



---

**Образовательный комплекс**  
***Компьютерные сети***

---

Лекция 3

Модель ISO/OSI (ч.1)

**Microsoft®**

# Содержание

- Рекомендуемая модель взаимодействия открытых систем (Open Systems Interconnection Reference Model)
  - Архитектура
  - Физический уровень
  - Канальный уровень



# Модель ISO/OSI

## История

- До разработки стандарта крупные компании (IBM, Honeywell, Digital и др.) имели закрытые реализации для соединения компьютеров, и приложения, работающие на платформах от различных поставщиков, не имели возможности обмениваться данными через сеть
- В 1978 г. Международная организация по стандартизации (International Standards Organization, ISO) приняла модель сетевой системы, называемую Open Systems Interconnection (OSI) Reference Model – рекомендуемая модель взаимодействия открытых систем



# Модель ISO/OSI

## Основные особенности

- Является стандартом передачи данных, позволяющим системам различных производителей устанавливать сетевые соединения
- Состоит из семи уровней со специфическим набором сетевых функций, определенных для каждого уровня, и включает описания межуровневых интерфейсов
- Определяет набор протоколов и интерфейсов для применения на каждом уровне



# Модель ISO/OSI

## Уровни

- Каждый уровень модели OSI существует как независимый модуль, можно заменить один протокол на другой на любом уровне без какого-либо влияния на работу смежного выше- или нижележащего уровня
- Принципы, которыми руководствовались разработчики
  - Каждый новый уровень модели появляется только тогда, когда требуется новый уровень абстракции
  - Каждый уровень должен выполнять определенную функцию
  - Функция каждого уровня должна быть выбрана с точки зрения определения международных стандартизированных протоколов
  - Границы уровня должны быть выбраны таким образом, чтобы информационный поток через интерфейс был минимален
  - Количество уровней должно быть достаточным, чтобы существовала возможность распределения функций, но и не слишком большим, чтобы сохранить стройную и легкую для восприятия архитектуру



# Модель ISO/OSI

## Уровни



# ISO/OSI Reference Model

## Недостаточность

- Разработка и принятие стандарта – это первый шаг по обеспечению взаимодействия различных систем
- Практическим решением является разработка единого стека протоколов или совместимых стеков протоколов
  - ❑ Существует стек протоколов OSI (мало популярен)
  - ❑ Прикладные стандарты (и протоколы) можно с высокой долей независимости разрабатывать для отдельных уровней модели
  - ❑ К настоящему моменту существуют общепринятые архитектуры и стеки протоколов (TCP/IP)



---

# Физический уровень модели ISO/OSI

---



# Физический уровень



- Физический уровень имеет дело с передачей битов по физическим каналам
- Физический уровень определяет характеристики физической среды передачи данных, используемых физических сигналов, метод кодирования данных, а также способ подключения к среде передачи

# Физический уровень

## Характеристики среды передачи

- Тип среды (электропроводящий кабель, оптический кабель, радиоэфир, ...)
- Полоса пропускания
- Помехозащищенность
- Волновое сопротивление
- ...



# Физический уровень

## Характеристики физических сигналов

- Уровни напряжения
- Крутизна фронтов (для дискретной передачи)
- Частота несущей и частота сигнала
- ...

# Физический уровень

## Метод кодирования

- Метод кодирования определяет
  - как получатель распознает момент прихода начала и конца кадра (кадр – пакет канального уровня)
  - как получатель распознает начало завершения поступления битов данных кадра
  - какие сигналы кодируют двоичную информацию

# Физический уровень

## Метод кодирования



# Физический уровень

## Способ подключения

- Конфигурация подключающих разъемов и назначение каждого их контакта
- Тип трансивера – внешний/внутренний
  - Трансивер (**transmitter-receiver**) – устройство, преобразующее параллельный поток битов в байтах в последовательный на источнике и поток битов кадра в байты на приемнике, выполняет функции
    - прием и передача данных с кабеля и на кабель
    - определение коллизий на кабеле
    - защита кабеля от некорректной работы адаптера



# Физический уровень

## Примеры

- В качестве примеров протоколов физического уровня можно привести спецификации 10Base5, 10Base2, 10BaseT технологии Ethernet

