

М

Т

ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

С

Содержание модуля

1. Роль протоколов в компьютерных сетях
2. Стеки протоколов
3. Основные функции протоколов
4. Основные протоколы TCP/IP

Роль протоколов в компьютерных сетях

1

Общий принцип обмена данными

Источник сообщения (отправитель) –
узел, который формирует сообщение

Получатель сообщения (приемник) –
узел, который получает и интерпретирует сообщение

Канал –
средство подключения, по которому сообщение передается от источника к получателю

Протоколы

Протокол –

соглашение, которое определяет формат и порядок обмена данными между устройствами в сети

Требования к сетевому протоколу:

- Кодирование сообщений
- Форматирование и инкапсуляция сообщений
- Размер сообщений
- Синхронизация сообщений
- Варианты доставки сообщений



Кодирование сообщений

Кодирование –

процесс преобразования информации в форму, приемлемую для последующей передачи

Декодирование –

обратный процесс, в результате которого информация преобразуется в исходный вид

Привет!

1000001111110001000
0001000011100010000
1100101000011010110
001000010100001

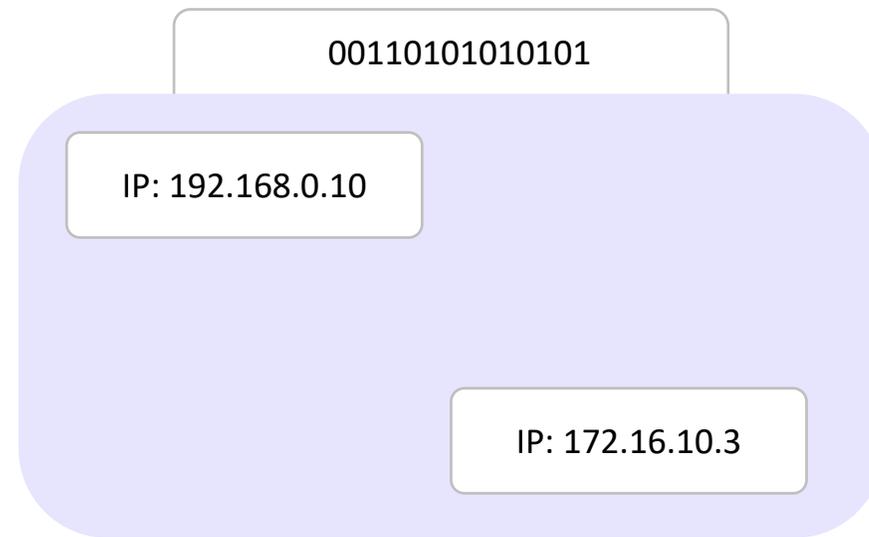
Форматирование и инкапсуляция

Форматирование –

представление информации в определенном формате

Инкапсуляция –

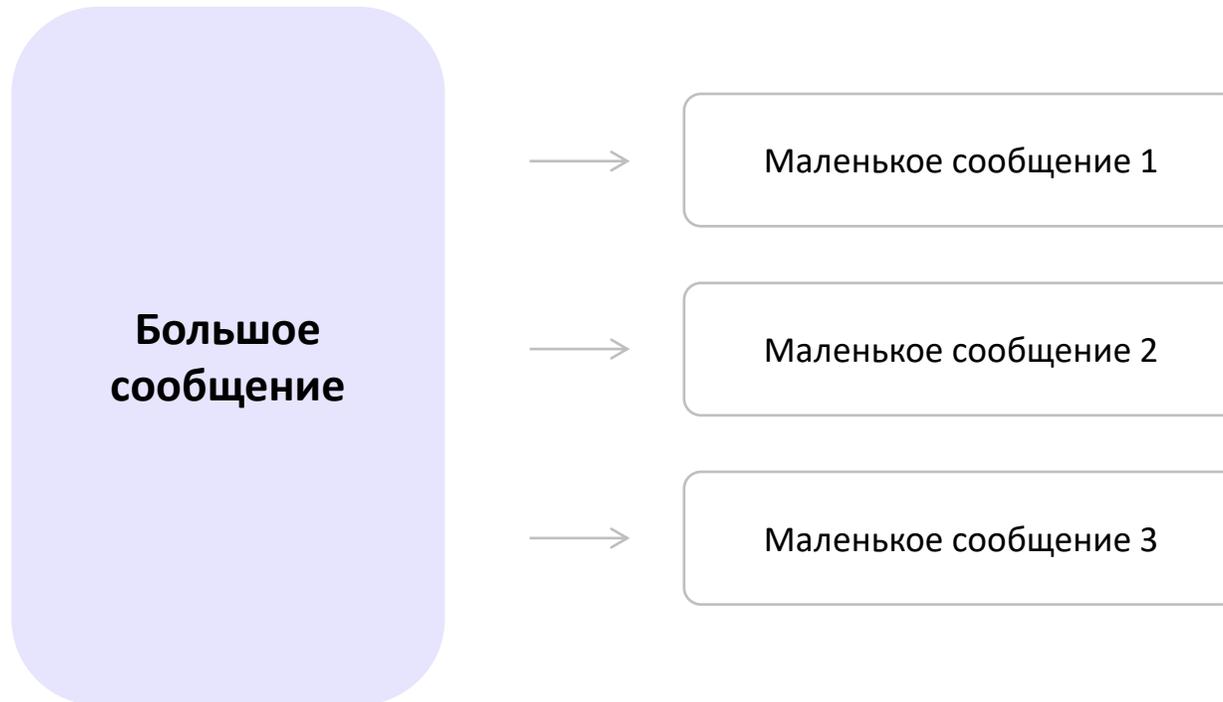
процесс размещения одной информации внутри другой



