

Сетевая модель OSI. Канальный уровень. Коммутатор.

Задачи

Часть 1. Теоретические основы канального уровня.

Часть 2. Устройства Switch и Hub. Их различия.

Часть 3. Единица информации и адресация.

Часть 4. Изучение уровня на виртуальном оборудовании.

Общие сведения

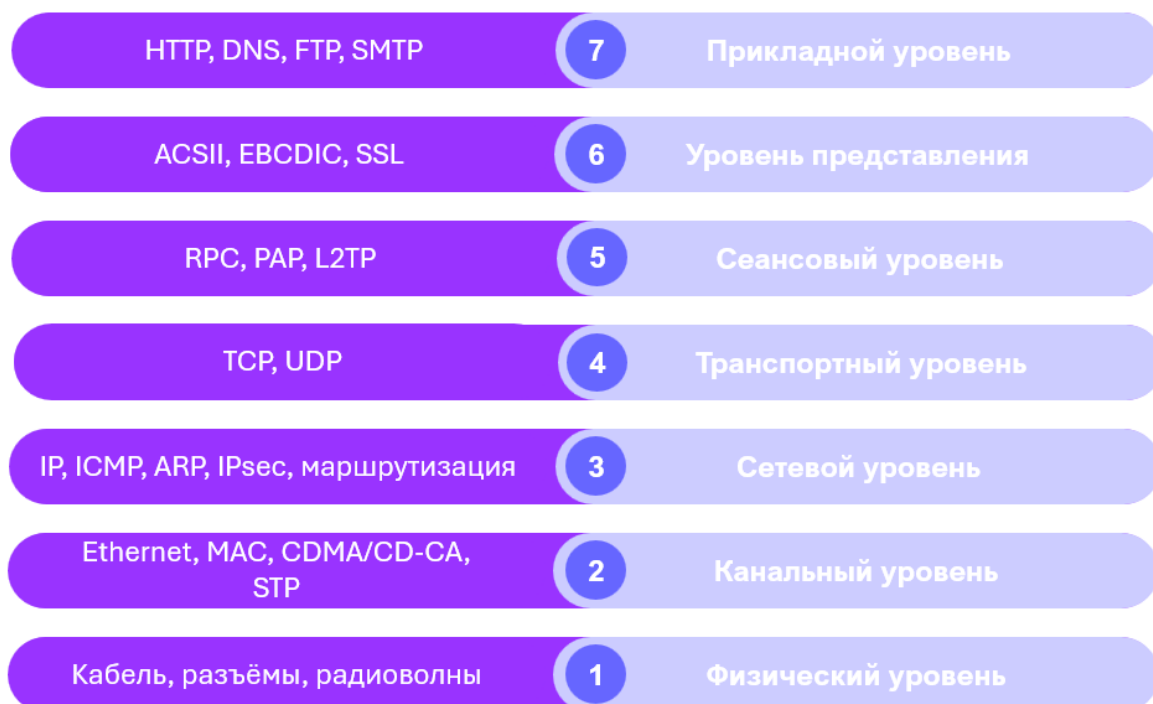
В этом упражнении вы познакомитесь с канальным уровнем (Уровень 2) модели OSI и узнаете, как устройства взаимодействуют внутри локальной сети с помощью MAC-адресов. Затем вам будет необходимо собрать простую сеть из коммутатора и нескольких компьютеров, научиться просматривать таблицу MAC-адресов коммутатора и наблюдать за тем, как он принимает решения о пересылке кадров. В завершение вы сохраните проект для последующей работы.

Часть 1. Теоретические основы канального уровня.

Шаг 1: Сетевая модель OSI.

Для понимания принципов передачи данных в вычислительных сетях используется модель OSI (Open Systems Interconnection) — эталонная семиуровневая модель взаимодействия открытых систем, разработанная Международной организацией по стандартизации (ISO).

Модель OSI описывает процесс передачи данных как последовательность из семи уровней, каждый из которых выполняет строго определённые функции. Данные, передаваемые от отправителя к получателю, последовательно проходят через все семь уровней вниз на стороне отправителя и вверх на стороне получателя.



