

Передача данных между
узлами в сети.

Модель OSI

- Модель OSI определяет различные уровни взаимодействия систем, дает им стандартные имена и указывает, какие функции должен выполнять каждый уровень.
- В модели OSI средства взаимодействия делятся на семь уровней. Каждый уровень имеет дело с одним определенным аспектом взаимодействия сетевых устройств.

Модель OSI

Модель OSI

Данные	Уровни
Данные	Прикладной
Данные	Представления
Данные	Сеансовый
Сообщения	Транспортный
Пакеты	Сетевой
Кадры	Канальный
Биты	Физический

Модель TCP/IP

- **Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP)** - это промышленный стандарт стека протоколов, разработанный для глобальных сетей.
- В настоящее время стек TCP/IP используется в подавляющем большинстве сетей, его поддержка есть во всех используемых сегодня операционных системах.

Стек протоколо в TCP/IP

- Стек был разработан по инициативе Министерства обороны США (Department of Defence, DoD) более 20 лет назад для связи экспериментальной сети ARPAnet с другими сателлитными сетями как набор общих протоколов для разнородной вычислительной среды.

Стек протоколо в TCP/IP

- Все сети передают основную часть своего трафика с помощью протокола TCP/IP.
- Все современные операционные системы поддерживают стек TCP/IP.
- Это гибкая технология для соединения разнородных систем как на уровне транспортных подсистем, так и на уровне прикладных сервисов.
- Это устойчивая масштабируемая межплатформенная среда для приложений клиент-сервер.
- Стек TCP/IP состоит из 4 уровней : прикладной, транспортный, межсетевой, сетевого доступа

Уровни стека TCP/IP



Уровни стека TCP/IP

- **Прикладной Уровень** – Содержит протоколы приложений (FTP, telnet, SMTP, WWW)

Уровни стека TCP/IP

- **Транспортный уровень** - на этом уровне функционируют протокол управления передачей **TCP** (Transmission Control Protocol) и протокол дейтаграмм пользователя **UDP** (User Datagram Protocol).

Уровни стека TCP/IP

- **Межсетевой уровень** - это уровень межсетевого взаимодействия, который занимается передачей пакетов с использованием различных транспортных технологий

Уровни стека TCP/IP

- **Уровень сетевого доступа** – соответствует физическому и канальному уровням модели OSI. Этот уровень в протоколах TCP/IP не регламентируется, но поддерживает все популярные стандарты физического и канального уровня

Соответствие между OSI и TCP/IP

- Так как стек TCP/IP был разработан до появления модели взаимодействия открытых систем ISO/OSI, то, хотя он также имеет многоуровневую структуру, соответствие уровней стека TCP/IP уровням модели OSI достаточно условно.

Соответствие
между
OSI и TCP/IP



Содержание уровней ТСР/IP

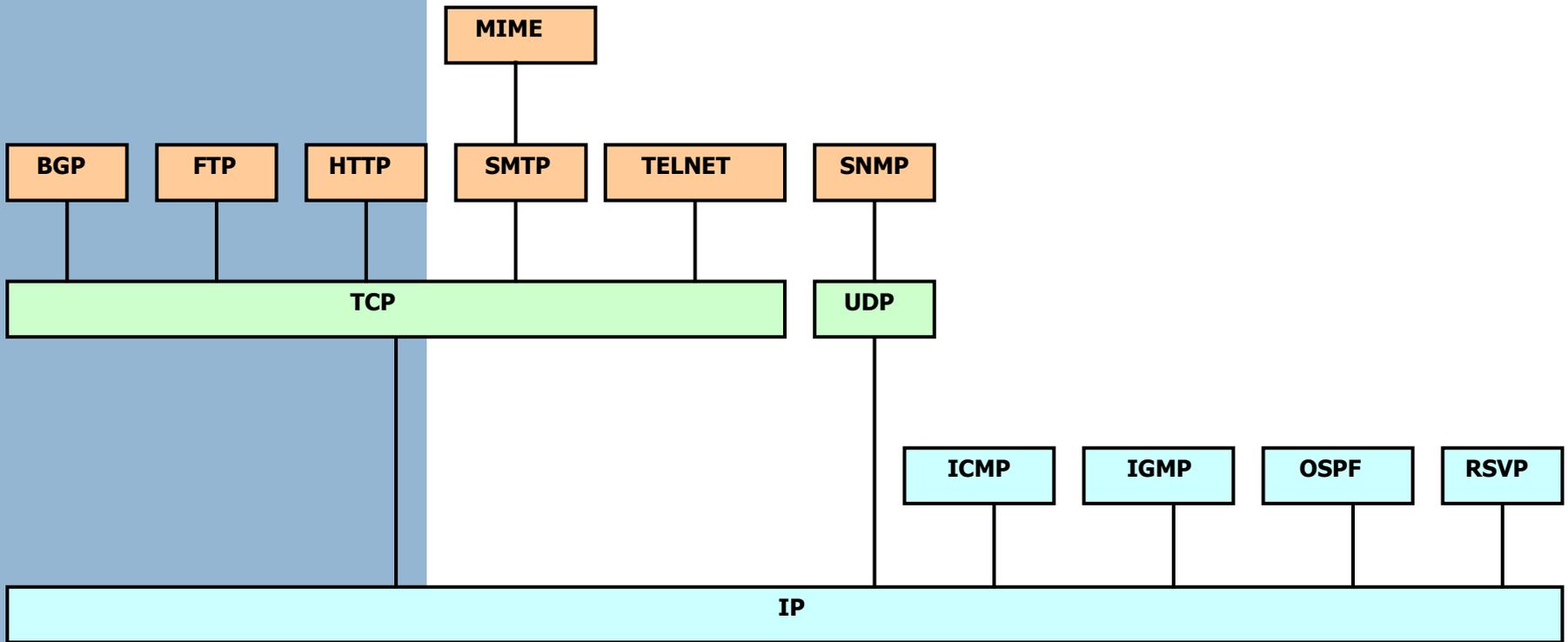
Прикладной уровень
Транспортный уровень
Межсетевой уровень
Физический уровень