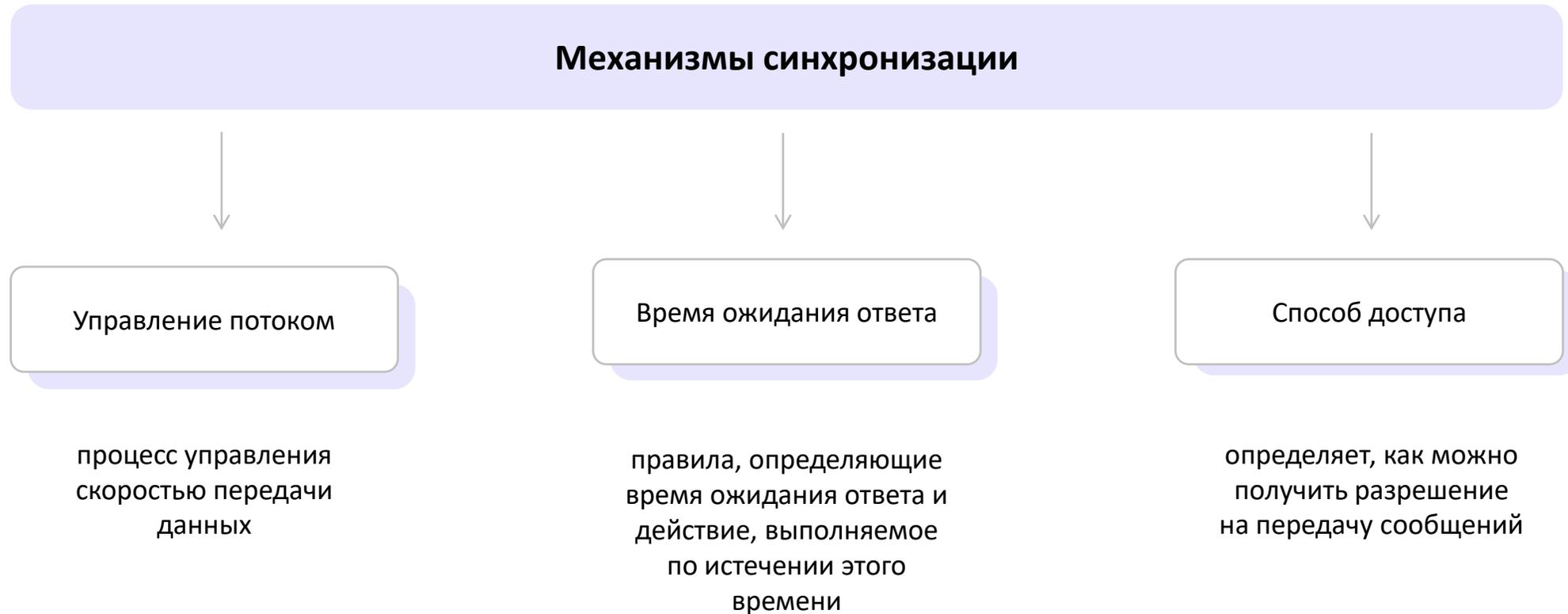
MTU

MTU (maximum transmission unit) –

максимальный размер полезного блока данных, который может быть передан протоколом без фрагментации



Синхронизация сообщений



Варианты доставки сообщений

Широковещательная передача (**Broadcast**)

информация передается на все
конечные устройства

Многоадресная рассылка (**Multicast**)

информация передается на одно или
несколько конечных устройств

Одноадресная рассылка (**Unicast**)

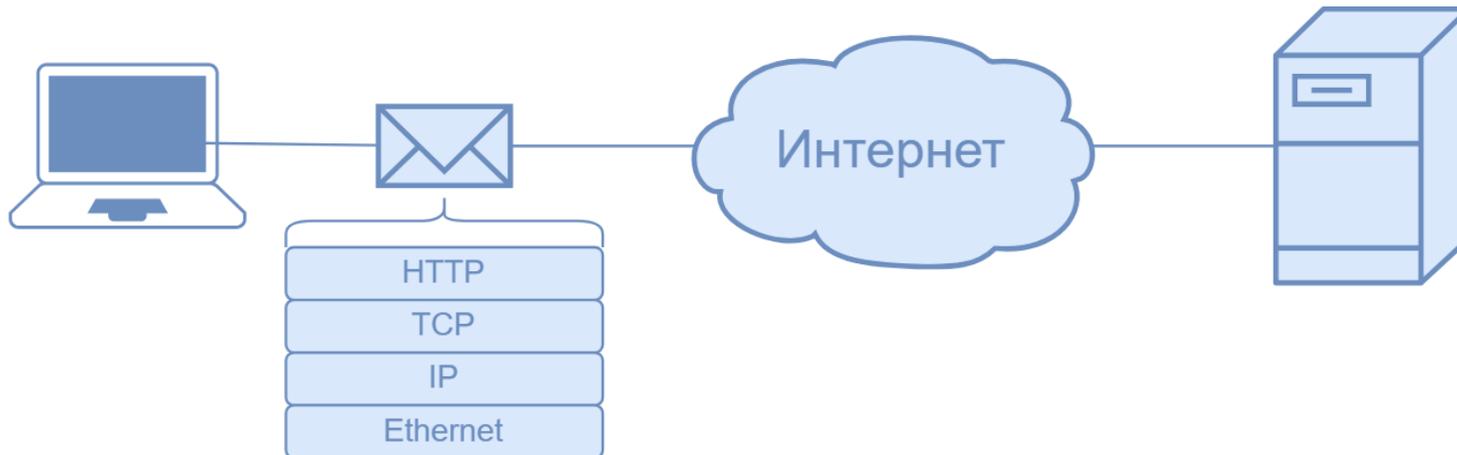
информация передается на одно
конечное устройство

Типы протоколов

| Тип протокола | Описание |
|--------------------------------|--|
| Сетевые протоколы связи | Позволяют двум или более устройствам обмениваться данными по одной или нескольким сетями. |
| Протоколы сетевой безопасности | Обеспечивают защиту данных, обеспечивая проверку подлинности, целостность данных и шифрование данных. |
| Протоколы маршрутизации | Позволяют маршрутизаторам обмениваться информацией о маршруте, сравнивать информацию о пути и затем выбирать лучший путь к месту назначения. |
| Протоколы обнаружения служб | Используются для автоматического обнаружения устройств или сервисов. |

Взаимодействие протоколов

Сообщение, отправляемое по компьютерной сети, обычно требует использования нескольких протоколов, каждый из которых имеет свои собственные функции и формат.



Стеки протоколов

2

Стеки сетевых протоколов



Стек протоколов –

иерархически организованный набор сетевых протоколов, достаточный для организации взаимодействия узлов в сети

Работа протоколов должна быть организована так, чтобы не возникало конфликтов или незавершённых операций.



Эволюция протоколов

Начиная с 1970-х годов было несколько различных пакетов протоколов, некоторые из которых были разработаны организацией по стандартизации, а другие разработаны различными поставщиками.

Во время эволюции сетевых коммуникаций и Интернета существовало несколько конкурирующих пакетов протоколов:

- TCP/IP
- OSI
- AppleTalk
- и другие...

TCP/IP

Internet Protocol Suite или TCP/IP -

сетевая модель, описывающая процесс передачи цифровых данных.

Наиболее распространенный и актуальный набор протоколов, используемый сегодня.

Представляет собой открытый стандартный набор протоколов, поддерживаемый рабочей группой Internet Engineering Task Force (IETF).

TCP/IP имеет два важные отличительные особенности:

- Открытость
- Стандартизация

TCP/IP

| Уровень модели TCP/IP | Описание |
|------------------------------|---|
| 4 - Прикладной уровень | Предоставляет интерфейс для взаимодействия с приложениями. |
| 3 - Транспортный уровень | Обеспечивает связь между различными приложениями. |
| 2 - Межсетевой уровень | Определяет наилучший путь через сеть и идентифицирует устройства в ней. |
| 1 - Уровень сетевого доступа | Управляет устройствами и средствами подключения, формирующими сеть. |

TCP/IP

Модель TCP/IP

Набор протоколов TCP/IP



OSI

Эталонная модель OSI -

сетевая модель, описывающая процесс передачи цифровых данных (так же, как и TCP/IP)

Изначально OSI – семейство протоколов, разработанных Международной организацией по стандартизации (ISO) и Международным союзом по электросвязи (ITU) в 1977 г. Сегодня OSI известен в основном своей многоуровневой моделью.