Назначение уровней, рассматриваемых в данной работе:

Физический уровень — отвечает за передачу отдельных битов по физической среде (кабелю, оптоволокну, радиоканалу). Определяет типы разъёмов, напряжения, скорости передачи. Инкапсулирует кадры в биты. Единицей передаваемых данных является **бит**.

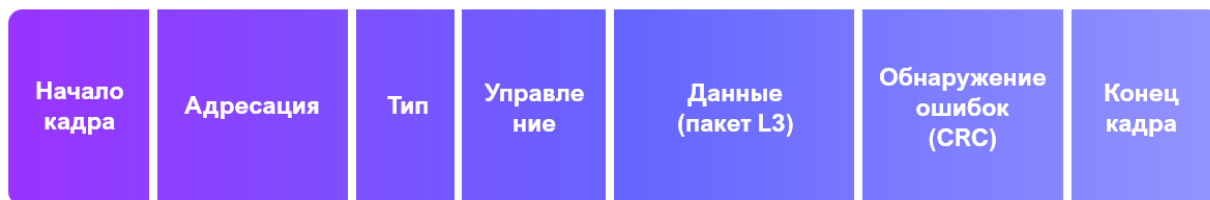
Канальный уровень — обеспечивает передачу данных между устройствами в пределах одной локальной сети. На этом уровне используется MAC-адресация. Инкапсулирует пакеты в кадры. Единицей передаваемых данных является **кадр**.

Основные задачи канального уровня:

1. Формирование кадров. Данные, поступившие с верхних уровней, разбиваются на части и упаковываются в кадры.
2. Адресация. Каждое сетевое устройство имеет уникальный MAC-адрес, который используется для идентификации отправителя и получателя внутри локальной сети.
3. Управление доступом к среде. Если несколько устройств подключены к одной среде передачи, необходимо определить, какое из них имеет право передавать данные в текущий момент.
4. Обнаружение ошибок. Канальный уровень проверяет, не были ли данные повреждены при передаче.

Кадр канального уровня стандартизирован и состоит из частей:

1. Флаги начала и конца кадра: используется для определения границ начала и конца кадра.
2. Адресация: указывает узлы источника и назначения в среде передачи данных преимущественно из MAC адресов.
3. Тип: указывает протокол уровня 3 в поле данных.
4. Управление: указывает особые службы управления потоком, например качества обслуживания QoS.
5. Данные: содержит полезную нагрузку кадра (пакет третьего уровня).
6. Обнаружение ошибок: поля используются для обнаружения ошибок и помещаются после данных для формирования конца кадра.



Шаг 2: Принципы очерёдности и коллизия.

В локальной сети к общей среде передачи может быть подключено несколько устройств. Если два устройства одновременно начнут передавать данные, их сигналы наложатся друг на друга, и данные будут повреждены. Это явление называется коллизией (collision).

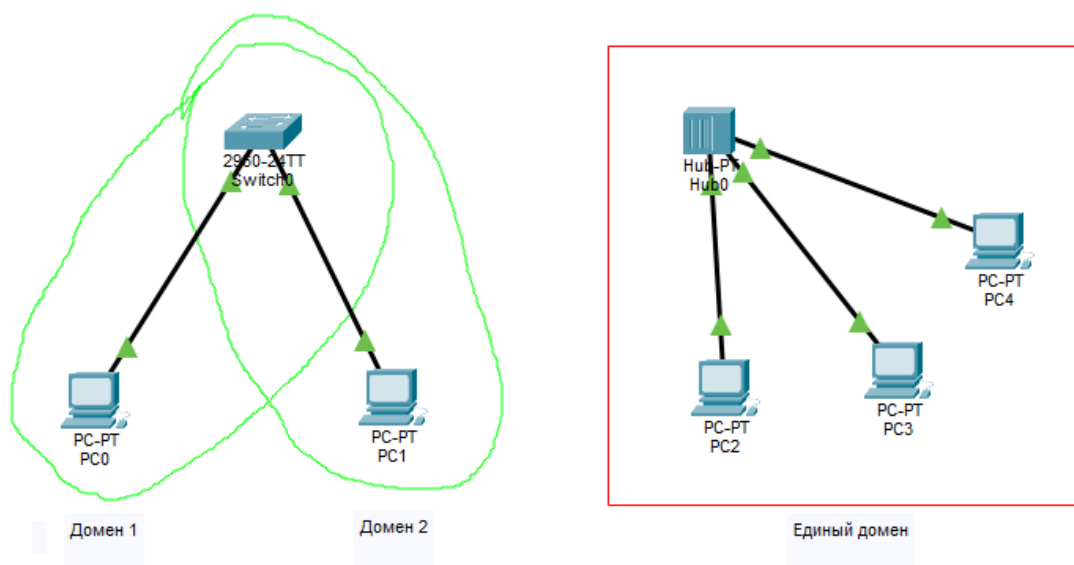
Для предотвращения коллизий на канальном уровне используются специальные методы доступа к среде передачи. В классических сетях Ethernet таким **методом** является **CSMA/CD**.

