

Канальный уровень

Сети и системы телекоммуникаций

Место в модели OSI

Модель OSI

Прикладной
Представления
Сеансовый
Транспортный
Сетевой
Канальный
Физический

Передача **сообщений** по каналам связи – **кадров** (frame)

- Определение начала/конца кадра в потоке бит

Обнаружение и коррекция ошибок

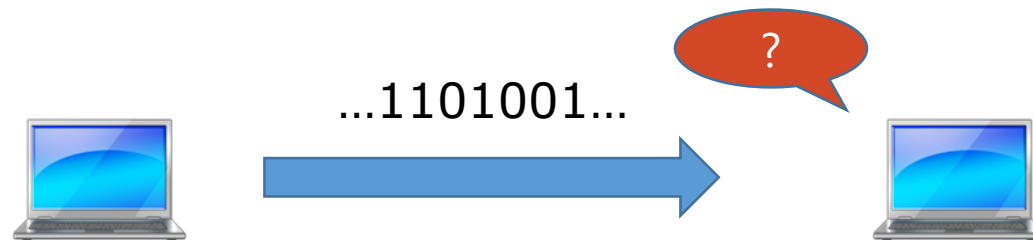
Множественный доступ к каналу связи:

- Адресация
- Согласованный доступ к каналу

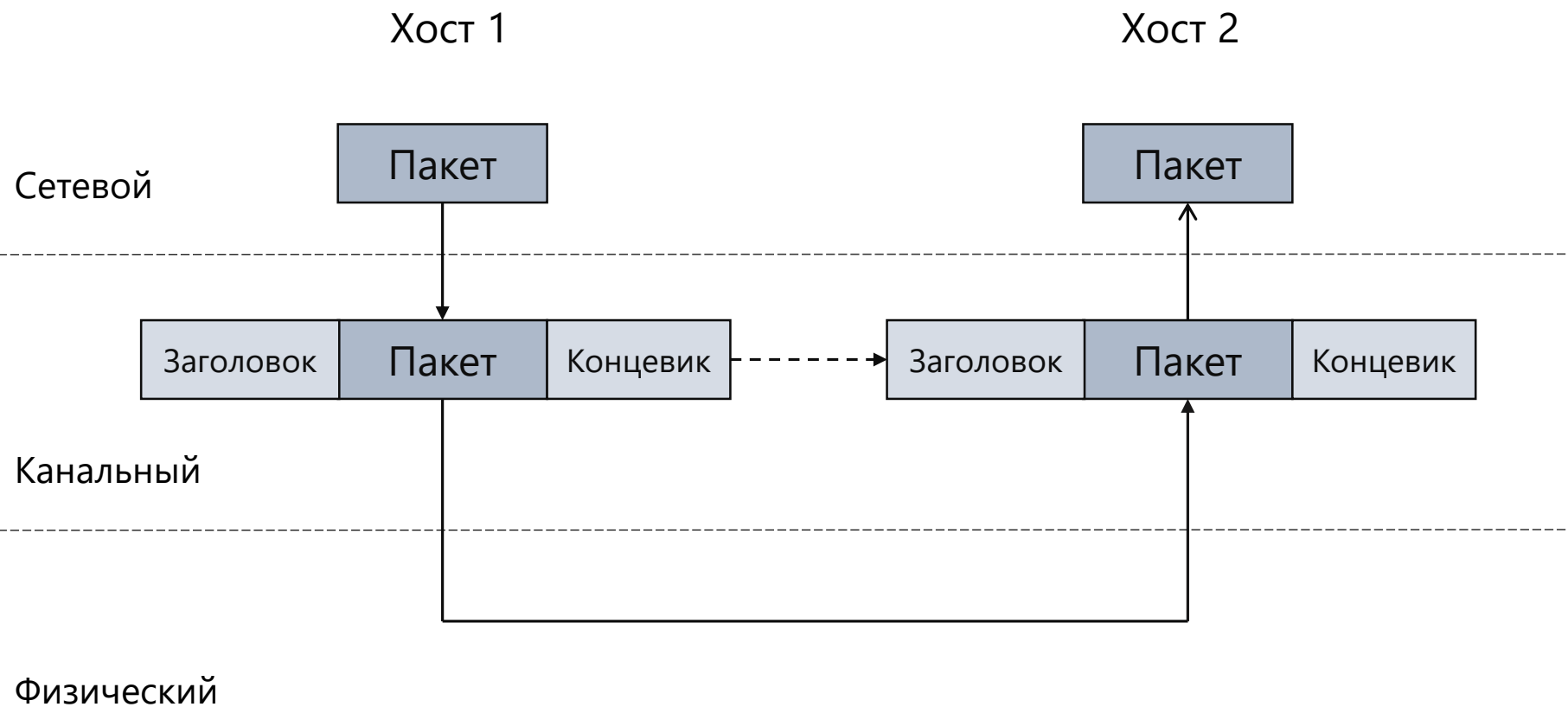
Работа с кадрами

Физический уровень передает поток бит

Как выделить в этом потоке отдельные сообщения – кадры?



Формирование кадра



Методы выделения кадров

Указатель количества байт

Вставка байтов (byte stuffing)

Вставка битов (bit stuffing)

Средства физического уровня

Указатель количества байт

В начале каждого кадра указывается его длина в байтах

- Просто в реализации



Вставка байтов и битов

Начало и конец каждого кадра отмечаются специальными последовательностями байтов или бит

Протокол BSC – текстовые символы:

- DLE STX – начало кадра
- DLE ETX – конец кадра
- Escape последовательность в данных – DLE

Протоколы HDLC и PPP – биты:

- 01111110 начало и конец кадра
- В данных после пяти последовательных 1 добавлялся 0

Средства физического уровня

Преамбула (классический Ethernet)

- Длина 8 байт
- Первые 7 байт: 10101010
- Последний байт: 10101011 (ограничитель начала кадра)

Передача неиспользуемых символов избыточного кода (Fast Ethernet)

- Начало кадра – пара символы J (11000) и K (10001)
- Конец кадра – символ T (01101)