HTTP FTP TELNET SMTP SNMP	NFS
	XDR
	RPC
TCP, UDP	
IP, ICMP, ARP RARP, RIP	
Не специфицированы Ethernet, X25, PPP, SLIP, Token Ring, FDDI	

Взаимодействие протоколов

- Каждый уровень набора протоколов TCP/IP взаимодействует с ближайшими соседними уровнями.
- Уровень приложений источника использует службы сквозного (транспортного) уровня и отправляет данные вниз, на этот уровень.
- Сходные отношения существуют в интерфейсе сквозного (транспортного) и сетевого (межсетевого) уровней, в интерфейсе сетевого уровня и уровня доступа к сети.

Взаимодействие протоколов



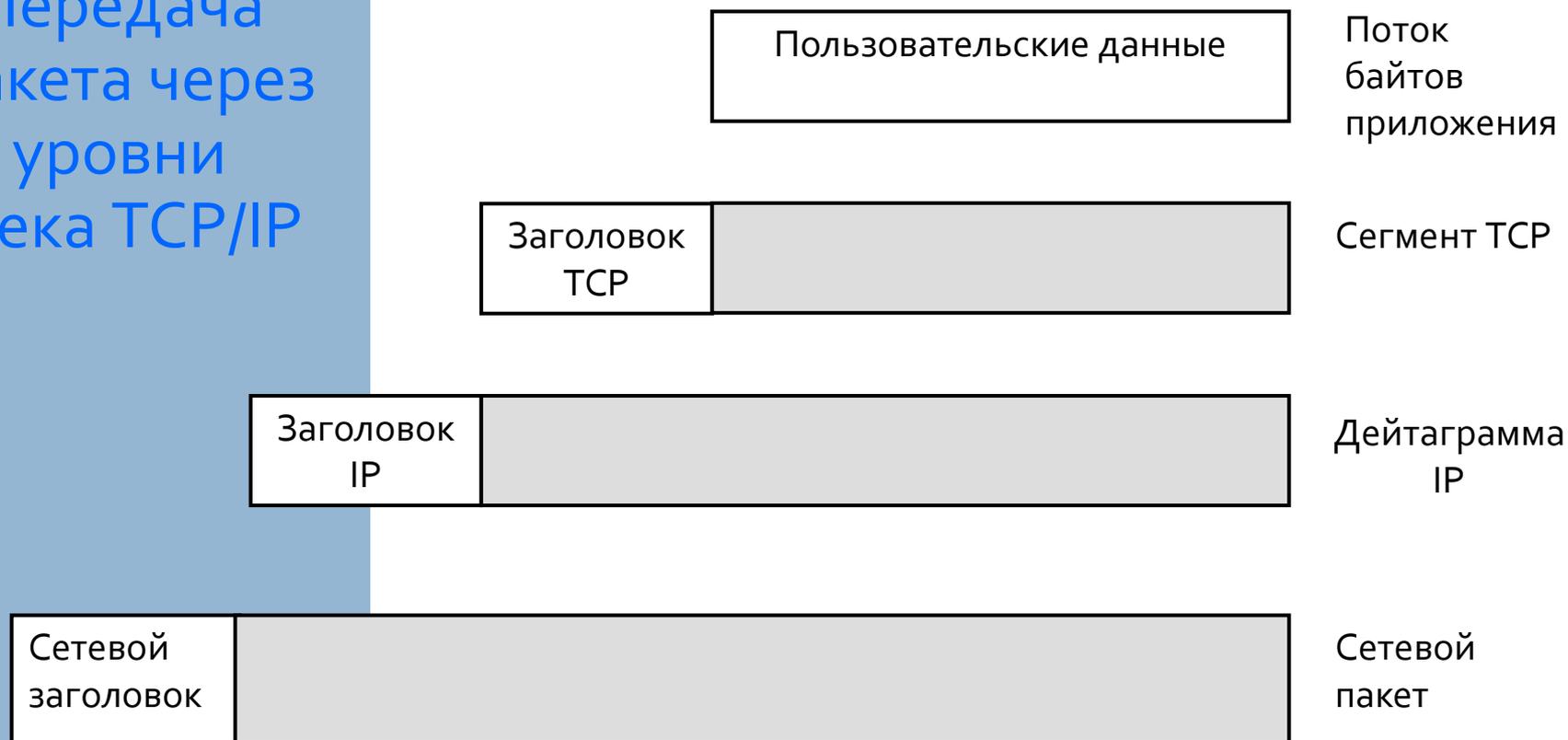
Взаимодействие протоколов

- **BGP** – Протокол граничного шлюза
- **FTP** – Протокол передачи файлов
- **HTTP** – Протокол передачи гипертекстовых файлов
- **ICMP** – Протокол управления сообщениями Internet
- **IGMP** – Протокол управления группами
- **IP** – Протокол Internet
- **MIME** – Многоцелевые расширения почты Internet
- **OSPF** – Первоочередное открытие кратчайших маршрутов
- **RSVP** – Протокол резервирования ресурсов
- **SMTP** – Простой протокол передачи почты
- **TELNET** – Протокол реализации текстового интерфейса по сети
- **SNMP** – Простой протокол сетевого управления
- **TCP** – Протокол управления передачей
- **UDP** – Протокол пользовательских дейтаграмм

Передача пакета через уровни стека ТСР/IP

- Процесс генерирует блок данных и передает его протоколу ТСР, который с целью управления, может разбить этот блок на меньшие части.
- К каждому такому фрагменту ТСР присоединяет управляющую информацию (называемую заголовком ТСР), формируя при этом сегмент ТСР.
- Далее протокол ТСР передает каждый сегмент протоколу IP.
- Протокол IP присоединяет к данным заголовок с управляющей информацией, формируя, таким образом, дейтаграмму IP.
