

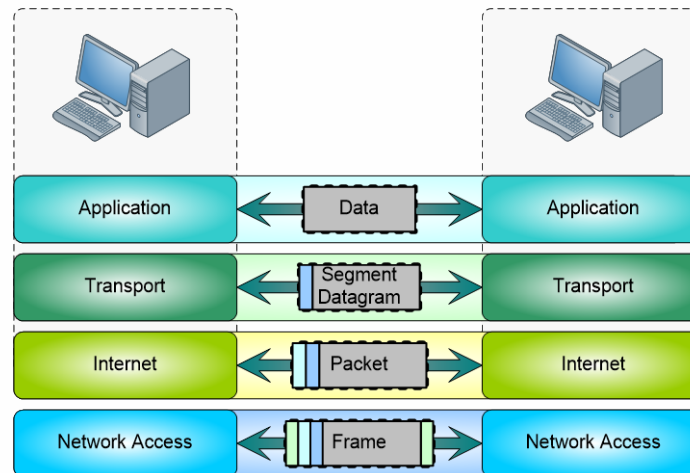
Networks

Канальный уровень



Функции уровней OSI/RM

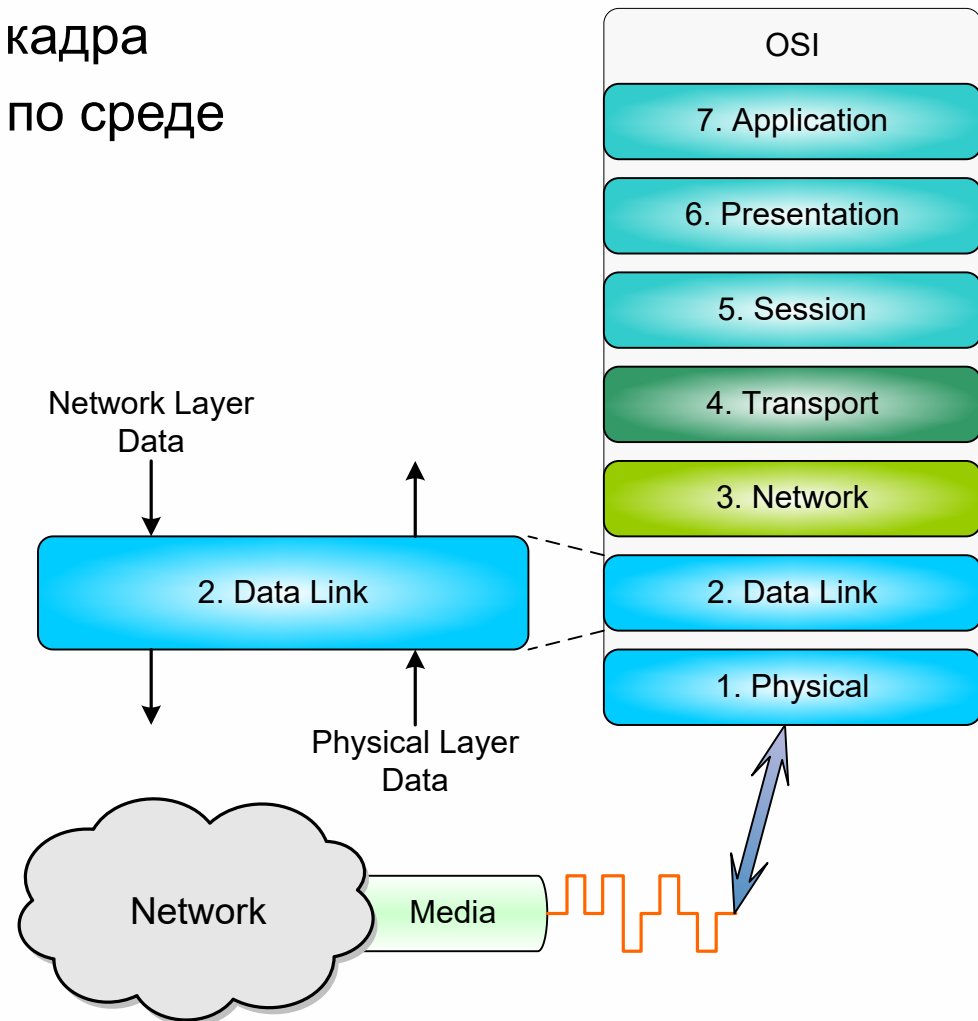
- Прикладной уровень:
 - интерфейс с пользователем (функции сервиса)
- Транспортный уровень:
 - передача между удаленными процессами (диалоги)
- Сетевой уровень:
 - передача между удаленными устройствами сети (между сетями)
- Канальный уровень:
 - передача внутри одной физической среды (сети)