---

# Канальный уровень модели ISO/OSI

---



# Канальный уровень



- Канальный уровень обеспечивает безошибочную передачу кадров данных от одного устройства к другому через физический уровень
- Пакеты канального уровня называются **кадрами (frame)**

# Канальный уровень

## Функции

- Последовательная передача и прием кадров
- Управление доступом к среде передачи
- Безошибочная передача кадров
- Подтверждение и ожидание подтверждения приема кадров
- Установление и разрыв сетевого соединения
- Контроль трафика
- Анализ адреса получателя вышележащего уровня и доставка данных вышележащему протоколу



# Канальный уровень

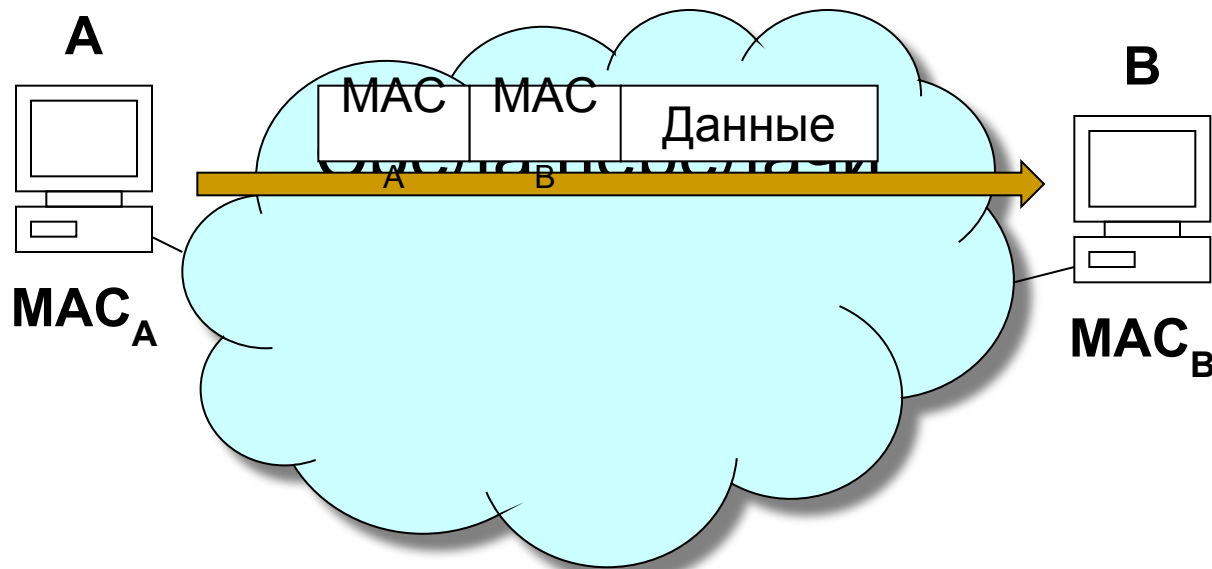
## Передача и прием кадров...



- Канальный уровень представляет устройство, выполняющее передачу и прием физического сигнала, например, сетевой адаптер
- Устройство канального уровня должно иметь уникальный в сети адрес канального уровня – MAC-адрес (MAC – Media Access Control)

