



**Протокол передачі команд і
повідомлень про помилки ICMPv4
(Internet Control Message Protocol)
RFC-792, RFC -1256**



Функції протоколу ICMP

Протокол ICMP тільки формує та передає повідомлення про помилки, що виникли при передачі дейтаграми, але не для виправлення помилок.

ICMP виконує наступні функції:

- передача реакції на пакет або еха на пакет-відгук;
- контроль часу життя дейтаграм в мережі;
- переадресація пакета;
- видача повідомлень про недосяжність адресата або про некоректність параметрів;
- формує та пересилає часові мітки;
- видача запитів та відгуків для адресних масок та іншої інформації.



Функції протоколу ICMP

ICMP-повідомлення про помилки ніколи не видаються у відповідь на:

- ICMP-повідомлення про помилку;
- при мультикастинговій або широкомовній адресації;
- для фрагмента дейтаграми (крім першого);
- для дейтаграм, в якій адреса відправника є нульовою або мультикастинговою.

Протокол ICMP відправляє два види повідомлень:

- управляючі повідомлення;
- повідомлення про помилки.



Типи повідомлень протоколу ICMP

Протокол ICMP використовується для розсилання інформаційних та управляючих повідомлень, які можуть бути наступних типів:

- **Flow control** – якщо хост-отримувач (шлюз або реальний отримувач інформації) не встигає обробляти інформацію, то дане повідомлення призупиняє відправлення пакетів мережею;
- **Detecting unreachable destination** – якщо пакет не може бути доставлений (з якихось причин) до пункта-призначення, то шлюз, який не може доставити пакет, повідомляє про це відправнику пакета. Інформувати про неможливість доставки повідомлення може також робоча станція (або інший хост), IP-адреса якої вказана в пакеті;
- **Redirect routing** – повідомлення відправляється у випадку, якщо шлюз не може доставити пакет, але у него є на цей рахунок деякі зауваження, а саме адреса іншого шлюза.
- **Checking remote host** – якщо необхідно перевірити наявність стеку протоколів TCP/IP на віддаленій станції, використовується повідомлення ICMP Echo Message, отримавши яке віддалена система одразу відповідає, підтверджуючи його отримання.



Передача повідомлень ICMP



Тип	Код	Контрольна сума
Дані (залежать від типу та коду)		



Типи та коди ICMP-повідомлень

ICMP-повідомлення		Опис повідомлення
Тип	Код	
0		Ехо-відповідь (ping-відгук)
3		Адресат недосяжний
	0	* Мережа недосяжна
	1	* Станція недосяжна
	2	* Протокол недоступний
	3	* Порт недоступний
	4	* Необхідна фрагментація повідомлення
	5	* Початковий маршрут недійсний (вийшов з ладу)
	6	* Мережа призначення невідома
	7	* Станція місця призначення невідома
	8	* Станція-відправник ізольована
	9	* Зв'язок з мережею місця призначення адміністративно заборонено
	10	* Зв'язок зі станцією місця призначення адміністративно заборонено
	11	* Мережа недоступна для даного типу сервісу
	12	* Станція недоступна для даного типу сервісу
	13	* Зв'язок адміністративно заборонено за допомогою фільтру
14	* Порушення старшинства станцій	
15	* Дискримінація за старшинством	



Типи та коди ICMP-повідомлень

ICMP-повідомлення		Опис повідомлення
Тип	Код	
4	0	* Відключення відправника при переповненні черги
5		Переадресувати (змінити маршрут)
	0	Переадресувати дейтаграму для мережі (застаріло)
	1	Переадресувати дейтаграму для хоста
	2	Переадресувати дейтаграму для типу сервісу ToS та мережі
	3	Переадресувати дейтаграму для типу сервісу ToS і станції
8	0	Ехо-запит (ping-запит)
9	0	Оголошення маршрутизатора
10	0	Запит маршрутизатора
11		Час життя дейтаграми вичерпано (TTL = 0):
	0	* при передачі
	1	* при зборці дейтаграми
12		* Проблема з параметрами дейтаграми
	0	* Помилка в IP-заголовку
	1	* Відсутня необхідна опція
13		Запит часової мітки
14		Часова мітка-відгук
15		Запит інформації (застаріло)
16		Інформаційний відгук (застаріло)
17		Запит адресної мітки
18		Відгук на запит адресної мітки



Призначення та формати повідомлень ICMP

Повідомлення *Адресат недосяжний* (Destination Unreachable)

0	8	16	31
Тип (= 3)	Код (= 0 – 15)	Контрольна сума	
Не використовується (повинно дорівнювати 0)			
IP-заголовок та перші 64 біти дейтаграми			

Повідомлення відправляється маршрутизатором (шлюзом), якщо:

- мережа недосяжна;
- в дейтаграмі не встановлений флаг фрагментації;
- хост (послуга, порт, протокол) в даний момент не є активним.