- На последнем этапе каждая дейтаграмма IP предоставляется уровню доступа к сети с целью передачи ее через первую сеть, находящуюся на ее пути к адресату.

Передача пакета через уровни стека TCP/IP



ARP и RARP

- **ARP** (англ. *Address Resolution Protocol* — протокол определения адреса) — протокол канального уровня.
- Протокол ARP (address resolution protocol, RFC-826, std-38) решает проблему преобразования IP-адреса в MAC-адрес.
- Рассмотрим процедуру преобразования адресов при отправлении сообщения. Пусть одна ЭВМ отправляет сообщение другой. Прикладной программе IP-адрес места назначения обычно известен. Для определения Ethernet-адреса просматривается ARP-таблица. Если для требуемого IP-адреса в ней присутствует MAC-адрес, то формируется и посылается соответствующий пакет. Если же с помощью ARP-таблицы не удастся преобразовать адрес, то выполняется следующее:
 1. Всем машинам в сети посылается пакет с ARP-запросом (с широковещательным MAC-адресом).
 2. Исходящий IP-пакет ставится в очередь.

Пример упрощенной ARP-таблицы:

IP-адрес	Ethernet-адрес
172.1.2.1	08:00:39:00:2F:C6
172.1.2.3	07:00:59:21:A7:22
172.1.2.4	06:00:10:78:AA:54

- Функционально, ARP делится на две части. Одна — определяет физический адрес при посылке пакета, другая отвечает на запросы других машин. ARP-таблицы имеют динамический характер, каждая запись в ней «живет» определенное время после чего удаляется. Менеджер сети может осуществить запись в ARP-таблицу, которая там будет храниться «вечно». ARP-пакеты вкладываются непосредственно в ethernet-кадры

0	8	16	24	31
Тип оборудования		Тип протокола		
HA-Len	PA-Len	Код операции		
Аппаратный адрес отправителя (октеты 0...3)				
Адрес отправителя (октеты 4,5)		IP-адрес отправителя (октеты 0,1)		
IP-адрес отправителя (октеты 2,3)		Аппаратный адрес адресата (0,1)		
Аппаратный адрес адресата (октеты 2,5)				
IP-адрес адресата (октеты 0-3)				

