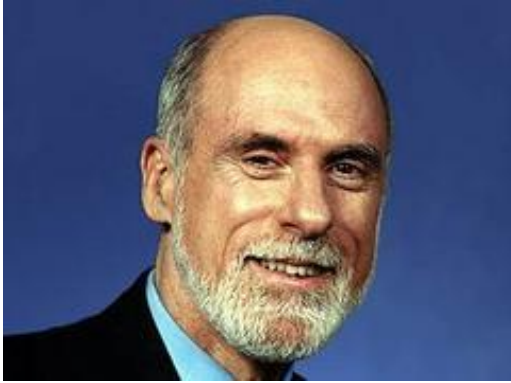


Лекція 9. Прокол IP. Адресування комп'ютерів в мережі.

1978 рік. Розробники стеку протоколів TCP/IP



Вінт Серф

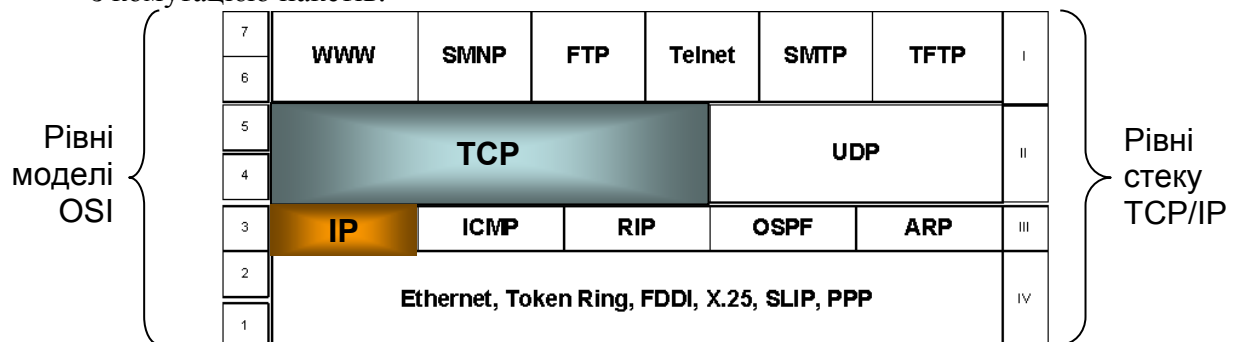


Роберт Канн

Протокол передачі даних TCP/IP був розроблений Вінтом Серфом. У 1974 році, в період роботи в Стенфордському університеті, разом з Робертом Каном він опублікував статтю "A Protocol for Packet Network Intercommunication" ("Протокол для пакетної міжмережевої комунікації"), в якій був описаний протокол передачі даних TCP (transmission-control protocol), що дозволяє передавати дані між різними мережами.

У 1976 році Серф перейшов на роботу в Агентство передових оборонних дослідницьких проектів (DARPA, Defense Advanced Research Projects Agency) міністерства оборони США. У цьому агентстві Серф разом з Каном займався розробкою технологій передачі пакетів даних і безпекою. За його участю в 1978 році розроблений раніше протокол передачі даних був поділений на дві частини - TCP і IP (Internet protocol). В результаті з'явився стек протоколів TCP/IP, який до цього дня є стандартом для передачі даних в Інтернеті.

- Мережі, що використовують для передачі даних протокол **IP** відносяться до мереж з комутацією пакетів.



- Повідомлення розбивається на **пакети** – невеликі блоки інформації
 - Кожен пакет передається мережею, як незалежне повідомлення
- До мереж з комутацією пакетів відносяться мережі на основі протоколів:
- X.25;**
 - Frame Relay;**

- **ATM (Asynchronous Transfer Mode);**
- **TCP/IP.**

Принципи побудови мережі на основі протоколу IP:

- в мережі немає єдиного центру
- при підключенні нової локальної мережі зміни у структурі глобальної не потрібні
- використовується пакетний обмін даними
- обмін даними здійснюється через спеціальні вузли мережі - *шлюзи*

Протокол IP (Internet Protocol – міжмережний протокол).

Один з основних протоколів мережі Internet. Він є частиною стеку протоколів TCP/IP і працює на **3-му рівні моделі OSI**.

- *Задачею протоколу IP* є доставка пакетів від відправника до одержувача.
- Для рішення цієї задачі пакет протоколу IP містить адресну і керуючу інформацію, що дозволяє передавати **пакети** по визначених маршрутах.

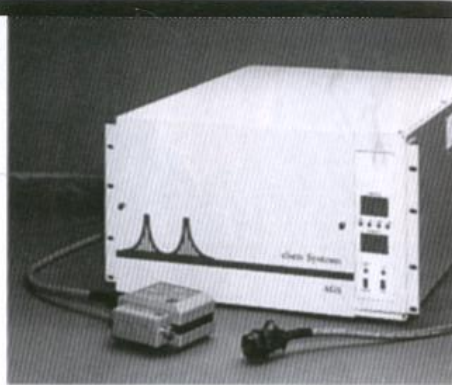
Маршрутизатори

- Просування пакетів мережею реалізується за допомогою спеціальних пристроїв - *маршрутизаторів*.
- Маршрутизатор виділяє з пакету заголовок, аналізує адресну інформацію і приймає рішення про подальший шлях просування пакету на основі даних *таблиці маршрутів*.



