

IP-пакет — форматированный блок информации, передаваемый по вычислительной сети. Соединения вычислительных сетей, которые не поддерживают пакеты, такие как традиционные соединения типа «точка-точка» в телекоммуникациях, просто передают данные в виде последовательности байтов, символов или битов. При использовании пакетного форматирования сеть может передавать длинные сообщения более надежно и эффективно.

Версия 4 (IPv4)

0								1								2								3							
0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
Версия				ИHL				Тип обслуживания				Длина пакета																			
Идентификатор								Флаги				Смещение фрагмента																			
Число переходов (TTL)				Протокол				Контрольная сумма заголовка																							
IP-адрес отправителя (32 бита)																															
IP-адрес получателя (32 бита)																															
Параметры (до 320 бит)								Данные (до 65535 байт минус заголовок)																							

- Версия — для IPv4 значение поля должно быть равно 4.
- ИHL — длина заголовка IP-пакета в 32-битных словах (dword). Именно это поле указывает на начало блока данных в пакете. Минимальное корректное значение для этого поля равно 5.
- Идентификатор — значение, назначаемое отправителем пакета и предназначенное для определения корректной последовательности фрагментов при сборке датаграммы. Для фрагментированного пакета все фрагменты имеют одинаковый идентификатор.
- 3 бита флагов. Первый бит должен быть всегда равен нулю, второй бит DF (don't fragment) определяет возможность фрагментации пакета и третий бит MF (more fragments) показывает, не является ли этот пакет последним в цепочке пакетов.
- Смещение фрагмента — значение, определяющее позицию фрагмента в потоке данных.
- Протокол — идентификатор интернет-протокола следующего уровня (см. IANA protocol numbers и RFC 1700). В IPv6 называется «Next Header»

Версия 6 (IPv6)

Версия (6 бита)				Класс трафика (8 бит)				Метка потока(20 бит)			
Длина полезной нагрузки (16 бит)				След. заголовок (8 бит)				Число переходов			
IP-адрес отправителя (128 бит)											
IP-адрес получателя (128 бит)											
Данные											

- Версия — для IPv6 значение поля должно быть равно 6.
- Класс трафика — определяет приоритет трафика (QoS, класс обслуживания).
- Метка потока — уникальное число, одинаковое для однородного потока пакетов.
- Длина полезной нагрузки — длина данных (заголовок IP-пакета не учитывается).
- Следующий заголовок — Определяет следующий инкапсулированный протокол.
- Число переходов — максимальное число роутеров, которые может пройти пакет. При прохождении роутера это значение уменьшается на единицу и по достижении нуля пакет отбрасывается.

Transmission Control Protocol (TCP)

(протокол управления передачей) — один из основных сетевых протоколов Интернет, предназначенный для управления передачей данных в сетях и подсетях TCP/IP.

Выполняет функции протокола транспортного уровня модели OSI

TCP — это транспортный механизм, предоставляющий поток данных, с предварительной установкой соединения, за счёт этого дающий уверенность в достоверности получаемых данных, осуществляет повторный запрос данных в случае потери данных и устраняет дублирование при получении двух копий одного пакета. В отличие от UDP, гарантирует, что приложение получит данные точно в такой же последовательности, в какой они были отправлены, и без потерь.

Реализация TCP, как правило, встроена в ядро системы, хотя есть и реализации TCP в контексте приложения.

Когда осуществляется передача от компьютера к компьютеру через Internet, TCP работает на верхнем уровне между двумя конечными системами, например, интернет-браузер и интернет-сервер. Также TCP осуществляет надежную передачу потока байт от одной программы на некотором компьютере в другую программу на другом компьютере. Программы для электронной почты и обмена файлами используют TCP. TCP контролирует длину сообщения, скорость обмена сообщениями, сетевой трафик..

Формат TCP-сегмента				
Бит	0 — 3	4 — 9	10 — 15	16 — 31
0	Порт источника			Порт назначения
32	Номер последовательности			
64	Номер подтверждения			
96	Смещение данных	Зарезервировано	Флаги	Окно
128	Контрольная сумма			Указатель важности
160	Опции (необязательное)			
160/192+	Данные			

Порт источника

Порт источника идентифицирует порт, с которого отправлены пакеты.

Порт назначения

Порт назначения идентифицирует порт, на который отправлен пакет.

Номер последовательности

Номер последовательности выполняет две задачи:

1. Если установлен флаг SYN, то это начальное значение номера последовательности и первый байт данных — это номер последовательности плюс 1.
2. В противном случае, если SYN не установлен, первый байт данных — номер последовательности

Номер подтверждения

Если установлен флаг ACK, то это поле содержит номер последовательности, ожидаемый получателем в следующий раз. Помечает этот сегмент как подтверждение получения.

