Информационные сети

TCP\IP

План лекции:

- История TCP/IP
- Архитектура стека
- Поток данных по стеку
- Адресация на разных уровнях
- Примеры протоколов разных уровней
- IP адреса, классы, маски, специальные адреса, локальные диапазоны.
- Заголовок IP пакета. Фрагментация.

Стек TCP/IP

Стек TCP/IP – это набор иерархически упорядоченных сетевых протоколов.

Название стек получил по двум важнейшим протоколам:

- **TCP** (Transmission Control Protocol);
- **IP** (Internet Protocol).

Стек протоколов TCP/IP обладает двумя важными свойствами:

- платформонезависимость;
- открытость.

История создания

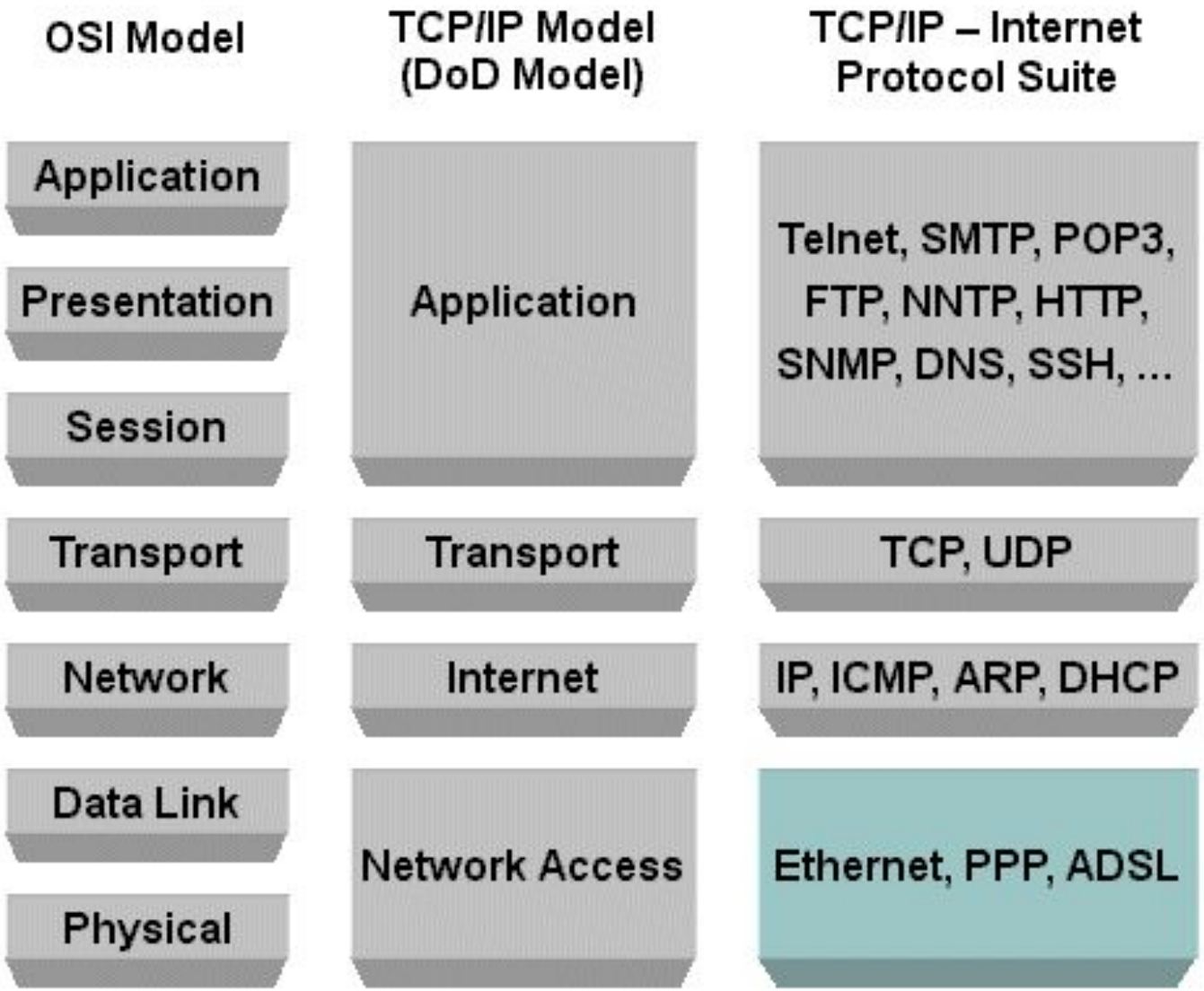
В **1967** году Агентство по перспективным исследовательским проектам министерства обороны США (**ARPA** – Advanced Research Projects Agency) инициировало разработку компьютерной сети, связывающей ряд университетов и научно-исследовательских центров, выполнявших заказы Агентства (**ARPANET** – в 1972 году соединяла 30 узлов).