Эталонная модель OSI

| Уровень модели OSI | Описание |
|---------------------------|--|
| 7 – Прикладной уровень | Содержит протоколы для обмена данными между процессами. |
| 6 – Уровень представления | Обеспечивает общее представление данных, передаваемых между службами уровня приложений. |
| 5 – Сеансовый уровень | Предоставляет услуги уровню представления для организации его диалога и управления обменом данными. |
| 4 – Транспортный уровень | Определяет службы для сегментирования, передачи и повторной сборки данных для индивидуальной связи между конечными устройствами. |
| 3 – Сетевой уровень | Предоставляет функции для обмена данных по сети между оконечными устройствами. |
| 2 – Канальный уровень | Описывает способы обмена данными между устройствами в общей физической среде. |
| 1 – Физический уровень | Описывает механические, электрические, функциональные и процедурные средства для активации, поддержания и деактивации физических соединений для передачи бит к и от сетевого устройства. |

OSI

| Уровень модели OSI | Примеры протоколов |
|---------------------------|--------------------------------|
| 7 - Уровень приложений | HTTP, FTP, SSH, DNS, POP3 |
| 6 - Уровень представления | SSL, SSH, IMAP, FTP |
| 5 - Сеансовый уровень | PAP, L2TP, RPC, SCP |
| 4 - Транспортный уровень | TCP, UDP |
| 3 - Сетевой уровень | IP, IPX, CLNP, RIP, OSPF |
| 2 - Канальный уровень | PPP, PPPoE, Ethernet, DSL, ARP |
| 1 - Физический уровень | 1000BASE-T, 802.11n |

Сравнение многоуровневых моделей

| Модель OSI | Набор протоколов TCP/IP | Модель TCP/IP |
|-------------------------------------|----------------------------|--|
| 7 - Приложений (Application) | HTTP, DNS, DHCP, FTP | 4 - Приложений/прикладной (Application) |
| 6 - Представления (Presentation) | | |
| 5 - Сеансовый (Session) | | |
| 4 - Транспортный (Transport) | TCP, UDP | 3 - Транспортный (Transport) |
| 3 - Сетевой (Network) | IPv4, IPv6, ICMPv4, ICMPv6 | 2 - Межсетевой (Internet) |
| 2 - Канальный (Data link) | Ethernet, WLAN, SONET, SDH | 1 - Доступа к сети (Network Access) |
| 1 - Физический (Physical) | | |

Физический уровень OSI

Обеспечивает средства транспортировки битов, образующих кадр данных канального уровня, посредством сетевого подключения.

Этот уровень **принимает от канального уровня целый кадр данных и кодирует** его в виде последовательности сигналов, которые затем пересылаются по средству подключения локальной сети.

Закодированные биты, из которых состоит кадр, принимаются либо оконечным, либо промежуточным устройством.

Физический уровень



Проводное подключение –

подключение к сети при помощи физического кабеля



Беспроводное подключение –

подключение посредством радиоэфира



Сетевые интерфейсные платы (NIC) –

служат для подключения устройств к сети

Физический уровень

Организации по стандартизации

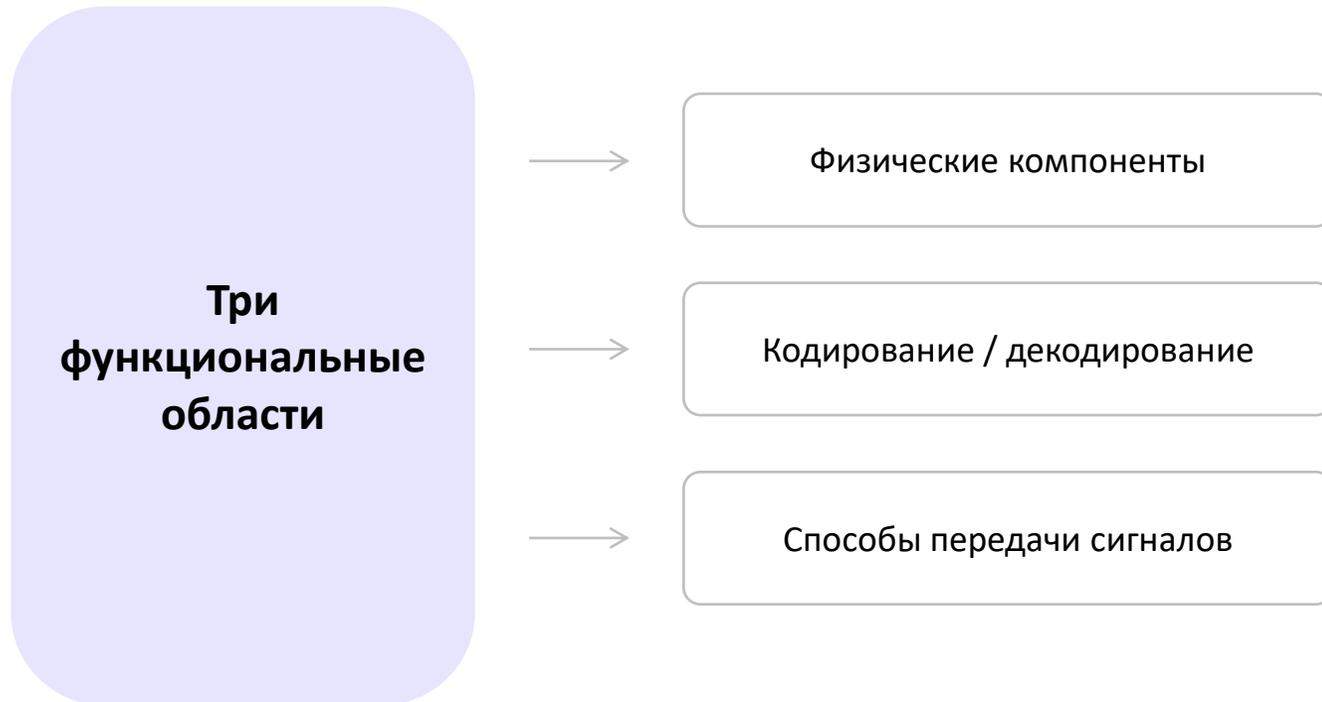
→ Международная организация по стандартизации (**ISO**)

→ Ассоциация телекоммуникационной промышленности/Ассоциация электронной промышленности (**TIA/EIA**)

→ Институт инженеров по электротехнике и электронике (**IEEE**)

→ Американский национальный институт стандартизации (**ANSI**)

Физический уровень



Физический уровень

Физические компоненты –

электронные устройства, средства подключения, а также другие соединители и разъемы, обеспечивающие передачу сигналов, с помощью которых представлены биты информации



Физический уровень

Кодирование (физическое кодирование) –
преобразование цифровой информации

Способ передачи сигналов –
метод представления битов, определяется стандартами физического уровня

Основные способы передачи сигналов:

- Электрические сигналы по медному кабелю
- Световые импульсы по оптоволоконному кабелю
- Радиоволны по беспроводной среде



Физический уровень

Проводное подключение –

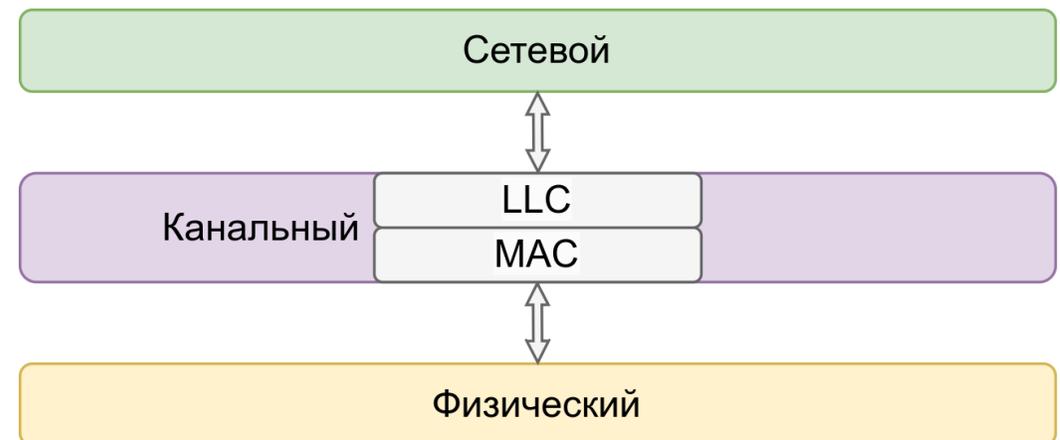
количественная характеристика, отражающая возможности передачи данных по конкретному средству подключения

| Единица пропускной способности | Сокращение | Эквивалентность |
|--------------------------------|------------|--|
| Биты в секунду | бит/с | 1 бит/с = основная единица пропускной способности |
| Килобиты в секунду | кбит/с | 1 Кбит/с = 1000 бит/с = 10^3 бит/с |
| Мегабиты в секунду | Мбит/с | 1 Мбит/с = 1 000 000 бит/с = 10^6 бит/с |
| Гигабиты в секунду | Гбит/с | 1 Гбит/с = 1,000,000,000 бит/с = 10^9 бит/с |
| Терабиты в секунду | Тбит/с | 1 Тбит/с = 1,000,000,000,000 бит/с = 10^{12} бит/с |