Обнаружение и исправление ошибок

Обнаружение ошибок

- Контрольная сумма

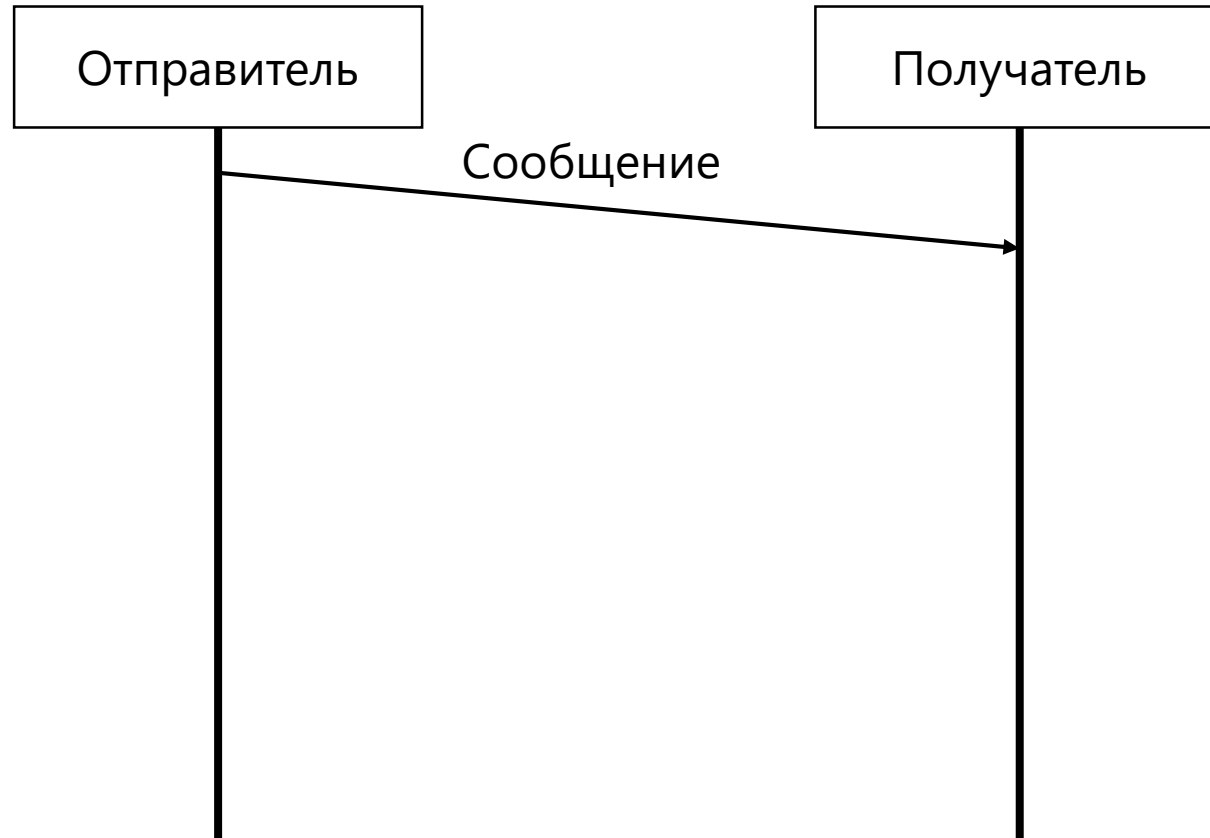
Исправление ошибок

- Коды исправляющие ошибки (с избыточной информацией)
