Лекция 4. Эталонная модель взаимодействия открытых систем OSI

Дисциплина: Компьютерные сети

Тема 4. Эталонная модель взаимодействия открытых систем.

1. Цель лекции

Изучить основные понятия эталонной модели OSI, рассмотреть назначение каждого уровня и понять, как происходит передача данных между устройствами компьютерной сети.

2. Основные понятия эталонной модели OSI

Эталонная модель OSI (Open Systems Interconnection) представляет собой модель взаимодействия открытых систем. Она описывает принципы обмена данными между компьютерами и другими сетевыми устройствами.

Модель OSI была разработана Международной организацией по стандартизации (ISO). Она включает семь уровней, каждый из которых выполняет определённые функции.

Основная задача модели OSI заключается в разделении процесса передачи данных на отдельные уровни. Каждый уровень взаимодействует с соседними уровнями и выполняет свои задачи.

Основные понятия модели OSI

- Уровень — часть модели, которая выполняет определённые сетевые функции.
- Протокол — набор правил обмена данными между объектами одного уровня.
- Интерфейс — способ взаимодействия между соседними уровнями.
- Служба — набор функций, которые один уровень предоставляет другому.
- Инкапсуляция — процесс добавления служебной информации к данным перед передачей по сети.
- Декапсуляция — процесс удаления служебной информации при получении данных.

3. Семь уровней модели OSI



Рисунок 1. Семь уровней модели OSI

Уровни нумеруются снизу вверх от первого до седьмого. При отправке данных информация проходит от прикладного уровня к физическому. На принимающем устройстве данные проходят обратный путь.

4. Описание уровней модели OSI

4.1. Физический уровень (Physical)

Первый уровень отвечает за передачу отдельных битов по физической среде.

Основные функции:

- передача битов в виде электрических, оптических или радиосигналов;

- определение характеристик кабелей и разъёмов;
- установление скорости передачи данных;
- определение параметров физического соединения.

Примеры технологий и стандартов: Ethernet PHY, USB, Bluetooth PHY.

Пример: сетевой кабель передаёт сигналы между компьютером и коммутатором.

4.2. Канальный уровень (Data Link)

Второй уровень обеспечивает передачу кадров между устройствами в пределах одного канала связи.

Основные функции:

- формирование кадров;
- использование MAC-адресов;
- обнаружение ошибок передачи кадров;
- управление доступом к среде передачи.

Примеры: Ethernet, Wi-Fi MAC, PPP.

Пример: коммутатор изучает MAC-адрес источника кадра и определяет порт для его дальнейшей передачи.

Единица данных: кадр (Frame).

4.3. Сетевой уровень (Network)

Третий уровень отвечает за передачу пакетов между различными сетями.

Основные функции:

- использование логических адресов;
- определение маршрута передачи;
- пересылка пакетов между сетями;
- выбор следующего узла для передачи данных.

Примеры протоколов: IPv4, IPv6, ICMP.

Пример: маршрутизатор передаёт IP-пакет из локальной сети в другую сеть.

Единица данных: пакет (Packet).

4.4. Транспортный уровень (Transport)

Четвёртый уровень обеспечивает обмен данными между приложениями на конечных устройствах.

Основные функции:

- разделение данных на части и их сборка;
- использование номеров портов;
- управление передачей данных;
- контроль доставки и повторная передача при использовании TCP.

Основные протоколы:

- TCP — обеспечивает надёжную передачу данных с контролем доставки.
- UDP — передаёт датаграммы без установления соединения и без гарантии доставки.

Пример: браузер использует TCP для передачи данных по HTTPS или UDP для работы с HTTP/3.

Единица данных: сегмент TCP или датаграмма UDP.

4.5. Сеансовый уровень (Session)

Пятый уровень отвечает за организацию и управление сеансами взаимодействия между приложениями.

Основные функции:

- установление сеанса связи;
- поддержание диалога между приложениями;
- завершение сеанса;
- синхронизация обмена данными.

Пример: приложение организует сеанс взаимодействия с удалённой системой.

В современных сетях функции этого уровня часто реализуются на прикладном уровне или распределяются между несколькими уровнями.