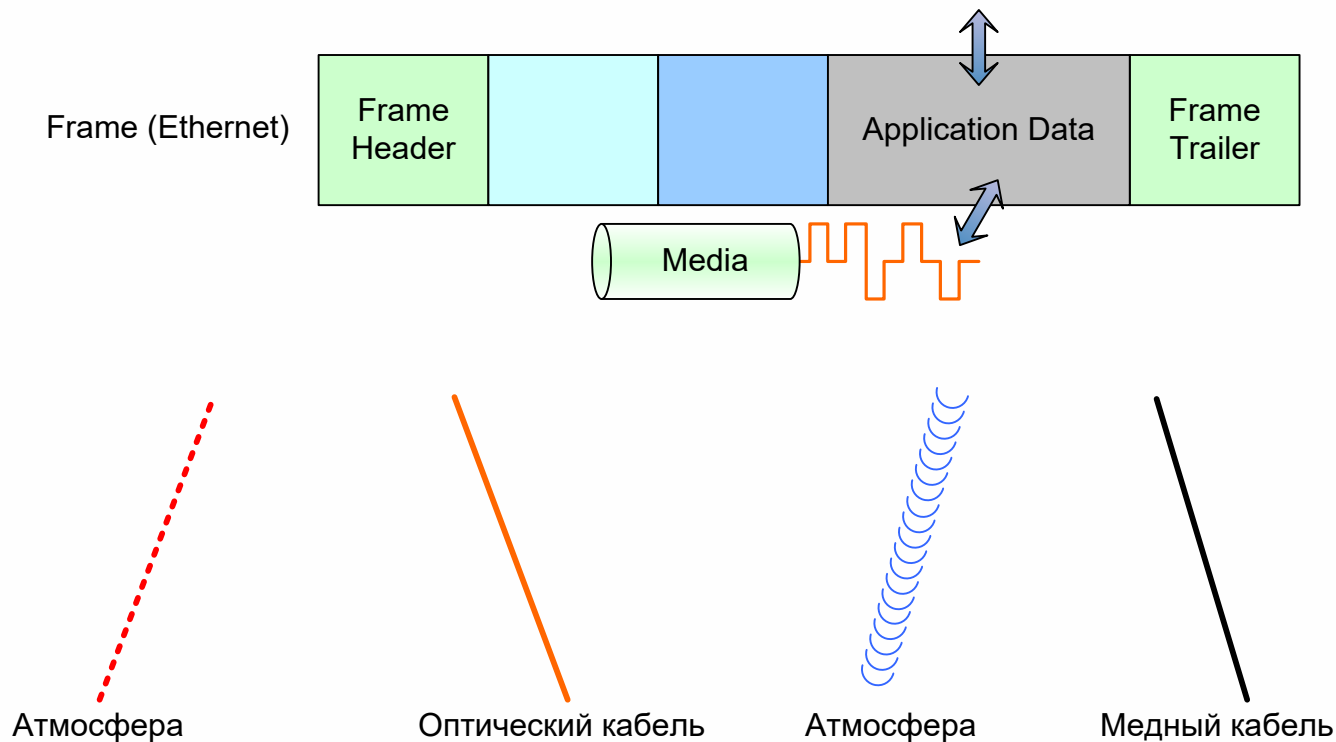


Канальный уровень

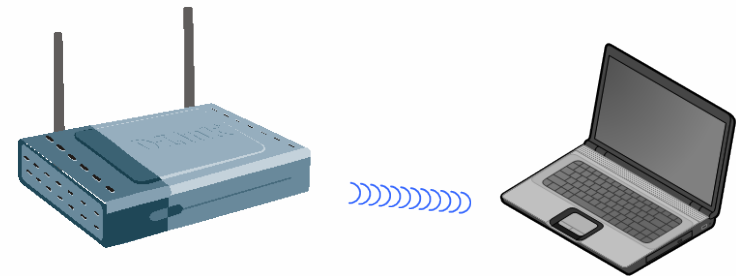
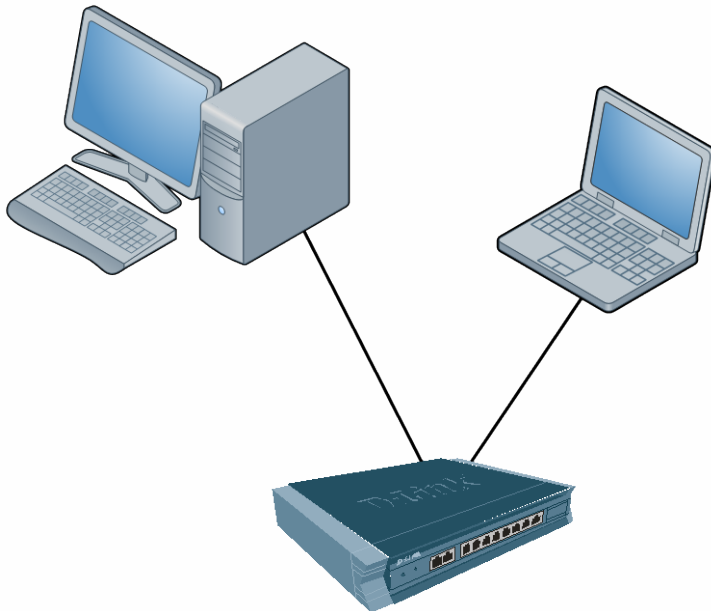
- Обеспечение доступа к среде
- Инкапсуляция данных в PDU – кадр (Frame)
- Деинкапсуляция данных из кадра
- Контроль передачи данных по среде
 - Контроль доступа к среде
 - Обнаружение ошибок