RARP

- Когда загружается система с локальным диском, она обычно получает свой IP адрес из конфигурационного файла, который считывается с диска. Однако для систем, не имеющих диска, таких как X терминалы или бездисктовые рабочие станции, требуются другой способ определения собственного IP адреса.
- Каждая система в сети имеет уникальный аппаратный адрес, который назначается производителем сетевого интерфейса (сетевой платы). Принцип работы RARP заключается в том, что бездисктовая система может считать свой уникальный аппаратный адрес с интерфейсной платы и послать RARP запрос (широковещательный фрейм в сеть), где потребует кого-нибудь откликнуться и сообщить IP адрес (с помощью RARP отклика).
- Несмотря на то что концепция довольно проста, ее реализация как правило значительно сложнее чем ARP, который был описан выше. Официальная спецификация RARP находится в RFC 903 [Finlayson et al. 1984].
- Формат пакета RARP практически идентичен пакету ARP. Единственное отличие заключается в том, что поле тип фрейма (frame type) для запроса или отклика RARP установлено в 0x8035, а поле op имеет значение 3 для RARP запроса и значение 4 для RARP отклика.
- RARP запрос является широковещательным, а RARP отклик обычно персональный.

Вывод

У моделей OSI и TCP/IP имеется много общих черт:

- Обе модели основаны на концепции стека независимых протоколов.
- Функциональность уровней также во многом схожа. Например, в каждой модели уровни, начиная с транспортного и выше, предоставляют сквозную, не зависящую от сети транспортную службу для процессов, желающих обмениваться информацией. Эти уровни образуют поставщика транспорта.
- Также в каждой модели уровни выше транспортного являются прикладными потребителями транспортной службы.

Вывод

Изначально в модели TCP/IP не было четкого разделения между службами, интерфейсом и протоколом, хотя и производились попытки изменить это, чтобы сделать ее более похожей на модель OSI.

В результате в модели OSI протоколы скрыты лучше, чем в модели TCP/IP, и при изменении технологии могут быть относительно легко заменены.

Вывод

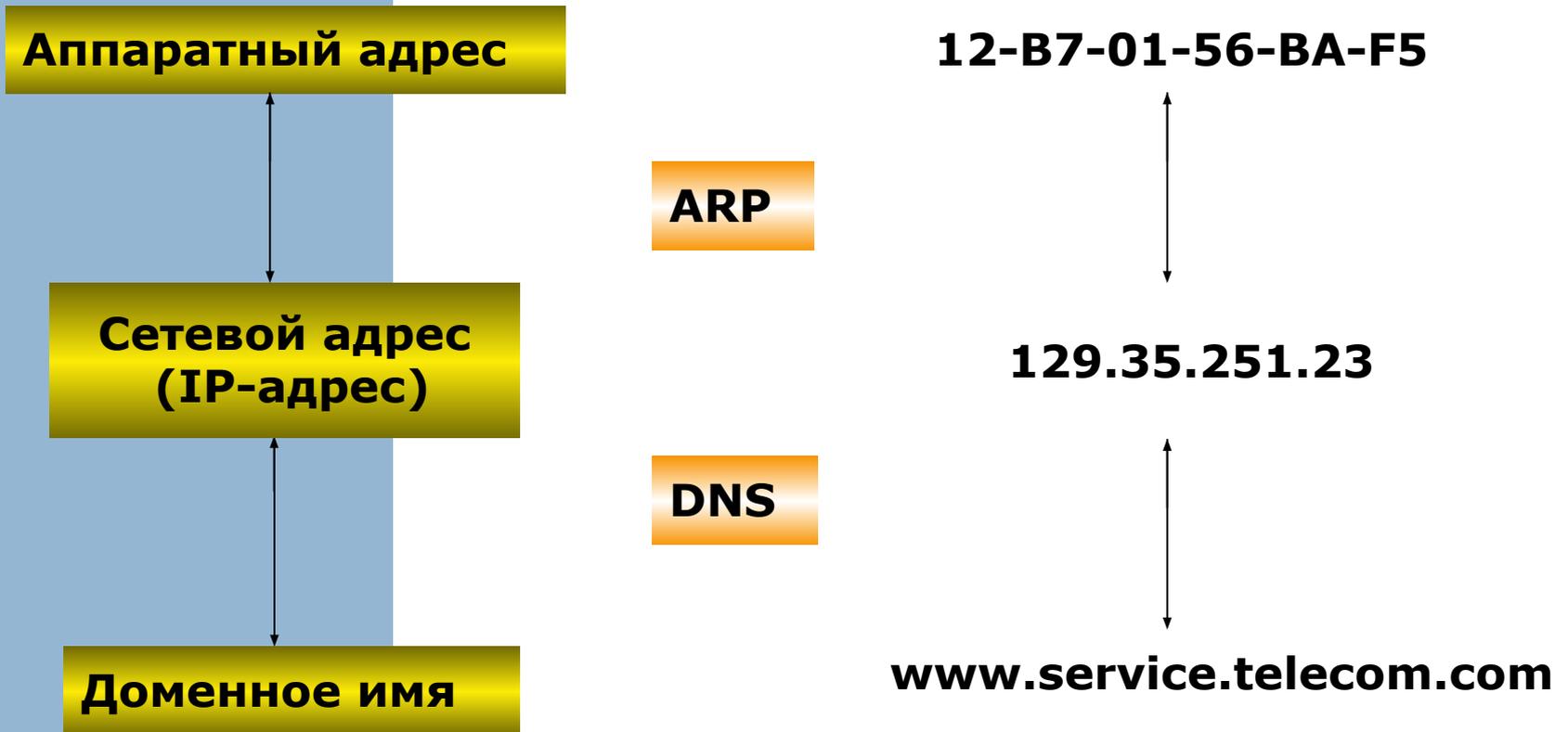
Так же различие между моделями лежит в сфере возможности использования связи на основе соединений и связи без установления соединения.