# Канальный уровень

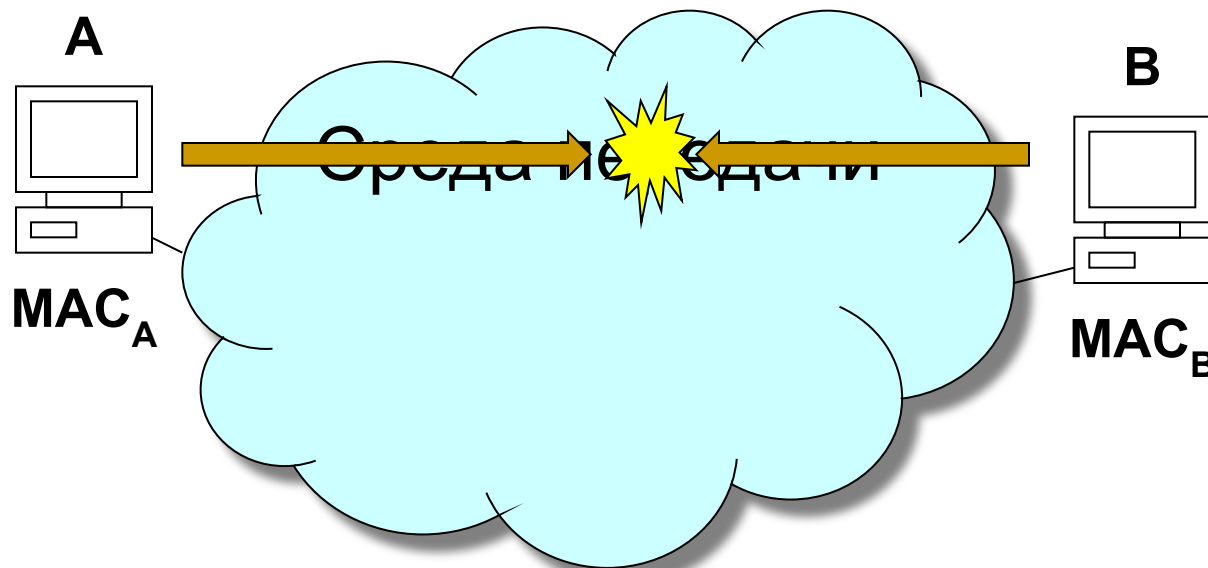
## Передача и прием кадров



- Кадр обычно содержит MAC-адрес отправителя и MAC-адрес получателя

# Канальный уровень

## Управление доступом к среде передачи



- Если несколько устройств используют одну среду передачи, необходимо согласовывать доступ к разделяемой среде для исключения наложения передаваемого сигнала

# Канальный уровень

## Безошибочная передача кадров

- Для обеспечения безошибочной передачи на источнике вычисляется CRC (Cyclical Redundancy Check) кадра и записывается в его трейлер
- На приемнике CRC пересчитывается, и в случае несовпадения со значением в трейлере кадра кадр считается поврежденным и уничтожается
- Вероятность совпадения значения CRC в поврежденном кадре, как правило, невелика (например, в Ethernet –  $2^{-32}$ )



# Канальный уровень

## Подтверждение приема кадров



- На канальном уровне может быть реализовано подтверждение приема кадров и повторная передача кадра источником в случае отсутствия такого подтверждения

# Канальный уровень

## Поддержка логических соединений

- На канальном уровне может быть реализована возможность создания логических соединений между узлами сети
- После установления соединения кадры передаются в его рамках, что может снизить количество служебной информации в кадрах





# Канальный уровень

## Контроль трафика

- Приемник имеет входной буфер некоторого размера, в который помещаются принятые кадры (или данные из них) до момента их доставки вышележащему протоколу. Если места в буфере не хватает – кадр теряется.
- Контроль трафика – схема передачи, при которой источник никогда не передает данных больше, чем может принять приемник. Обычно реализуется посредством передачи приемником источнику размера свободного пространства в буферах приема.
- Контроль трафика реализуется на нескольких уровнях модели



# Канальный уровень

## Дальнейшая доставка

- Каждый кадр содержит служебную информацию, указывающую, какому протоколу вышележащего уровня необходимо передать данные кадра
- Данные служебных кадров канального уровня обрабатываются на канальном уровне



# Канальный уровень

## Замечание о надежности

- На канальном уровне может быть реализована надежная доставка (если реализовано подтверждение приема кадров), но протоколы вышележащего уровня, как правило, не полагаются на данную возможность и полагают сервис канального уровня ненадежным

# Канальный уровень

## Примеры

- Примерами протоколов канального уровня являются
  - Технология Ethernet
  - Технология Token Ring
  - Технология FDDI
  - ...



# Заключение

- Модель ISO/OSI содержит подробное описание функций сетевой системы и их распределение по вертикальным уровням
- Физический и канальный уровень описывают аппаратный аспект сетевой системы

# Тема следующей лекции

- Рекомендуемая модель взаимодействия открытых систем (Open Systems Interconnection Reference Model), часть 2



---

# Вопросы для обсуждения



# Литература

- Сети TCP/IP. Ресурсы Microsoft Windows 2000 Server. – М.: Русская редакция, 2001.
- В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. СПб: Питер, 2001.