

Принципи маршрутизації в комп'ютерних мережах

AGENDA

- **Поняття маршрутизації**
- **Статична маршрутизація**
- **Динамічна маршрутизація**
- **Команда route**
- **Різні способи модифікації таблиці маршрутизації**
- **Команда tracer (tracert)**

Поняття маршрутизації

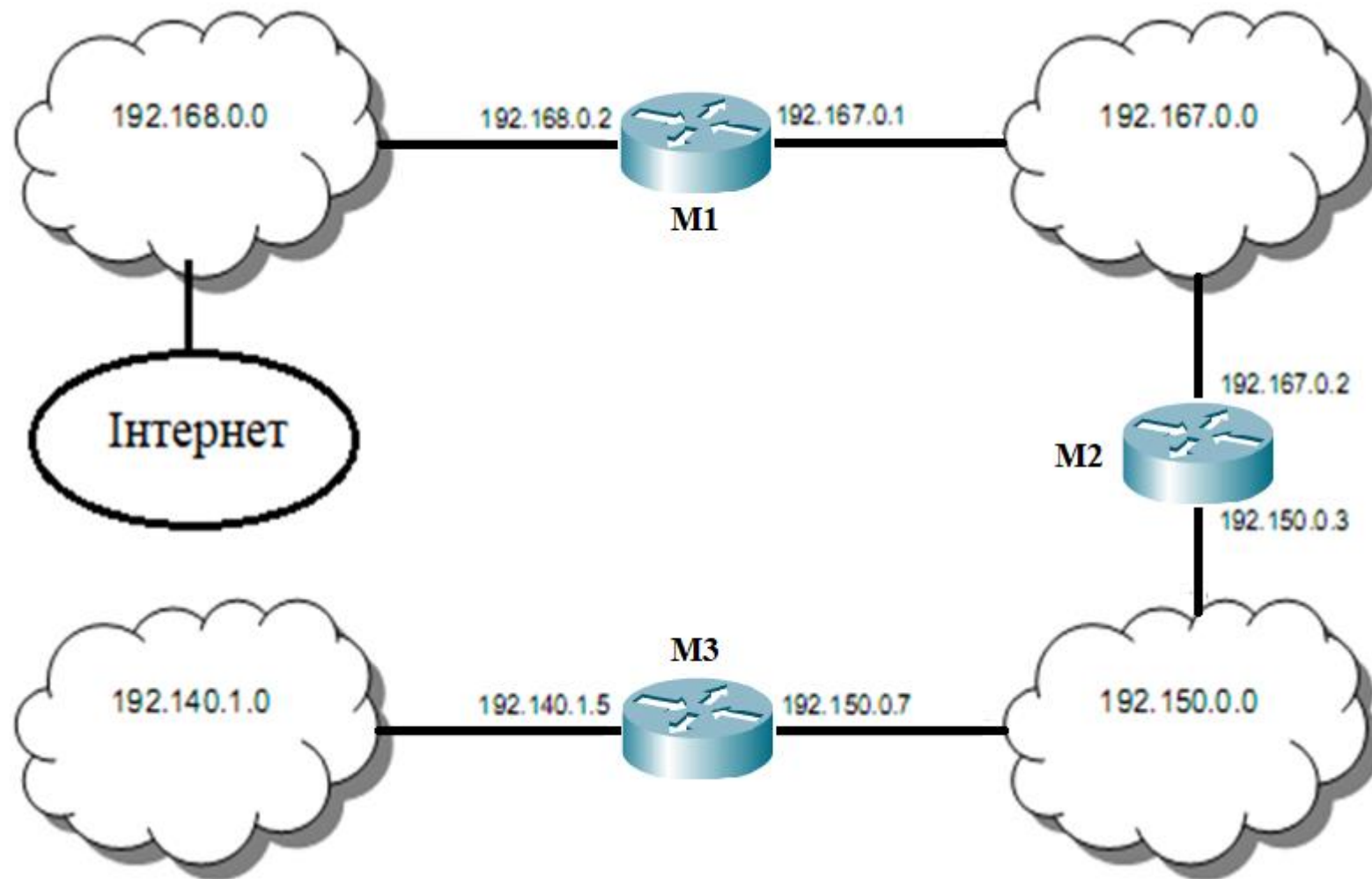
- Як відомо, протокол IP виконує такі основні мережеві функції:
 - - адресація
 - - фрагментація
 - - маршрутизація
- Завдання маршрутизації полягає у виборі шляху, яким рухається пакет у інтермережі. Цей шлях повинен задовольняти умові найшвидшого передавання даних з найвищою імовірністю доставки.
- Маршрутизація забезпечується розміщенням у вузлах мережі так званих таблиць маршрутизації (ТМ), в яких міститься інформація про маршрути.
- Методи маршрутизації поділяються на статичні (детерміновані) і динамічні (адаптивні).