- **Кадр (Frame)** – PDU Канального уровня
- **Среда (Media)** – физическое средство (носитель) для передачи информации между двумя узлами



- **Узел (Node)** – устройство физической сети (в контексте канального уровня)
- **Физическая сеть (Physical Network)** – два и более узла соединенных одной физической средой

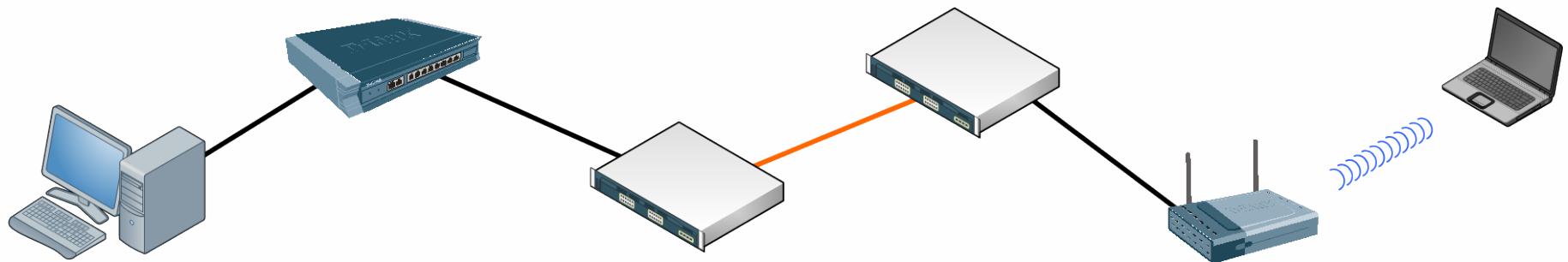


The diagram illustrates a satellite communication system. A satellite in orbit is connected to two ground stations, labeled "Satellite Dish" and "Satellite User", via radio waves (represented by blue wavy lines). The ground stations are connected to a central hub, which is then connected to various user devices including a laptop, a mobile phone, a desktop computer, and a cordless phone. The connections between the ground stations and the hub are shown as solid black lines, while the connections to the user devices are shown as dashed red lines.



Функции

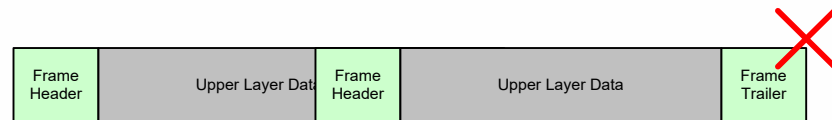
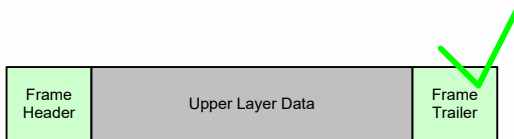
- Инкапсуляция пакета в кадр
- Деинкапсуляция пакета из кадра
- **Управление доступом к среде** – функции протокола канального уровня по обеспечению взаимодействия узла со средой и по передаче кадров в различных типах физических сетей





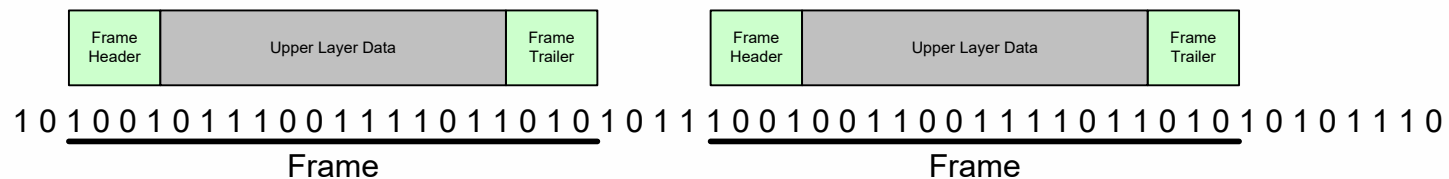
Кадр – PDU канального уровня

- Описание кадра – ключевой элемент протоколов канального уровня
- Контрольная информация для формирования кадра:
 - Идентификация взаимодействующих узлов
 - Определение временных рамок
 - Границы кадра
 - Прием/передача
 - Контроль ошибок передачи
 - Порядок взаимодействия узлов