4.6. Уровень представления данных (Presentation)

Шестой уровень определяет, в каком формате представлены данные для обмена между приложениями.

Основные функции:

- преобразование форматов данных;

- кодирование символов;
- сжатие данных;
- шифрование и расшифрование.

Примеры форматов и технологий: UTF-8, JPEG, PNG, ASN.1.

Пример: изображение кодируется в формате JPEG, а данные передаются в установленном формате.

В реальных сетях шифрование, например TLS, обычно реализуется между прикладными и транспортными протоколами и не всегда соответствует одному уровню OSI.

4.7. Прикладной уровень (Application)

Седьмой уровень предоставляет сетевые службы приложениям пользователя.

Основные функции:

- передача веб-страниц;
- обмен электронной почтой;
- передача файлов;
- получение сетевых имён и адресов;
- взаимодействие приложений с удалёнными службами.

Примеры протоколов: HTTP, HTTPS, DNS, SMTP, FTP, DHCP.

Пример: браузер отправляет HTTP-запрос на веб-сервер и получает ответ.

Важно: прикладной уровень OSI не равен пользовательскому приложению. Он описывает сетевые функции, которые используются приложениями.

5. Сравнительная таблица уровней OSI

№	Уровень	Основные функции	Единица данных
7	Прикладной	Сетевые службы приложений	Данные
6	Представления	Форматирование и преобразование	Данные
5	Сеансовый	Управление сеансами	Данные
4	Транспортный	Доставка между приложениями	Сегмент / датаграмма
3	Сетевой	Адресация и маршрутизация	Пакет

2	Канальный	Передача кадров, MAC-адресация	Кадр
1	Физический	Передача сигналов и битов	Биты

6. Передача данных по модели OSI

Рассмотрим пример отправки сообщения с одного компьютера на другой.



Рисунок 2. Последовательность передачи данных по уровням модели OSI.

При отправке данных каждый уровень добавляет служебную информацию, если это предусмотрено соответствующим протоколом. Этот процесс называется инкапсуляцией.

На принимающем устройстве заголовки обрабатываются, а данные передаются на более высокие уровни. Этот процесс называется декапсуляцией.

7. Преимущества модели OSI

Модель OSI имеет следующие преимущества:

1. Стандартизация. Общая модель упрощает взаимодействие сетевых устройств разных производителей.
2. Модульность. Каждый уровень выполняет отдельные функции.
3. Упрощение диагностики. Проблему можно искать на определённом уровне.
4. Облегчение разработки. Изменения на одном уровне не всегда требуют изменений на других уровнях.
5. Удобство обучения. Модель помогает понять процесс передачи данных.

8. Применение модели OSI при диагностике сети

Модель OSI помогает определить возможную причину неисправности.

Проблема	Уровень OSIa
Неисправен сетевой кабель	1. Физический
Неверно назначен VLAN или возникла проблема с MAC-адресацией	2. Канальный
Неверный IP-адрес или маршрут	3. Сетевой
Проблема с TCP-соединением или портом	4. Транспортный
Ошибка взаимодействия приложения с сетевой службой	5–7.Сеансовый, представления, прикладной

Например, если компьютер не может получить доступ к веб-сайту, сначала можно проверить кабель и соединение, затем IP-адрес и шлюз, после этого доступность сервера и работу приложения.

9. Контрольные вопросы

1. Что такое эталонная модель OSI?
2. Сколько уровней содержит модель OSI?
3. Какова функция физического уровня?
4. Для чего используются MAC-адреса?

5. Чем отличаются сетевой и транспортный уровни?
6. Какую функцию выполняет прикладной уровень?
7. Что такое инкапсуляция и декапсуляция?
8. Как модель OSI помогает при диагностике сетевых неисправностей?

10. Заключение

Эталонная модель OSI описывает взаимодействие сетевых устройств с помощью семи уровней. Каждый уровень выполняет определённые функции и взаимодействует с соседними уровнями. Модель помогает понять передачу данных, изучить сетевые протоколы и найти причины неисправностей. Знание модели OSI необходимо для настройки, обслуживания и диагностики компьютерных сетей.