



Протокол IPv4

Протокол IPv4

(RFC-760, RFC-791)

Рівень IP надає точку входу в систему доставки, що використовується для передачі даних через мережу Internet. IP-протокол функціонує на всіх мережних станціях, підключених до підмережі, забезпечуючи передачу даних маршрутизаторам або безпосередньо іншим пристроям тієї ж мережі. Протокол IP забезпечує **не орієнтовану на встановлення безпосереднього з'єднання** доставку даних між вузлами IP-мережі.

Протокол IPv4

Основна мета IP – надати базовий спосіб передачі даних у мережу і одержання даних з мережі.

Для цього він реалізує дві функції: **адресацію** (addressing) і **фрагментацію** (fragmentation).

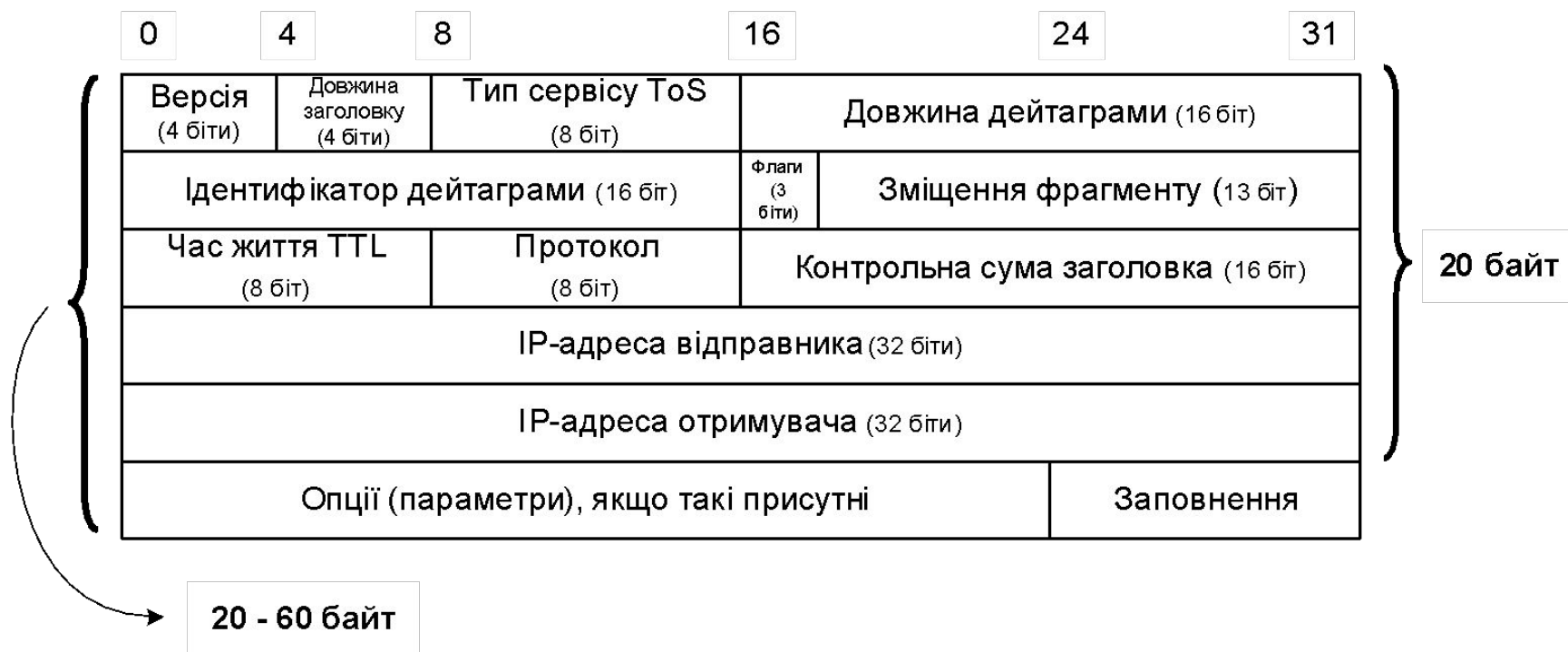
IP надає не орієнтовану на з'єднання службу доставки для протоколів верхніх рівнів. Це означає, що IP не організує сеанс зв'язку (віртуальний канал) між робочими станціями передавача і приймача до моменту передачі даних одержувачеві. Він інкапсулює дані, передані йому, і доставляє їх **оптимальним** чином.