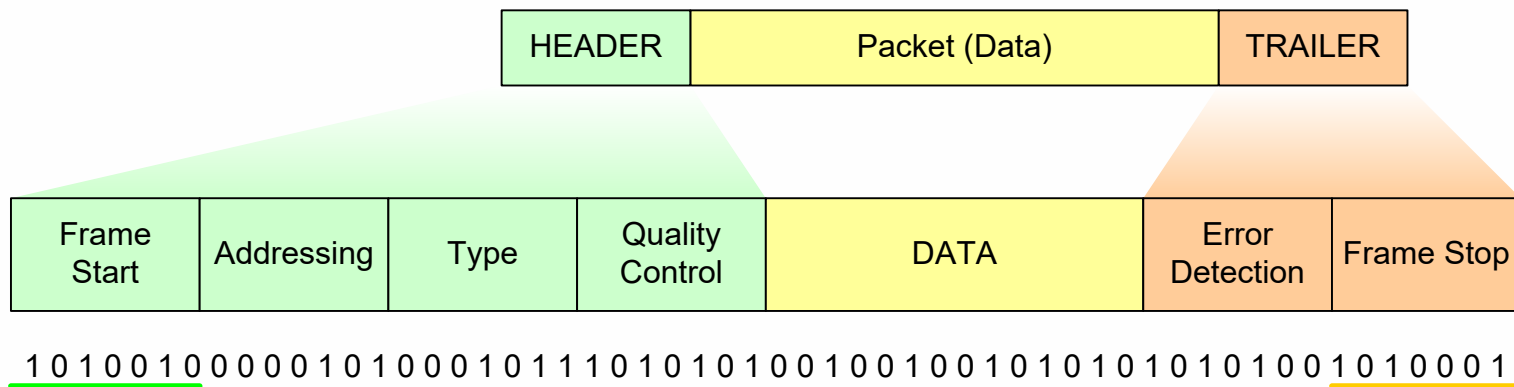
- Подготовка к передаче:
 - Преобразование в битовый поток
 - Кадрирование
- **Кадрирование (framing)** – кодирование кадра для передачи, обрамление данных верхнего уровня



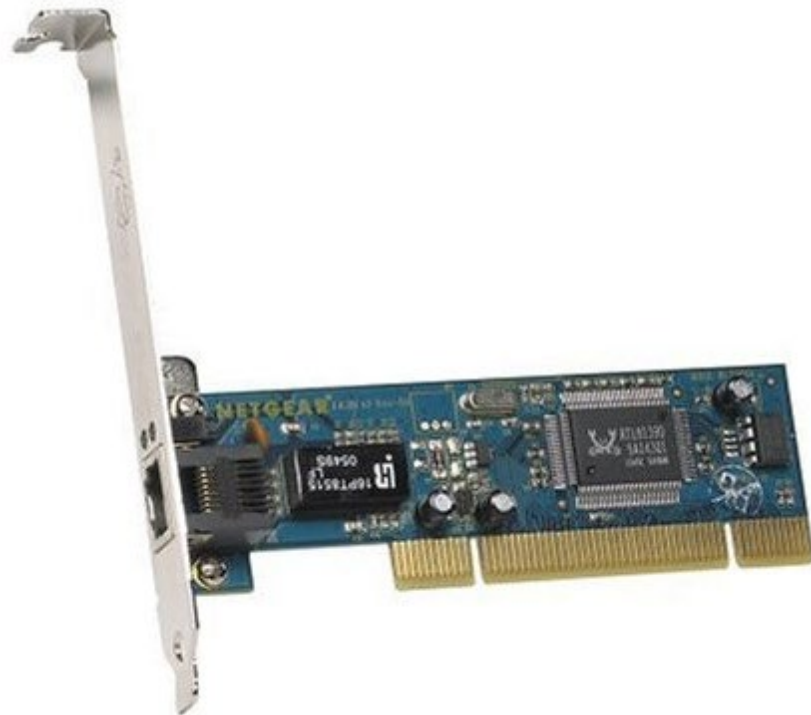
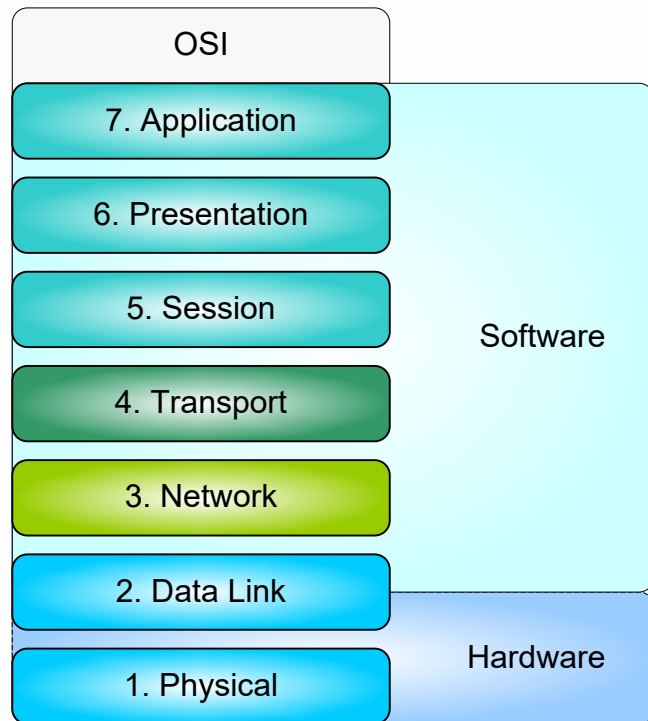