1986

Первый модульный многопротокольный маршрутизатор Cisco Advanced Gateway Server (AGS) позволил соединить устройства с различными интерфейсами с помощью протокола IP. Устройство содержало оперативную память емкостью 1 Мбайт, могло обрабатывать 200 пакетов в секунду, поддерживало соединения Ethernet, последовательные линии и ARPANET. Тогда же Cisco создает ОС, позднее названную Cisco IOS.



Cisco 2801

Іншою задачею протоколу IP є розбивка пакетів на фрагменти і наступна їх зборка, що забезпечує передачу пакетів канального рівня різної довжини, наприклад, пакетів локальних мереж **Ethernet** і **Token Ring**.



Недоліки протоколу IP

- Не гарантує доставку пакетів, а також повторну передачу пакета у випадку його перекручування.
- Не відновлює первісну послідовність переданих мережею пакетів.

Адреси комп'ютеру

Кожен комп'ютер у IP-мережі може мати адреси трьох рівнів:

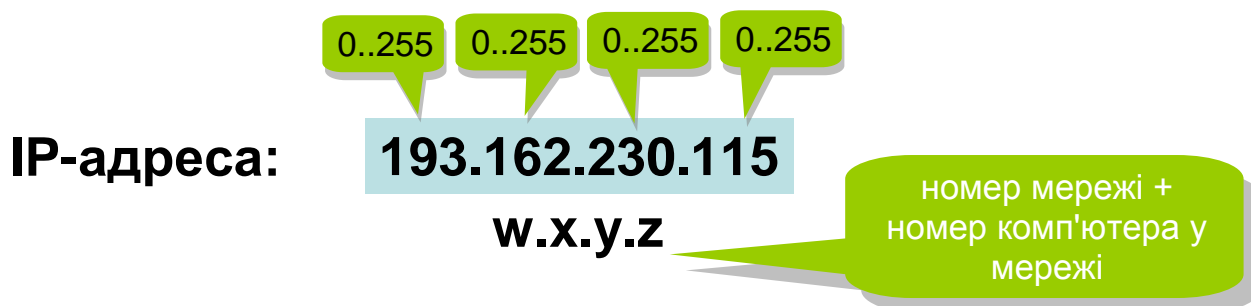
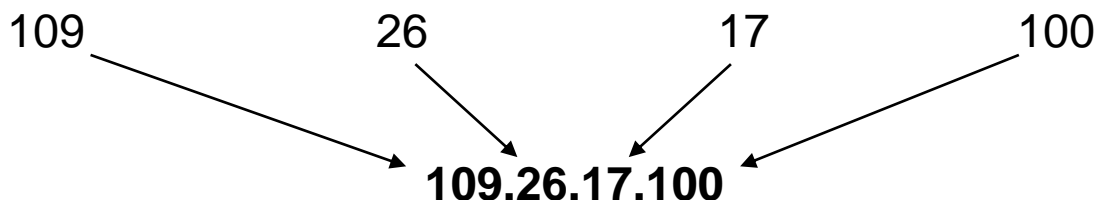
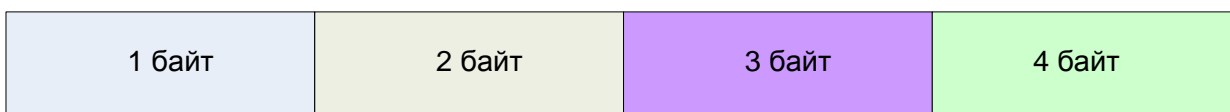
- фізичну адресу (MAC-адресу)
- мережеву адресу (IP-адреса)
- доменне ім'я (www.hp.com)

IP-адреса

- Довжина 4 байта = 32 біта – IPv4
- Ця адреса використовується на мережевому рівні, тобто на рівні, що забезпечує передачу даних між локальними мережами.

- Вона призначається адміністратором мережі під час налаштування мережевого адаптеру комп'ютеру (або надається автоматично), а також призначається кожному інтерфейсу маршрутизатора.

IP-адреса



| Клас мережі | w | Номер мережі | Номер комп'ютера | Кількість мереж | Кількість комп'ютерів |
|-------------|----------------|--------------|------------------|---------------------|-----------------------|
| A | 1..127 | w | x.y.z | 126+2 резерв | 16777214 |
| B | 128-191 | w.x | y.z | 16348 | 65534 |
| C | 192-223 | w.x.y | z | 2097152 | 254 |

Класи **D** и **E** використовуються для службових цілей.