Канальный уровень

Управление логическим соединением (Logical Link Control, LLC) – обеспечивает проверки и правильность передачи информации по соединению

Управление доступом к среде (Media Access Control, MAC) – обеспечивает присвоение физических MAC-адресов



MAC

Функции MAC



Разделение кадра

процесс разделения трафика на части для удобства управления



Адресация

обеспечивает адресацию источника и назначения для переноса кадра уровня 2 между устройствами в одной и той же общей среде



Обнаружение ошибок

каждый кадр содержит концевик, позволяющий выявлять ошибки передачи

Канальный уровень

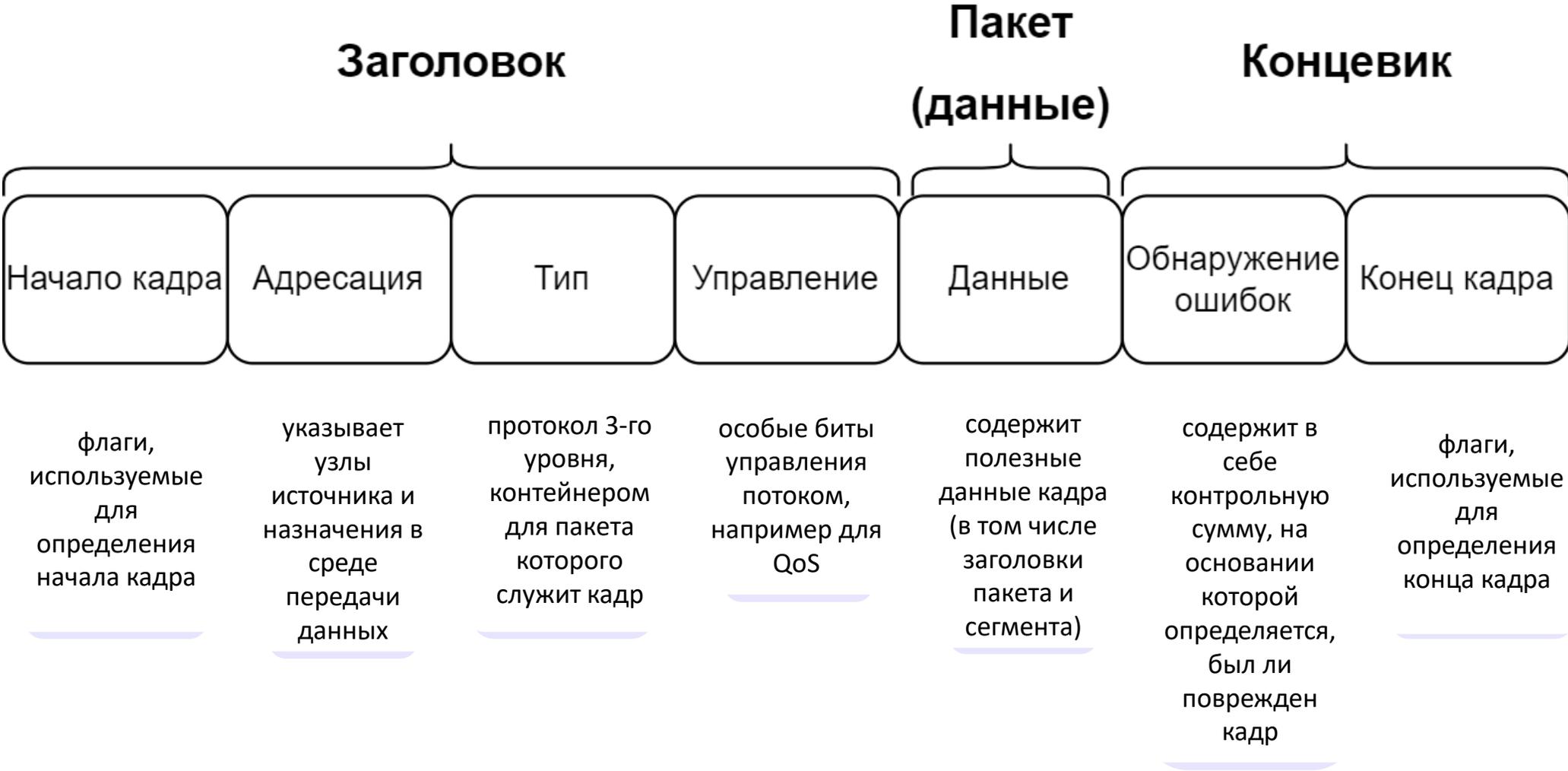
MAC-адрес (также Hardware Address) –

уникальный идентификатор, присваиваемый сетевым интерфейсам сегмента сети для коммуникации на канальном уровне