- Позволяют обнаруживать и исправлять ошибки

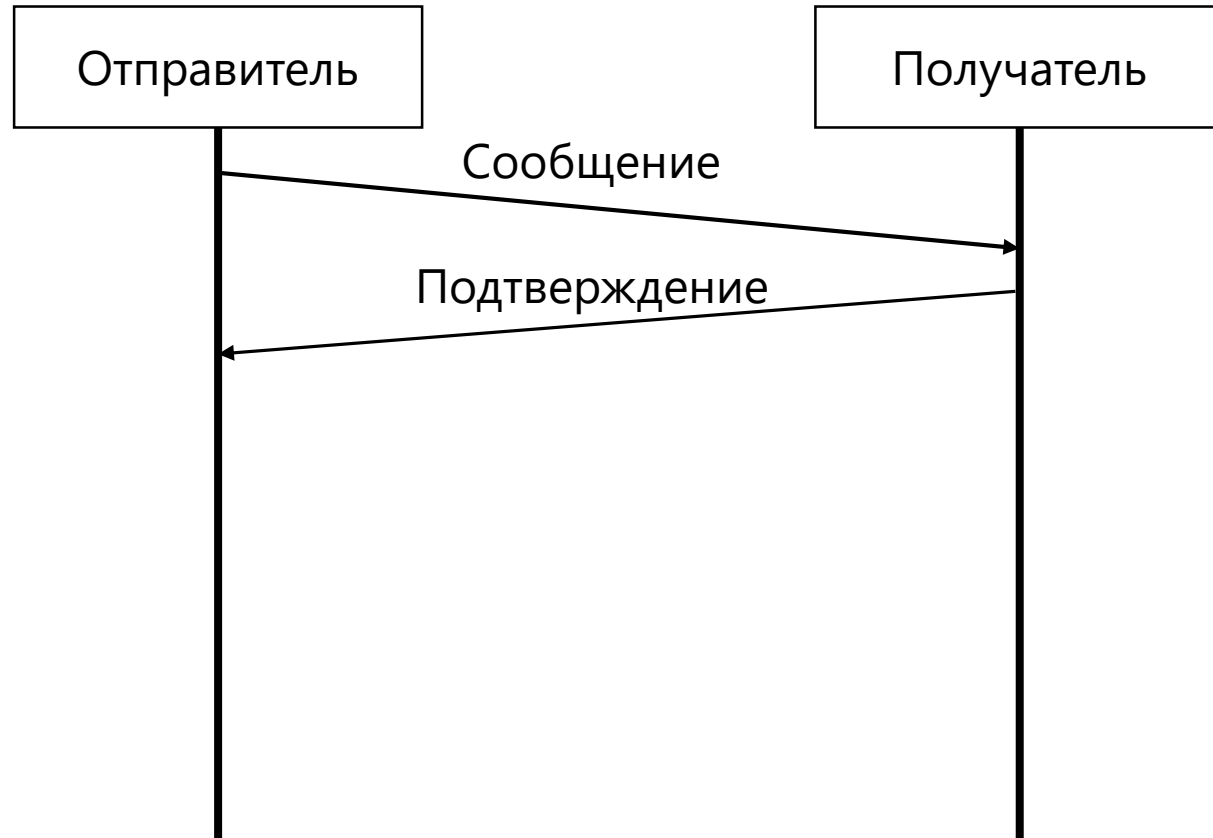
Повторная отправка данных

- Если в кадре обнаружена ошибка, его можно отправить заново
- Повторная отправка кадра, который не дошел до получателя