В рамках проекта ARPANET были разработаны и в **1980–1981** годах опубликованы основные протоколы стека TCP/IP – **IP, TCP и UDP**. (Модель **OSI** утверждена в **1984**).

Важным фактором распространения TCP/IP стала его реализация в операционной системе **UNIX 4.2 BSD** (1983) университетом Беркли.

К концу 80-х годов ARPANET стала называться Интернет (**Interconnected networks** – связанные сети) и объединяла университеты и научные центры США, Канады и Европы.
Подразделение Internet Engineering Task Force (IETF) вносит основной вклад в совершенствование стандартов стека, публикуемых в форме спецификаций RFC.

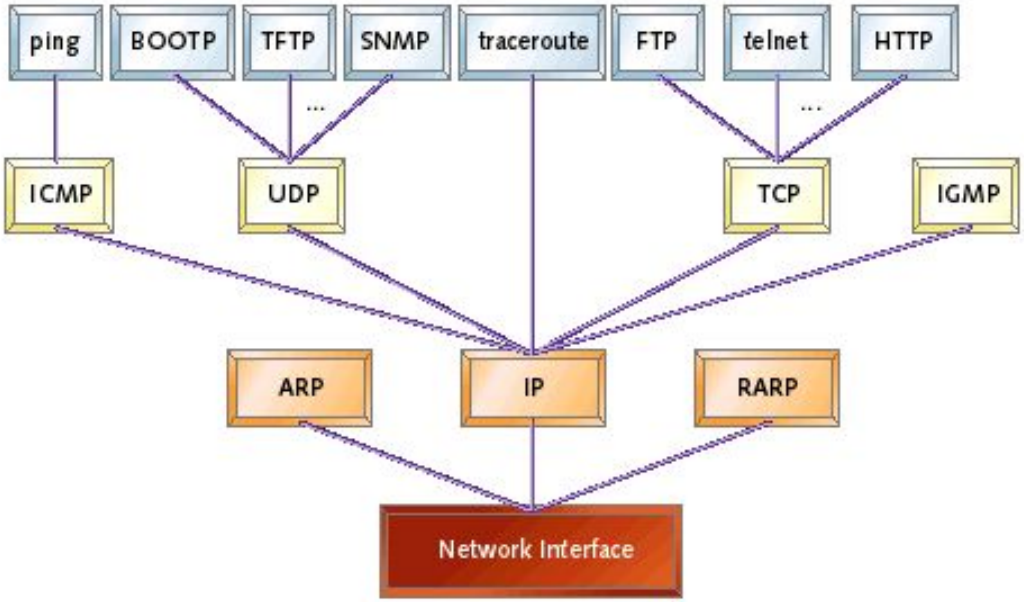
Архитектура стека (модель DARPA или DoD)



Примечание

Следует заметить, что **нижний уровень** модели DARPA (уровень сетевых интерфейсов) **не выполняет** функции канального и физического уровней, а лишь **обеспечивает связь** (интерфейс) верхних уровней DARPA с технологиями сетей, входящих в составную сеть (например, Ethernet, FDDI, ATM).

Поток данных по стеку



Адресация на разных уровнях

Соотнесите сетевые идентификаторы с уровнями стека TCP/IP:

1. MAC
2. IP
3. Port
4. Socket

Протоколы стека TCP/IP

Уровень приложений				
FTP SMTP POP3 IMAP4 HTTP RDP SSH Telnet DNS LDAP				
Транспортный уровень				
	TCP	UDP	XTP	
Межсетевой уровень				
ICMP ARP RARP		IP	DHCP BOOTP ESP AH RIP OSPF BGP EGP	
Уровень сетевого интерфейса				
PPTP L2F SLIP			Интерфейсы к Ethernet, ATM, FDDI, WiFi И т.д.	

