

# КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ

**ЛЕКЦИЯ 7**

# СЕМЕЙСТВО ПРОТОКОЛА TCP/IP



# TCP/IP

**Стек протоколов TCP/IP** - набор сетевых протоколов разных уровней модели сетевого взаимодействия DOD, используемых в сетях. Протоколы работают друг с другом в стеке — это означает, что протокол, располагающийся на уровне выше, работает «поверх» нижнего, используя механизмы инкапсуляции.

**Модель DOD** - модель сетевого взаимодействия, разработанная Министерством обороны США, практической реализацией которой является стек протоколов TCP/IP

# TCP/IP

Прикладной	HTTP, RTP, FTP, DNS
Транспортный	TCP, UDP, SCTP,
Сетевой	IP
Канальный	Ethernet, 802.11, Token Ring

ICMP и IGMP – работают поверх IP, но относятся к сетевому

# ПРИКЛАДНОЙ УРОВЕНЬ

HTTP на TCP-порт 80 или 8080,

FTP на TCP-порт 20 (для передачи данных) и 21 (для управляющих команд),

SSH на TCP-порт 22,

запросы DNS на порт UDP (реже TCP) 53,

обновление маршрутов по протоколу RIP на UDP-порт 520.

Эти порты определены Агентством по выделению имен и уникальных параметров протоколов (IANA - *Internet Assigned Numbers Authority*)

# ТРАНСПОРТНЫЙ УРОВЕНЬ

Протоколы транспортного уровня могут решать проблему негарантированной доставки сообщений («дошло ли сообщение до адресата?»), а также гарантировать правильную последовательность прихода данных.

Протоколы автоматической маршрутизации, логически представленные на этом уровне (поскольку работают поверх IP), на самом деле являются частью протоколов сетевого уровня; например OSPF (*Open Shortest Path First*)

# СЕТЕВОЙ УРОВЕНЬ

Изначально разработан для передачи данных из одной (под)сети в другую. Примерами такого протокола является X.25 и IPC в сети ARPANET.

DHCP, DVMRP, ICMP, IGMP, MARS, PIM, RIP, RIP2, RSVP

# КАНАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ (УРОВЕНЬ ДОСТУПА К СЕТИ)

Канальный уровень описывает, каким образом передаются пакеты данных через физический уровень, включая *кодирование*.

PPP не совсем вписывается в такое определение, поэтому обычно описывается в виде пары протоколов HDLC/SDLC.



# ПРОТОКОЛ IP

**IP** -межсетевой протокол. Относится к маршрутизируемым протоколам сетевого уровня семейства TCP/IP.

# АДРЕСА IP

## IPv4

В 4-й версии IP-адрес представляет собой 32-битовое число. Удобной формой записи IP-адреса (IPv4) является запись в виде четырёх десятичных чисел значением от 0 до 255, разделённых точками, например, **192.168.0.1**.

## IPv6

В 6-й версии IP-адрес (IPv6) имеет 128-битовое представление. Адреса разделяются двоеточиями (напр. fe80:0:0:0:200:f8ff:fe21:67cf или 2001:0db8:85a3:0000:0000:8a2e:0370:7334).

Большое количество нулевых групп может быть пропущено с помощью двойного двоеточия (fe80::200:f8ff: fe21:67cf). Такой пропуск может быть единственным в адресе.

# СТРУКТУРА ПАКЕТА **IPV4**

Октет	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	Версия			ИHL			Тип обслуживания				Длина пакета																					
4	Идентификатор										Флаги		Смещение фрагмента																			
8	Время жизни (TTL)				Протокол				Контрольная сумма заголовка																							
12	IP-адрес отправителя																															
16	IP-адрес получателя																															
20	Параметры (от 0 до 10-и 32-х битных слов)																															
	Данные																															

# ПОЛЯ ПАКЕТА **IPV4**

**Версия** — для IPv4 значение поля должно быть равно 4.

**IHL** — (Internet Header Length) длина заголовка IP-пакета в 32-битных словах (dword).

**Длина пакета** - длина пакета в октетах, включая заголовок и данные. Минимальное корректное значение для этого поля равно 20, максимальное 65535.

**Идентификатор** — значение, назначаемое отправителем пакета и предназначенное для определения корректной последовательности фрагментов при сборке пакета.

# ПОЛЯ ПАКЕТА **IPV4**

**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. Смещение задается количеством восьми байтовых блоков, поэтому это значение требует умножения на 8 для перевода в байты.