Приватні мережі

Диапазоны для локальных сетей

[\[править\]](#)

При подключении пользовательского компьютера к [Интернету](#), IP-адреса выбираются из диапазона, предоставленного провайдером. Компьютеры, не имеющие IP-адреса, выданного провайдером, могут (при правильной настройке маршрутизации^[1]) работать с другими локальными компьютерами, имея IP-адреса из диапазонов, зарезервированных для локальных сетей (RFC 1918^[2]):

- 10.0.0.0 — 10.255.255.255 (одна сеть класса A)
- 172.16.0.0 — 172.31.255.255 (шестнадцать сетей класса B)
- 192.168.0.0 — 192.168.255.255 (256 сетей класса C)

Спеціальні IP-адреси

Localhost

Материал из Википедии — свободной энциклопедии
(Перенаправлено с 127.0.0.1)

Localhost (**127.0.0.1—127.255.255.255**) — **зарезервированный диапазон IP-адресов** для обозначения т. н. «локального хоста», то есть для сети, состоящей из только одного компьютера. Как правило, используется всего один адрес — 127.0.0.1, который устанавливается на специальный **сетевой интерфейс** «внутренней петли» («loopback») в **сетевом протоколе TCP/IP**. В **Unix-подобных** системах данный интерфейс обычно именуется «loX», где X — число, либо просто «lo». При установке соединений в этой вырожденной «сети» присутствует только один компьютер, при этом сетевые протоколы выполняют функции протоколов **межпроцессного взаимодействия**.

Использование адреса 127.0.0.1 позволяет устанавливать соединение и передавать информацию для программ-серверов, работающих на том же компьютере, что и программа-клиент, независимо от конфигурации аппаратных сетевых средств компьютера (не требуется **сетевая карта**, **модем**, и прочее **коммуникационное оборудование**, интерфейс реализуется при помощи драйвера псевдоустройства в **ядре операционной системы**). Таким образом, для работы клиент-серверных приложений на одном компьютере не требуется изобретать дополнительные протоколы и дописывать программные модули.

Обычно адресу 127.0.0.1 однозначно сопоставляется имя хоста «localhost» и/или «localhost.localdomain».

127.0.0.1

Результат виконання команди **ping** на IP-адресу 127.0.0.1

```
Обмен пакетами с 127.0.0.1 по 32 байт:
```

```
Ответ от 127.0.0.1: число байт=32 время<1мс TTL=128
Ответ от 127.0.0.1: число байт=32 время<1мс TTL=128
Ответ от 127.0.0.1: число байт=32 время<1мс TTL=128
Ответ от 127.0.0.1: число байт=32 время<1мс TTL=128
```

```
Статистика Ping для 127.0.0.1:
```

```
Пакетов: отправлено = 4, получено = 4, потеряно = 0 (0% потерь),
Приблизительное время приема-передачи в мс:
Минимальное = 0мсек, Максимальное = 0 мсек, Среднее = 0 мсек
```

```
C:\Documents and Settings\casha>
```

Ping — акроним «**P**acket **I**nter**N**et **G**rouper (Groper)».

Название происходит от английского названия звука импульса, издаваемого сонаром при отражении импульса от объекта.

Спеціальні IP-адреси

00000000.00000000.00000000.00000000

якщо IP-адреса складається тільки з двійкових нулів, то вона позначає адресу вузла, що з генерував цей пакет

11111111.11111111.11111111.11111111

якщо всі двійкові розряди IP-адреси рівні 1, то пакет з такою адресою призначення повинний розсилатися усім вузлам, що знаходяться в тій же мережі, що і джерело цього пакета. Це обмежене ширококомвне повідомлення (**limited broadcast**).

11000000.10101000.11111111.11111111

якщо в поле адреси призначення містяться 1, то такий пакет розсилається всім вузлам мережі з заданим номером. Таке розсилання називається ширококомвним повідомленням (**broadcast**).

00000000.00000000.11000000.10101000

якщо в поле номера мережі містить 0, то за замовчуванням вважається, що цей вузол належить тієї ж самої мережі, що і вузол, що відправив пакет