Описание некоторых протоколов

- FTP (англ. File Transfer Protocol — протокол передачи файлов) – работает по протоколу TCP, порты 20 и 21. Предназначен для передачи файлов межу сервером и клиентом. Поддерживает авторизацию по имени пользователя и паролю. Не защищен.
- SMTP (англ. Simple Mail Transfer Protocol — простой протокол передачи почты) – работает по 25 порту TCP, предназначен для передачи сообщений электронной почты между клиентским программным обеспечением и сервером, а также между серверами. Не содержит стандартных средств авторизации отправителя (кроме расширений ESMTP для авторизации клиента).
- POP3 (англ. Post Office Protocol Version 3 - протокол почтового отделения, версия 3) – работает по 110 порту TCP. Предназначен для получения клиентом почтовых сообщений с сервера. Поддерживает авторизацию по имени пользователя и паролю. Не защищен.
- HTTP (сокр. от англ. HyperText Transfer Protocol — протокол передачи гипертекста). Работает по портам 80, 8080 TCP. Предназначен для передачи текстовых и мультимедийных данных от сервера к клиенту по запросу последнего. В настоящее время используется как транспорт для других протоколов прикладного уровня.
- SSH (англ. Secure SHell — «безопасная оболочка») — сетевой протокол сеансового уровня
- Telnet (англ. TErminaL NETwork — протокол терминального сетевого доступа). Работает по 21 порту TCP. Предназначен для организации полнодуплексного сетевого терминала между клиентом и сервером. Команды выполняются на стороне сервера. Поддерживает авторизацию по имени пользователя и паролю. Не защищен.
- DNS (англ. Domain Name System — система доменных имён). Работает по портам 53 UDP для взаимодействия клиента и сервера и 53 TCP для AFXR запросов, поддерживающих обмен между серверами. DNS – протокол поддерживающий работу одноименной распределённой системы, осуществляющей отображение множества доменных имен и множества IP адресов хостов.
- TCP (анг. Transmission Control Protocol - протокол управления передачей). Протокол транспортного уровня, обеспечивающий установку двунаправленного соединения между процессами, идентифицирующимися по сокету (комбинации IP адреса и порта), передачу потока сегментов внутри соединения с подтверждением приема, управление и завершение соединения. Сообщение TCP содержит в заголовке адреса сегментов в направленном потоке и контрольную сумму при расчете которой используется поле данных и заголовок. Для оптимизации передачи и предотвращения перегрузок сети используется механизм переменного окна, позволяющий вести передачу без получения подтверждения приема каждого сообщения. В качестве адресной информации использует порт.
- UDP (англ. User Datagram Protocol — протокол пользовательских дейтаграмм). Протокол транспортного уровня, обеспечивающий передачу сообщений между процессами, идентифицирующимися по сокету (комбинации IP адреса и порта). Сеанс не устанавливается, подтверждения приема не осуществляется. В качестве адресной информации использует порт.

