

Компьютерные сети

Ethernet. Физический уровень

Сетевые устройства. Основы работы в Cisco Packet Tracer.
Топология «шина». Витая пара. Обжимка. Концентратор.
Диагностика физического уровня

[Введение](#)

[Технология Ethernet](#)

[Сетевые устройства](#)

[Патч-корд](#)

[Оптический кабель](#)

[Сетевая розетка](#)

[Сетевой адаптер](#)

[Патч-панель](#)

[Повторитель \(репитер\)](#)

[Концентратор \(hub\)](#)

[Сетевой мост \(bridge\)](#)

[Коммутатор \(switch\)](#)

[Коммутационный короб \(шкаф\)](#)

[Точка доступа](#)

[Wi-Fi-маршрутизатор](#)

[Сервер](#)

[Клиент](#)

[Хост](#)

[Терминал](#)

[Cisco Packet Tracer](#)

[Установка Cisco Packet Tracer](#)

[Работа в Cisco Packet Tracer](#)

[Сетевые утилиты](#)

[Практическое задание](#)

[Дополнительные материалы](#)

[Используемая литература](#)

Введение

OSI/ISO	TCP/IP (DOD)
7. Прикладной уровень	4. Уровень приложений
6. Уровень представления	
5. Сеансовый уровень	
4. Транспортный уровень	3. Транспортный уровень
3. Сетевой уровень	2. Сетевой уровень
2. Канальный уровень	1. Уровень сетевых интерфейсов
1. Физический уровень	

На этом занятии мы разберем физический уровень модели OSI/ISO. В стеке TCP/IP физический уровень не отделяется от канального, и вместе с ним составляет уровень сетевых интерфейсов. Стандарты Ethernet IEEE 802.3, Wi-Fi IEEE 802.11 одним документом описывают и физическую реализацию, и алгоритмическую (структуры заголовков и принципы работы — то, что описывается в OSI/ISO канальным уровнем).

Прежде чем перейти непосредственно к описанию физического уровня на примере стандарта IEEE 802.3 Ethernet, узнаем, какие бывают сетевые устройства, и научимся работать в тренажере Cisco Packet Tracer, с которым нам в дальнейшем придется много работать.

Технология Ethernet

Технология, построенная на принципах радиосвязи (Ether — эфир), изначально работала с топологией «шина» (через коаксиальный кабель). Первоначально это была полудуплексная технология, использующая только один проводник коаксиального кабеля, сейчас может использоваться несколько проводников (пар), позволяя реализовать дуплексную передачу. Первые версии Ethernet, 10Base5 (IEEE 802.3, 10 Мб/с, длина сегмента не более 500 м, кабель RG-8 «толстый», не использовались T-коннекторы, кабель «прокусывался вампирчиками») и 10Base2 (IEEE 802.3a, 10 Мб/с, длина сегмента не более 200 м, кабель RG-58 «тонкий» Ethernet, использовались T-коннекторы). В настоящее время используются витая пара и оптический кабель. 10Base-T — первый стандарт Ethernet, использующий витую пару и позволяющий передавать данные со скоростью до 10 Мб/с. В настоящее время часто используется стандарт 100Base-X (на витой паре 100Base-T), имеющий название Fast Ethernet и позволяющий передавать данные со скоростью до 100Мб/с.

Дальнейшее развитие стандарта — Gigabit Ethernet (802.3ab по витой паре, 802.ah — по оптоволокну). Существуют и более быстрые стандарты и проекты стандартов.

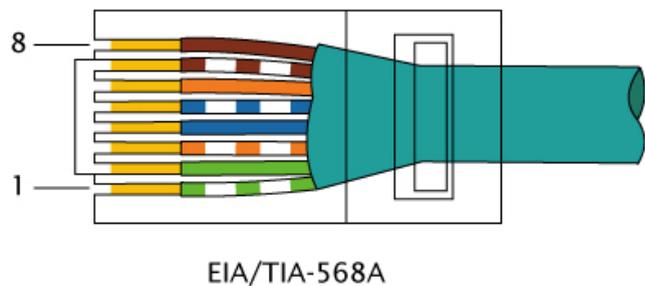
Сетевые устройства

Информация в этом разделе — не для заучивания. Просто прочитайте, какие устройства существуют, с какими устройствами вы уже знакомы и о каких вы еще не догадывались.

Патч-корд

Коммутационный шнур/кабель, или патч-корд — составная часть СКС (структурированной кабельной системы). Состоит из электрического или оптоволоконного кабеля с коннекторами для подключения одного или нескольких сетевых устройств к другому или пассивному оборудованию.

Патч-корд является пассивным сетевым оборудованием и служит для проведения информационных сигналов. Относится к физическому уровню модели OSI.

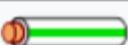


Для сетей Ethernet используют патч-корды от 1 метра (кабели меньшей длины не рекомендуется использовать из-за переотражения сигнала и возникающих вследствие этого помех на полезный сигнал). Существуют прямые и обратные патч-корды. Прямой патч-корд имеет одинаковую схему контактов (EIA/TIA-568A или EIA/TIA-568B) с двух сторон. Используется для соединения устройств типа «коммутатор — компьютер» или «коммутатор — маршрутизатор». Современное оборудование

может автоматически изменять используемые контакты, поэтому вы можете использовать как прямые, так и обратные патч-корды. Обратные, или кроссовер патч-корды используются для:

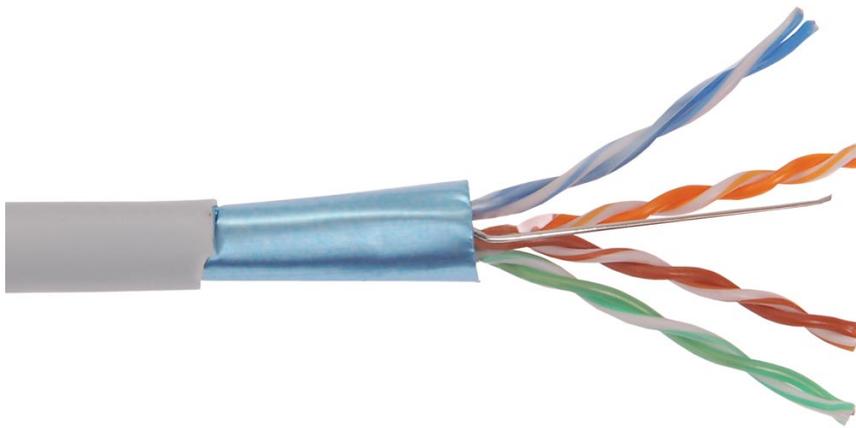
- соединения двух компьютеров между собой,
- подключения компьютера к маршрутизатору,
- соединения двух коммутаторов между собой.

Имеют схему обжима (EIA/TIA-568A и EIA/TIA-568B).