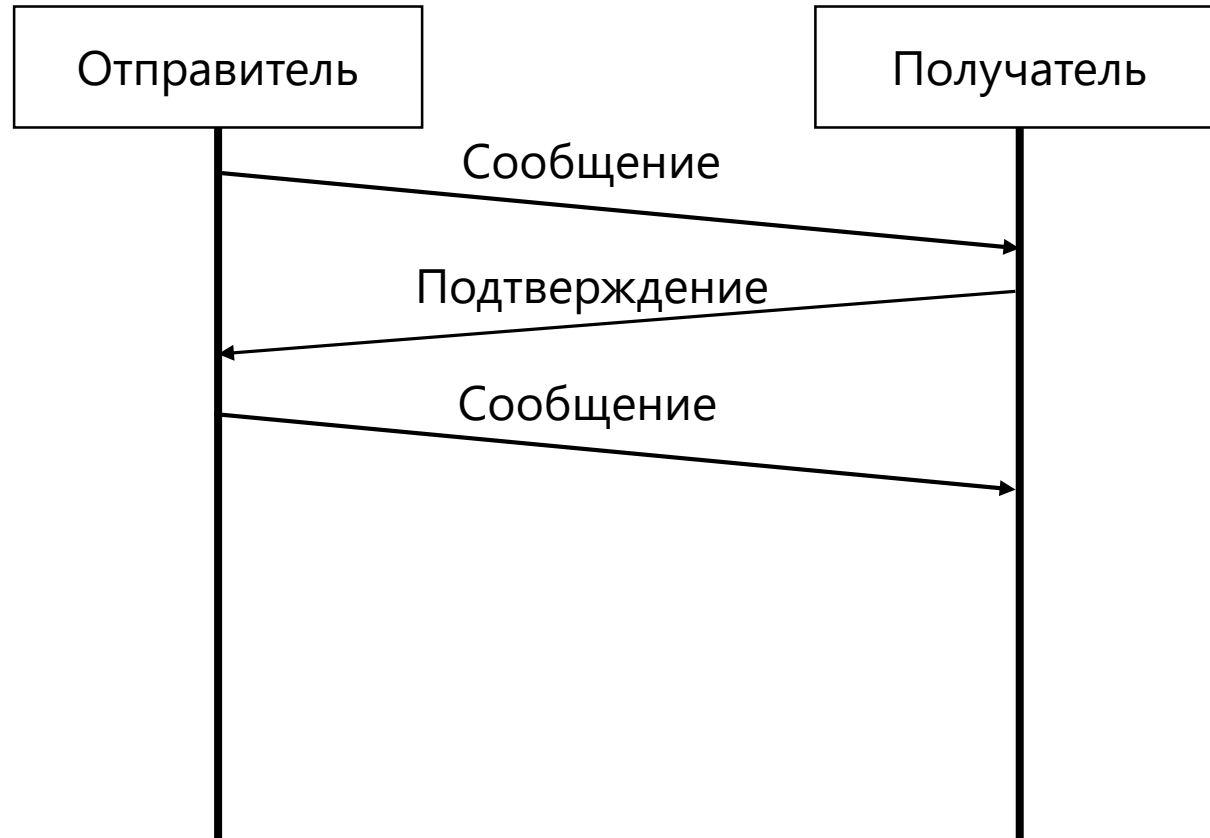
Повторная отправка



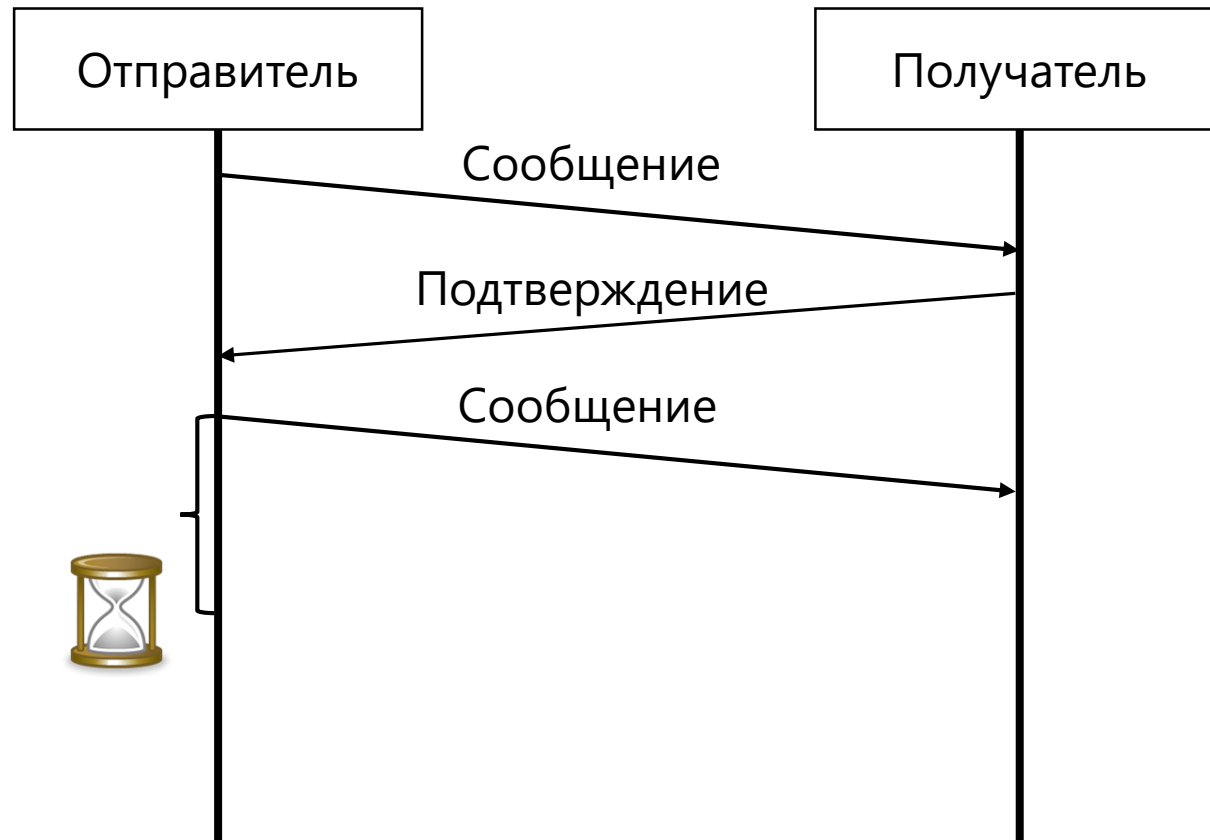
Повторная отправка