MAC-address: F0:98:9D:1C:93:F6

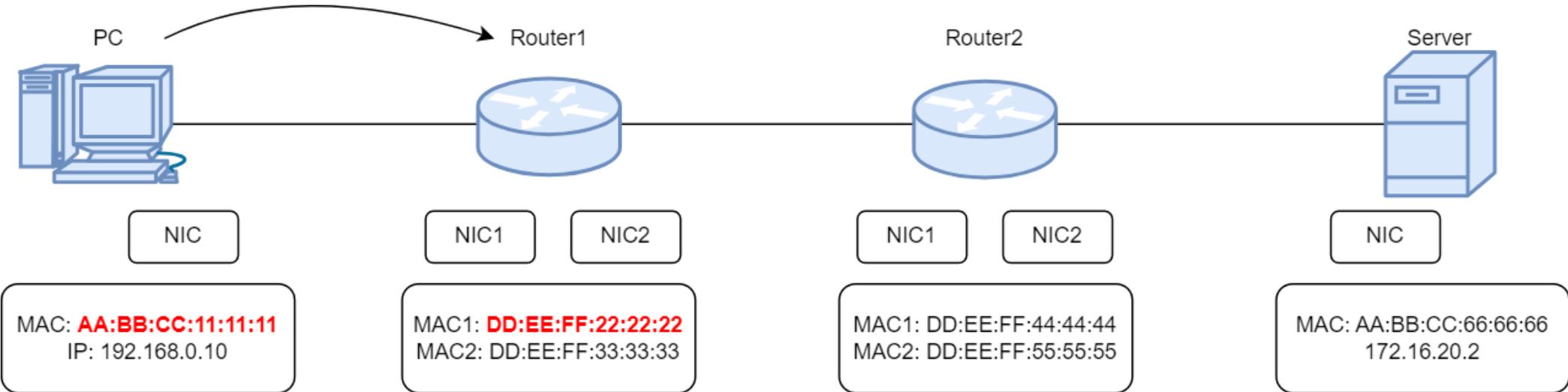
Broadcast MAC-address FF:FF:FF:FF:FF:FF

Канальный уровень



Канальный уровень

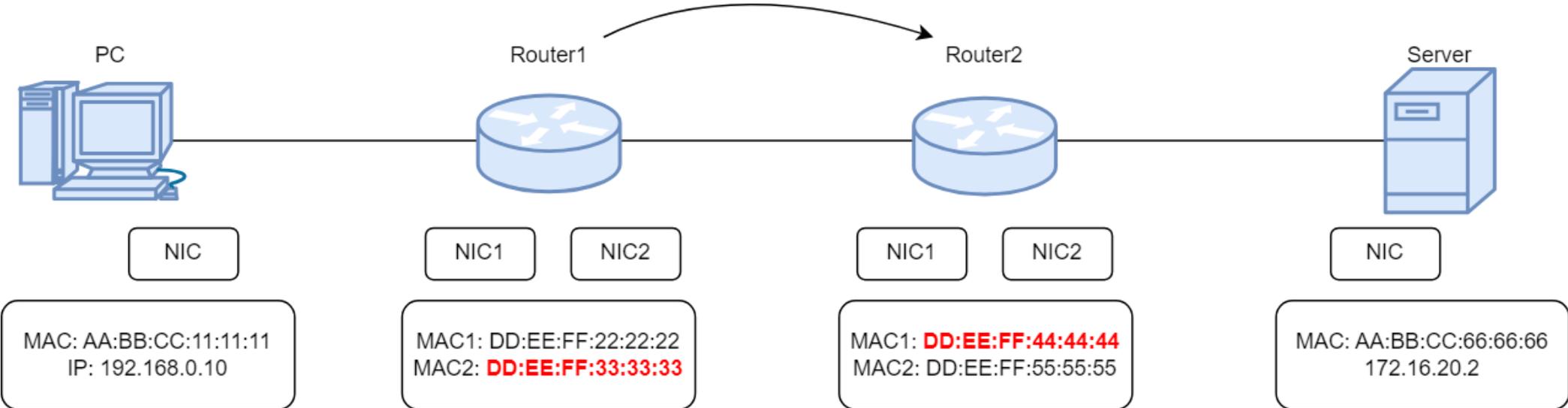
Пересылка кадра от PC к Router1



| | | | |
|--|---|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Source MAC-address AA:BB:CC:11:11:11 | Destination MAC-address DD:EE:FF:22:22:22 | Source IP-address 192.168.0.10 | Destination IP-address 172.16.20.2 |
|--|---|-----------------------------------|---------------------------------------|

Канальный уровень

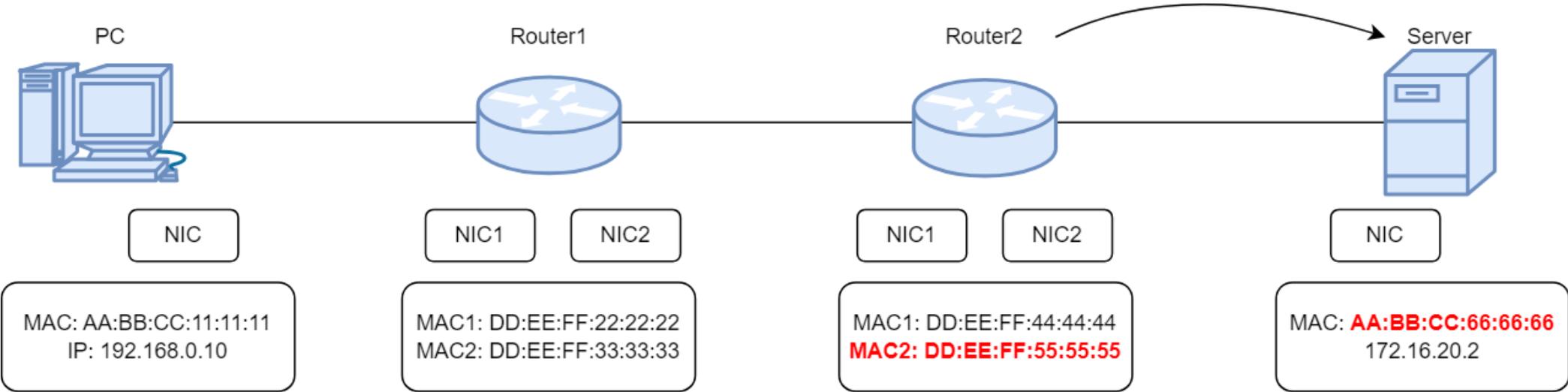
Пересылка кадра от Router1 к Router2



| | | | |
|--|---|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Source MAC-address DD:EE:FF:33:33:33 | Destination MAC-address DD:EE:FF:44:44:44 | Source IP-address 192.168.0.10 | Destination IP-address 172.16.20.2 |
|--|---|-----------------------------------|---------------------------------------|

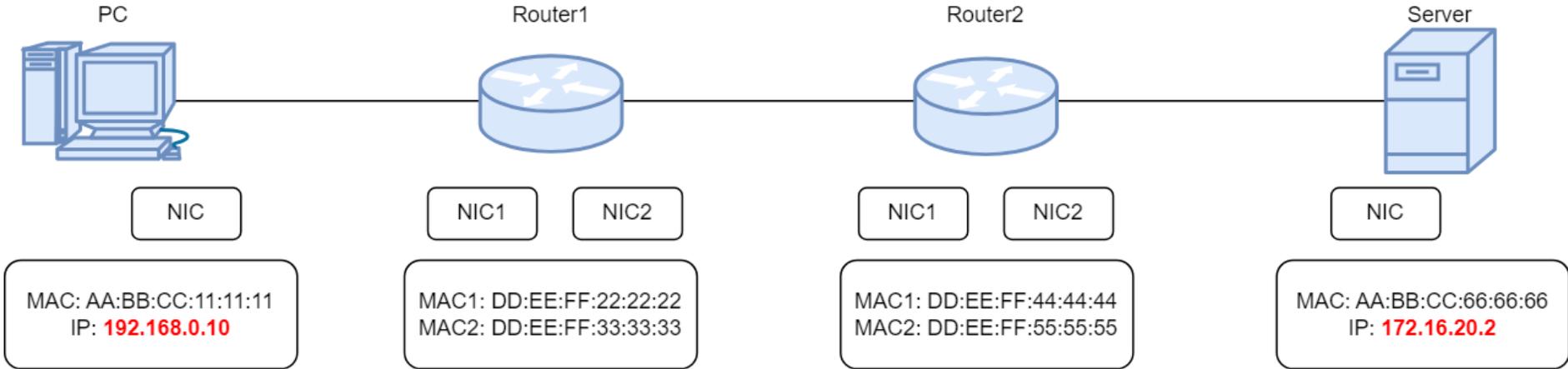
Канальный уровень

Пересылка кадра от Router2 к Server



| | | | |
|--|---|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Source MAC-address DD:EE:FF:55:55:55 | Destination MAC-address AA:BB:CC:66:66:66 | Source IP-address 192.168.0.10 | Destination IP-address 172.16.20.2 |
|--|---|-----------------------------------|---------------------------------------|

Канальный уровень



1) Пересылка кадра от PC к Router1

| | | | |
|---|--|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Source MAC-address AA:BB:CC:11:11:11 | Destination MAC-address DD:EE:FF:22:22:22 | Source IP-address 192.168.0.10 | Destination IP-address 172.16.20.2 |
|---|--|-----------------------------------|---------------------------------------|