Контакт	Сигнал	Цвет	
		MDI (TIA/EIA-568-B)	MDI-X (TIA/EIA-568-A)
1	Передача +	 Белый/оранжевый	 Белый/зелёный
2	Передача -	 Оранжевый	 Зелёный
3	Приём +	 Белый/зелёный	 Белый/оранжевый
4	Не используется	 Синий	 Синий
5	Не используется	 Белый/синий	 Белый/синий
6	Приём -	 Зелёный	 Оранжевый
7	Не используется	 Белый/коричневый	 Белый/коричневый
8	Не используется	 Коричневый	 Коричневый

Для обжима коннекторов используется специальный инструмент — кримпер. Чтобы обжать коннектор, необходимо зачистить внешнюю оболочку сетевого кабеля, выровнять жилы витой пары, составить их в необходимой последовательности (согласно схеме), затем вставить в коннектор и обжать. Для тестирования работоспособности патчкордов и сетевых розеток применяют кабельные тестеры.



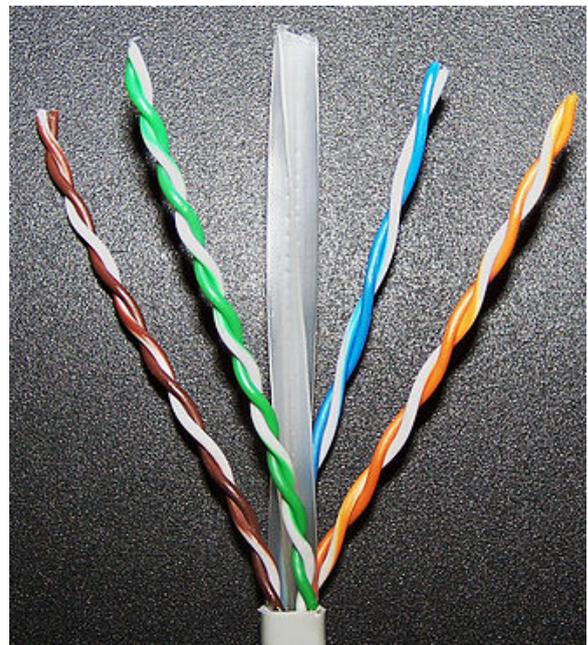


На рисунке показан экранированный патч-корд, под изоляцией которого находится слой фольги. Экранированные патч-корды стоит применять только в паре с заземленной экранированной сетевой розеткой.

Разъем, используемый в Ethernet, часто называется RJ45 (Registered Jack 45), но это название «народное», ошибочное. Настоящее название — 8P8C (8 позиций, 8 контактов).



Название «витая пара» указывает на то, что проводники (+ и –) скручены (свиты) между собой попарно для уменьшения помех и наводок.



В FastEthernet используются только две пары — оранжевая и зеленая.

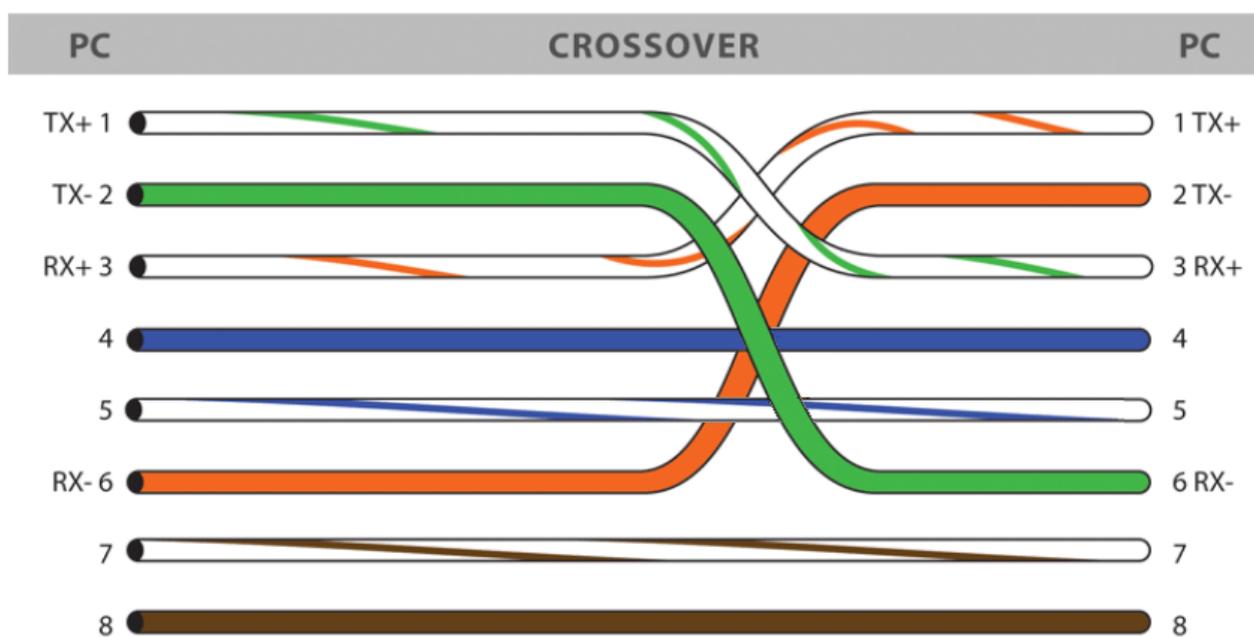
4 и 5 контакты (синяя пара) оставлены для совместимости с телефонными линиями. Вилку RJ-11 телефона (8P2C) с двумя контактами (использует одну пару) можно подключить в розетку 8P8C. Таким образом, если один кабель подключен и к Ethernet и к телефонной линии, соединение с компьютером даст использование 1, 2, 3 и 6 контактов, подключение телефона — 4 и 5. Для чего нужны неиспользуемые пары:

- телефон RJ-11;



- PoE (Power over Ethernet, IEEE 802.3af-2003 и IEEE 802.3at-2009; используется, в частности, для одновременного подключения к компьютерной сети и питания IP-камер по одному и тому же кабелю).
- иногда провайдеры могут по одному кабелю подключить двух абонентов (так называемые «штаны»): две пары используются для подключения одного абонента, две — для другого;
- в Gigabit Ethernet используются все четыре пары, причем в дуплексном режиме (каждая пара является приемо-передающей в один и тот же момент: получить входящий сигнал становится возможно благодаря разности отправленного и детектируемого в это же время сигнала).