Протокол IPv4

Для опису процесу фрагментації використовується декілька спеціальних термінів:

- **Segmentation (сегментація)** - процес розбивки дейтаграми на декілька менших дейтаграм.
- **Reassembly (компоновка)** - процес об'єднання маленьких дейтаграм у початкову велику дейтаграму.
- **Concatenation (конкатенація)** - процес об'єднання декількох невеликих дейтаграм в одну велику дейтаграму, причому дейтаграми, що об'єднуються, можуть бути з різних прикладних програм різних користувачів.
- **Separation (поділ)** - зворотний конкатенації процес розбивки цілої дейтаграми на декілька невеликих дейтаграм для різних прикладних програм.

Формат заголовку IP-дейтаграми



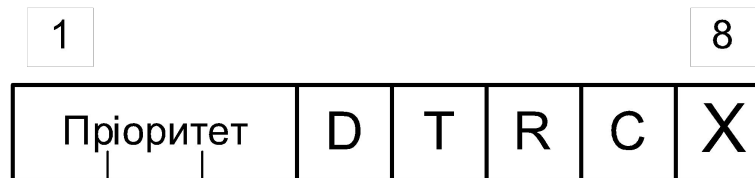
Поля заголовку IP-дейтаграми

Версія (Version) – встановлює формат заголовка пакета і визначає поточну версію IP, яка використовується мережною станцією.

Довжина заголовку IHL (Internet Header Length). Визначає довжину заголовка IP-дейтаграми в 32-бітних словах. Це поле необхідне, оскільки довжина заголовка може бути різної залежно від поля параметрів. Мінімальне значення цього поля дорівнює 5 (20 байт).

Поля заголовку IP-дейтаграми

Тип сервісу TOS (Type of Service)



Пріоритети ((precedence) на практиці використовується рідко):

0 (000) – звичайний;

1 (001) – пріоритетний;

2 (010) – негайний;

3 (011) – терміновий (миттєвий);

4 (100) – екстрений (більш, ніж миттєвий);

5 (101) – CEITIC/ESR;

6 (110) – міжмережне управління;

7 (111) – мережне управління.

Поля заголовку IP-дейтаграми

Тип сервісу TOS (Type of Service)

RFC 1340, RFC 1349, RFC 1455

D – Delay – мінімальна затримка;

T – Throughput – максимальна пропускна спроможність;

R – Reliability – максимальна надійність;

C – Cost – мінімальна вартість.

За замовчуванням всі біти встановлені в 0 (звичайний сервіс).

Поля заголовку IP-дейтаграми

Рекомендовані значення TOS

D T R C

1 0 0 0

Telnet, FTP (команди), TFTP, SMTP (команди),
DNS (запит UDP);

0 1 0 0

FTP (дані), масивні дані, SMTP (дані),
DNS (зонний обмін);

0 0 1 0

IGP (будь-який);

0 0 0 1

NNTP;

0 0 0 0

DNS (запит TCP), ICMP (запит, помилка), BOOTP;

1 1 1 1

Максимальна безпека (RFC 1455).

Поля заголовку IP-дейтаграми

Заміна ToS на DSCP (RFC-2474)

До середини 90-х років поле ToS майже ніколи не використовувалось. Але після початку розробки засобів забезпечення якості обслуговування QoS (Quality of Service) увага до цього параметру зросла.

В результаті поле ToS замінено на поле диференціального обслуговування **DSCP** (Differentiated Services Code Point).

DS - диференціальне обслуговування;

CU - поки що не визначено.

DS5	DS4	DS3	DS2	DS1	DS0	CU	CU
-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----

Селектор класу	DSCP
Стандартне значення (за замовчуванням)	000000
Пріоритет 1	001000
Пріоритет 2	010000
Пріоритет 3	011000
Пріоритет 4	100000
Пріоритет 5	101000
Пріоритет 6	110000
Пріоритет 7	111000

Поля заголовку IP-дейтаграми

Заміна ToS на DSCP (RFC-2474)

На базі DSCP розроблена технологія "покрокової поведінки" *PHB (per Hop Behavior)*. В рамках цієї політики визначають коди DSCP в класах.

Наприклад, для політики невідкладної переадресації EF рекомендується значення DSCP=101110. Ця політика відповідає найбільш високому рівню обслуговування.

Маршрут транспортування IP-дейтаграми неможливо знати заздалегідь, що пов'язано з покроковим (поетапним) прийняттям рішення про маршрут передачі кожного пакету (дейтаграми). Ця властивість маршрутизації обумовлена тим, що IP протоколом передачі даних без встановлення з'єднання.