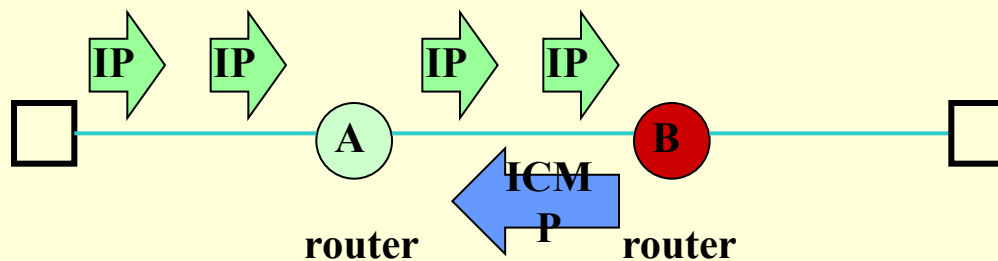


Призначення та формати повідомлень ICMP

Повідомлення *Відключення відправника при переповненні черги (Source Quench)*

0	8	16	31
Тип (= 4)	Код (= 0)	Контрольна сума	
Не використовується (повинно дорівнювати 0)			
IP-заголовок та перші 64 біти дейтаграми			

Повідомлення вимагає від відправника зменшення швидкості передачі дейтаграм, яка є більшою за швидкість їх обробки, що призводить до заповнення буфера маршрутизатора або шлюза (внутрішньої черги).





Призначення та формати повідомлень ICMP

Повідомлення *Час життя дейтаграми вичерпано (Time Exceeded)*

0	8	16	31
Тип (= 11)	Код (= 0, 1)	Контрольна сума	
Не використовується (повинно дорівнювати 0)			
IP-заголовок та перші 64 біти дейтаграми			

Повідомлення *Проблема з параметрами дейтаграми (Parameters Problem)*

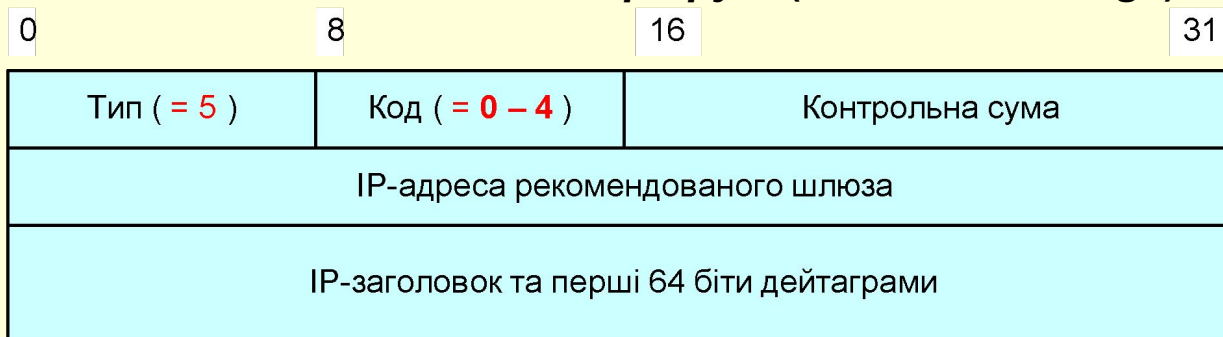
0	8	16	31
Тип (= 12)	Код (= 0, 1)	Контрольна сума	
Вказівник	Не використовується (повинно дорівнювати 0)		
IP-заголовок та перші 64 біти дейтаграми			

Якщо маршрутизатор або хост виявляє проблему в заголовку дейтаграми (0 – помилка в заголовку, 1 – відсутність опції), він відкидає її та формує дане повідомлення. При цьому *Вказівник* визначає октет в заголовку дейтаграми, в якому була виявлена помилка.