Задачи кадрирования

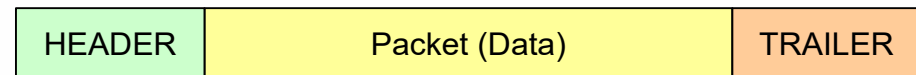
- Определение границ кадра (Frame Start, Frame Stop)
- Адресация (Addressing)
- Определение типа передаваемых данных (Type)
- Данные сетевого уровня (DATA)
- Обнаружение ошибок (Error Detection)



- **Карта сетевого интерфейса (Network Interface Card) –** плата устройства, позволяет соединить его с сетью

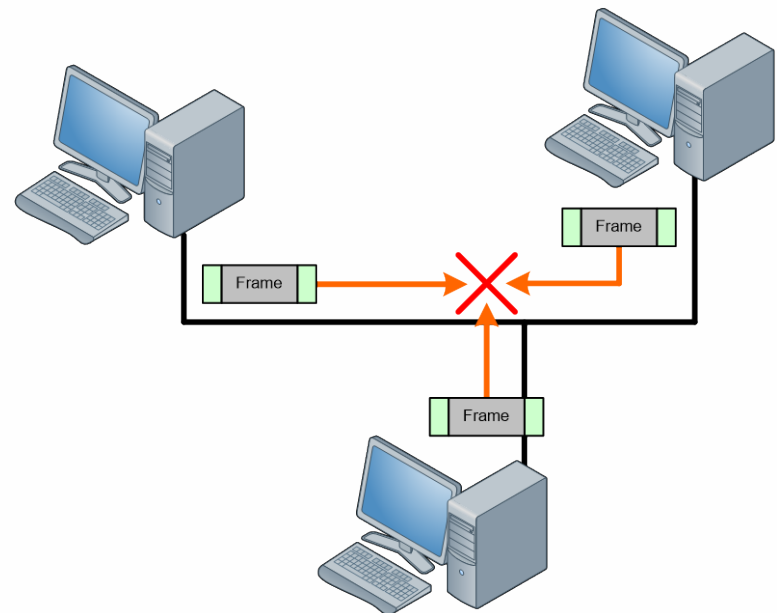
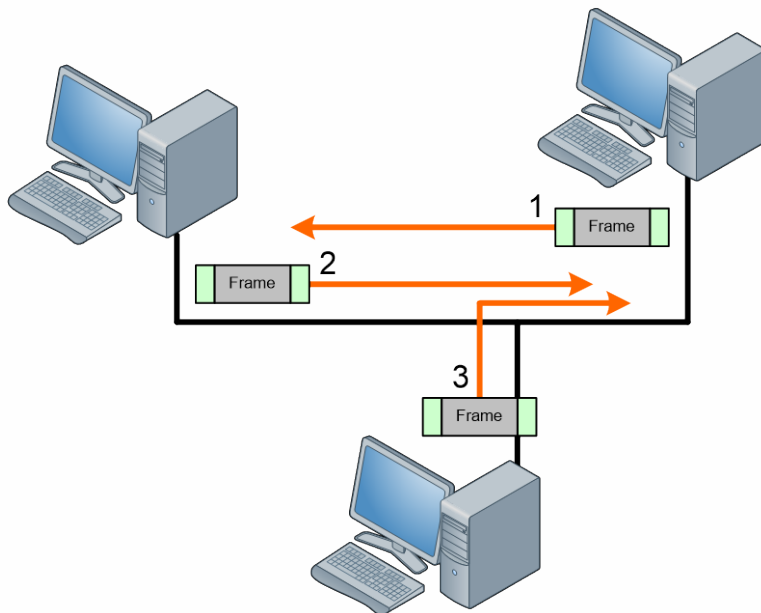


- Logical Link Control
 - Интерфейс с сетевым уровнем
 - Идентификация протокола сетевого уровня
- Media Access Control
 - Предоставление доступа к среде
 - Интерфейс с физическим уровнем
 - Адресация кадра
 - Обозначение начала и конца кадра



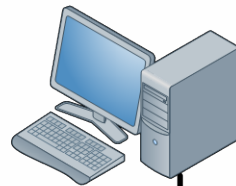
- ISO:
 - HDLC (High Level Data Link Control)
- IEEE:
 - 802.2 (LLC)
 - 802.3 (Ethernet)
 - 802.5 (Token Ring)
 - 802.11 (Wireless LAN)
- ITU:
 - Q.922 (Frame Relay Standard)
 - Q.921 (ISDN Data Link Standard)
 - HDLC (High Level Data Link Control)
- ANSI:
 - ADCCP (Advanced Data Communications Control Protocol)

- Методы зависят от:
 - Способа разделения среды
 - Топологии
- Насколько тщательно контролируется доступ к среде?
- Какие правила получения доступа к среде (передаче)?
- Есть ли определенный порядок передачи?