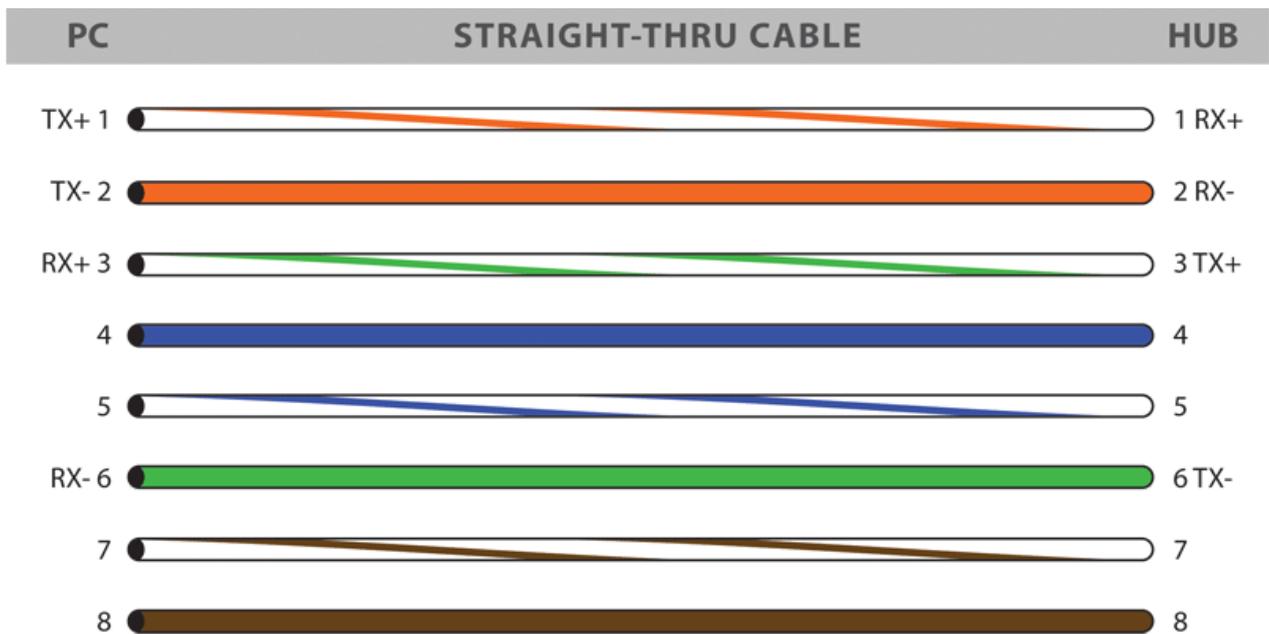
Если два компьютера подключаются друг к другу непосредственно витой парой, необходимо, чтобы прием одного коннектора приходился на передачу другого, и наоборот. Также кросс-кабель используется для соединения двух хабов (концентраторов) между собой. Еще раз отметим, что современные адаптеры могут сами определить в какие жилы кабеля следует отправлять сигнал (AUTO MDI-X), а из каких ожидать его получения, так что применение кроссовер-кабеля достаточно сильно ограничено устаревшим оборудованием, например концентраторами (более не производятся) либо очень старыми (15 лет и более) коммутаторами/маршрутизаторами.



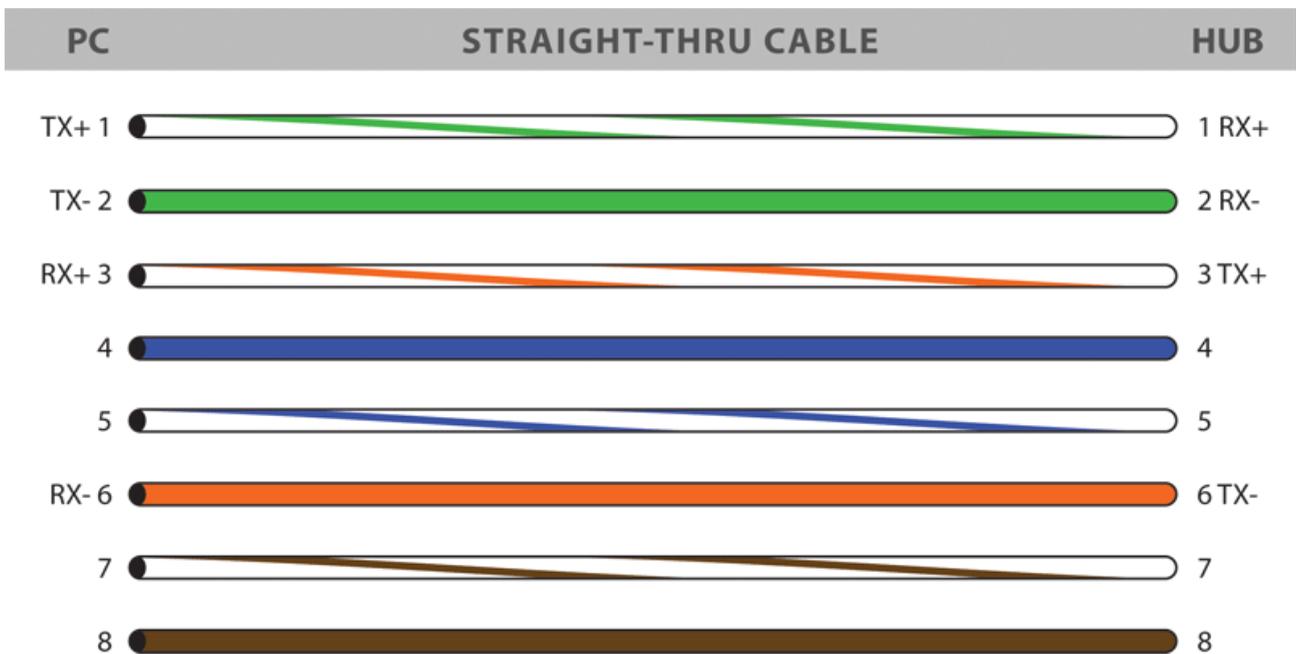
Кросс необходим затем, что при подключении аналогичного оборудования (например компьютера к компьютеру) провод, соединяющий Transmit (TX) одного компьютера попал на Recieve (RX) другого компьютера (это касается и + и – вывода), и наоборот, чтобы на Recieve (RX) одного компьютера пришелся провод (как +, так и –) с Transmit (TX) второго компьютера. Аналогично и в случае соединения двух концентраторов или коммутаторов (либо концентратора и коммутатора, так как внешне это аналогичные устройства).

Для подключения к концентратору или коммутатору используется прямой кабель, так как концентратор или коммутатор сам переворачивает сигналы, а его выводы инвертированы

относительно аналогичных выводов компьютера (там где у компьютера TX, у концентратора/коммутатора RX).