- Модель OSI на сетевом уровне поддерживает оба типа связи, но на транспортном уровне - только связь на основе соединений (поскольку транспортные службы являются видимыми для пользователя).
- В модели TCP/IP на сетевом уровне есть только один режим связи (без установления соединения), но на транспортном уровне он поддерживает оба режима, предоставляя пользователям выбор.

IP-адресация и классы IP-сетей

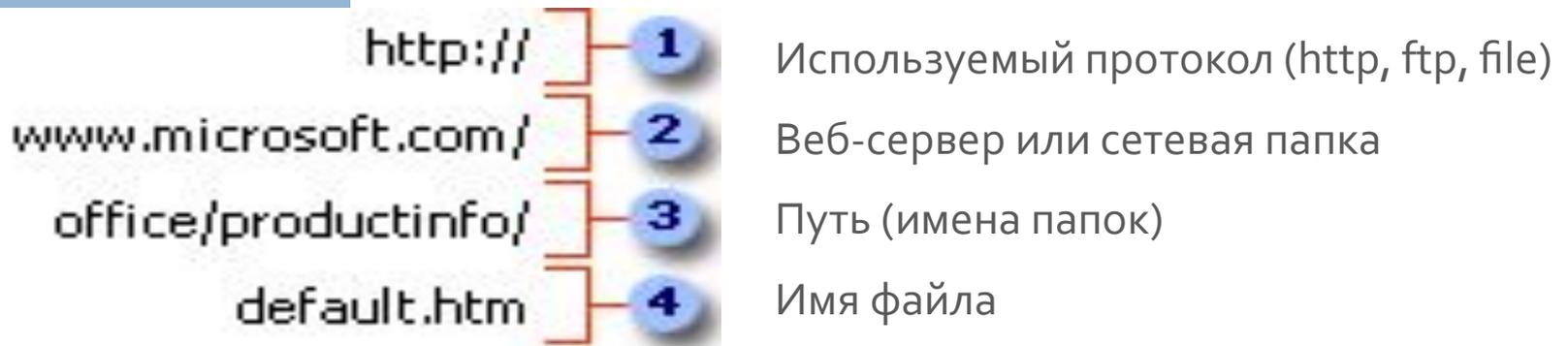
Расчёт IP-сетей

Сетевые адреса(IP-адреса)



Символьные (доменные) имена

Компоненты адреса URL



**Формат IP –
адреса:
номер сети,
номер узла в
сети**

- IP-адрес имеет фиксированную длину 4 байта (32 бита).
- Распространенной формой представления IP-адреса является запись в виде **четырёх чисел**, представляющих значения каждого байта в десятичной форме и разделенных точками, например:
128.10.2.30
- Этот же адрес может быть представлен в двоичном формате:
10000000 00001010 00000010 00011110

Классы адресов A, B, C, D, E

Класс	Первые биты	Наименьший номер сети	Наибольший номер сети	Максимальное число узлов в сети
A	0	1.0.0.0 (0 — не используется)	126.0.0.0 (127 — зарезервирован)	2^{24} , поле 3 байта
B	10	128.0.0.0	191.255.0.0	2^{16} , поле 2 байта
C	110	192.0.0.0	223.255.255.0	2^8 , поле 1 байт
D	1110	224.0.0.0	239.255.255.255	Групповые адреса
E	11110	240.0.0.0	247.255.255.255	Зарезервировано

Использование масок при IP-адресации

Возьмем пример IP-адрес класса В

129.64.134.5

1. Если интерпретировать этот адрес на основе классов, то он имеет вид:

Номер сети	Номер узла
129.64.0.0	0.0.134.5

Формат IP – адреса. Использование масок при IP -адресации

- Для стандартных классов сетей по умолчанию маски имеют следующие значения:
 - класс А - 11111111. 00000000. 00000000. 00000000 (255.0.0.0);
 - класс В - 11111111. 11111111. 00000000. 00000000 (255.255.0.0);
 - класс С - 11111111. 11111111. 11111111. 00000000 (255.255.255.0).