- Только один узел может передавать в один момент времени
- Ожидание возможности передачи (своей очереди)
- Оповещение о передаче
- Меньшие коллизии (или отсутствуют вообще)
- Высокая избыточность (на запросы, ожидания)
- Примеры:
 - FDDI
 - Token Ring

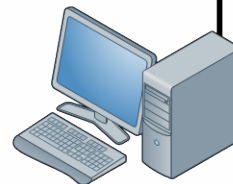
Мне необходимо
передать данные,
но я жду своей очереди



Моя очередь,
но мне нечего
передать

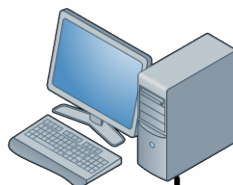


Мне нечего передать

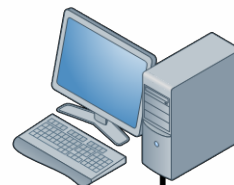


- Передача по возможности (готовности узла)
- Повторная передача при наложениях сигналов
- Низкая избыточность
- Большие коллизии (при большой нагрузке)
- Примеры:
 - CSMA/CD для сетей Ethernet
 - CSMA/CA для 802.11 беспроводных сетей (Wireless)

Я буду пытаться
передать,
когда сам буду готов



Я буду пытаться
передать,
когда сам буду готов

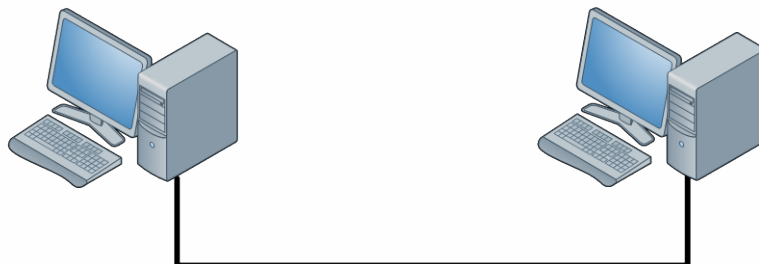


Я буду пытаться
передать,
когда сам буду готов

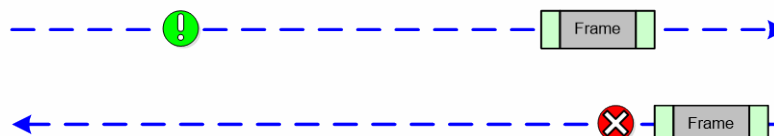


Полудуплексная передача (Half-Duplex)

Получаю и отправляю,
но не одновременно

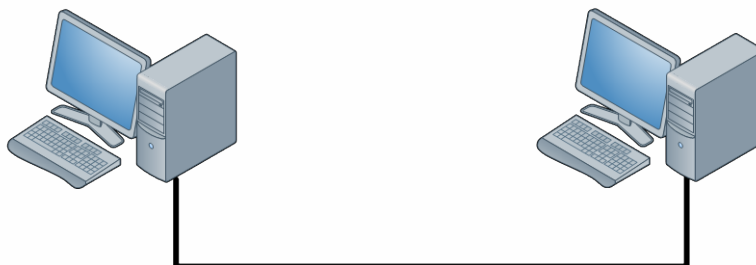


Ожидая, пока не будет
получен с удаленной
стороны

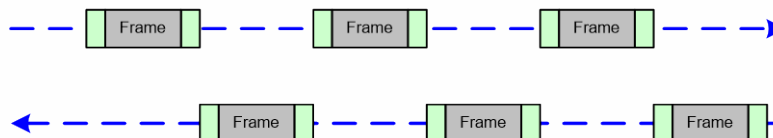


Полнодуплексная передача (Full-Duplex)