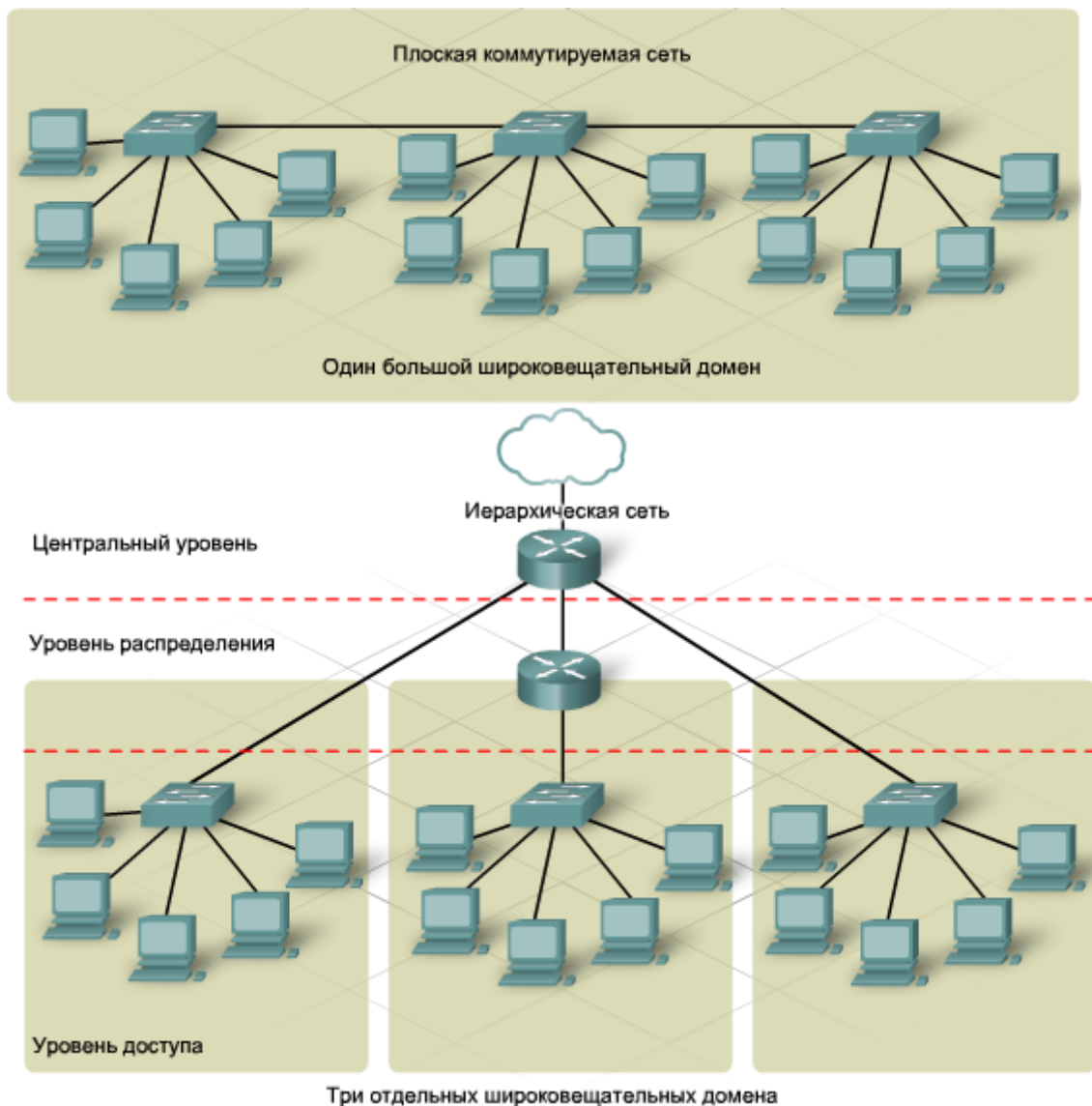
Плоскі й ієрархічні мережі

При використанні повністю комутованій мережі створюється єдиний домен широкомовної розсилки.

Якщо кількість вузлів мережі збільшується її робота стає менш ефективною.

У міру збільшення кількості вузлів у комутованій мережі збільшується число переданих і одержуваних широкомовних розсилок.

Пакети широкомовних розсилок займають більшу частину смуги пропускання, що призводить до затримок при передачі даних і тайм-аутам.



Маска підмережі

Маска – число, що використовується разом з IP-адресою. Двійковий запис маски має одиниці у розрядах, що в IP-адресі відповідають номеру мережі.

Маски для стандартных типов сетей имеют вид:

Класс А: - 11111111.00000000.00000000.00000000 (255.0.0.0)

Класс В: - 11111111.11111111.00000000.00000000 (255.255.0.0)

Класс С: - 11111111.11111111.11111111.00000000 (255.255.255.0)