Поняття маршрутизації

- У випадку статичної маршрутизації адміністратор мережі самотійно вводить у ТМ інформацію про маршрути.
- Переваги: мережа не завантажується додатковими пакетами.
- Недоліки: 1. Складність прорахунку маршрутів у великих інтермережах 2. Збільшується навантаження на адміністратора мережі

Статична маршрутизація

- В разі статичної маршрутизації ТМ коригуються вручну. Метод ефективний для невеликих мало завантажених мереж. Розглянемо маршрутизацію на наступній схемі інтермережі:



Статична маршрутизація

- На схемі зображено чотири мережі, три маршрутизатори і IP адреси портів маршрутизаторів. Для маршрутизатора M2 TM може мати такий вигляд:

Мережева адреса Network Destination	Маска мережі Netmask	Адреса шлюза Gateway	Інтерфейс Interface	Метрика Metric
0.0.0.0	0.0.0.0	192.167.0.1	192.167.0.2	25
192.168.0.0	255.255.255.0	192.167.0.1	192.167.0.2	20
192.140.1.0	255.255.255.0	192.150.0.7	192.150.0.3	20
192.167.0.0	255.255.255.0	On-link	192.167.0.2	10
192.150.0.0	255.255.255.0	On-link	192.150.0.3	10
127.0.0.0	255.0.0.0	On-link	127.0.0.1	10
192.167.0.2	255.255.255.255	On-link	192.167.0.2	10
192.150.0.3	255.255.255.255	On-link	192.150.0.3	10

Статична маршрутизація

- Мережевий інтерфейс – компонент мережевого обладнання, який підтримує IP протокол, наприклад, модем, мережевий адаптер (NIC), порт маршрутизатора.
- На основі записів ТМ IP протокол визначає:
 - 1.Місце призначення пакета (мережева адреса/маска мережі)
 - 2.Вибір маршрутизатора для пересилки пакета до місця призначення (Адрес шлюза).
 - 3.Який інтерфейс використовується для пересилки пакета до місця призначення (Інтерфейс).

Статична маршрутизація

- Кожний запис ТМ визначає правило маршрутизації, яке визначає один маршрут. Пошук правила маршрутизації, яке спрацює для даного пакета відбувається таким чином:
- 1. З IP-дейтаграми зчитується IP адреса призначення.
- 2. ТМ проглядається зверху до низу до точної рівності IP адреси і значення, записаного у стовпчику Сетевой адрес.
- 3. Якщо відповідностей немає, із IP адреси пакету виділяється адреса мережі (за допомогою відповідної маски мережі у ТМ), яка порівнюється із адресами мереж у ТМ.

Статична маршрутизація

- 4. Якщо відповідностей немає, то пакет передається на шлюз за умовчуванням.
- 5. Якщо немає шлюза за умовчуванням виникає помилка маршрутизації.
- Шлюз за умовчуванням (або основний шлюз) в ТМ має значення Сетевой адрес і Маска сети - 0.0.0.0. Шлюз за умовчуванням служить для передачі мережевих пакетів, призначених для вузлів Інтернету (див. нижче приклади передачі пакетів).

Статична маршрутизація

- Метрика, як правило, визначає кількість проміжних маршрутизаторів на шляху до цільової системи (кількість транзитів або хопів), але вона може означати і інше, наприклад, час проходження пакету. Якщо два правила маршрутизації конкурують між собою, тобто ведуть до однакової мережі (комп'ютера), то обирається правило з меншою метрикою.

Статична маршрутизація

- Визначимо, наприклад, за яким маршрутом буде відправлено пакет із IP-адресою призначення 192.140.1.22. Згідно алгоритму пошуку правила маршрутизації із IP-пакету зчитується IP-адреса призначення 192.140.1.22 і порівнюється із значеннями у стовпчику Сетевой адрес - як видно відповідності немає. Далі порівнюються адреси (ідентифікатори) мереж, які виділяються із IP-адреси призначення і стовпчика Сетевой адрес за допомогою маски мережі.