2) Пересылка кадра от Router1 к Router2

| | | | |
|---|--|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Source MAC-address DD:EE:FF:33:33:33 | Destination MAC-address DD:EE:FF:44:44:44 | Source IP-address 192.168.0.10 | Destination IP-address 172.16.20.2 |
|---|--|-----------------------------------|---------------------------------------|

3) Пересылка кадра от Router2 к Server

| | | | |
|---|--|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Source MAC-address DD:EE:FF:55:55:55 | Destination MAC-address AA:BB:CC:66:66:66 | Source IP-address 192.168.0.10 | Destination IP-address 172.16.20.2 |
|---|--|-----------------------------------|---------------------------------------|

Сетевой уровень

Операции, происходящие на сетевом уровне

Адресация конечных устройств

назначение IP-адреса для возможности идентификации устройств в сети

Инкапсуляция

сетевой уровень добавляет информацию заголовка IP, например IP-адрес узла источника и узла назначения

Маршрутизация

процесс выбора пути для пакетов и их направления к узлу назначения

Декапсуляция

удаление заголовка сетевого уровня из пакета

Сетевой уровень

IP-адрес –

уникальный числовой идентификатор устройства в компьютерной сети, работающей по протоколу IP

Версии протокола IP

IPv4 адрес (представляет собой 32-битное число)
Пример: IPv4 адрес: 192.168.10.11

IPv6 адрес (представляет собой 128-битное число)
Пример: IPv6 адрес:
Полный формат записи: 2001:0db8:0000:1111:0000:0000:0000:0200
Сокращенный формат записи: 2001:db8:0:1111::200

Терминология

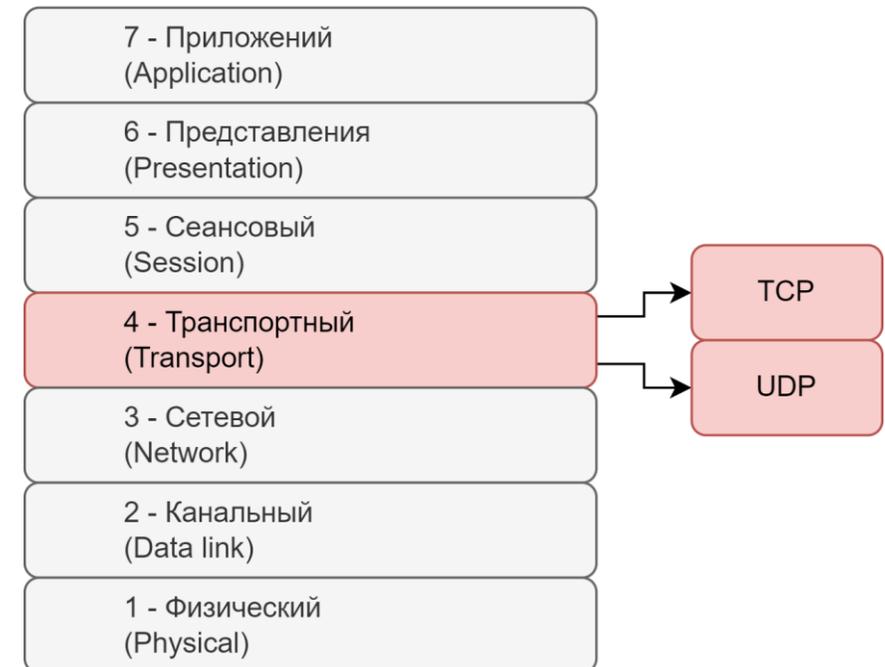
Транспортный уровень –

отвечает за логические связи между приложениями, работающими на разных узлах

Транспортный уровень — это канал между уровнем приложений и нижними уровнями, которые отвечают за передачу данных по сети.

На транспортном уровне модели OSI действуют два протокола: TCP и UDP.

Уровни модели OSI



Транспортный уровень

Определение приложений –

назначение определенного уникального номера порта каждому программному процессу, которому требуется доступ к сети

Мультиплексирование сеансов связи –

передача нескольких потоков данных по одному каналу



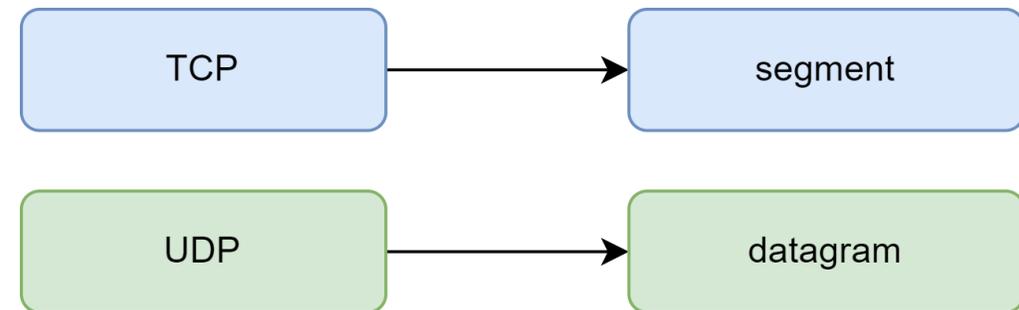
Транспортный уровень

Сеанс связи –

процесс передачи набора данных между исходным и целевым приложением

Сегментация –

разделение данных на блоки соответствующего размера



Транспортный уровень

Добавлении информации заголовка –

заголовок, из нескольких полей, который добавляется к каждому блоку данных

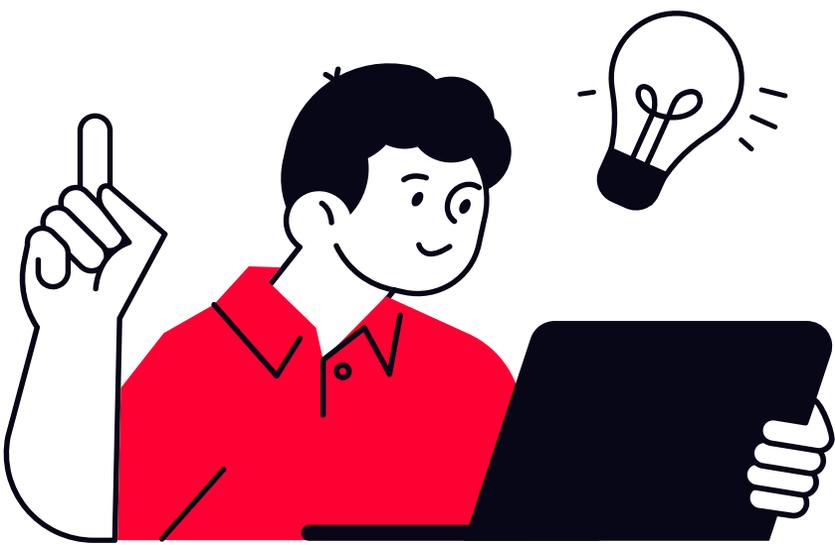
Транспортный уровень гарантирует, что даже если на устройстве запущено несколько приложений, все они получают правильные данные.



Терминология

Сеансовый уровень –

устанавливает и поддерживает связь между приложениями источника и назначения



Терминология

 **Уровень представления –**
обеспечивает общее представление данных

Выполняет три основные функции:

- Форматирование или представление данных из исходного устройства в форме, подходящей для получения устройством назначения.
- Сжатие данных таким образом, чтобы их можно было распаковать на устройстве назначения.
- Шифрование данных для передачи и дешифрование при получении.