Прямой кабель EIA/TIA-568B



Прямой кабель EIA/TIA-568A

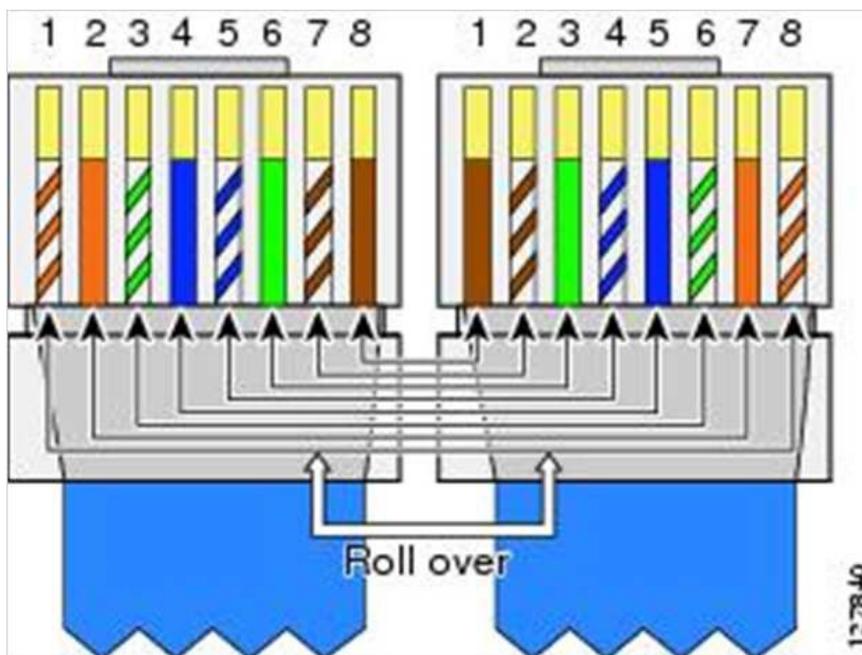
Если говорить про современные скорости Ethernet, а это 1 Gbps и выше, то применение кроссовер-кабеля там не имеет никакого смысла, потому как все 8 жил используются и для одновременного приема и передачи информации. Подуровень PMA (Physical Medium Attachment) в

состоянии определить любое сочетание жил и обеспечить прием/передачу сигнала вне зависимости от распиновки коннектора.

Также для работы с сетевым оборудованием используется консольный кабель, где позиции 1–8 полностью переворачиваются. Это RS-232 — кабель с разъемами 8P8C.



Консольный кабель Cisco



Распиновка консольного кабеля

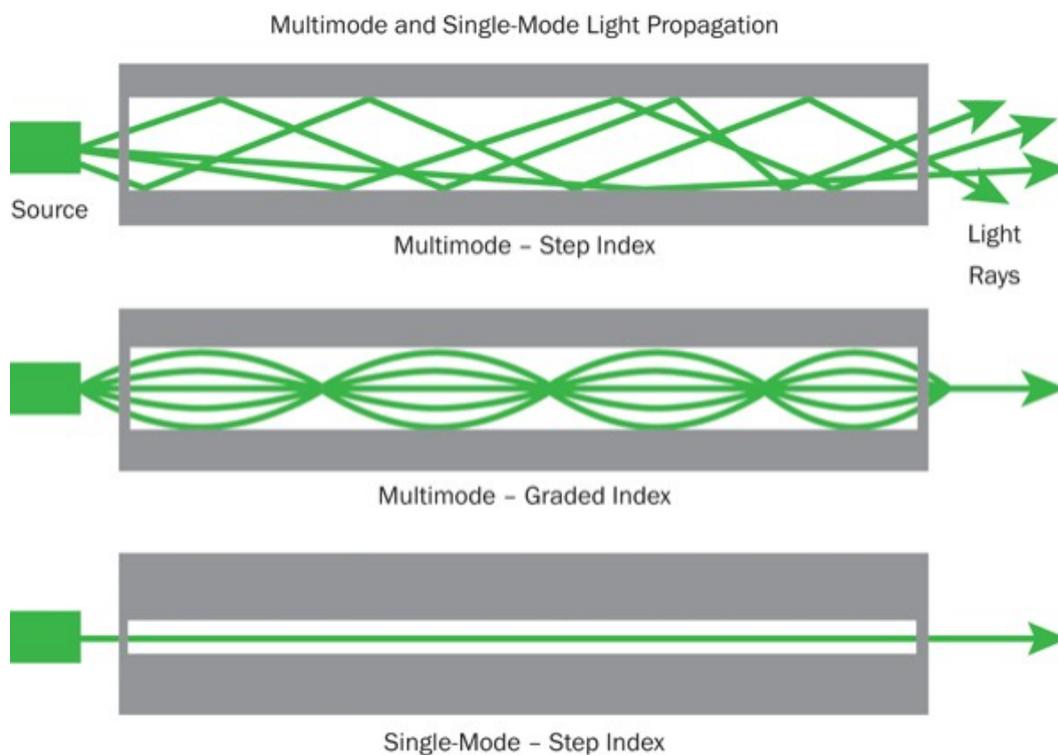
Оптический кабель

Волоконно-оптический кабель — это кабель на основе волоконных световодов, предназначенный для передачи оптических сигналов на большие расстояния, со скоростью, меньшей (примерно на 20%) скорости света, из-за непрямолинейности движения.

Кабель, как правило, имеет круглое сечение и состоит из двух частей — сердцевины и оболочки. Сердцевина изготавливается из чистого материала (стекла или пластика) и имеет диаметр 9 (для одномодового волокна), 50 или 62,5 мкм (для многомодового волокна). Оболочка имеет диаметр 125 мкм и состоит из материала с легирующими добавками, изменяющими показатель преломления, в результате чего луч света имеет возможность отражаться от оболочки.

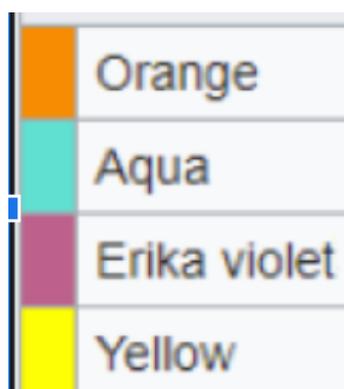
Оптические волокна могут быть одномодовыми и многомодовыми, выбор кабеля осуществляется в зависимости от расстояния между источниками сигнала. При этом, в зависимости от типа кабеля, источники сигнала будут разными:

- в одномодовом (Single Mode Fiber, SMF) кабеле используется достаточно тонкое волокно (~9 микрон). Источником света является лазер, а переносчиком сигнала — один луч света. Это дает минимальное рассеивание сигнала, а значит, и дальность его распространения. SM-кабели вкупе с «дальнобойными» трансиверами могут распространять сигнал на десятки километров. За это приходится платить достаточно высокой ценой источника сигнала (трансивера);
- в случае, если расстояние меньше, можно использовать многомодовый кабель (Multi Mode Fiber, MMF). В этом случае источником сигнала является светодиод (LED) либо вертикально-излучающий лазер (VCSEL). Переносчиком сигнала является несколько лучей света (мод) которые отражаются внутри кабеля. В этом случае сердцевина волокна толще (50/62,5 микрона), чем в одномодовом кабеле, а потери сигнала выше, что ограничивает применение многомодовых кабелей и соответствующих трансиверов дистанциями в сотни метров, но такие трансиверы дешевле..