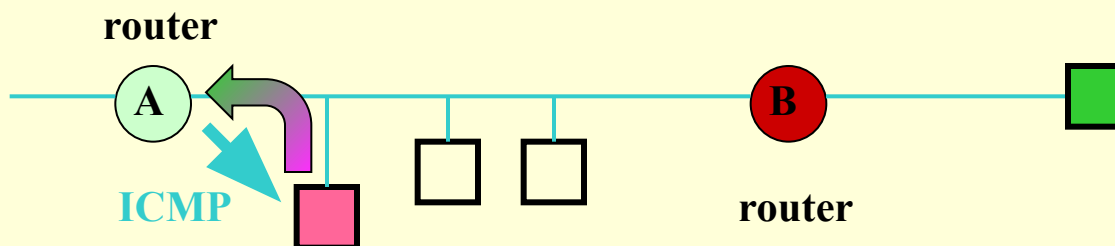


Призначення та формати повідомлень ICMP

Повідомлення *Змінити маршрут* (Redirect Message)



Повідомлення формується, якщо маршрутизатор (Router A) отримує дейтаграму для пересилки від хоста в тій же мережі, він перевіряє свою таблицю маршрутизації і приходить до висновку, що найкоротший або більш оптимальний шлях пролягає через інший маршрутизатор (Router B) в тій же мережі. При цьому маршрутизатор A відправляє повідомлення про зміну маршруту (перенаправлення на хост з IP-адресою маршрутизатора B). Код поля показує перенаправлення дейтаграми: для хоста, для мережі або/та для типу послуг.





Призначення та формати повідомлень ICMP

Повідомлення *Оголошення маршрутизатора*

0	8	16	31
Тип (= 9)	Код (= 0)	Контрольна сума	
Кількість адрес	Довжина адреси	Час життя	
Адреса маршрутизатора (шлюза) [1]			
Рівень пріоритету [1]			
Адреса маршрутизатора (шлюза) [1]			
Рівень пріоритету [1]			
.			

Після загрузки системи маршрутизатор відправляє ширококомовний запит. Один або декілька маршрутизаторів у відповідь повідомлення про свою маршрутну інформацію. Маршрутизатори періодично (раз на 450 – 600 сек) ширококомовно оголошують про свої маршрути, які містяться в маршрутній таблиці, що дозволяє іншим маршрутизаторам скорегувати свої маршрутні таблиці.



Призначення та формати повідомлень ICMP

Повідомлення *Маска адреси* (Address Mask)

Повідомлення формується в разі необхідності ідентифікації тих бітів IP-адреси, які відповідають адресі мережі, а які – адресі вузла. Запит може відправлятися або напряду, якщо відома адреса маршрутизатора (шлюза), або широкомовно. Поля Ідентифікатор та Номер по порядку використовується для зв'язку запиту та відповіді (відгуку).

0	8	16	31
Тип (запит = 17, відповідь = 18)		Код (= 0)	Контрольна сума
Ідентифікатор		Номер по порядку	
Маска адреси			



Призначення та формати повідомлень ICMP

Повідомлення *Ехо-запит та ехо-відповідь* (Echo Request and Echo Reply)

За допомогою повідомлення з ехо-запитом по протоколу ICMP перевіряється з'єднання на рівні протокола IP з іншим модулем, який підтримує TCP/IP. Після кожної передачі виводиться відповідне повідомлення з ехо-відповіддю.

Ping - основна TCP/IP-команда, що використовується для перевірки можливості доступу та визначення імен, для виправлення недоліків у з'єднанні.

Команда **ping**, що запускається без параметрів, виводить довідку.

Синтаксис команди

- **ping** [-t] [-a] [-n *лічильник*] [-l *розмір*] [-f] [-i *TTL*] [-v *тип*] [-r *лічильник*] [-s *лічильник*] [{-j *список_вузлів* | -k *список_вузлов*}] [-w *інтервал*] [*ім'я_кінцевого_комп'ютера*]

0	8	16	31
Тип (запит = 8, відповідь = 0)	Код (= 0)	Контрольна сума	
Ідентифікатор		Номер по порядку	
Необов'язкові дані			



Призначення та формати повідомлень ICMP

Команда **tracert**

Діагностичний засіб, призначений для визначення маршрута до точки призначення за допомогою відправки в точку призначення ехо-запитів протоколу ICMP з різними значеннями часу життя TTL (за замовчуванням номер порту 33434).