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) — метод множественного доступа с контролем несущей и обнаружением коллизий.

Принцип работы:

1. Контроль несущей - устройство проверяет, свободна ли среда передачи данных.
2. Множественный доступ - несколько устройств могут начать передачу, если среда свободна.
3. Обнаружение коллизий - если во время передачи возникает коллизия, устройство прекращает передачу и повторяет попытку через случайный интервал времени.

Домен коллизий — это часть сети, в пределах которой все устройства могут столкнуться друг с другом при одновременной передаче данных. Все устройства, подключённые к концентратору, находятся в одном домене коллизий. Каждый порт коммутатора образует отдельный домен коллизий.



Часть 2. Устройства Switch и Hub. Их различия.

Шаг 1: Понятие и назначение устройств.

Для объединения нескольких устройств в единую локальную сеть используются специальные сетевые устройства. К основным устройствам, работающим на канальном и физическом уровнях, относятся концентратор (Hub) и коммутатор (Switch).

Оба устройства выполняют схожую функцию — обеспечивают соединение нескольких компьютеров в одну сеть. Однако принципы их работы существенно различаются, что влияет на производительность, безопасность и эффективность передачи данных.

а. Концентратор.

Концентратор — устройство физического уровня (Уровень 1 модели OSI), предназначенное для объединения нескольких устройств в локальную сеть.

Принцип работы концентратора основан на повторении сигнала. Когда кадр поступает на один из портов, концентратор повторяет его и отправляет во все остальные порты без анализа адреса назначения.

б. Коммутатор.

Коммутатор — это устройство, работающее на канальном уровне модели OSI. Он предназначен для соединения нескольких устройств в пределах одной локальной сети и передачи кадров между ними на основе MAC-адресов.

В отличие от концентратора, который просто повторяет сигнал на все порты, коммутатор анализирует адрес получателя и отправляет данные только тому устройству, которому они предназначены. Коммутатор хранит в памяти таблицу MAC-адресов, которая устанавливает соответствие между MAC-адресом устройства и портом коммутатора, к которому это устройство подключено.

При получении кадра коммутатор выполняет два основных действия.

Обучение - коммутатор запоминает MAC-адрес отправителя и номер порта, с которого пришёл кадр. Эти данные вносятся в таблицу MAC-адресов.

Пересылка - коммутатор анализирует MAC-адрес назначения и сверяет его с таблицей. Если адрес известен — кадр отправляется только в соответствующий порт. Если адрес неизвестен — кадр рассылается во все порты, кроме входящего.

Шаг 2: Различия сетевых устройств.

Параметр сравнения	Концентратор	Коммутатор
Уровень OSI	Физический уровень	Канальный уровень
Принцип работы	Повторяет сигнал во все порты	Анализирует MAC-адрес и отправляет адресату
Анализ адресов	Не выполняется	MAC-адресация
Домены коллизий	Общий домен	Отдельные домены на каждом порту
Режим передачи	Полу-Дуплекс	Полный-Дуплекс
Пропускная способность	Разделяется между всеми устройствами	Выделена каждому порту
Нагрузка на сеть	Высокая	Низкая
Современное применение	Устарел, используется в слабых системах	Широкое применение

Часть 3. Единица информации и адресация.

На канальном уровне модели OSI для идентификации устройств внутри локальной сети используется MAC-адресация. Адресация необходима для определения отправителя и получателя кадра, а также для принятия решения о пересылке данных коммутатором.