Многомодовые оптические кабели, так же как и медные, делятся на несколько категорий, каждая из которых подходит для различных скоростей интерфейсов. Чем выше категория (цифра), тем шире полоса пропускания. Для пользователя они различаются цветом самого кабеля, который стандартизирован

Так, многомодовые (MMF) кабели OM1 и OM2, поддерживающие скорости до 10 Gbps, оранжевого цвета, кабели 25/50/100/400 Gbps — голубого или фиолетового, а одномодовый (SMF) кабель всегда ярко-желтый.



Видя, какого цвета кабель, легко узнать тип трансивера и максимальную пропускную способность:



Оптические кабели имеют огромное количество вариантов коннекторов, самые популярные из которых — SC, LC и MPO:

- Standard Connector (SC):



- Lucent Connector (LC):



- Multi-fiber Push On (MPO):



Оптические трансиверы, как уже говорилось, в целом можно разделить на 2 типа: «дальнобойные» (Long Range, LR) и «короткобойные» (Short Range, SR). Они могут иметь разные, но стандартизированные форм-факторы:

- SFP/SFP+ для скорости до 10 G;
- SFP28 такого же размера, как SFP+, но для скорости 25 G;
- QSFP/QSFP28 — 25/50/100 G.

SFP/SFP+ Short Range MMF:



QSFP28 Short Range MPO:



Не допускается использование многомодового (MMF) кабеля с «дальнобойными» (LR) трансиверами и наоборот.

Сетевая розетка

Сетевая розетка — разъем для быстроразрываемого подключения сетевого оборудования (IP-телефон, персональный компьютер и т. п.).

Сетевая розетка — пассивное сетевое оборудование, она служит для проведения информационных сигналов. Относится к физическому уровню модели OSI (устройство L1).

Аналогично сетевому патч-корду имеет 2 схемы обжима EIA/TIA-568A/B. Маркировка на самой розетке позволяет определить необходимую последовательность разделки витой пары. Существуют сетевые розетки на один или два порта. Многопортовые сетевые розетки называют патч-панелями и устанавливают в коммутационных узлах. Розетки с экранированием имеют специальные разъемы для крепления заземления. Если такую розетку не подключить к заземлению, экран в сетевом кабеле не будет выполнять свои функции и будет работать как антенна, собирая дополнительные внешние наводки.

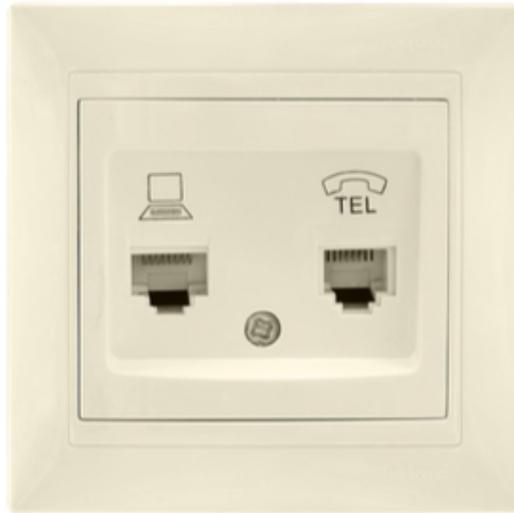
Розетки могут быть накладными (на кабель-канал или на стену) или для установки в коробки, одинарными или двойными. Двойные могут быть на два Ethernet-разъема, или на 1 Ethernet + 1 телефон.



Накладная на кабель-канал розетка (двойная)



Накладная розетка и крон-ключ (одинарная)



Розетки для установки в коробку (Ethernet + телефон)

Коробки могут быть как проштроблены в стене, но существуют и накладные на плинтус.



Подрозетник на плинтус. Может использоваться и для Ethernet-розеток в домашней сети

Сетевой адаптер

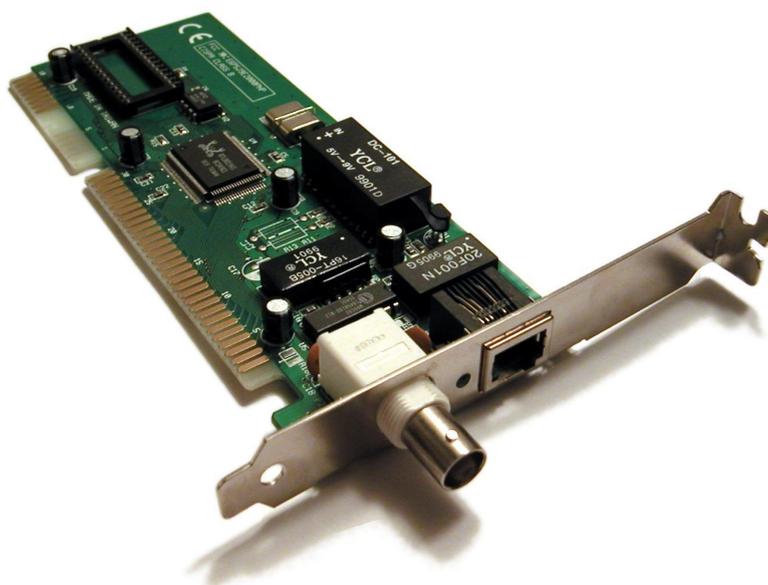
Сетевой адаптер, или сетевая карта — аппаратная плата, устанавливаемая внутрь компьютера или подключаемая через USB-интерфейс. Обеспечивает подключение компьютера к сети.

Сетевая карта — активное оборудование, служит для генерации и приема информационных сигналов в сети. Относится к физическому и каналному уровню модели OSI. Компьютер осуществляет взаимодействие с сетевой картой через драйвер, который управляет работой сетевого контроллера.

Карта обеспечивает подключение к одной из сетевых технологий или стеку. Приведенная на рисунке ниже карта обеспечивает работу Ethernet-технологии на скоростях 10/100/1000 Мбит/с. Аналогично беспроводные Wi-Fi-карты могут работать со стеком технологий, например 802.11 g/n/ac и т. п.



Сетевой адаптер Ethernet



Сетевой адаптер с 8p8c-разъемом и разъемом для коаксиального кабеля

Патч-панель

Патч-панель — аналог сетевой розетки. Устанавливается внутрь коммутационной стойки или шкафа. Служит для расшивки сетевых кабелей, подключенных к сетевым розеткам на рабочих местах. Обеспечивает системному администратору быстрый доступ к сетевым портам. Позволяет

оптимизировать инфраструктуру, быстро находить неисправности и проводить диагностику структурированной кабельной системы.