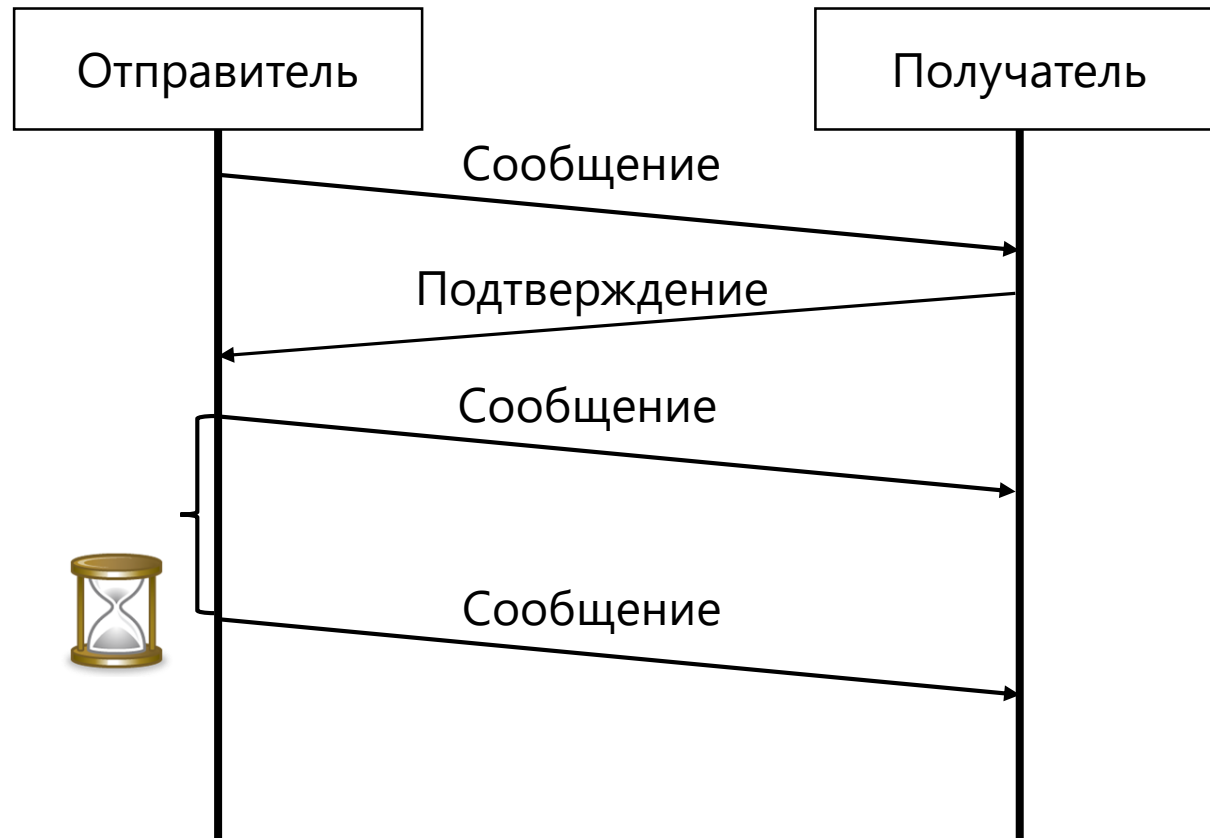
Повторная отправка



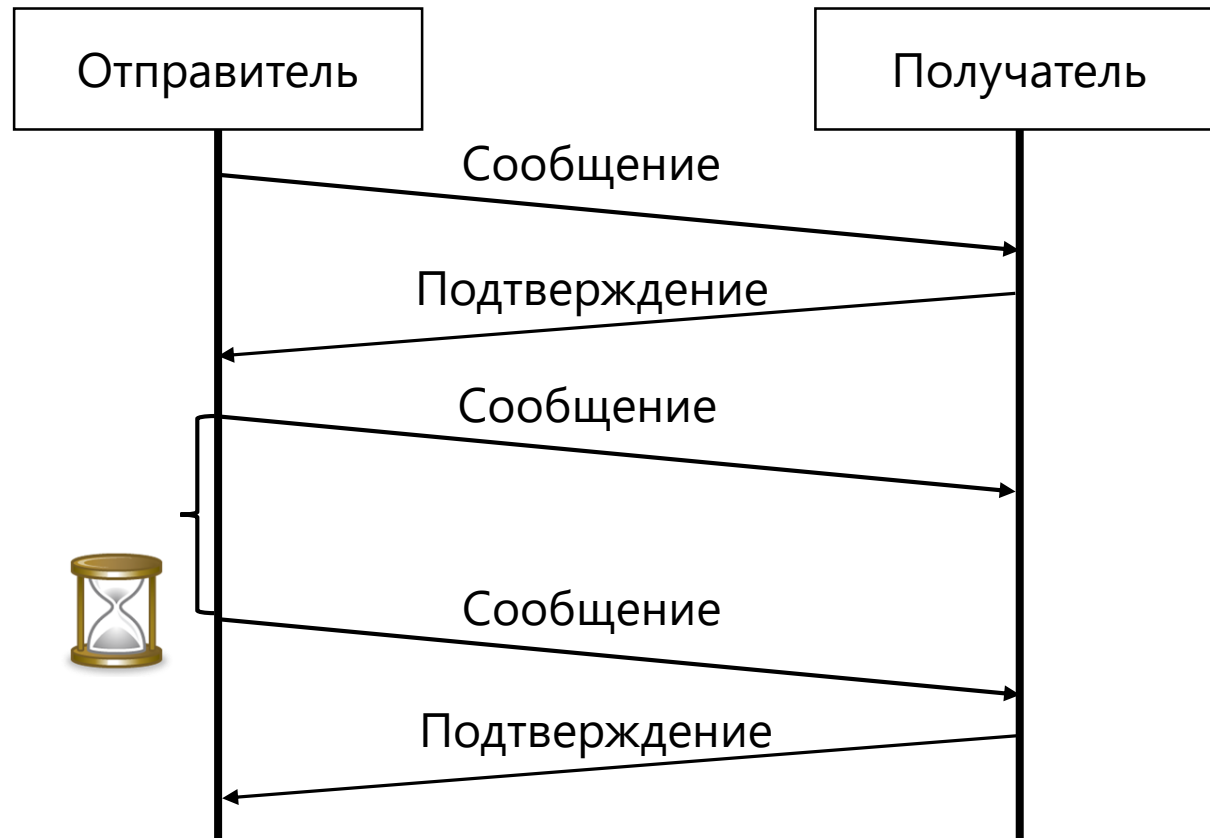
Повторная отправка



Повторная отправка



Повторная отправка



Остановка и ожидание

- Отправитель передает кадр и останавливается
- Получатель отправляет подтверждение
- Отправитель передает новый кадр