Поля заголовку IP-дейтаграми

Довжина дейтаграми (Total Length). Поле загальної довжини показує сумарну довжину всієї дейтаграми, обчислену в **байтах, включаючи заголовок і дані**. Це поле може приймати значення до 65535 байтів, однак такі довгі дейтаграми не використовуються при роботі IP-протоколу.

На каналному рівні такі дейтаграми неминуче фрагментуються з урахуванням обмежень каналного інтерфейсу.

Зазвичай хости приймають дейтаграми, розмір яких не перевищує **576 байт**.

TCP-модуль, зазвичай, розбиває повідомлення на фрагменти розміром **512 байт**.

Поля заголовку IP-дейтаграми

Ідентифікатор дейтаграми містить унікальний код дейтаграми, що визначає порядковий номер дейтаграми в послідовності. Це поле використовується приймаючим вузлом для об'єднання в єдине ціле фрагментів дейтаграми. Значення цього поля встановлюється відправником.

Флаги

Біт 0 – зарезервований.

Біт 1 виконує управління фрагментацією:

DF=0 - можна фрагментувати,

DF=1 - фрагментація заборонена.

Біт 2 показує чи є даний фрагмент останнім.

MF=0 - останній фрагмент,

MF=1 - є наступний фрагмент.

Зміщення фрагменту показує, де у вихідній дейтаграмі перебуває даний фрагмент. Величина зміщення задається в **64-бітних блоках**. Перший фрагмент має нульове зміщення. Поле загальної довжини вказує довжину вихідного пакету, а поле зміщення показує вузлу, що здійснює зборання, зміщення відносно його початку.

Поля заголовку IP-дейтаграми

Час життя (Time to live – TTL) – величина цього поля означає граничний термін, протягом якого дана дейтаграма може перебуває в мережі, тобто передаватися від шлюзу до шлюзу, від сегмента до сегменту. Встановлюється відправником дейтаграми і вимірюється або секундах, або в кількості проміжних комунікаційних вузлів.

Значення	Область дії
0	Даний пристрій
1	Дана мережа
32	Дана область
64	Даний регіон
128	Даний континент
255	Без обмежень

Поля заголовку IP-дейтаграми

Протокол верхнього рівня показує, який з протоколів верхнього рівня (TCP, UDP, XTP, OSPF, ICMP тощо) повинен одержати ці дані. Це поле дозволяє мультиплексування. Поверх протоколу IP може знаходитись багато протоколів.

1	ICMP
4	IP
6	TCP
8	EGP
9	IGP
17	UDP
36	XTP
46	RSVP

Поля заголовку IP-дейтаграми

Контрольна сума заголовку (Cyclic Redundancy Check – CRC) забезпечує контроль цілісності заголовка.

При одержанні дейтаграми кожен маршрутизатор заново обчислює контрольну суму, оскільки в кожному маршрутизаторі, через який проходить дейтаграма, змінюється значення поля TTL.

IP-адреса відправника і IP-адреса одержувача визначають IP-адреси станції, що передала пакет, і кінцева цільова IP-адреса, до якої пакет повинен бути доставлений. Будь-яка IP-адреса ідентифікує конкретну IP-мережу та станцію в IP-мережі.

Поля заголовку IP-дейтаграми

Параметри IP. Поле опцій (змінної довжини) не обов'язково присутнє в кожній дейтаграмі.

Дане поле забезпечує контрольні функції, які можуть бути корисні або необхідні в ряді випадків (наприклад, для зберігання тимчасових міток, ключів таємності, параметрів нестандартної маршрутизації тощо).

Хоча це поле не є обов'язковим, але його повинні вміти обробляти всі IP-модулі, хоча в деяких мережах (наприклад, у мережах, що забезпечують таємність передачі) наявність певних значень цього поля обов'язкова.

Довжина поля є змінною залежно від кількості параметрів, які необхідно передати дейтаграмі.

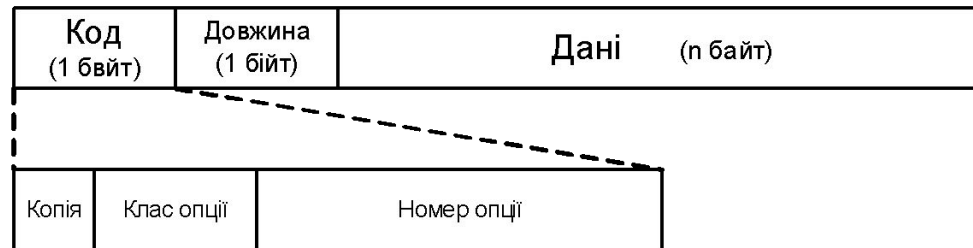
Поля заголовку IP-дейтаграми

Поле параметрів може містити:

- параметри, за допомогою яких хост може передати інформацію про рівень безпеки, групі ізоляції, обмеженнях передачі тощо для даної дейтаграми;
- структури, які дозволяють відправникові дейтаграми визначати маршрут передачі через шлюзи до адреси призначення;
- структуру, в яку записуються адреси шлюзів (або інших комунікаційних вузлів) при передачі дейтаграми за визначеним маршрутом до адресата;
- часові мітки проходження шлюзів маршрутизації. Поле зберігає структуру, в яку записується час і адреса модуля, через який була передана дейтаграма в даний момент.