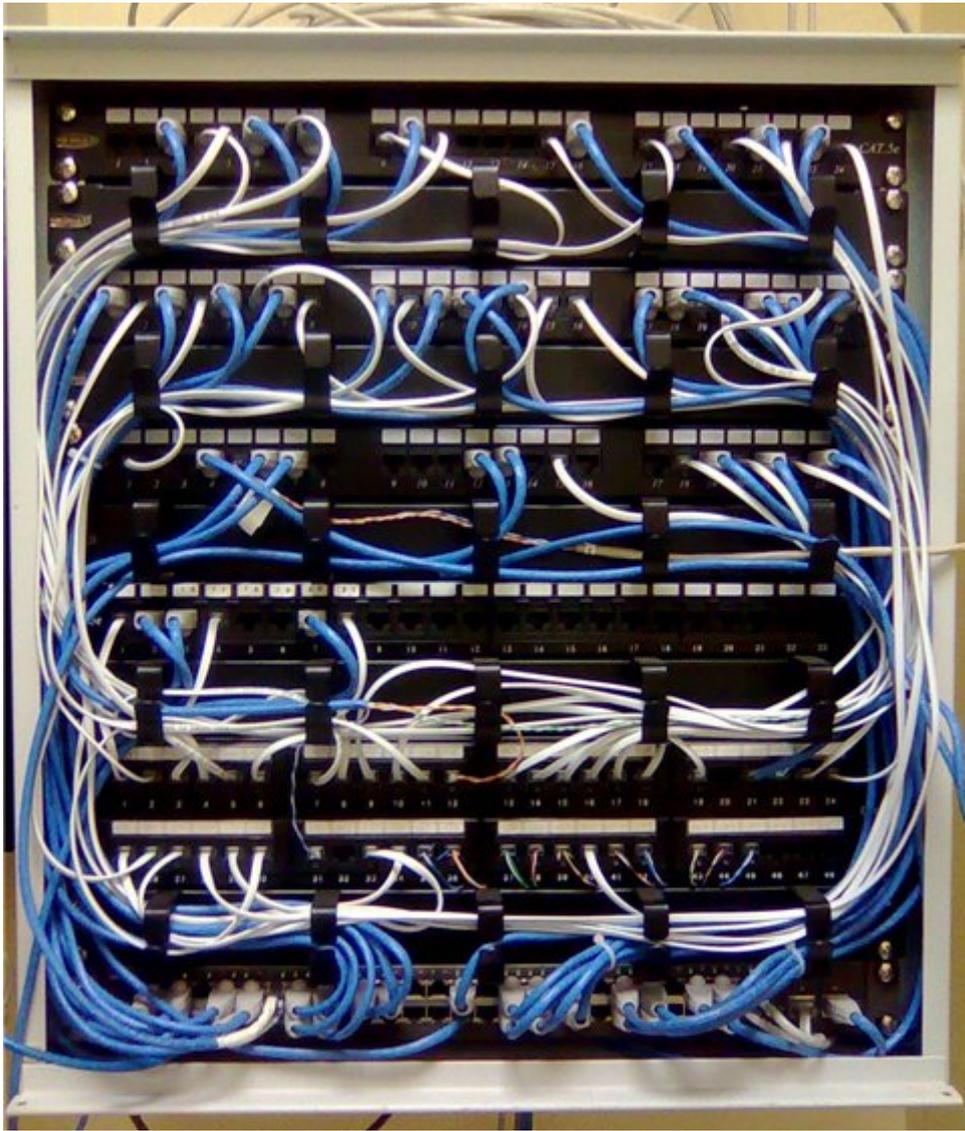


Патч-панель является пассивным сетевым оборудованием и служит для проведения информационных сигналов. Относится к физическому уровню модели OSI (L1-устройство).

Патч-панель



Патч-панель в комплекте поставки



Повторитель (репитер)



Повторитель (repeater) — аппаратное устройство, дублирующее входной сигнал. Повторитель является активным сетевым оборудованием и служит для увеличения расстояния передачи информационных сигналов путем их повтора. Относится к физическому уровню модели OSI (L1-устройство).

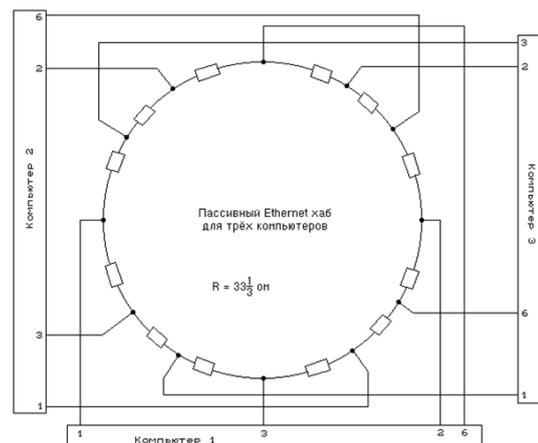
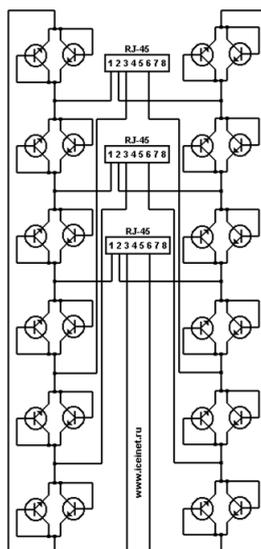
Повторители широко используются в оптических линиях связи для увеличения их длины, а также в беспроводных сетях, где выполняется прием исходного сигнала, его обработка, а затем повторная передача с исходным уровнем. Необходимость повторителя связана с особенностями распространения волн. Информационный сигнал, передаваемый волной, постепенно затухает, а репитер восстанавливает исходную форму сигнала и повторяет его. Беспроводные точки доступа, настроенные на усиление сигнала определенной сети, также могут называться повторителями.

Повторитель обычно имеет 2 одинаковых интерфейса/порта.

Концентратор (hub)



Сетевой концентратор, или хаб (hub/центр) — активное сетевое оборудование, служит для увеличения расстояния передачи информационных сигналов путем их повторной передачи, а также физического объединения устройств по топологии «звезда» или «дерево». Относится к физическому уровню модели OSI. Этот тип оборудования устарел и больше не производится.



На рисунке выше изображены концентратор и два варианта его электрической схемы. Возможна реализация полностью пассивного устройства, не требующего питания (концентраторы на 3 порта)

Концентратор — простое устройство, которое тиражирует пришедший сигнал во все остальные порты. В нем нет программируемой логики, концентратор не анализирует заголовки канального уровня.

Концентратор не в состоянии определить, какому узлу предназначено конкретное сообщение. Он просто принимает электронные сигналы одного порта и воспроизводит (или ретранслирует) то же сообщение для всех остальных портов.

