	194.85.135.75	194.85.135.65
Локальный (искомый) адрес получателя	000000000000	008048EB7E60
Сетевой адрес получателя	194.85.135.65	194.85.135.75

IP-адрес	MAC-адрес	Тип записи
194.85.135.65	00E0F77F1920	Динамический
194.85.135.75	008048EB7E60	Динамический
194.85.60.21	008048EB7567	Статический

Поповняється за рахунок:

- поступаючих даних на даний інтерфейс ARP-відповідей
- в результаті широкомовних ARP-запитів

Статичні записи – внесені вручну, не мають терміну старіння (доки комп'ютер або маршрутизатор включений)

Динамічні записи – мають періодично поновлятися. Якщо не поновлялось – видаляється.

ARP-кеш містить інфу про ті вузли мережі, які активно беруть участь в мережевих операціях.

Визначення адрес в глобальних мережах

Виділяється спеціальний маршрутизатор, який веде ARP-таблицю для всіх вузлів і маршрутизаторів мережі.

При включенні кожен вузол і маршрутизатор реєструє свої адреси у виділеному маршрутизаторі.

Такий маршрутизатор називають **ARP-сервером**.

Визначення IP-адреси за MAC-адресою

RARP = Reverse Address Resolution Protocol = Реверсивний протокол визначення адрес

Використання:

- для старту бездискових станцій, які не знають в початковий момент часу свою IP-адресу, але знають MAC-адресу свого мережевого адаптера.