Статична маршрутизація

- На цьому етапі спрацює третє правило у ТМ, так як адреса мережі, виділена із пакету - 192.140.1, співпадає із адресою мережі, виділеною із третього правила ТМ у стовпчику Сетевой адрес - 192.140.1.0 (див. примітку). Отже даний пакет відправиться через інтерфейс 192.150.0.3 на шлюз 192.150.0.7. Таким чином пакет попаде на маршрутизатор МЗ, який має свою ТМ і очевидно, він передасть пакет далі до цільової системи 192.140.1.22.
- Примітка. Нагадаємо, що ідентифікатор мережі виділяється із IP-адреси вузла шляхом застосування операції побітового and між IP-адресою і маскою підмережі:
- $192.140.1.22 \& 255.255.255.0 = 192.140.1.0$

Статична маршрутизація

- Візьмемо пакет із IP-адресою призначення 212.21.0.19, яка є загальною IP-адресою Інтернету. Очевидно для нього алгоритм пошуку правила маршрутизації дійде до пункту 4 (перевірте). Отже пакет передається на шлюз за умовчуванням 192.167.0.1 через інтерфейс 192.167.0.2. Далі пакет попадає на маршрутизатор M1, який очевидно згідно своєї ТМ повинен передати пакет на інший маршрутизатор (на схемі не зображений), що веде до Інтернету.

• Команда route

- Для керування ТМ у системах Windows використовується команда **route**. Наприклад,
- **route print** – перегляд ТМ;
- **route print 192*** - показ маршрутів, адреси яких починаються з 192
- **route add** – додавання нового маршруту. Наприклад:
- **route add 192.168.5.0 mask 255.255.255.0 192.167.0.1 metric 10 if 1**
- для інтерфейсу номер 1 у ТМ додається маршрут до мережевої адреси 192.168.5.0 із маскою мережі 255.255.255.0 через шлюз 192.167.0.1 із метрикою 10. Номери інтерфейсів можна визначити командою route print. Щоб новий маршрут став постійним треба додатково в команді використовувати параметр -p інакше він зникне після перезавантаження системи.

Команда route

- route change - зміна маршруту. Наприклад, якщо ми хочемо збільшити маску мережі попереднього маршруту на 15, треба виконати таку команду:
- **route -p change 192.168.5.0 mask 255.255.255.0 192.167.0.1 metric 15 if 1**
- Після даної команди метрика маршруту стане рівна 25.
- **route delete** – видалення маршруту
- **route delete 192.168.5.0**

- **Різні способи модифікації таблиці маршрутизації**

- У практиці адміністрування комп'ютерних мереж часто зустрічаються ситуації, коли необхідно змінити ТМ для вирішення помилки невірної маршрутизації. Як відомо, ТМ присутня не тільки на маршрутизаторах, а на всіх вузлах мережі: настільних ПК, ноутбуках і т. д. Операційна система сама створює ТМ при налаштуванні мережі і деякі параметри маршрутів, наприклад, метрики, вона обчислює сама за певними правилами (чим більш високошвидкісний мережевий інтерфейс - тим нижче значення метрики). Іноколи ці обчислення параметрів не відповідають реальній ситуації, особливо у випадку з декількома основними шлюзами.

Різні способи модифікації таблиці маршрутизації

- Розглянемо наступний приклад. Припустимо до маршрутизатора M2 (див. попередній розділ) підключили ще один мережевий інтерфейс із IP-адресою 192.168.22.10, швидкість якого перевищує швидкості уже наявних мережевих інтерфейсів даного маршрутизатора. Через цей мережевий інтерфейс також надається доступ до мережі Інтернет через основний шлюз 192.168.22.1. Операційна система сформувала в ТМ такий маршрут до основного шлюзу (в таблиці - перший):

Різні способи модифікації таблиці маршрутизації

Сетевой адрес Network Address	Маска сети Netmask	Адрес шлюза Gateway Address	Интерфейс Interface	Метрика Metric
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.22.1	192.168.22.10	15
0.0.0.0	0.0.0.0	192.167.0.1	192.167.0.2	25
Інші маршрути				

Так як метрика даного нового маршруту до шлюзу 192.168.22.1 менша за метрику старого маршруту до основного шлюзу 192.167.0.1, то весь інтернет - трафік (тобто всі мережеві пакети призначені для Інтернету) підуть саме за новим маршрутом.