Концентраторы и повторители имеют похожие характеристики, поэтому концентраторы часто называют многопортовыми повторителями (multiport repeater). Разница между повторителем и концентратором состоит лишь в количестве кабелей, подсоединенных к устройству: повторитель имеет только два порта, а концентратор — от 4 до 20 и более портов.

Наиболее часто встречающиеся устройства этого типа работают с технологией USB. В Ethernet-сетях же концентраторы (устройства 1 уровня) полностью вытеснены коммутаторами (устройствами 2 уровня) в силу ряда причин, мешающих эффективной работе сети. Так как концентратор тиражирует сигнал во все порты, такое устройство может быть использовано злоумышленником для перехвата трафика и пассивного прослушивания проходящей через канал информации. Также концентраторы в старых сетях, своевременно не замененные на коммутаторы, могут быть источником проблем и плохой работы сети (отслеживаются по информации о числе коллизий в выводе команды **ifconfig**).

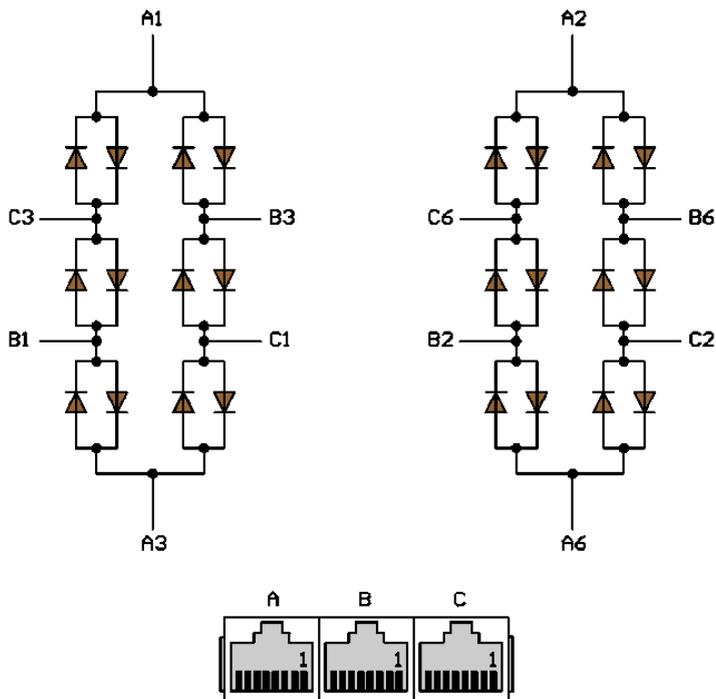
Однако концентраторы кое-где применяются в промышленных (на некоторых станках) и ведомственных сетях.

Концентраторы (хабы) реализовали топологию «звезда», но работали на физическом уровне (т. е. с точки зрения работы на канальном уровне хаб не отличается от шины). Задача обнаружения коллизий и определения того, предназначен данный кадр получателю или нет, возлагалась непосредственно на сетевые интерфейсы.

Простейший хаб можно спаять самостоятельно. Хаб работает на физическом уровне. Это электронное устройство без программируемой логики.

Несмотря на то, что хабы сейчас стараются не применять, они остались как наследие в некоторых сетях либо применяются в специализированных сетях или не в Ethernet. Но надо понимать, что хаб может использоваться злоумышленником. Рассмотрим, как. В обычном состоянии на Ethernet-интерфейсе используется фильтрация пакетов канального уровня, и если MAC-адрес (играющий роль позывного в Ethernet) в заголовке назначения принятого кадра не совпадает с MAC-адресом текущего сетевого интерфейса и не является широковещательным, пакет отбрасывается.

Сетевая карта может работать в promiscuous-режиме (неразборчивом режиме). В этом случае будут приниматься все кадры. Это могут использовать злоумышленники либо сетевые инженеры для поиска проблем в сети. Wireshark или tcpdump на компьютере, подключенном к хабу или к шине, с promiscuous-режимом на сетевой карте будет получать все фреймы, проходящие через данную сеть.



Простой самодельный концентратор на диодах. Электрическая схема и фото готового устройства. Устройство на три порта, пассивное, не требует даже питания. Работает в полудуплексном режиме, 10 Мбит/с.

Источник: <http://www.zen22142.zen.co.uk/Circuits/Interface/pethhub.htm>

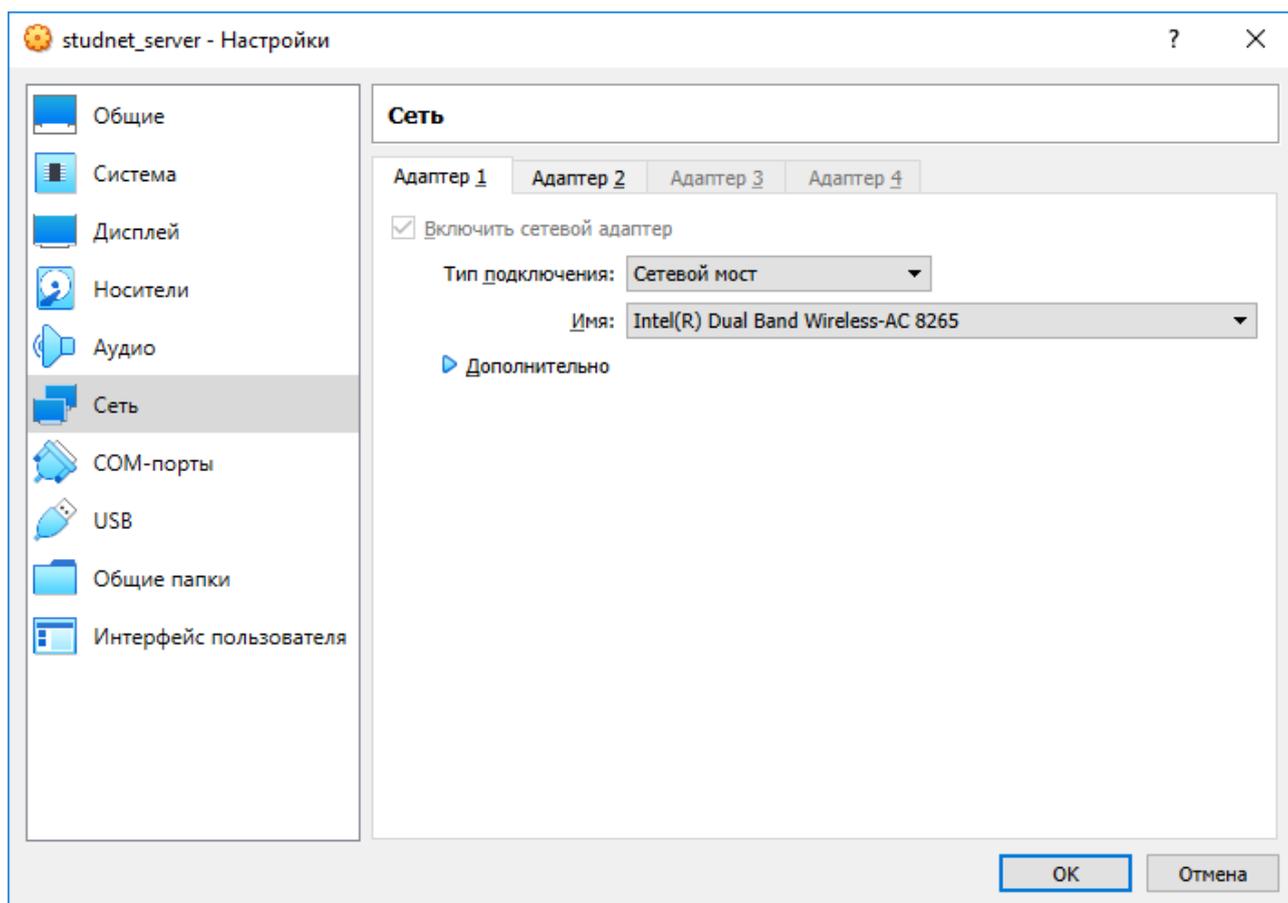
Сетевые концентраторы Ethernet работают в полудуплексном режиме, обеспечивая коммутацию по топологии «шина» (хотя физически реализуют топологию «звезда»). Таким образом, сетевой концентратор объединяет устройства в домен коллизии.