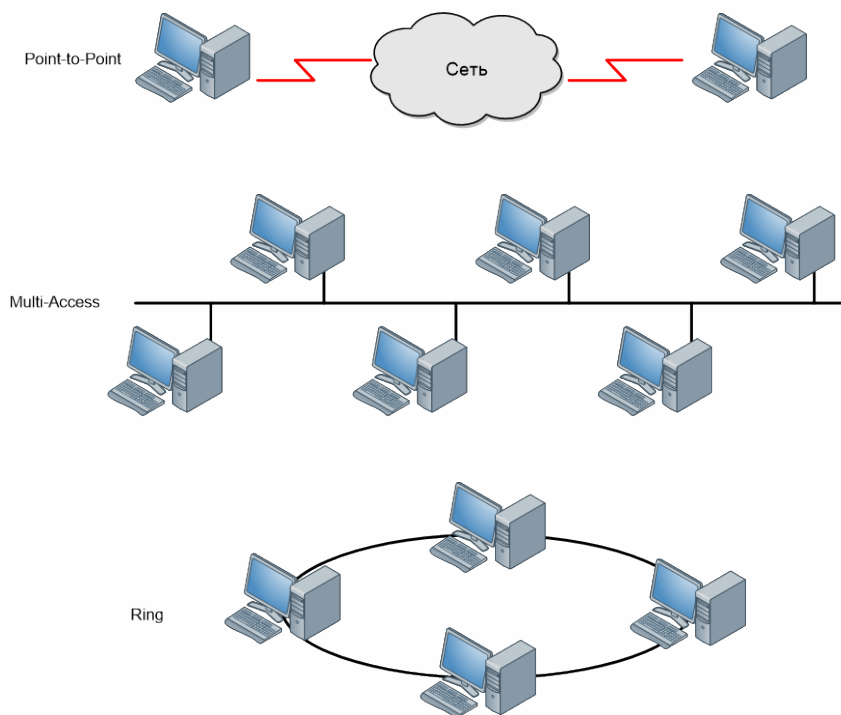
Получаю и отправляю,
одновременно



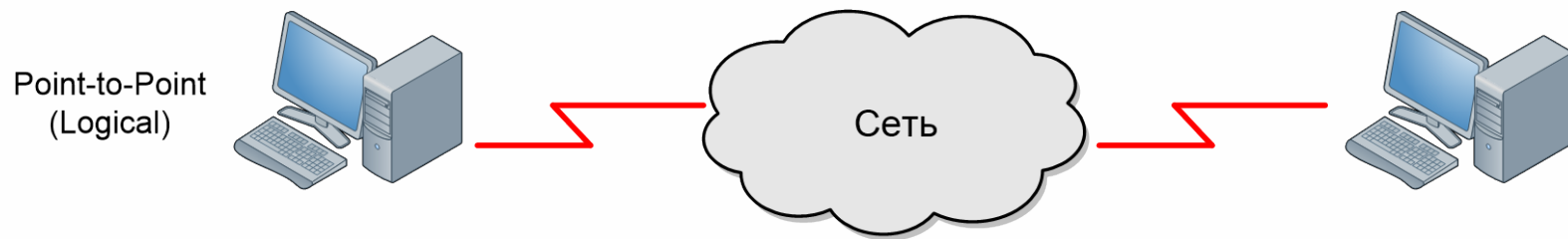
Получаю и отправляю,
одновременно



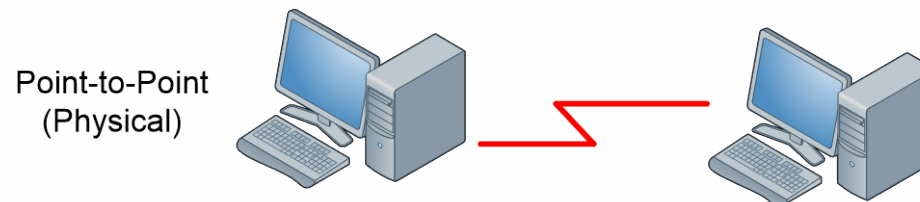
- **Физическая топология** определяет каким образом узлы соединены в физическую сеть через среду
- **Логическая топология** определяет механизмы адресации узлов на канальном уровне (Data)



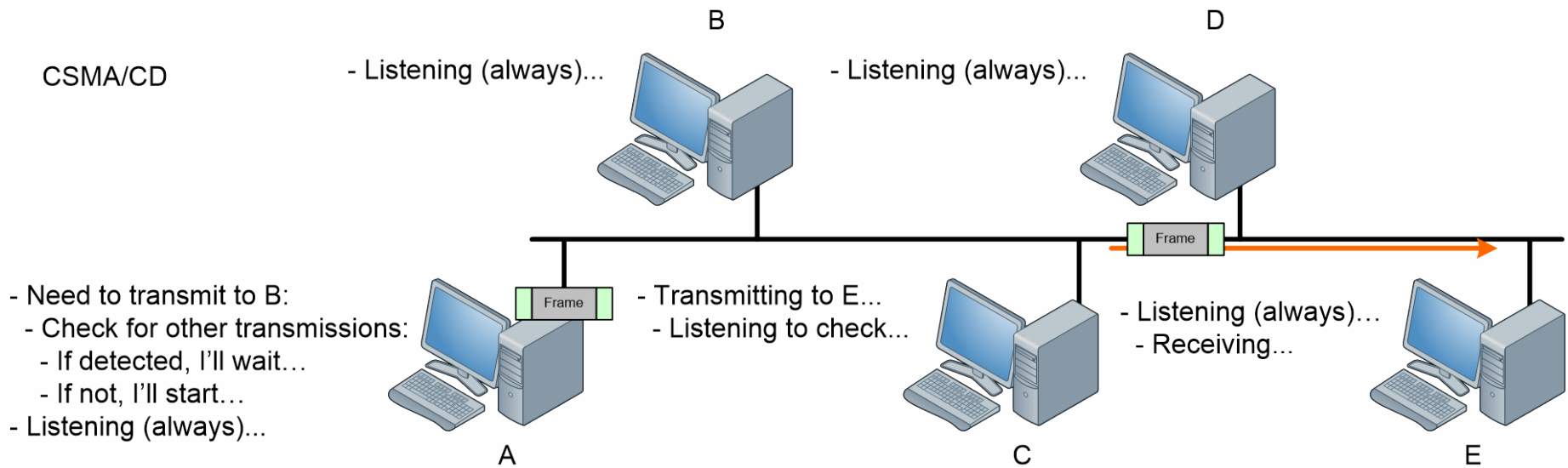
- Логическая топология типа точка-точка:
 - В соединении участвуют только 2 конечных устройства
 - Добавление промежуточных устройств не меняет топологии
 - Топология реализована на уровне адресации устройств