Мережевий префікс

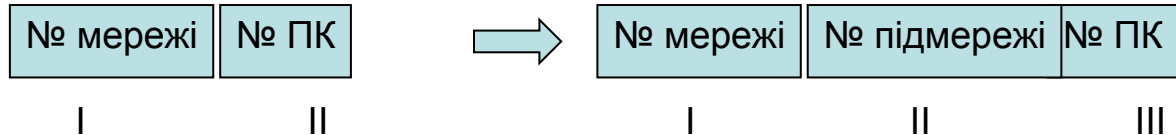
255.0.0.0 - /8

255.255.0.0 - /16

255.255.255.0 - /24

Підмережі

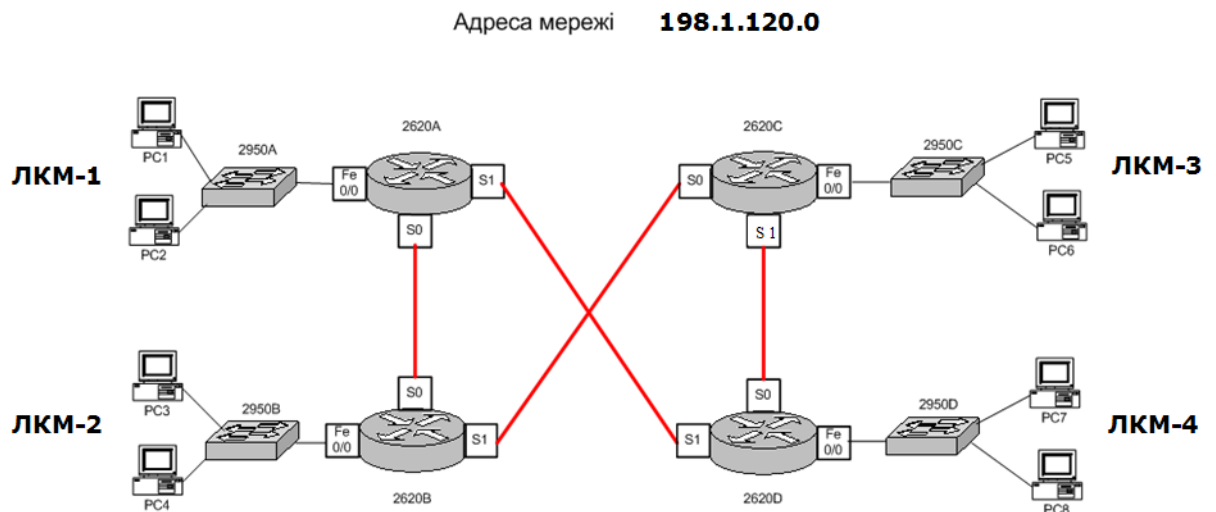
- До введення маски було **2** градації адресування: *мережа* і *номер комп'ютеру* у даній мережі
- Введення маски створює **3** градації адресування: *мережа*, *підмережа* і *номер комп'ютеру* у даній підмережі



Розрахунок маски підмережі

- розрахувати маску, яка дозволить створити необхідну кількість підмереж із заданою кількістю комп'ютерів в кожній підмережі.
- визначити адреси підмереж.
- визначити широкомовні адреси для кожної підмережі.
- визначити діапазони доступних адрес для кожної підмережі.

ВАРІАНТ 1

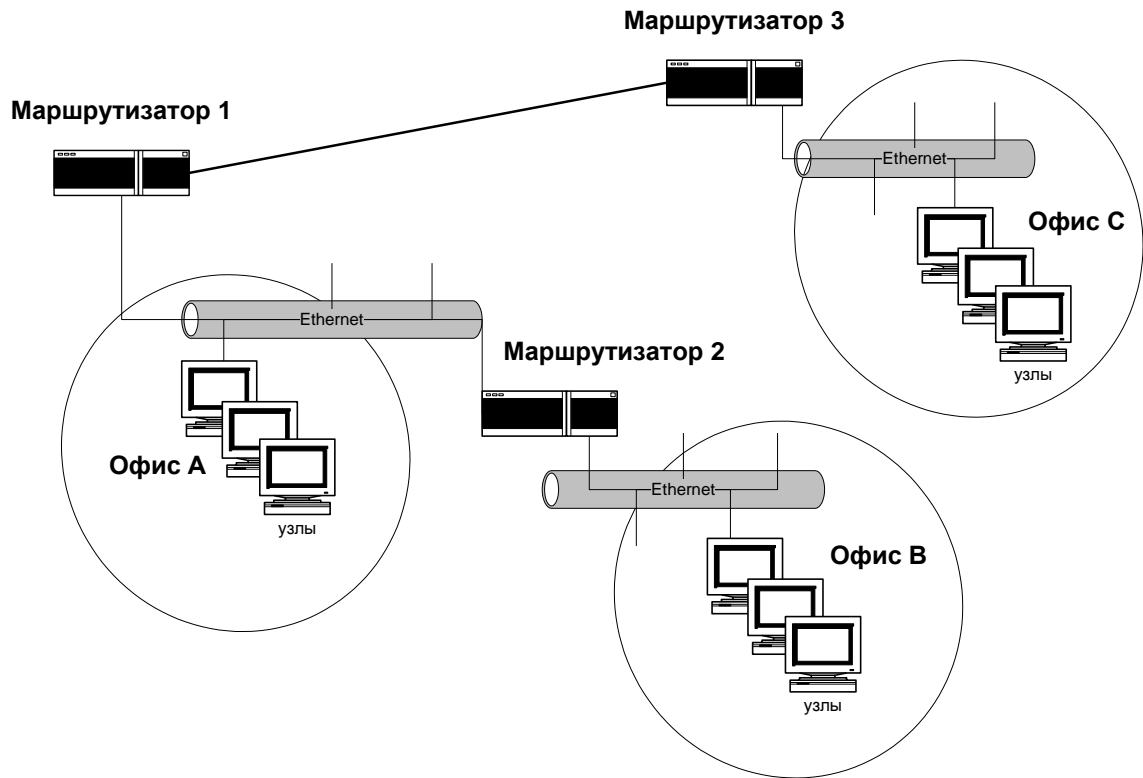


Розрахувати маску підмережі, яка дозволяє розбити блок адрес мережі класу С так, що його можна адаптувати до 4-х існуючих мереж, кожна з яких має 15 комп'ютерів.

З а д а ч а

- Дано: мережі підприємства привласнена адреса мережі класу C: **206.0.125.0**
- Необхідно** поділити блок адрес мережі класу C таким чином, щоб адаптувати його до 3-х існуючих підмереж (офіси A, B і C – рис. 1) і зарезервувати дві додаткові підмережі для майбутнього використання. Кожна підмережа повинна мати не менше 25 доступних адрес.