В отличие от сетевого уровня, где применяются логические IP-адреса, канальный уровень использует физические адреса, присваиваемые производителем оборудования.

MAC-адрес (Media Access Control) — уникальный физический адрес сетевого устройства, зашитый в сетевую карту на этапе производства. Длина адреса составляет 48 бит или 12 символов 16-ричной системы счисления разделённые по два символа двоеточием. Первые 24 бита составляют идентификатор производителя, оставшиеся уникальным идентификатором устройства.

Повтор MAC-адресов в одной локальной сети недопустим.

AA:E1:44:09:33:FB

Идентификатор
производителя устройства

Уникальный идентификатор
произведённого устройства

Типы MAC-адресов:

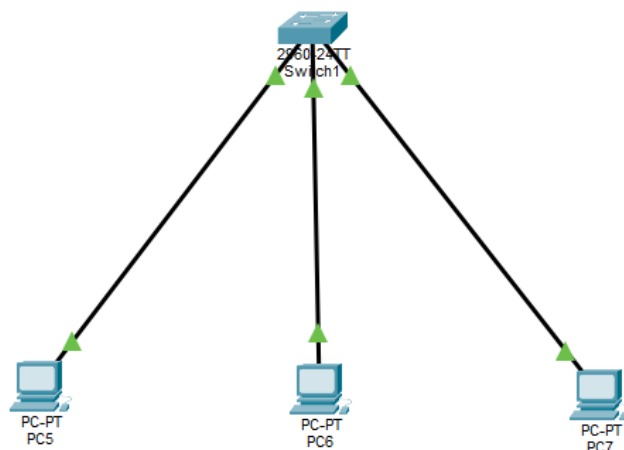
Unicast - адрес одного конкретного устройства (AA:E1:44:09:33:FB);

Broadcast - адрес всех устройств в сети (FF:FF:FF:FF:FF:FF);

Multicast - адрес группы устройств в сети (01:BB:0A:48:33:F1).

Broadcast-адреса всегда состоят только из FF байт или все биты являются единицами. Multicast-адресом является любой MAC-адрес последний бит первого байта которого является единицей. Например, AB - 1010101**1**, последний бит первого байта равен единице.

Часть 4. Изучение уровня на виртуальном оборудовании.



Шаг 1: Сборка сети.

а. Соберите в программе симуляции сети Packet Tracer топологию согласно схеме приведённой выше: 3 компьютера и 1 коммутатор соединённые между собой кабелем в тая пара. Убедитесь, что все треугольники на концах соединений горят зелёным цветом. Если видите иное - подождите несколько секунд для инициализации соединения.

б. Назначьте ip-адреса оконечным устройствам (Компьютеры).

Нажмите левой кнопкой мыши по любому компьютеру и перейдите во вкладку «Desktop». Перед вами откроется интерактивное меню имитирующее работающий компьютер. Выберите приложение «IP Configuration». Укажите в IP Configuration следующие данные в соответствии с номером компьютера и полями данных.

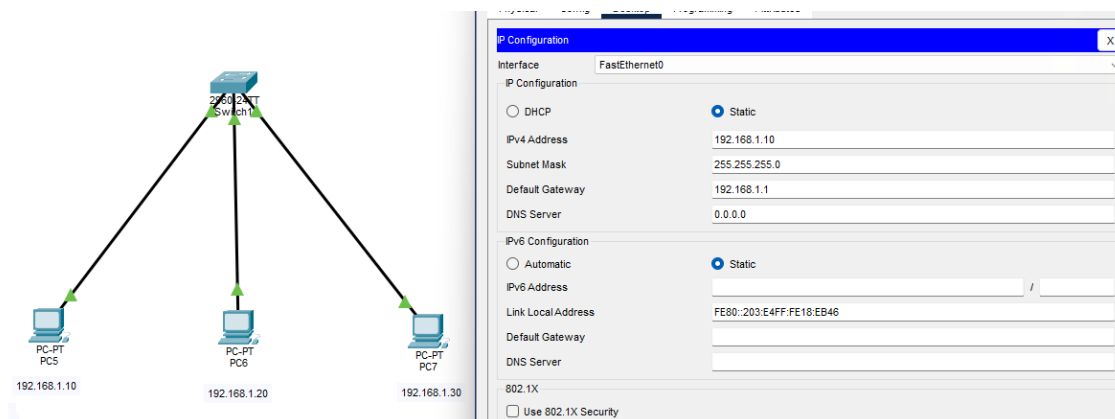
Сетевая модель OSI. Канальный уровень. Коммутатор.