ВЫВОД: Механизм масок широко распространен в IP-маршрутизации. С их помощью администратор может разбивать одну сеть определенного класса, на несколько других, не требуя дополнительных номеров сетей — эта операция называется *разделением на подсети*. На основе этого же механизма можно объединять адресные пространства нескольких сетей такая операция называется *объединением подсетей*.

Порядок назначения IP – адресов.

Назначение адресов автономной сети

- В небольшой автономной IP-сети условие уникальности номеров сетей и узлов может быть выполнено силами сетевого администратора.
- Чтобы избежать совпадений номеров при подсоединении сети к Интернету в его стандартах определены **частные адреса**, рекомендуемых для автономного использования:
 - в классе **A** — сеть 10.0.0.0;
 - в классе **B** — диапазон из 16 номеров сетей 172.16.0.0-172.31.0.0;
 - в классе **C** - диапазон из 255 номеров сетей 192.168.0.0-192.168.255.0.
 - Эти адреса, составляют огромное адресное пространство, достаточное для нумерации узлов автономных сетей любых размеров.
 - Использование **частных адресов** для адресации автономных сетей делает возможным подключение к Интернету.

Порядок назначения IP – адресов.

Централизованное распределение адресов

- В больших сетях уникальность сетевых адресов гарантируется централизованной, иерархически организованной системой их распределения.
- Номер сети назначается только по рекомендации специального подразделения Интернета.
- Главным органом регистрации глобальных адресов в Интернете с 1998 года является неправительственная некоммерческая организация **ICANN** (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers). Эта организация координирует работу региональных отделов.
- Региональные отделы выделяют блоки адресов сетей крупным поставщикам услуг, которые распределяют их между своими клиентами.
- Проблемой централизованного распределения адресов является их дефицит.
- Для смягчения проблемы дефицита адресов разработчики стека TCP/IP предлагают разные подходы:
 - переход на новую версию протокола IP — **протокол IPv6**, в котором расширяется адресное пространство,
 - экономное расходование IP-адресов с помощью **технологии CIDR**.

**Порядок
назначения
IP – адресов.
Технология
CIDR**

- **Технология бесклассовой междоменной маршрутизации CIDR (Classless Inter-Domain Routing)** позволяет решить две задачи:
 - Экономно расходовать адресное пространство (центрам распределения адресов удастся избежать выдачи абонентам лишних адресов).
 - Уменьшить число записей в таблице маршрутизации (одна запись в ней может представлять большое количество сетей).
- Деление IP-адреса на номер сети и номер узла в технологии CIDR происходит **на основе маски переменной длины.**

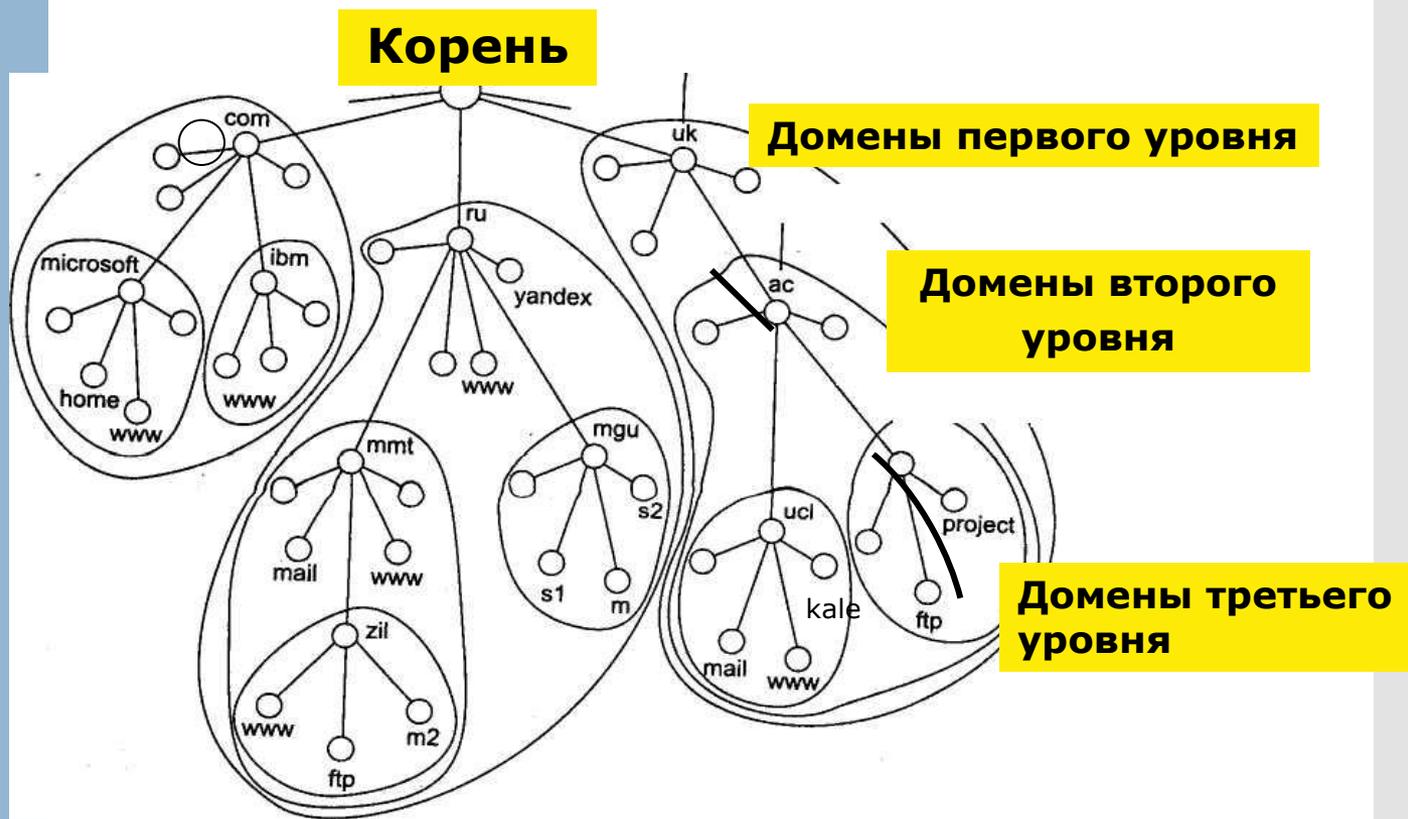
Отображение IP-адресов на локальные адреса