Але якщо з якихось причин доступ до мережі Інтернет через новий основний шлюз зникне, то буде проблема. Інтернет - трафік буде направлятись як і раніше до непрацюючого основного шлюзу і доступ до Інтернету на даному маршрутизаторі і підмережі, яка до нього підключена зникне.

Різні способи модифікації таблиці маршрутизації

- Існує два способи вирішення даної проблеми.
- Спосіб. Найпростіший спосіб - просто прибрати непотрібний маршрут до непрацюючого основного шлюзу з ТМ. Це також можна зробити двома способами
- 1.1 За допомогою конфігурації протоколу TCP/IPv4 (у випадку Windows) у вікні «Свойства: протокола Інтернета TCP/IPv4» для даного мережевого інтерфейсу. У даному вікні треба **прибрати IP-адресу основного шлюзу**, зберегти налаштування і Windows сама видалить відповідний запис у ТМ.

Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4) – властиво... X

Загальні

Параметри протоколу IP можуть призначатися автоматично, якщо ваша мережа підтримує таку можливість. В іншому разі слід отримати параметри IP в адміністратора мережі.

☐ Отримати IP-адресу автоматично

☒ Використовувати таку IP-адресу:

IP-адреса:	192 . 168 . 0 . 2
Маска підмережі:	255 . 255 . 255 . 0
Основний шлюз:	192 . 168 . 0 . 1

☐ Отримати адресу DNS-сервера автоматично

☒ Використовувати такі адреси DNS-серверів:

Основний DNS-сервер:	192 . 168 . 0 . 1
Альтернативний DNS-сервер:	8 . 8 . 8 . 8

☐ Під час виходу підтверджувати настройки

Додатково...

OK Скасувати

Різні способи модифікації таблиці маршрутизації

- 1.2 А можна скористатися командою командного рядка **route delete**:
- **route delete 192.168.22.10**
- Спосіб видалення маршруту хоча і простий, але не завжди прийнятний, адже цей маршрут може знадобитися у майбутньому, коли непрацюючий маршрутизатор (шлюз) відновить роботу.

Різні способи модифікації таблиці маршрутизації

- Більш тонкий спосіб - просто збільшити метрику маршруту до непрацюючого шлюзу, щоб вона була більша за метрику маршруту до працюючого шлюзу. Тоді інтернет трафік піде через працюючий шлюз. Це також можна зробити двома способами
- 2.1 Командою командного рядка **route -p change**:
- **route -p change 0.0.0.0 mask 0.0.0.0 192.168.22.1 metric 35**
- де 192.168.22.1 - адреса основного шлюзу, а 35 - метрика маршруту.
- 2.2 Ручним призначенням метрики інтерфейсу. Цей спосіб буде розглянуто більш детально на лабораторній роботі.

Динамічна маршрутизація

- У випадку динамічної маршрутизації ТМ змінюється автоматично за допомогою протоколів динамічної маршрутизації.

Протоколи динамічної маршрутизації поділяються на

1. Протоколи міждоменної маршрутизації, які використовуються у Інтернеті - Border Gateway Protocol (BGP) і path-vector routing protocol
 2. Протоколи внутрішньодоменої маршрутизації, які використовуються у інтермережах - RIP (Routing Information Protocol), OSPF (Open Shortest Path First), EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)
- Перевага динамічної маршрутизації : полегшується процес керування мережею для адміністратора мережі
 - Недолік: збільшується навантаження на мережу

Динамічна маршрутизація

- Протокол RIP дозволяє маршрутизаторам обмінюватися інформацією про маршрути і повідомляти про зміни в конфігурації мережі. RIP у роботі використовує алгоритм Беллмана-Форда, який відноситься до дистанційно-векторних алгоритмів.
- Якщо наприклад схема мережі зміниться, маршрутизатор відсилає всім сусідам інформацію про зміну, а ті у свою чергу передають її далі і т. д. Так виникає ітераційний процес уточнення маршрутної інформації у вузлах маршрутизації.
- Алгоритм сходиться повільно, але дозволяє обчислювати найкращі маршрути для порівняно невеликих мереж.