Мережа підприємства



- Стандартна маска для мережі класу C має вигляд: **255.255.255.0**. Вона містить «1» в тих розрядах, які повинні інтерпретуватися маршрутизаторами як номер мережі, тобто маска містить одиниці в трьох перших байтах:

11111111.11111111.11111111.00000000

- Тому в нашому випадку тільки біти останнього байту можуть бути використані для організації підмереж. Причому для створення підмереж використовуються старші біти байту, молодші використовуються для адресації вузлів.
- Формула, що дозволяє визначити необхідну кількість біт для створення підмереж має вигляд:

$$N_{\text{subnet}} \leq 2, \quad N - \text{біти}$$

- Необхідно підібрати таке **N**, щоб число **2** було більше або дорівнювало необхідній кількості підмереж. Підставляючи $N=1,2,3..$ одержимо:

$N_{\text{subnet}} = 2 = 2$ підмережі

$N_{\text{subnet}} = 2 = 4$ підмережі

$N_{\text{subnet}} = 2 = 8$ підмереж

- Таким чином, для створення 2 підмереж необхідно задіяти 1 старший біт з останнього байту маски, для створення 4 підмереж – 2 біти, 8 підмереж – 3 біти.
- В дані розряди записуються одиниці. Тоді, наприклад, для 8 підмереж отримуємо наступний запис маски у двійковому вигляді:

11111111.11111111.11111111.11100000

- Для того, щоб отримати запис маски у десятковому вигляді необхідно визначити вагові коефіцієнти для даних бітів.
- Створимо таблицю, перший рядок якої – номер біту, другий – вага цього біту, яка розраховується як 2 (основа системи числення) у відповідному ступені, третій рядок – вага розряду у десятковому вигляді.

Таблиця 1. Вагові коефіцієнти розрядів двійкового числа

| | | | | | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 128 | 64 | 32 | 16 | 8 | 4 | 2 | 1 |
| 2^7 | 2^6 | 2^5 | 2^4 | 2^3 | 2^2 | 2^1 | 2^0 |
| 8 біт | 7 біт | 6 біт | 5 біт | 4 біт | 3 біт | 2 біт | 1 біт |

- Сума вагових коефіцієнтів дорівнює **224**

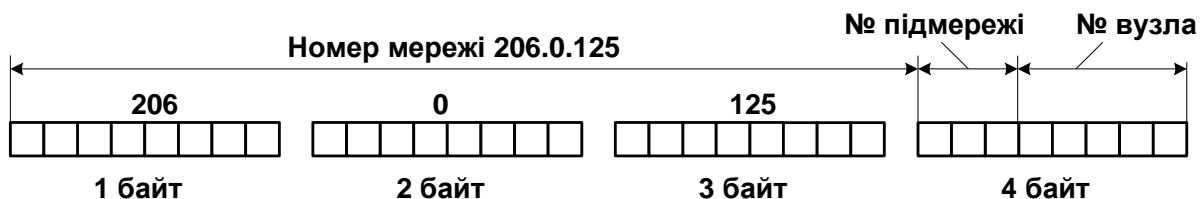
128+64+32=224

- Тобто маска підмережі буде мати наступний вигляд: **255.255.255.224**
- Для організації 8 підмереж необхідні 3 старші біти останнього байта IP-адреси. Запишемо всі можливі двійкові комбінації, які можна створити на основі 3-х розрядів:

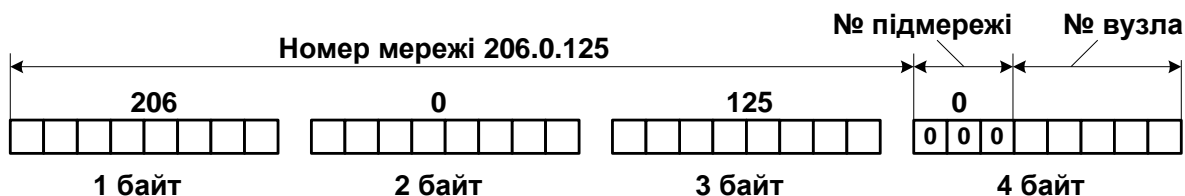
Таблиця 2. Двійкові комбінації на основі 3 розрядів

| | | | |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| № комбінації | 3 біт | 2 біт | 1 біт |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 1 |
| 3 | 0 | 1 | 0 |
| 4 | 0 | 1 | 1 |
| 5 | 1 | 0 | 0 |
| 6 | 1 | 0 | 1 |
| 7 | 1 | 1 | 0 |
| 8 | 1 | 1 | 1 |

Сформуємо адреси підмереж. Для цього представимо адресу підмережі таким чином:

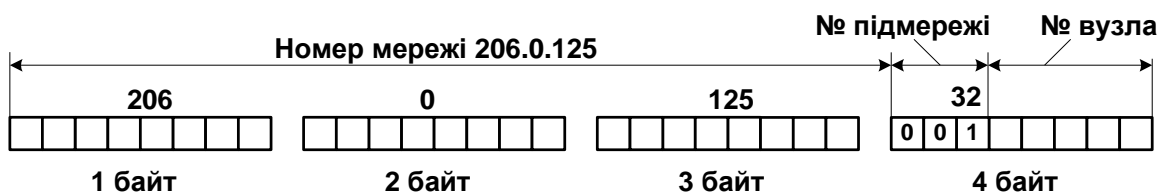


Запишемо першу комбінацію у відповідні розряди номера підмережі. Одержимо:



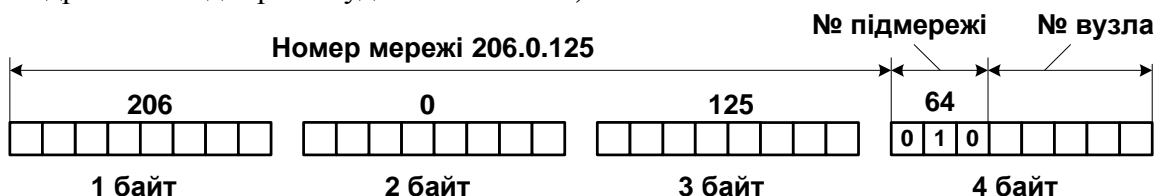
Таким чином, перша підмережа матиме наступну IP-адресу: **206.0.125.0**.

Запишемо наступну комбінацію у відповідні розряди номера підмережі. Одержимо:

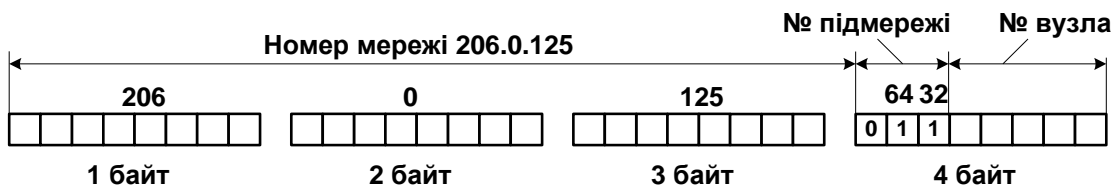


IP-адреса другій підмережі буде: **206.0.125.32**

IP-адреса 3-й підмережі буде: **206.0.125.64**, тобто:



IP-адреса 4-ї підмережі буде: **206.0.125.96**:

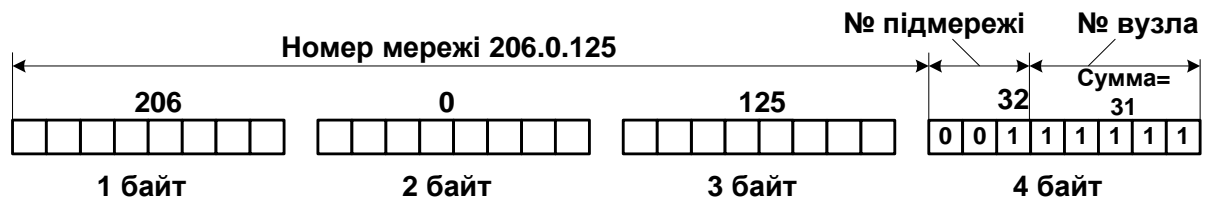


Таблиця 3. Адреси підмереж

| № підмережі | IP-адреса |
|-------------|---------------|
| 1 | 206.0.125.0 |
| 2 | 206.0.125.32 |
| 3 | 206.0.125.64 |
| 4 | 206.0.125.96 |
| 5 | 206.0.125.128 |
| 6 | 206.0.125.160 |
| 7 | 206.0.125.192 |
| 8 | 206.0.125.224 |

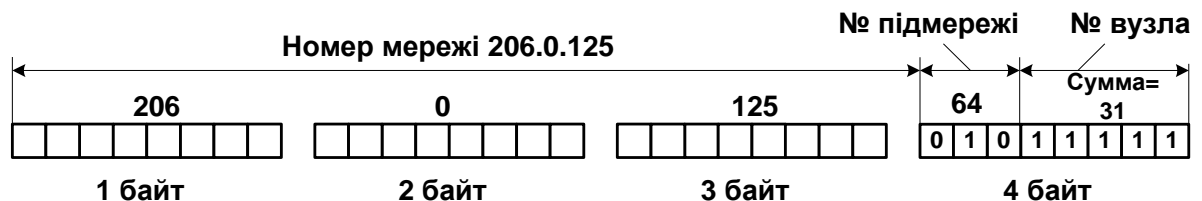
Широкомовна адреса

- Широкомовна адреса – це спеціальна адреса, яка використовується для розсилки пакету всім вузлам деякої підмережі.
- У даній адресі в кожен розряд, що застосовується для нумерації вузла встановлюються в «1», тобто 5 останніх розрядів байта IP-адреси, що відведені для організації підмереж, необхідно встановити в «1».
- Використовуючи комбінацію № підмережі і № вузла, в якому всі розряди встановлені в «1», наприклад, для 2-ї підмережі одержимо:



Широкомовна адреса для 2-ої підмережі матиме вигляд: **206.0.125.63**.