Смещение данных

Это поле определяет размер заголовка пакета TCP в 32-битных словах. Минимальный размер составляет 5 слов, а максимальный — 15, что составляет 20 и 60 байт соответственно. Смещение считается от начала заголовка TCP.

Зарезервировано

Зарезервировано (6 бит) для будущего использования и должны устанавливаться в ноль. Из них два (7-й и 8-й) уже определены:

- **CWR** (Congestion Window Reduced) — Поле «Окно перегрузки уменьшено» — флаг установлен отправителем, чтоб указать, что получен пакет с установленным флагом ECE
- **ECE** (ECN-Echo) — Поле «Эхо ECN» — указывает, что данный хост способен на ECN (явное уведомление перегрузки) и для указания отправителю о перегрузках в сети

Флаги (управляющие биты)

Это поле содержит 6 битовых флагов:

- **URG** — Поле "Указатель важности" задействовано (Urgent pointer field is significant)
- **ACK** — Поле "Номер подтверждения" задействовано (Acknowledgement field is significant)
- **PSH** — (Push function) инструктирует получателя протолкнуть данные, накопившиеся в приемном буфере, в приложение пользователя
- **RST** — Оборвать соединения, сбросить буфер (очистка буфера) (Reset the connection)
- **SYN** — Синхронизация номеров последовательности (Synchronize sequence numbers)
- **FIN** (final, бит) — флаг, будучи установлен, указывает на завершение соединения (FIN bit used for connection termination).

Контрольная сумма

Поле контрольной суммы — это 16-битное дополнение суммы всех 16-битных слов заголовка и текста. Если сегмент содержит нечетное число октетов в заголовке /или тексте, последние октеты дополняются справа 8 нулями для выравнивания по 16-битовой границе. Биты заполнения (0) не передаются в сегменте и служат только для расчёта контрольной суммы. При расчёте контрольной суммы значение самого поля контрольной суммы принимается равным 0.

Указатель важности

16-битовое значение положительного смещения от порядкового номера в данном сегменте. Это поле указывает порядковый номер октета которым заканчиваются важные (urgent) данные. Поле принимается во внимание только для пакетов с установленным флагом URG.

Механизм действия протокола

В отличие от традиционной альтернативы — UDP, который может сразу же начать передачу пакетов, TCP устанавливает соединения, которые должны быть созданы перед передачей данных. TCP соединение можно разделить на 3 стадии:

- Установка соединения
- Передача данных
- Завершение соединения

Состояния сеанса TCP

Состояния сеанса TCP

CLOSED	Начальное состояние узла. Фактически фиктивное
LISTEN	Сервер ожидает запросов установления соединения от клиента
SYN-SENT	Клиент отправил запрос серверу на установление соединения и ожидает ответа
SYN-RECEIVED	Сервер получил запрос на соединение, отправил ответный запрос и ожидает подтверждения
ESTABLISHED	Соединение установлено, идёт передача данных
FIN-WAIT-1	Одна из сторон (назовём её узел-1) завершает соединение, отправив сегмент с флагом FIN
CLOSE-WAIT	Другая сторона (узел-2) переходит в это состояние, отправив, в свою очередь сегмент ACK и продолжает одностороннюю передачу
FIN-WAIT-2	Узел-1 получает ACK, продолжает чтение и ждёт получения сегмента с флагом FIN
LAST-ACK	Узел-2 заканчивает передачу и отправляет сегмент с флагом FIN
TIME-WAIT	Узел-1 получил сегмент с флагом FIN, отправил сегмент с флагом ACK и ждёт $2 * MSL$ секунд, перед окончательным разрушением канала
CLOSING	Обе стороны инициировали закрытие соединения одновременно: после отправки сегмента с флагом FIN узел-1 также получает сегмент FIN, отправляет ACK и находится в ожидании сегмента ACK (подтверждения на свой запрос о разъединении)

UDP

Протокол **UDP** (User Datagram Protocol, RFC-768) является одним из основных протоколов, расположенных непосредственно над IP. Он предоставляет прикладным процессам транспортные услуги, немногим отличающиеся от услуг протокола IP. Протокол UDP обеспечивает доставку дейтограмм, но не требует подтверждения их получения. Протокол UDP не требует соединения с удаленным модулем UDP ("бесвязный" протокол). К заголовку IP-пакета UDP добавляет поля *порт отправителя* и *порт получателя*, которые обеспечивают мультиплексирование информации между различными прикладными процессами, а также поля *длина* UDP-дейтограммы и *контрольная сумма*, позволяющие поддерживать целостность данных. Таким образом, если на уровне IP для определения места доставки пакета используется адрес, на уровне UDP - номер порта.



Формат UDP-дейтограмм



Псевдозаголовок, используемый при расчете контрольной суммы