Динамічна маршрутизація

- Протокол OSPF використовується, як правило, у великих мережах. В основі протоколу лежить алгоритм Дейкстри пошуку найкоротшого шляху в графах. При цьому кожен маршрутизатор має інформацію про стан всієї мережі – так звану карту мережі, де вузли графа відповідають маршрутизаторам, а ребра – каналам зв'язку.
- Із збільшенням об'єму інформації про стан каналів зв'язку зростають вимоги до пам'яті і збільшується час обчислення маршрутів. Для вирішення цієї проблеми OSPF розбиває мережу на частини – області OSPF і обмін інформацією відбувається тільки всередині цих частин. Між собою частини зв'язані між собою прикордонними (пограничними) маршрутизаторами, які працюють як мости.

Команда tracert (traceroute)

- Tracert - це команда, призначена для визначення маршрутів передачі даних в мережах TCP / IP. (В UNIX-подібних системах - traceroute)
- Команда tracert виконує відправку даних вказаному вузлу мережі, при цьому відображаючи відомості про всі проміжні маршрутизатори, через які пройшли дані на шляху до цільового вузла.
- Команда у своїй роботі використовує протокол ICMP, а саме ехо-пакети.
- У випадку проблем при доставці даних до якогось вузла команда дозволяє визначити, на якій саме ділянці мережі виникли неполадки.

Команда tracert (traceroute)

- tracert працює тільки в напрямку від джерела пакетів і є досить грубим інструментом для виявлення неполадок в мережі. В силу особливостей роботи протоколів маршрутизації в мережі Інтернет, зворотні маршрути часто не збігаються з прямими, причому це справедливо для всіх проміжних вузлів в трейсі. Тому ICMP відповідь від кожного проміжного вузла може йти своїм власним маршрутом, загубитися або прийти з великою затримкою, хоча в реальності з пакетами які адресовані кінцевому вузлу цього не відбувається. Крім того, на проміжних маршрутизаторах часто стоїть обмеження числа відповідей ICMP в одиницю часу, що приводить до появи помилкових втрат.

Команда tracer (tracert)

- Синтаксис команди :
- `tracert [-d] [-h maximum_hops] [-j host-list] [-w timeout]`
- `[-R] [-S srcaddr] [-4] [-6] target_name`
- Options:
- `-d` Do not resolve addresses to hostnames.
- `-h maximum_hops` Maximum number of hops to search for target.
- `-j host-list` Loose source route along host-list (IPv4-only) - Дозволяє вказати проміжні точки призначення у вигляді списку адрес IP, розділених пробілами.
- `-w timeout` Wait timeout milliseconds for each reply Використовується для вказівки часу (у мілісекундах) очікування відповіді ICMP Time Exceeded або відповіді Echo Reply на тестовий запит. Якщо відповідь не була отримана за зазначений час, відображається символ (*). За замовчуванням використовується значення 4000 (4 секунди)..
- `-R` Trace round-trip path (IPv6-only) Команда показує шлях до вузла призначення і назад.
- `-S srcaddr` Source address to use (IPv6-only) Вказує вихідну адресу, що використовується в повідомленнях ехо-запиту.
- `-4` Force using IPv4.
- `-6` Force using IPv6.

Команда tracert (traceroute)

- Приклад трасування шляху до DNS-сервера Google:

```
C:\Users\Gachibass>tracert 8.8.8.8
```

```
Tracing route to dns.google [8.8.8.8]  
over a maximum of 30 hops:
```

1	1 ms	1 ms	1 ms	192.168.0.1
2	4 ms	1 ms	1 ms	172.17.0.2
3	2 ms	2 ms	1 ms	85.198.160.7
4	2 ms	2 ms	2 ms	free.trifle.net [195.24.139.193]
5	5 ms	2 ms	2 ms	195.24.128.91 [195.24.128.91]
6	11 ms	10 ms	11 ms	72.14.220.173
7	10 ms	10 ms	10 ms	108.170.248.131
8	89 ms	25 ms	25 ms	209.85.248.105
9	25 ms	25 ms	24 ms	108.170.250.193
10	27 ms	27 ms	25 ms	108.170.234.101
11	24 ms	25 ms	24 ms	dns.google [8.8.8.8]

```
Trace complete.
```

QUESTIONS



**THANKS FOR YOUR
ATTENTION**