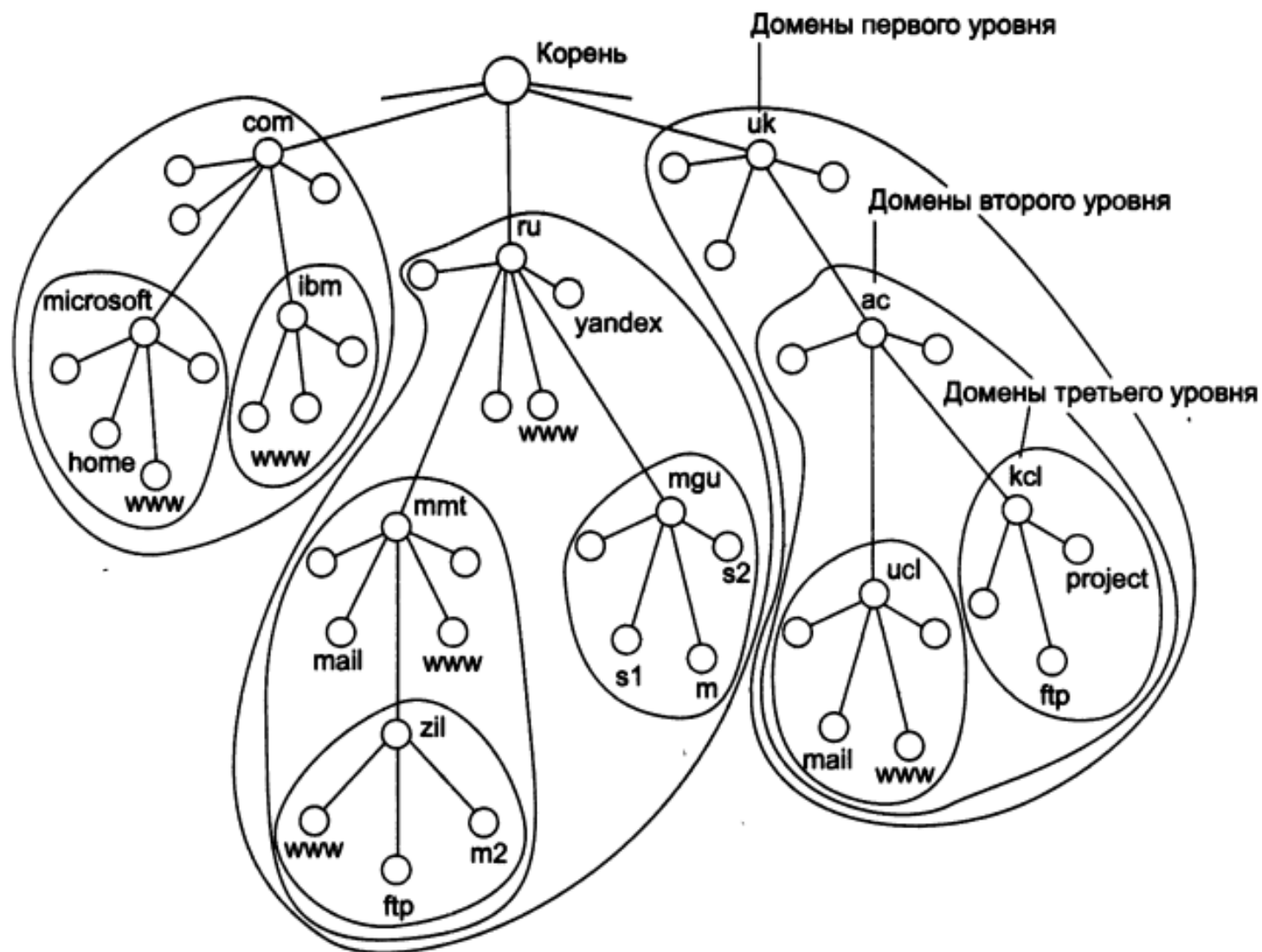


Рис. 15.9. Пространство доменных имен

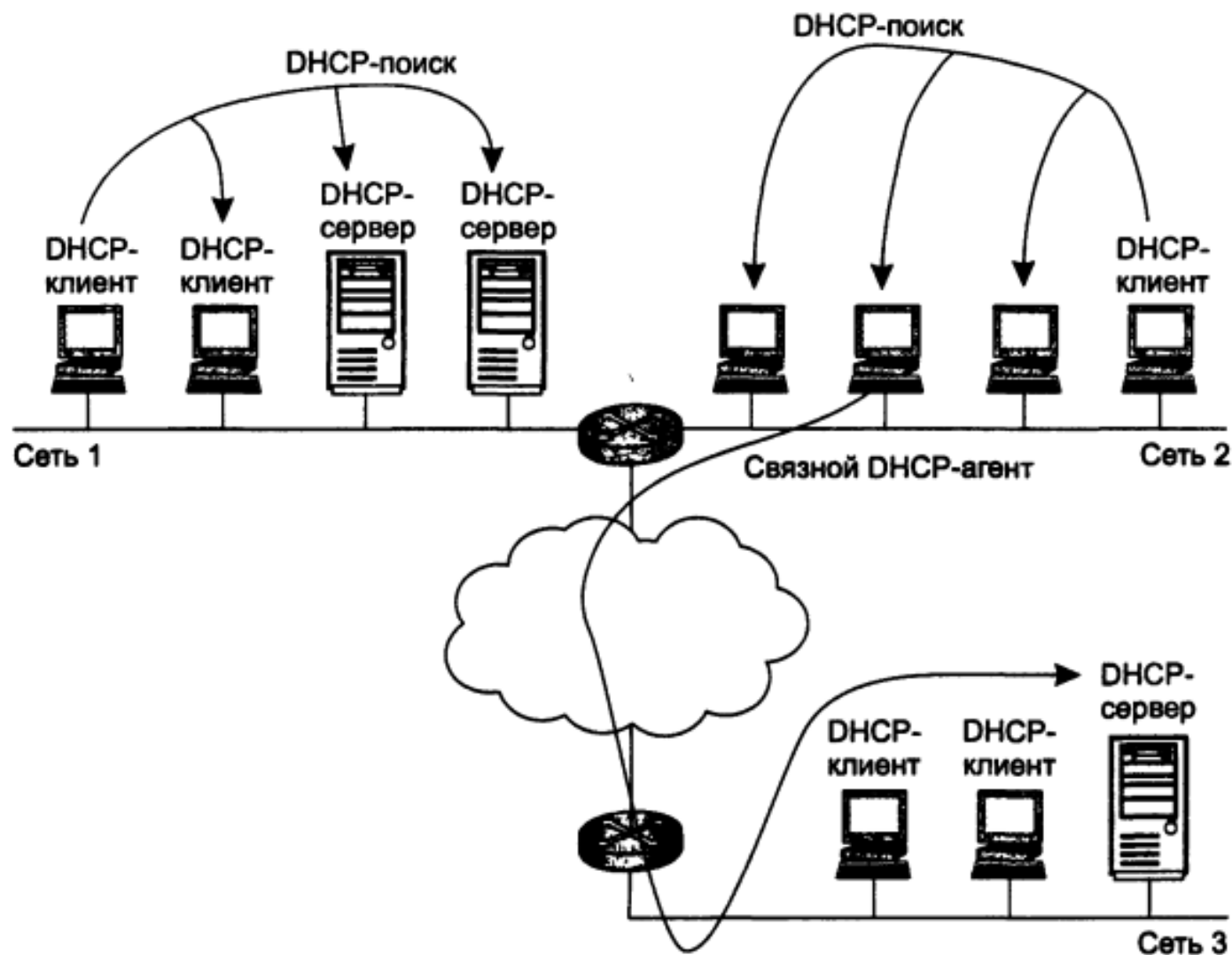


Рис. 15.10. Схемы взаимного расположения DHCP-серверов и DHCP-клиентов