- Физическая топология типа точка-точка:
 - Физическое соединение двух устройств (прямое)
 - Обычно промежуточные устройства отсутствуют
 - Нет необходимости в адресации устройств

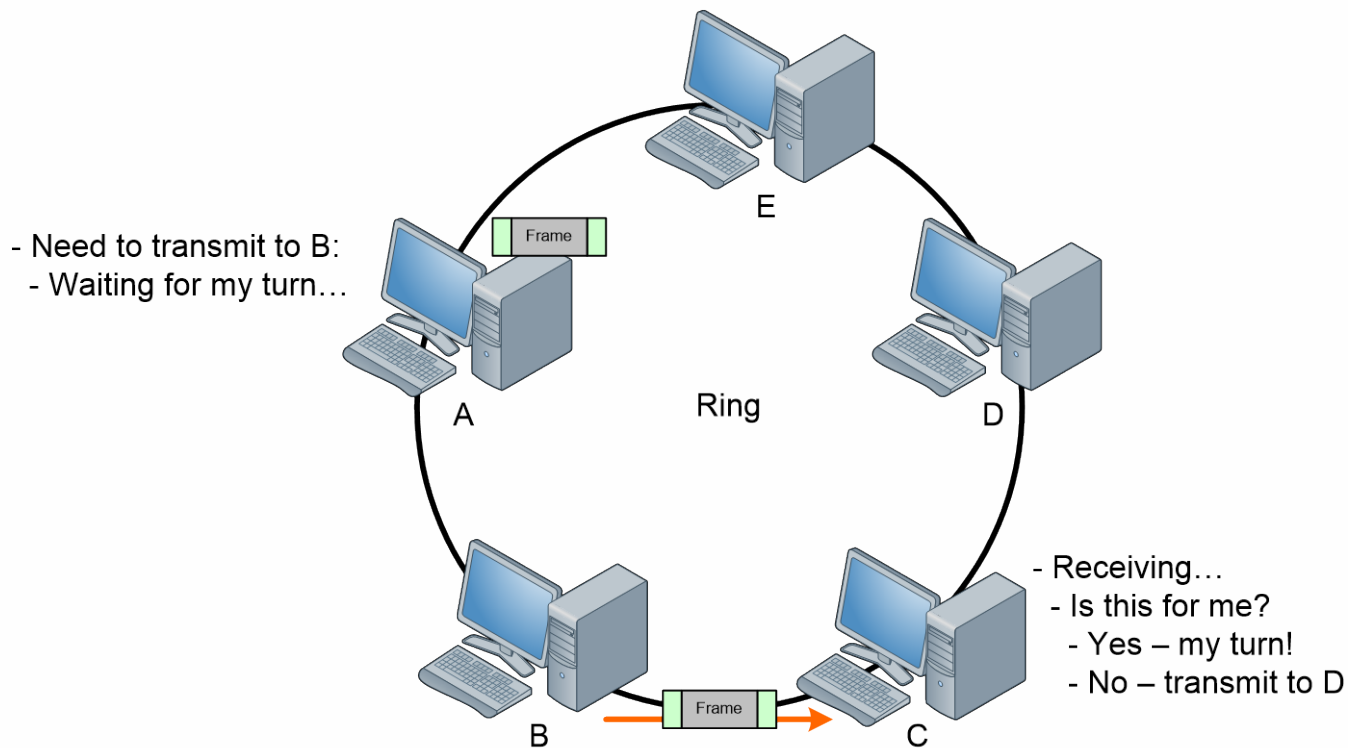


- **Множественный доступ с контролем несущей и обнаружением коллизий (Carrier-Sense Multiple Access with Collision Detection, CSMA/CD)** – технология множественного доступа к общей передающей среде в локальной сети с контролем коллизий



- Действия узла в рамках CSMA/CD:
 - Постоянно прослушиваю среду:
 - а вдруг этот кадр для меня?
 - Для передачи своего кадра жду освобождения среды
 - При передаче своего кадра контролирую коллизии:
 - передаваемые и одновременно получаемые данные должны совпадать – иначе кто-то передает вместе со мной (коллизия)
 - Если при передаче обнаружена коллизия:
 - жду случайный промежуток времени и повторяю передачу (если среда свободна)
- Пример:
 - Ethernet

- Логическая топология типа кольцо
 - Передача кадров по кольцу (транзитом, от одного к другому)
 - Передача своих данных только в свою очередь
 - Если кадр не мне – передаю дальше



- Протоколы канального уровня:
 - Ethernet
 - Point-to-Point Protocol (PPP)
 - High-Level Data Link Control (HDLC)
 - Frame Relay
 - Asynchronous Transfer Mode (ATM)