IPv4 Address: 192.168.1.10, 192.168.1.20, 192.168.1.30.

Subnet Mask: 255.255.255.0

Default Gateway: 192.168.1.1

Результат должен выглядеть следующим образом:



Шаг 2. Практическая работа коммутатора в канальном уровне.

а. Проверьте таблицу MAC-адресов коммутатора.

Откройте окно конфигурации коммутатора: нажмите левой кнопкой мыши по коммутатору и перейдите во вкладку CLI для доступа к консоли управления операционной системы Cisco IOS.

Нажмите Enter для входа в консоль управления и наберите команду «enable» для перехода в привилегированный режим настройки. Привилегированный режим позволяет получить полный доступ ко всем функциям и командам системы. Не забудьте нажать Enter.

Выполните команду для показа таблицы MAC-адресов хранящихся у коммутатора «show mac address-table». Вы можете ускорить набор текста с помощью кнопки Tab, которая автозаполняет команду. Если вы забыли команду, то можете нажать кнопку «?» для показа всех доступных команд.

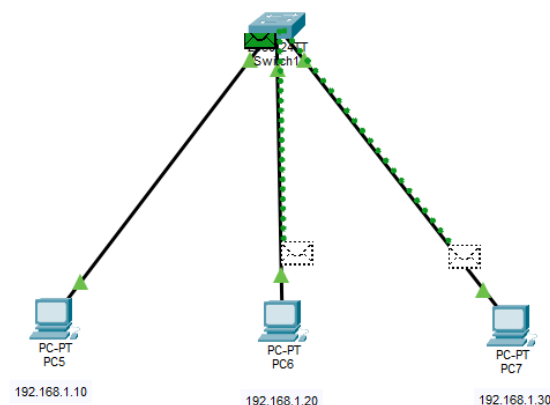
Ответьте на следующий вопрос:

1. Почему таблица MAC-адресов коммутатора пуста или заполнена данными?

б. Симулируйте сетевую активность.

Перейдите в режим симуляции, который позволяет подробно посмотреть движение пакетов внутри сети. Для этого нажмите левой кнопкой мыши по кнопке выбора режима Симуляции в правом нижнем углу с названием «Simulation». Вы увидите список событий, которые произошли в режиме симуляции и кнопки проигрывателя.

Выберите инструмент из панели инструментов «Add Simple PDU» или горячую клавишу английской раскладки «Р». Данный инструмент позволяет отправить пакет ICMP echo или Ping между выбранными устройствами. Нажмите левой кнопкой мыши активированным режимом на любые два оконечных устройства (Компьютеры). Не забудьте запустить симуляцию нажав на проигрывателе кнопку «Play» - сине-белая кнопка повернутого на 90 градусов треугольника. Внимательно проследите за путешествием пакета-конверта.



с. Проверьте таблицу MAC-адресов коммутатора и зафиксируйте изменения.

Откройте окно конфигурации коммутатора и перейдите во вкладку CLI для доступа к консоли управления операционной системы. Напишите предыдущую команду в привилегированном режиме как из пункта а:

Switch# show mac address-table

Внимательно изучите содержимое таблицы и зафиксируйте изменения ответив на вопросы следующего шага.

Шаг 3. Ответьте на следующие вопросы.

Какие изменения произошли в таблице MAC-адресов коммутатора после сетевой активности между оконечными устройствами? Почему?

Почему коммутатор отправил пакет, полученный от оконечного компьютера источника, всем устройствам, кроме источника?

Чем коммутатор отличается от концентратора?

Сколько доменов коллизий было создано на коммутаторе при собранной по заданию топологии устройств?

Что является единицей передаваемой информации в канальном уровне? Какие его характеристики?