Скользящее окно

- Отправитель передает несколько кадров один за другим, не дожидаясь подтверждения
- Количество кадров, которое можно отправить, называется **размером окна**
- Получатель подтверждает получение кадров
- Отправитель передает новую порцию кадров

Обнаружение и исправление ошибок

Модель OSI

?	Прикладной
?	Представления
?	Сеансовый
?	Транспортный
?	Сетевой
?	Канальный
	Физический

Какой подход лучше использовать?

- Обнаружение ошибок
- Исправление ошибок
- Повторная отправка данных

На каком уровне модели OSI?

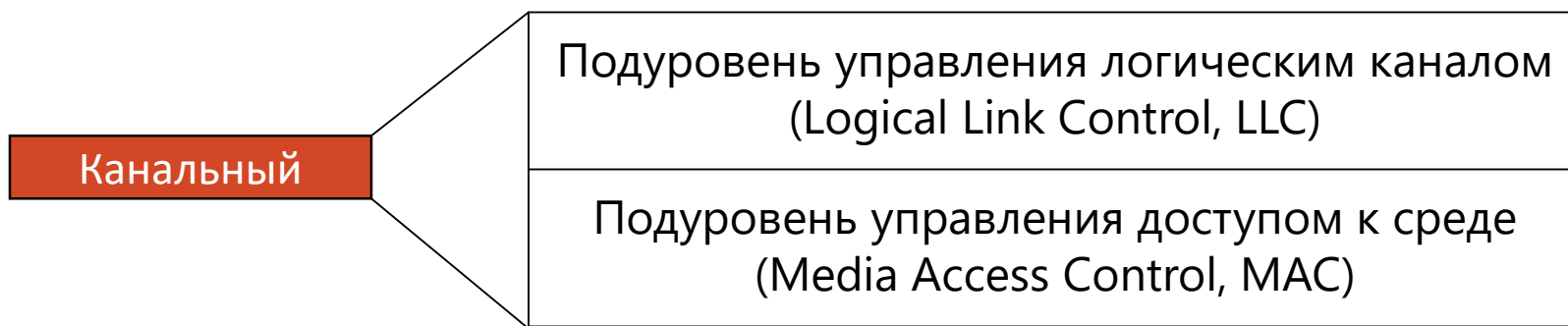
- Каналы связи с редкими ошибками – верхние уровни
- Каналы связи с частыми ошибками – канальный уровень

Множественный доступ к каналам

Модель OSI разрабатывалась для каналов связи точка-точка

- Последовательные линии связи для соединения больших компьютеров

Когда получили распространение разделяемые каналы связи, модель пришлось изменить



Подуровни канального уровня

Подуровень управления логическим каналом (LLC)

- Отвечает за передачу данных (создание кадров, обработка ошибок и т.д.)
- Общий для разных технологий

Подуровень управления доступом к среде (MAC):

- Совместное использование разделяемой среды
- Адресация
- Специфичный для разных технологий
- Не является обязательным

Мультиплексирование

- Передача данных разных протоколов (IP, ARP, ICMP) на уровень MAC

Управление потоком:

- Предотвращение «затопления» медленного получателя быстрым отправителем

Множественный доступ к каналу связи

Данные искажаются, если несколько компьютеров передают одновременно

- Коллизия

Управление доступом:

- Обеспечение использования канала только одним отправителем

Методы управления доступом:

- Рандомизированный – из N компьютеров выбирается один с вероятностью $1/N$. (Ethernet, Wi-Fi).
- На основе правил использования. (Token Ring).

Технологии канального уровня

Ethernet

Wi-Fi

Token Ring

FDDI

ATM

100VG-AnyLAN

Канальный уровень – второй уровень модели OSI

Передача сообщений по каналам связи – кадров

Обнаружение и исправление ошибок

Два подуровня

- Управления логическим каналом (LLC)
- Управления доступом к среде (MAC)

Технологии канального уровня:

- Ethernet, Wi-Fi (современные)
- Token Ring, FDDI, ATM, 100VG-AnyLAN (устаревшие)