Команда визначає шлях до точки призначення за допомогою відправки в точку призначення ехо-запитів протоколу ICMP з постійним збільшенням значень часу життя TTL.

Знайдений шлях, що виводиться, – це список найближчих інтерфейсів маршрутизаторів, що знаходяться на маршруті між відправником та точкою призначення.

Ближній інтерфейс – це інтерфейс маршрутизатора, який є найближчим до узла відправника на шляху.

Команда **tracert**, що запускається без параметрів, виводить довідку.

Синтаксис команди

- **tracert** [-d] [-h *максимальна_кількість_переходів*] [-j *список_вузлів*] [-w *інтервал*] [*ім'я_кінцевого_комп'ютера*]

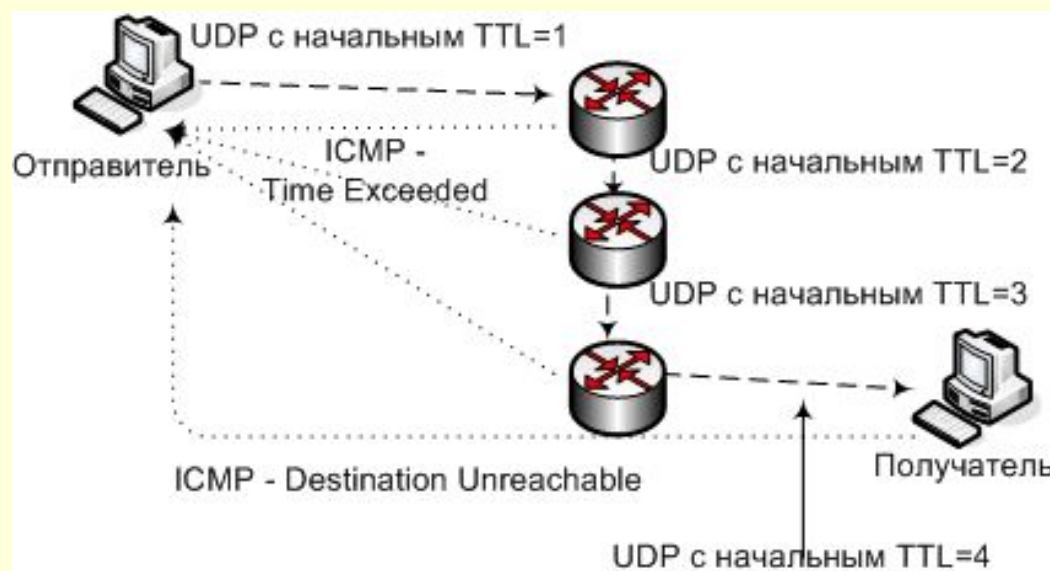


Призначення та формати повідомлень ICMP

Команда tracer

Алгоритм функціонування:

1. Відправка дейтаграми зі значенням TTL = 1.
2. Перший маршрутизатор на шляху зменшує TTL на 1 (TTL = 0), пакет знищується, а відправнику надсилається ICMP повідомлення *Time Exceeded*.
3. Відправка дейтаграми зі значенням TTL = 2.
4. Перший маршрутизатор на шляху зменшує TTL на 1 (TTL = 1), пакет передається далі.
5. Другий маршрутизатор на шляху зменшує TTL на 1 (TTL = 0), пакет знищується, а відправнику надсилається ICMP повідомлення *Time Exceeded*.
6. Повтор цих кроків, збільшуючи на 1 значення TTL.
7. Прийшовши до станції-отримувача, пакет знищується, оскільки отримувачу невідомо, що робити з ним (порт не існує), а відправнику відправляється ICMP повідомлення *Destination Unreachable*.





Призначення та формати повідомлень ISMP

Повідомлення *Запит часової мітки*

Використовується для синхронізації роботи таймерів в різних станціях, необхідність в якій виникає в процесі трасуванні маршрутів.

0	8	16	31
Тип (запит = 13, відповідь = 14)	Код (= 0)	Контрольна сума	
Ідентифікатор		Номер по порядку	
Часова мітка відправника			
Часова мітка прийому (на вході)			
Часова мітка передачі (на виході)			