- Зависимости между локальным адресом (MAC-адресом) и его сетевым адресом (IP-адресом) не существует, следовательно, единственный способ установления соответствия — ведение таблиц.
- Для определения локального адреса по IP-адресу используется **протокол разрешения адресов (ARP)**.
- Процесс перехода от IP-адреса к MAC-адресу происходит следующим образом:
 - Протокол **IP** обращается к протоколу **ARP**.
 - Протокол **ARP** просматривает **ARP**-таблицу, где накапливается информация о соответствии между IP-адресами к MAC-адресами.
 - Если в таблице отсутствует запрашиваемый IP-адрес, то он запоминается в буфере, а протокол **ARP** формирует **ARP-запрос** и рассылает.

Система DNS (система доменных имен)

- В стеке TCP/IP применяется **доменная система имен**, которая имеет иерархическую структуру, допускающую наличие в имени произвольного количества составных частей.
- Иерархия доменных имен аналогична иерархии имен файлов.
- **Домен имен** – это совокупность имен, у которых одна или несколько старших составных частей совпадают. **Пример:**
 - `www.zil.mmt.ru`,
 - `ftp.zil.mmt.ru`,
 - `yandex.ru`,
 - `s1.mgu.ru`,перечисленные имена входят в **домен ru**, так как все они имеют одну общую старшую часть — имя **ru**.

Система DNS (система доменных имен)



Система DNS (система доменных имен)

- Корневой домен управляется центральными органами Интернета IANA и InterNIC.
- Для обозначения **стран** используются трехбуквенные и двухбуквенные аббревиатуры, например **ru** (Россия), **uk** (Великобритания), **fi** (Финляндия), **us** (Соединенные Штаты), а для различных **типов организаций** — например, следующие обозначения:
 - **com** — коммерческие организации (например, microsoft.com);
 - **edu** — образовательные организации (например, mit.edu);
 - **gov** — правительственные организации (например, nsf.gov);
 - **org** — некоммерческие организации (например, fidonet.org);
 - **net** — сетевые организации (например, nsf.net).

Протокол DHCP (протокол динамичес кого конфигури рования хостов)

- Для нормальной работы сети каждому сетевому интерфейсу компьютера и маршрутизатора должен быть назначен IP-адрес.
- Процедура присвоения адресов происходит в ходе **конфигурирования** компьютеров и маршрутизаторов.
- **Протокол динамического конфигурирования хостов (DHCP)** автоматизирует процесс конфигурирования сетевых интерфейсов, предотвращая дублирование адресов за счет централизованного управления их распределением.
- Таким образом, DHCP предполагает динамическое разделение адресов, автоматизируя рутинную работу администратора.

IP калькулятор

Постоянная ссылка на результат: <https://www.syslab.ru/ipcalculator/192.168.20.1-19>

Address:	192.168.20.1	11000000.10101000.0000	10100.00000001	
Netmask:	255.255.224.0 = 19	11111111.11111111.1111	00000.00000000	
Wildcard:	0.0.31.255	00000000.00000000.0000	11111.11111111	
Network:	192.168.0.0	11000000.10101000.0000	00000.00000000	(Class C)
Broadcast:	192.168.31.255	11000000.10101000.0000	11111.11111111	
HostMin:	192.168.0.1	11000000.10101000.0000	00000.00000001	
HostMax:	192.168.31.254	11000000.10101000.0000	11111.11111110	
Hosts/Net:	8190	(RFC-1918 Private Internet Address.)		