Поля заголовку IP-дейтаграми

Формат опції



Значення поля Клас опції	Опис
0	Дейтаграма користувача або мережне управління
1	Зарезервовано для подальшого використання
2	Діагностика (відлагодження та вимірювання)
3	Зарезервовано для подальшого використання

Копія = 1: опція повинна бути скопійована в усі фрагменти дейтаграми.

Копія = 0: опція копіюється тільки в перший фрагмент дейтаграми.

Поля заголовку IP-дейтаграми

Клас опції	Номер опції	Довжина опису	Призначення
0	0	-	Кінець списку опцій. Використовується, якщо опції не можна вмістити в заголовок
0	1	-	Ніяких операцій (використовується для вирівнювання октет в списку опцій)
0	2	11	Обмеження, пов'язані з секретністю (для військового використання)
0	3	*	Вільна маршрутизація. Використовується для направлення дейтаграми заданим маршрутом
0	7	*	Запис маршруту. Використовується для трасировки
0	8	4	Ідентифікатор потоку (застаріло)
0	9	*	Жорстка маршрутизація. Використовується для направлення дейтаграми заданим маршрутом
2	4	*	Часова мітка Інтернет

Поля заголовку IP-дейтаграми

Опція *Запис маршруту* створює дейтаграму, в якій зарезервовано місце, куди кожний маршрутизатор на шляху передачі повинен записати свою IP-адресу (наприклад, утиліта traceroute).

Довжина – повний розмір запису, включаючи перші три октети.

Вказівник – вказує на першу вільну позицію в списку R-адрес, куди можна записати чергову адресу.



Поля заголовку IP-дейтаграми

Опція *Маршрут відправника* надає можливість відправки дейтаграми шляхом, який задається відправником. Це дозволяє досліджувати різні маршрути, в тому числі і ті, які недоступні через вузлові маршрутизатори.

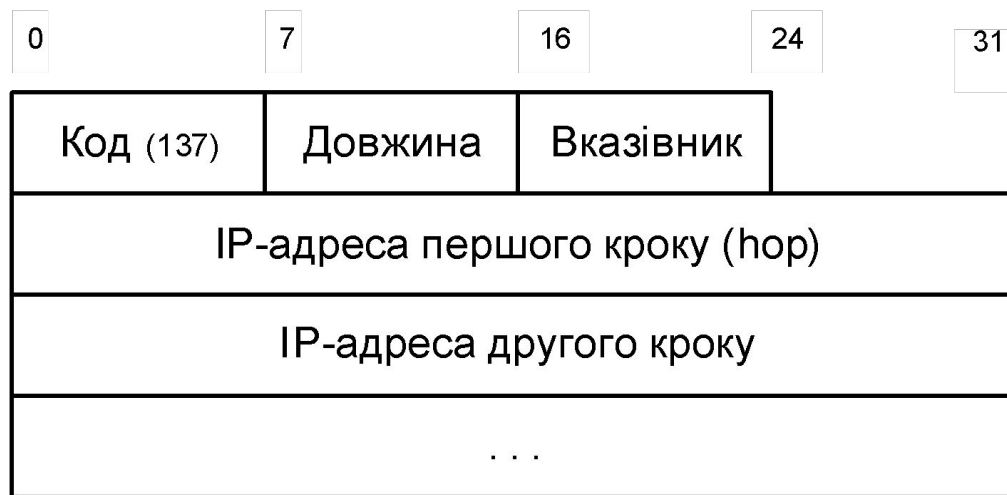
Існує дві форми такої маршрутизації:

- вільна;
- жорстка.

Жорстка маршрутизація означає, що адреси визначають точний маршрут дейтаграми. Перехід від однієї адреси до іншої може включати тільки одну мережу.

Вільна маршрутизація відрізняється від жорсткої можливістю переходу між двома адресами списку IP-адрес більш, ніж через одну мережу.

Поля заголовку IP-дейтаграми



Довжина задає розмір списку адрес.

Вказівник визначає адресу чергового маршрутизатора на шляху дейтаграми.