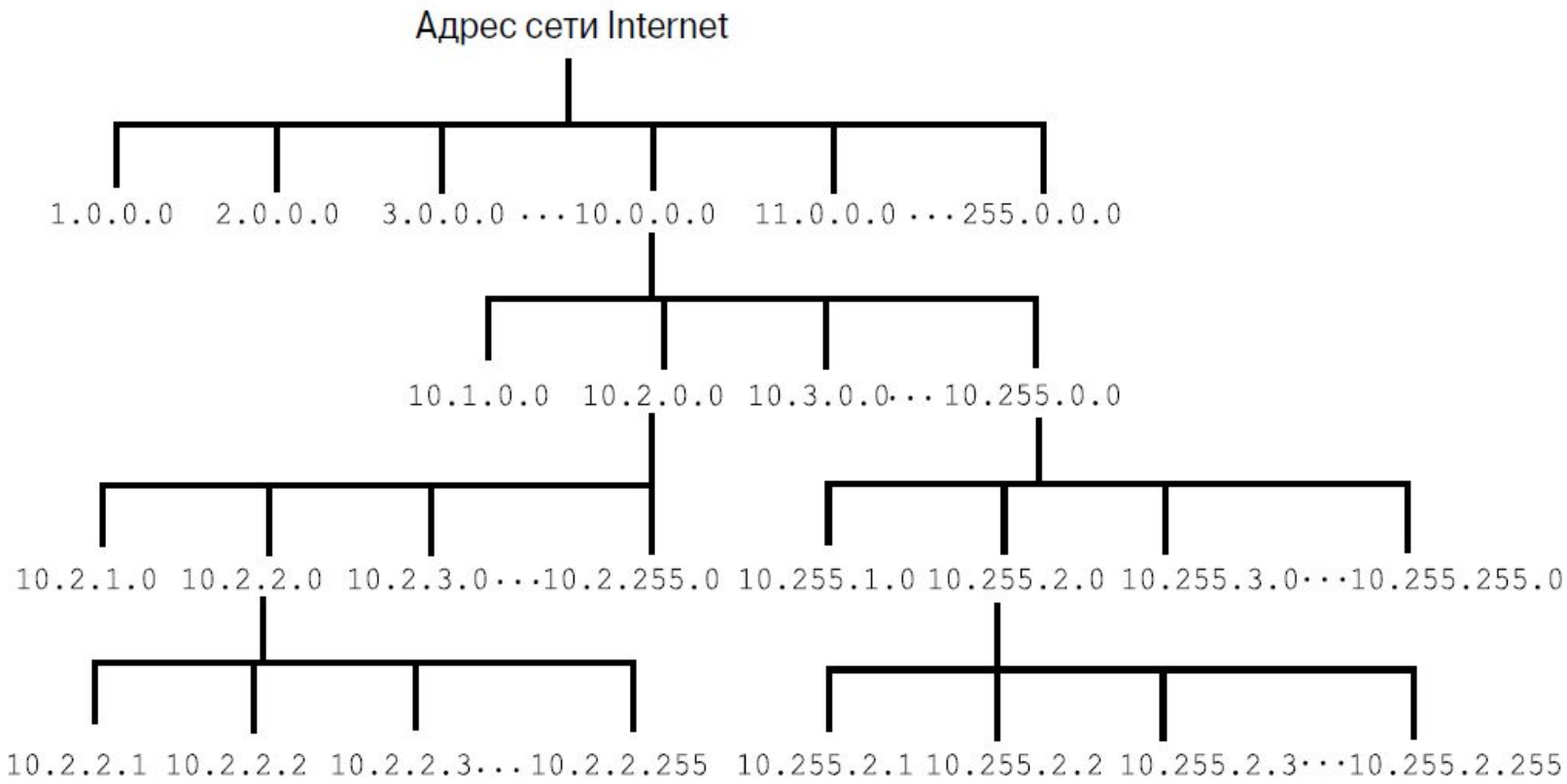
IP - адресация

IP-адрес – это уникальный числовой адрес, однозначно идентифицирующий узел, группу узлов или сеть.

IPv4-адрес имеет длину 4 байта и обычно записывается в виде четырех чисел «**октетов**», разделенных точками – W.X.Y.Z

Каждый октет может принимать значения в диапазоне от 0 до 255.

Иерархическая адресация



Иерархические IP-адреса

Классы IP-адресов

Классы IP-адресов					
Класс адреса	Диапазон 1-го октета (десятичное представление)	Биты 1-го октета (зеленые биты не меняются)	Сетевая (С) и узловая (У) части адреса	Маска подсети по умолчанию (в десятичном и двоичном формате)	Число возможных сетей и узлов для каждой сети
A	1 - 127	00000000 - 01111111	С.У.У.У	255.0.0.0 11111111.00000000.00000000.00000000	126 сетей (2^7-2) 16 777 214 узлов для каждой сети (2^24-2)
B	128 - 191	10000000 - 10111111	С.С.У.У	255.255.0.0 11111111.11111111.00000000.00000000	16 382 сетей (2^14-2) 65 534 узла для каждой сети (2^16-2)
C	192 - 223	11000000 - 11011111	С.С.С.У	255.255.255.0 11111111.11111111.11111111.00000000	2 097 150 сетей (2^21-2) 254 узла для каждой сети (2^8-2)
D	224 - 239	11100000 - 11101111	В качестве узла не для коммерческого использования		
E	240 - 255	11110000 - 11111111	В качестве узла не для коммерческого использования		

Классовая и бесклассовая адресация

- **Классовая IP адресация** — это метод IP-адресации, который не позволяет рационально использовать ограниченный ресурс уникальных IP-адресов, т.к. не возможно использование различных масок подсетей. В классовом методе адресации используется фиксированная маска подсети, поэтому класс сети всегда можно идентифицировать по первым битам.
- **Бесклассовая IP адресация (*Classless Inter-Domain Routing — CIDR)*** — это метод IP-адресации, который позволяет рационально управлять пространством IP адресов. В бесклассовом методе адресации используются маски подсети переменной длины (*variable length subnet mask — VLSM*).

Публичные и частные IP-адреса

В соответствии со стандартом RFC 1918 было зарезервировано несколько диапазонов адресов класса A, B и C.