**Время жизни (TTL)** — число маршрутизаторов, которые должен пройти этот пакет. При прохождении маршрутизатора это число уменьшится на единицу. Если значения этого поля равно нулю то, пакет должен быть отброшен и отправителю пакета может быть послано сообщение *Time Exceeded* (ICMP код 11 тип 0).

# ПОЛЯ ПАКЕТА **IPV4**

**Протокол** — идентификатор интернет-протокола следующего уровня указывает, данные какого протокола содержит пакет, например, TCP или ICMP. В IPv6 называется «Next Header».

**Контрольная сумма заголовка** — вычисляется в соответствии с RFC 1071

**Тип обслуживания (Type of Service, акроним TOS)** — байт, содержащий набор критериев, определяющих тип обслуживания IP-пакетов.

# TOS

*Байт побитно:*

- 0-2** — приоритет (precedence) данного IP-сегмента
- 3** — требование ко времени задержки (delay) передачи IP-сегмента (0 — нормальная, 1 — низкая задержка)
- 4** — требование к пропускной способности (throughput) маршрута, по которому должен отправляться IP-сегмент (0 — низкая, 1 — высокая пропускная способность)
- 5** — требование к надежности (reliability) передачи IP-сегмента (0 — нормальная, 1 — высокая надежность)
- 6-7** — ECN — явное сообщение о задержке (управление IP-потоксом).

0	1	2	3	4	5	6	7
Приоритет			D	T	R	ECN	

# ПРИОРИТЕТ(PRECEDENCE)

IP Precedence Decimal	IP Precedence Binary	IP Precedence Name
0	000	Routine
1	001	Priority
2	010	Immediate
3	011	Flash
4	100	Flash-Override
5	101	Critical
6	110	Internetwork Control
7	111	Network Control



# EXPLICIT CONGESTION NOTIFICATION (ECN)

Обычно, узлы TCP/IP сетей сообщают о возникновении затора путем отбрасывания пакетов. Если ECN сессия успешно установлена, поддерживающие расширение ECN маршрутизаторы могут сигнализировать о начале заторов устанавливая биты в заголовке IP, а не удаляя пакеты. Получатель пакетов информирует отправителя о заторе, который должен реагировать так, как будто был обнаружен сброс пакетов.

ECN использует два бита в DiffServ области в заголовке IP, для IPv4 в байте TOS, а в IPv6 в октете класса передачи пакета. Эти два бита могут использоваться для установки в одно из следующих значений:

- поток поддерживающий ECN: *ECN-Capable Transport (ECT)*
- поток не поддерживающий ECN: *Not-ECN-Capable Transport (Not-ECT)*
- подтвержденная перегрузка: *Congestion Experienced (CE)*

# СТРУКТУРА ПАКЕТА **IPV6**

Позиция в октетах	Позиция в битах	0				1				2				3																	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
0	0	Версия				Класс трафика				Метка потока																					
4	32	Длина полезной нагрузки								След. заголовок								Число переходов													
8	64	IP-адрес отправителя																													
12	96																														
16	128																														
20	160																														
24	192																														
28	224	IP-адрес получателя																													
32	256																														
36	288																														

# ПОЛЯ ПАКЕТА IPv6

**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 в октетах (заголовок IP-пакета не учитывается).

**Следующий заголовок** — задаёт тип расширенного заголовка, который идёт следующим. В последнем расширенном заголовке поле *Next header* задаёт тип транспортного протокола (TCP, UDP и т.д.) и определяет следующий инкапсулированный уровень.

**Число переходов** — максимальное число маршрутизаторов, которые может пройти пакет. При прохождении маршрутизатора это значение уменьшается на единицу и по достижении нуля пакет отбрасывается.

# АДРЕСАЦИЯ В IPV6

- unicast:** Идентификатор одиночного интерфейса. Пакет, посланный по уникастному адресу, доставляется интерфейсу, указанному в адресе.
- anycast:** Идентификатор набора интерфейсов (принадлежащих разным узлам). Пакет, посланный по уникастному адресу, доставляется одному из интерфейсов, указанному в адресе (ближайший, в соответствии с мерой, определенной протоколом маршрутизации).
- multicast:** Идентификатор набора интерфейсов (обычно принадлежащих разным узлам). Пакет, посланный по мультикастинг-адресу, доставляется всем интерфейсам, заданным этим адресом.