расчёт
подсетей

IPNetworks

Сеть Решения для бизнеса Поддержка О нас Русский

IP КАЛЬКУЛЯТОР

КАЛЬКУЛЯТОР ПОДСЕТЕЙ IPV4

Класс сети A B C

Подсеть

IP адрес

IP Address:	27.78.101.154
Network Address:	27.78.101.154
Usable Host IP Range:	NA
Broadcast Address:	27.78.101.154
Total Number of Hosts:	1
Number of Usable Hosts:	0
Subnet Mask:	255.255.255.255
Wildcard Mask:	0.0.0.0
Binary Subnet Mask:	11111111.11111111.11111111.11111111
IP Class:	C
CIDR Notation:	/32
IP Type:	Public
Short:	27.78.101.154 /32
Binary ID:	00011011010011100110010110011010

КАЛЬКУЛЯТОР ПОДСЕТЕЙ IPV6

Длина префикса:

IP адрес:

IP Address:	2001:db8:85a3::8a2e:370:7334/64
Full IP Address:	2001:0db8:85a3:0000:0000:8a2e:0370:7334
Total IP Addresses:	18,446,744,073,709,551,616
Network:	2001:0db8:85a3:0000::
IP Range:	2001:0db8:85a3:0000:0000:0000:0000:0000 - 2001:0db8:85a3:0000:ffff:ffff:ffff:ffff

Выводы

- В стеке TCP/IP используются **три типа адресов**: локальные (аппаратные), IP-адреса и символьные (доменные) имена. Все эти типы адресов присваиваются узлам составной сети независимо друг от друга.
- **IP-адрес** имеет длину 4 байта и состоит из номера сети и номера узла. Для определения границы, отделяющей номер сети от номера узла, сегодня используется **два подхода**. Первый основан на классах адресов, второй — определении масок.

Выводы

- Класс адреса определяется значениями нескольких первых битов адреса. В адресах **класса А** под номер сети отводится один байт, а остальные три байта — под номер узла, поэтому они используются в самых больших сетях.
- Для небольших сетей больше подходят адреса **класса С**, в которых номер сети занимает три байта, а для нумерации узлов может быть использован только один байт.
- Промежуточное положение занимают **адреса класса В**. Для разделения IP-адреса на номер сети и номер узла используется связанная с этим адресом маска.
- Двоичная запись маски содержит единицы в тех разрядах, которые в данном IP-адресе должны интерпретироваться как номер сети.

Выводы

- **IP-адреса** уникально идентифицируют узел в пределах составной сети, поэтому они должны назначаться централизованно.
- Если сеть автономная, то уникальность IP-адресов в пределах этой сети может быть обеспечена администратором сети. При этом он может выбирать для нумерации сетей и узлов любые синтаксически правильные IP-адреса. Однако предпочтительнее в этом случае применять адреса, специально выделенные для автономных сетей (так называемые **частные адреса**).
- Если сеть очень велика, как, например, Интернет, то **процесс назначения IP-адресов** усложняется, разбиваясь на два этапа.
 - Первый — **распределение номеров сетей** — регулируется специальным административным органом, обеспечивающим однозначность нумерации сетей.
 - После того как сеть получила номер, наступает второй этап — **назначение номеров узлам сети**.

Выводы

- **Назначение IP-адресов** узлам сети может происходить либо вручную (администратор сам ведет списки свободных и занятых адресов и конфигурирует сетевой интерфейс), либо автоматически (с использованием **протокола DHCP**). В последнем случае администратор заранее назначает DHCP-серверу диапазон свободных для распределения адресов, из которого последний автоматически выделяет адреса узлам в ответ на поступившие от них запросы.
- Установление соответствия между IP-адресом и аппаратным адресом сетевого интерфейса осуществляется **протоколом разрешения адресов (ARP)**.
- Протокол ARP, работающий в сетях Ethernet, Token Ring, FDDI, для трансляции IP-адреса в MAC-адрес выполняет ARP-запрос. Поступающие ARP-ответы запоминаются в таблицах, создаваемых на каждом сетевом интерфейсе.

Выводы

- В стеке TCP/IP применяется система доменных символьных имен, которая имеет иерархическую структуру. Совокупность имен, у которых несколько старших составных частей образуют **домен имен**.
- Доменные имена назначаются централизованно, если сеть является частью Интернета, в противном случае — локально.
- Соответствие между доменными именами и IP-адресами может устанавливаться с помощью централизованной **службы DNS**, основанной на распределенной базе отображений «доменное имя — IP-адрес».