Терминология

Уровень приложений –

предоставляет приложениям доступ к сетевым службам

Уровень приложений также отвечает за передачу служебной информации, предоставляет приложениям информацию об ошибках и формирует запросы к уровню представления.

Уровни модели OSI

7 - Приложений
(Application)

6 - Представления
(Presentation)

5 - Сеансовый
(Session)

4 - Транспортный
(Transport)

3 - Сетевой
(Network)

2 - Канальный
(Data link)

1 - Физический
(Physical)

Инкапсуляция данных

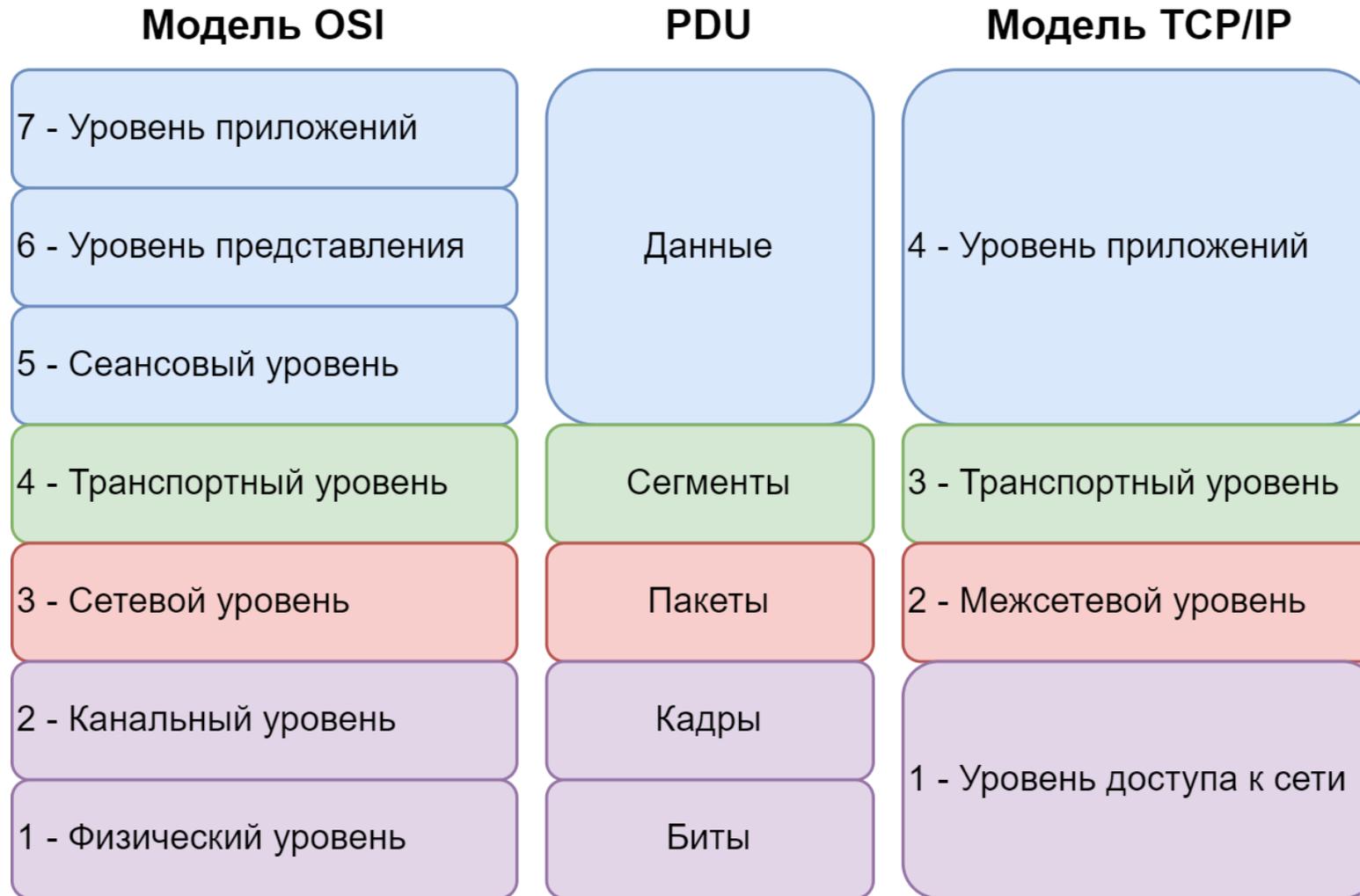
Единица данных протокола (PDU) –

форма, которую принимает массив данных на каждом из уровней

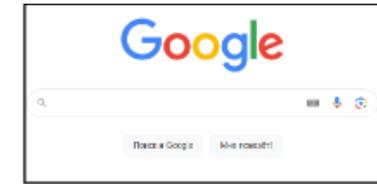
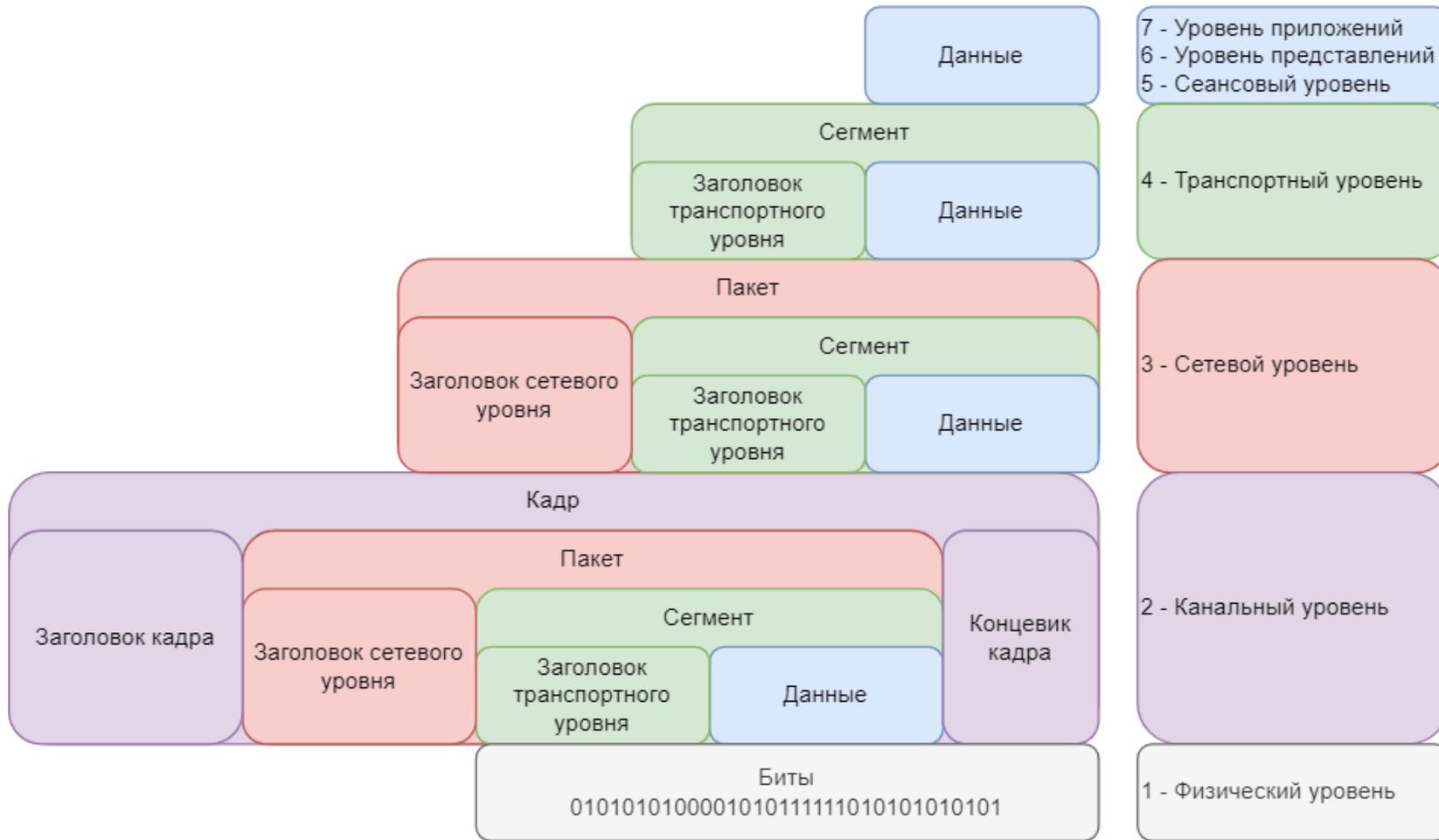
Инкапсуляция –