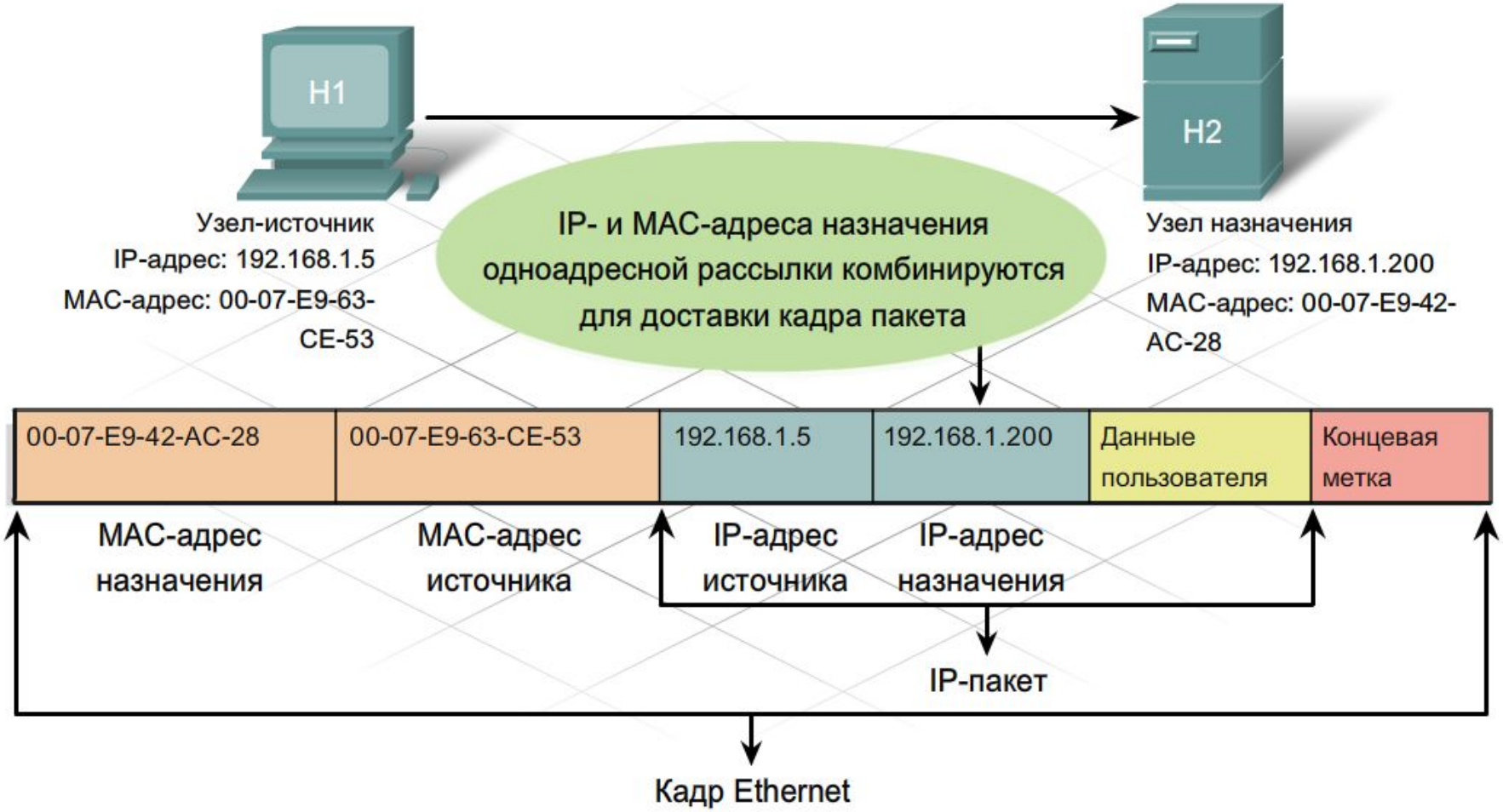
Класс адреса	Число зарезервированных сетевых адресов	Сетевые адреса
A	1	10.0.0.0
B	16	172.16.0.0 - 172.31.0.0
C	256	192.168.0.0 - 192.168.255.0