Для третьої підмережі одержимо: **206.0.125.95**, тобто:



Остаточний результат

Таблиця 5. Адреси підмереж з широкомовною адресою

| № підмережі | IP-адреса підмережі | Широкомовна IP-адреса |
|-------------|---------------------|-----------------------|
| 1 | 206.0.125.0 | 206.0.125.31 |
| 2 | 206.0.125.32 | 206.0.125.63 |
| 3 | 206.0.125.64 | 206.0.125.95 |
| 4 | 206.0.125.96 | 206.0.125.127 |
| 5 | 206.0.125.128 | 206.0.125.159 |
| 6 | 206.0.125.160 | 206.0.125.191 |
| 7 | 206.0.125.192 | 206.0.125.223 |
| 8 | 206.0.125.224 | 206.0.125.255 |

Діапазон доступних адрес для кожної підмережі не включатиме власну адресу мережі і широкомовну адресу для даної підмережі

Таблиця 6. Діапазони доступних IP-адрес для кожної підмережі

| № підмережі | Начальний IP-адрес | Конечный IP-адрес |
|--------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1 | 206.0.125.1 | 206.0.125.30 |
| 2 | 206.0.125.33 | 206.0.125.62 |
| 3 | 206.0.125.65 | 206.0.125.94 |
| 4 | 206.0.125.97 | 206.0.125.126 |
| 5 | 206.0.125.129 | 206.0.125.158 |
| 6 | 206.0.125.161 | 206.0.125.190 |
| 7 | 206.0.125.193 | 206.0.125.222 |
| 8 | 206.0.125.225 | 206.0.125.254 |

Результат:

Таблиця 7. Результати виконання завдання

| № подсети | IP-адрес подсети | Широковещательный IP-адрес | Начальный IP-адрес | Конечный IP-адрес |
|------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1 | 206.0.125.0 | 206.0.125.31 | 206.0.125.1 | 206.0.125.30 |
| 2 | 206.0.125.32 | 206.0.125.63 | 206.0.125.33 | 206.0.125.62 |
| 3 | 206.0.125.64 | 206.0.125.95 | 206.0.125.65 | 206.0.125.94 |
| 4 | 206.0.125.96 | 206.0.125.127 | 206.0.125.97 | 206.0.125.126 |
| 5 | 206.0.125.128 | 206.0.125.159 | 206.0.125.129 | 206.0.125.158 |
| 6 | 206.0.125.160 | 206.0.125.191 | 206.0.125.161 | 206.0.125.190 |
| 7 | 206.0.125.192 | 206.0.125.223 | 206.0.125.193 | 206.0.125.222 |
| 8 | 206.0.125.224 | 206.0.125.255 | 206.0.125.225 | 206.0.125.254 |

Незабаром IP-адреса закінчатся

- Когда Винт Серфф вместе с другими специалистами заложил основу интернета в 1977 году, он ввел "интернет-протокол четвертой версии" (IPv4), который мог обеспечить **4,2 млрд** адресов. Однако число устройств с доступом в интернет, особенно мобильных телефонов, возрастает, и теперь свободны лишь 14% этих адресов.
- По оценкам, адреса IPv4, каждый из которых представляет собой ряд из 32 двоичных символов, закончатся к 2010 году.
- Новая система, названная IPv6, готова к внедрению уже больше десятилетия.
- В системе IPv6 каждый адрес записывается 128 битами, что позволяет присвоить 340 триллионов триллионов триллионов различных адресов – это **340.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000**. Как ожидается, это должно удовлетворить потребности человечества на несколько десятилетий вперед.

| Точечно-десятичное представление маски подсети | Двоичная маска подсети | Представление с косой чертой | Число битов узла | Возможное число узлов 2^{n-2} |
|--|-------------------------------------|------------------------------|------------------|---------------------------------|
| 255.0.0.0 | 11111111.00000000.00000000.00000000 | /8 | 24 | 16777214 |
| 255.128.0.0 | 11111111.10000000.00000000.00000000 | /9 | 23 | 8388606 |
| 255.192.0.0 | 11111111.11000000.00000000.00000000 | /10 | 22 | 4194302 |
| 255.224.0.0 | 11111111.11100000.00000000.00000000 | /11 | 21 | 2097150 |
| 255.240.0.0 | 11111111.11110000.00000000.00000000 | /12 | 20 | 1048574 |
| 255.248.0.0 | 11111111.11111000.00000000.00000000 | /13 | 19 | 524286 |
| 255.252.0.0 | 11111111.11111100.00000000.00000000 | /14 | 18 | 262142 |
| 255.254.0.0 | 11111111.11111110.00000000.00000000 | /15 | 17 | 131070 |
| 255.255.0.0 | 11111111.11111111.00000000.00000000 | /16 | 16 | 65534 |
| 255.255.128.0 | 11111111.11111111.10000000.00000000 | /17 | 15 | 32766 |
| 255.255.192.0 | 11111111.11111111.11000000.00000000 | /18 | 14 | 16382 |
| 255.255.224.0 | 11111111.11111111.11100000.00000000 | /19 | 13 | 8190 |
| 255.255.240.0 | 11111111.11111111.11110000.00000000 | /20 | 12 | 4094 |