включение единицы данных одного протокола внутрь единицы данных другого протокола в качестве передаваемой информации

Названия PDU на разных уровнях



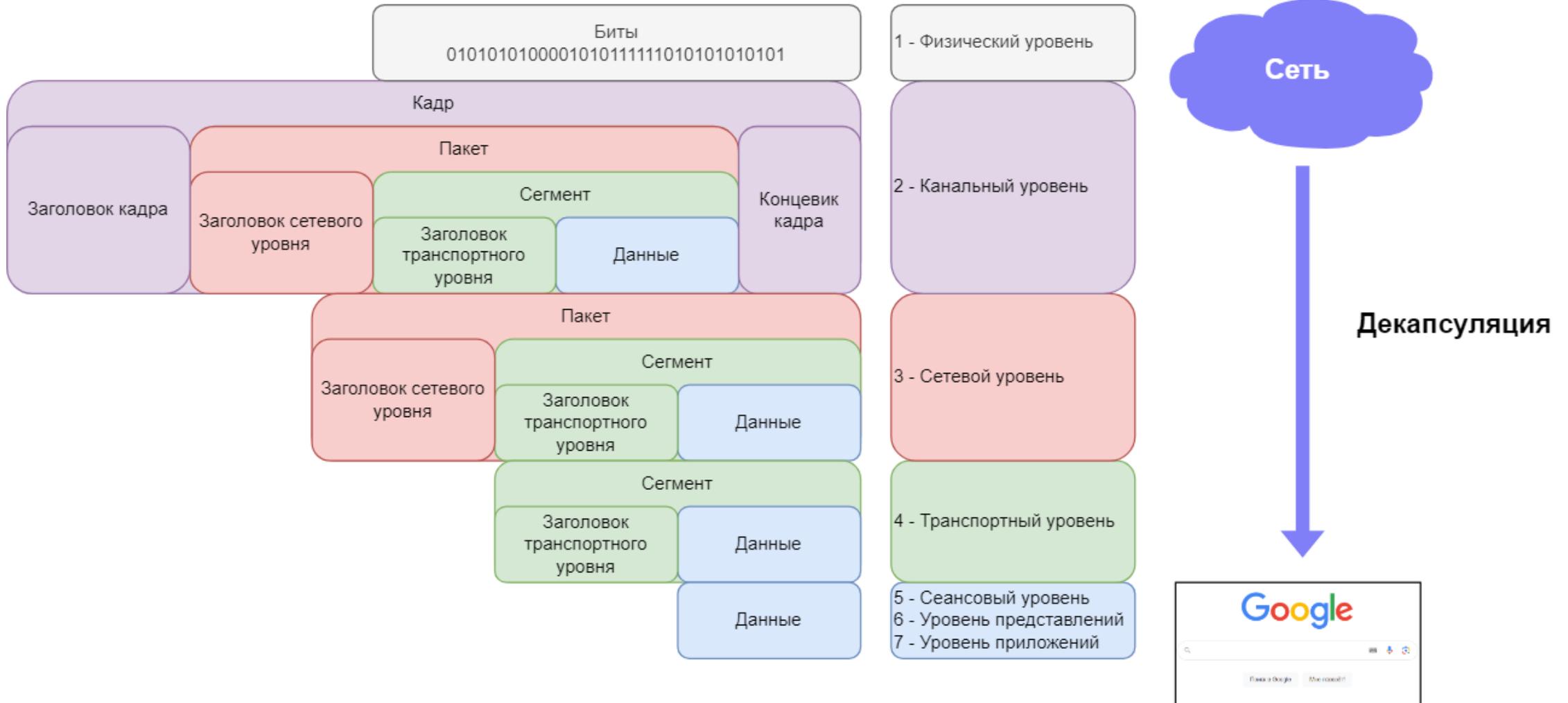
Пример инкапсуляции данных



Инкапсуляция



Пример декапсуляции данных



Основные функции протоколов

3

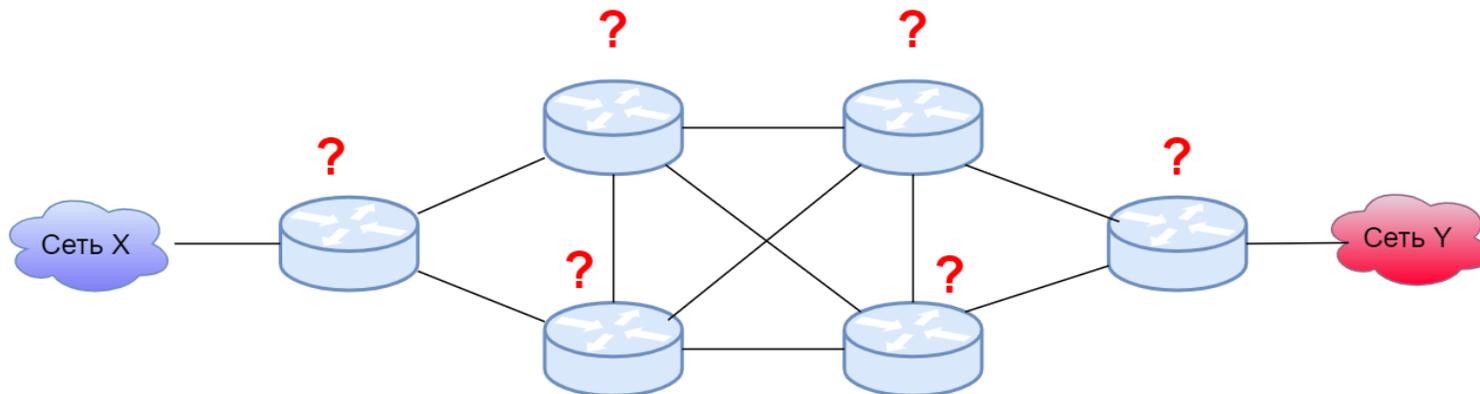
Функции протоколов



Терминология

Маршрутизация –
процесс выбора пути для пакетов

Примеры протоколов: BGP, OSPF



Терминология

Фрагментация пакета –

генерация двух сетевых пакетов из одного

Примеры протоколов: IP



Терминология

Управление потоком –

механизм, который притормаживает передатчик данных при неготовности приемника

Примеры протоколов: TCP



Терминология

Обработка ошибок –
обнаружение искажения информации в процессе передачи



Что мы изучили?

1. Роль протоколов в компьютерных сетях
2. Стеки протоколов
3. Основные функции протоколов

М

Т

Спасибо за
внимание!

С