Типы рассылок

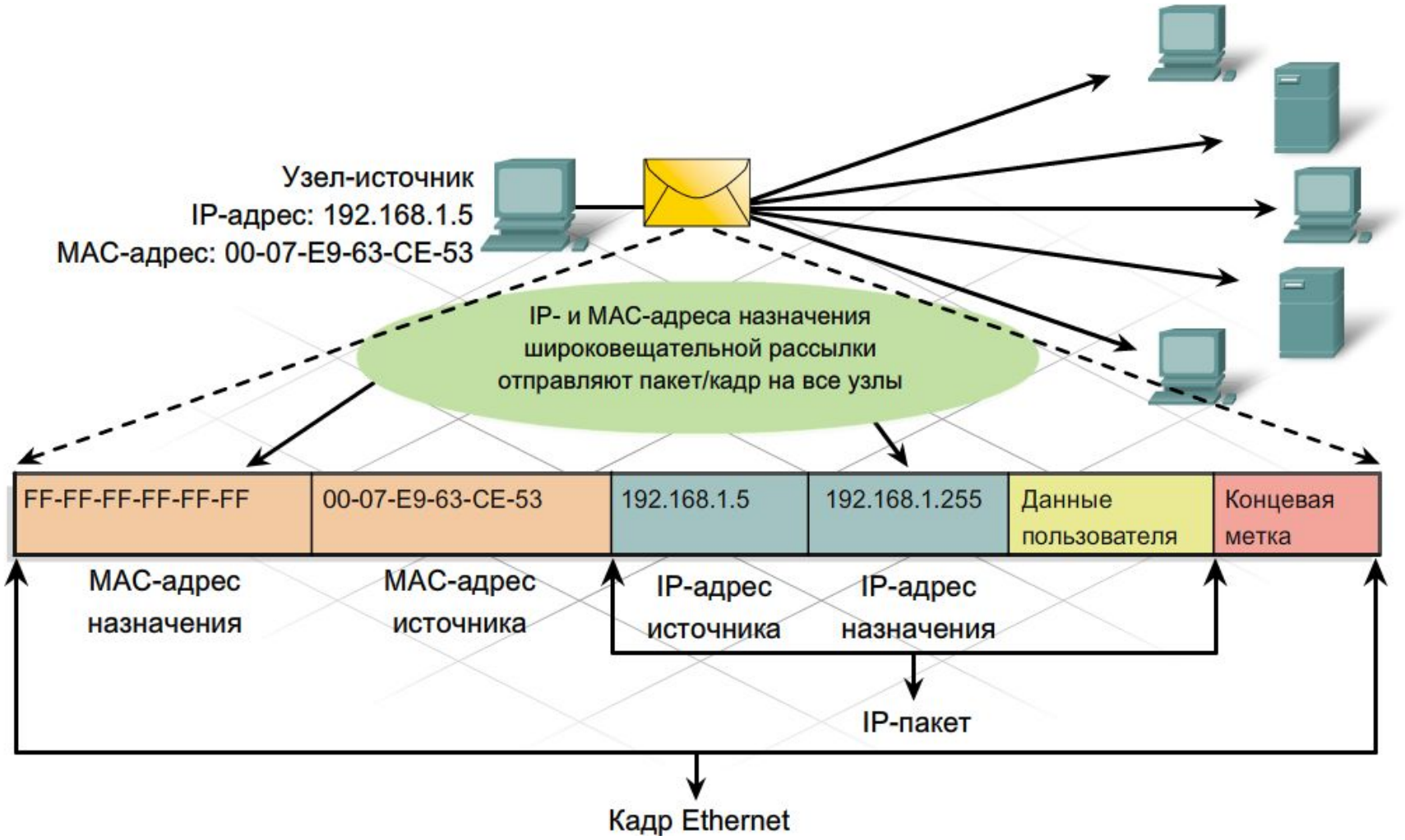
Помимо классов, IP-адреса делятся на категории, предназначенные для разных типов рассылок:

- «один к одному» (одноадресная рассылка);
- «один ко многим» (многоадресная рассылка);
- «один ко всем» (широковещательная рассылка).

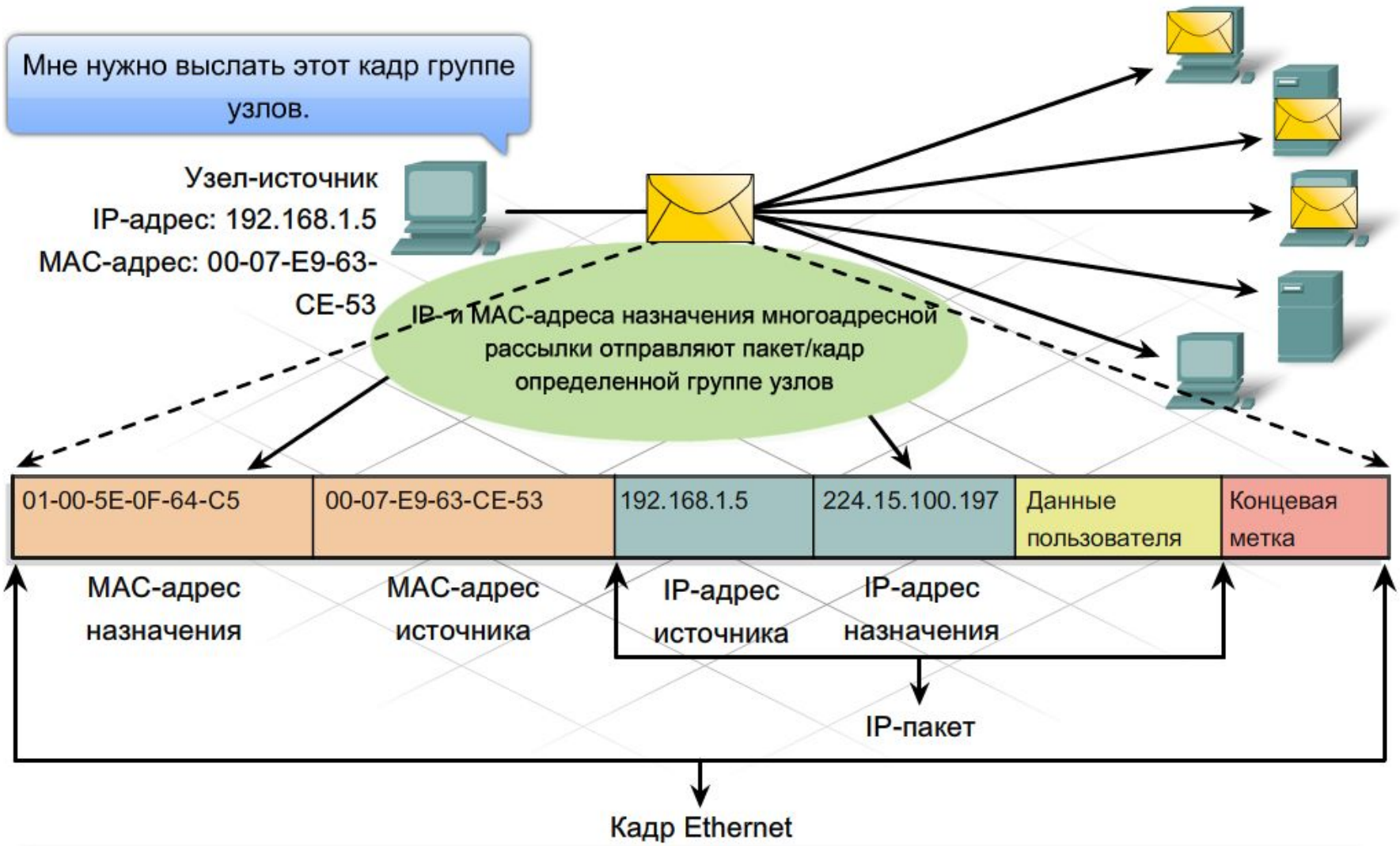
Одноадресная рассылка



Широковещательная рассылка



Многоадресная рассылка

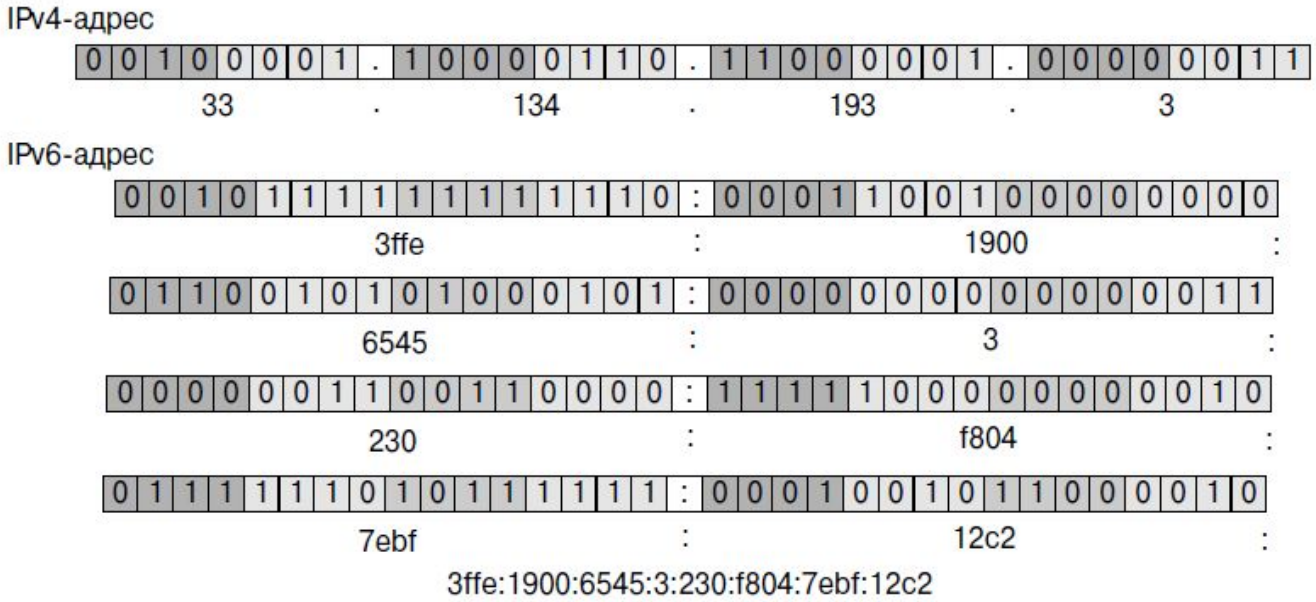


IPv4 vs IPv6

Internet-протокол версии 4 (IPv4) 4 октета
11010001.11011100.11001001.01110001
209.156.201.113
4,294,467,295 IP-адресов

Internet-протокол версии 6 (IPv6) 16 октетов
11010001.11011100.11001001.01110001.11010001.11011100. 110011001.01110001.11010001.11011100.11001001. 01110001.11010001.11011100.11001001.01110001
A524:72D3:2C80:DD02:0029:EC7A:002B:EA73
3.4 x 10^{38} IP-адресов

Сравнение стандартов IPv4 и IPv6



Форматы адресов IPv4 и IPv6

Заголовок IP-пакета

<table>
<tr><td>Версия
(4 бита)</td><td>Длина заголовка
(4 бита)</td><td>Тип службы
(8 битов)</td><td colspan="2">Длина данных
(16 битов)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Идентификация
(16 битов)</td><td>Флаги
(3 бита)</td><td>Смещение пакета
(13 бит)</td></tr>
<tr><td>Время жизни
(8 битов)</td><td>Протокол
(8 битов)</td><td colspan="3">Контрольная сумма
(16 битов)</td></tr>
<tr><td colspan="5">IP-адрес отправителя
(32 бита)</td></tr>
<tr><td colspan="5">IP-адрес получателя
(32 бита)</td></tr>
<tr><td colspan="4">Параметры IP
(может быть пустым)</td><td>Заполнение</td></tr>
<tr><td colspan="5">Данные</td></tr>
</table>

IP-фрагментация и реассемблирование

Максимальная длина датаграммы IP - 64 КБ.
Большинство каналов передачи данных устанавливают максимальный предел длины пакета (**MTU**).

Значение MTU зависит от типа канала передачи данных. Дизайн IP протокола приспосабливается к различным MTU, разрешая маршрутизаторам фрагментировать IP датаграммы.

За сборку (реассемблирование) фрагментов обратно в оригинальную IP датаграмму полного размера ответственна принимающая сторона.

IP-фрагментация это разбиение датаграммы на множество частей, которые могут быть повторно собраны позже.

Для IP-фрагментации и повторной сборки используются поля из IP заголовка:

- источник;
- адресат;
- идентификация;
- полная длина;
- смещение фрагмента;
- 2 флажка: "больше фрагментов" (MF) и "не фрагментировать" (DF).

Пример фрагментации

Original IP Datagram

Sequence	Identifier	Total Length	DF May / Don't	MF Last / More	Fragment Offset
0	345	5140	0	0	0

IP Fragments (Ethernet)

Sequence	Identifier	Total Length	DF May / Don't	MF Last / More	Fragment Offset
0-0	345	1500	0	1	0
0-1	345	1500	0	1	185
0-2	345	1500	0	1	370
0-3	345	700	0	0	555

Первый фрагмент имеет смещение 0, длина этого фрагмента - 1500; она включает 20 байтов для измененного оригинального IP заголовка.
Второй фрагмент имеет смещение 185 (185 x 8 = 1480), которое означает, что порция данных этого фрагмента начинается с 1480 байта в оригинальной IP датаграмме. Длина этого фрагмента - 1500; она включает дополнительный IP заголовок, созданный для этого фрагмента.
Третий фрагмент имеет смещение 370 (370 x 8 = 2960), которое означает, что данные этого фрагмента начинаются с 2960 байта в оригинальной IP датаграмме. Длина этого фрагмента - 1500; она включает дополнительный заголовок IP, созданный для этого фрагмента.
Четвертый фрагмент имеет смещение 555 (555 x 8 = 4440), которое означает, что часть данных этого фрагмента начинается с 4440 байтов в оригинальной IP датаграмме. Длина этого фрагмента - 700 байтов.

Если добавить байты данных от последнего фрагмента (680 = 700 - 20), это даст 5120 байтов, что является порцией данных оригинальной IP датаграммы. Затем, добавляя 20 байтов для IP заголовка мы получим размер оригинальной IP датаграммы (4440 + 680 + 20 = 5140).