Коллизия — наложение двух и более кадров (сигналов) от компьютеров/абонентов, передающих одновременно, из-за задержки распространения сигнала по сети или в связи с неисправностью аппаратуры. Сетевая технология предусматривает защиту от возникновения коллизий путем использования произвольных интервалов на передачу. Кроме того, устройство не может осуществлять передачу, пока сеть занята. Таким образом, через концентратор одновременно возможна передача только от одного абонента в каждый конкретный момент.

Сетевой мост (bridge)



Сейчас сетевые мосты существуют в виртуальном виде для соединения виртуального сетевого адаптера виртуальных машин в VirtualBox и VMWare с физическим сегментом сети.



При выборе типа подключения «Сетевой мост» виртуальная машина будет видна в той же сети, что и физическая машина, как отдельный хост. Это достигается благодаря тому, что виртуальный сетевой

мост объединяет физическую сеть, к которой подключен хост-хозяин, и виртуальную сеть, связывающую с хостом-хозяином гостевую виртуальную машину.

Коммутатор (switch)

Сетевой коммутатор — это устройство, используемое для коммутации сетевых узлов компьютерной сети в пределах одного или нескольких сетевых сегментов. Коммутатор является активным сетевым оборудованием и широко используется в современных сетях. Коммутатор работает на физическом и канальном уровне модели OSI (L2-устройство). Отдельные модели коммутаторов могут работать на сетевом уровне (L3).

Коммутатор анализирует заголовки канального уровня, сопоставляет MAC-адреса устройств и номера портов, через которые те соединены. Кроме того, коммутатор имеет буфер, в котором накапливаются кадры, если они поступают в коммутатор одновременно, для поочередной обработки. Такая технология получила название Storing Forward.

Коммутаторы могут быть неуправляемыми, настраиваемыми и управляемыми. Управляемые коммутаторы имеют дополнительный консольный порт, подключение к которому осуществляется через COM-интерфейс (RS-232). Также управляемые коммутаторы могут иметь IP-адрес для удаленного доступа (то есть для управления работать на L3-уровне).

Существуют коммутаторы 2+ и 3 уровня, которые могут работать и как коммутаторы, и как маршрутизаторы.



Коммутаторы

Простые неуправляемые коммутаторы являются несложными логическими устройствами. Управляемые коммутаторы представляют собой целую ЭВМ с процессором, ОС, памятью и сложной логикой работы.

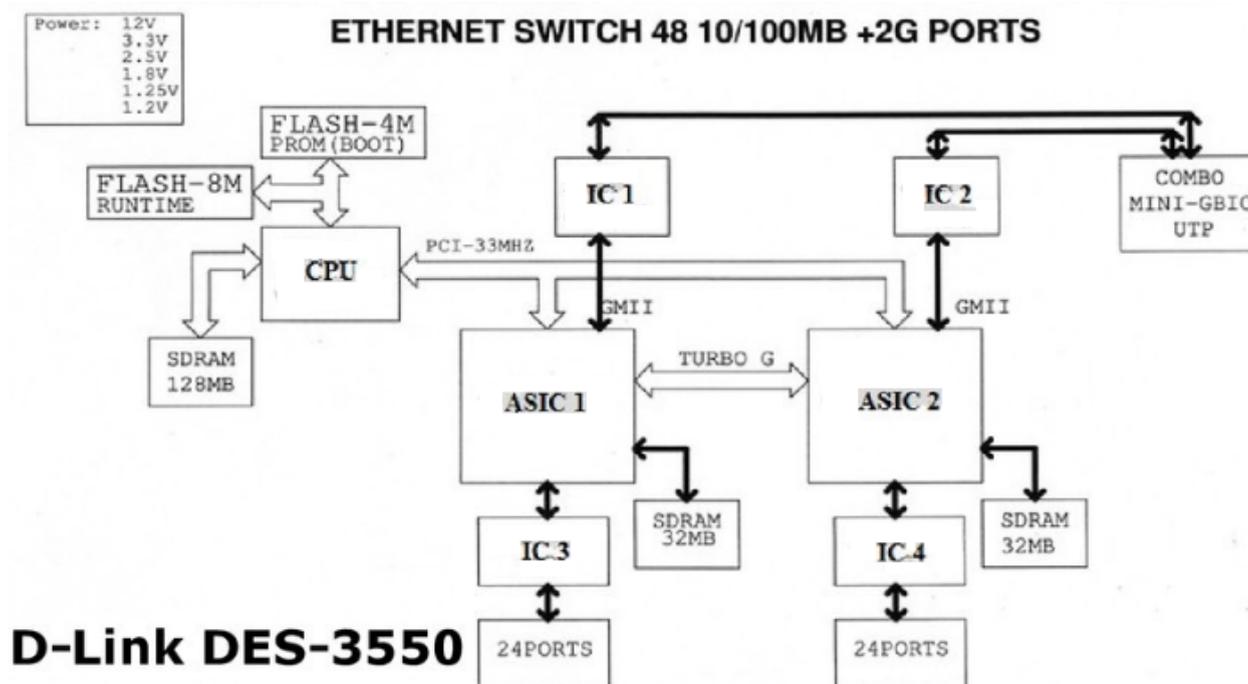
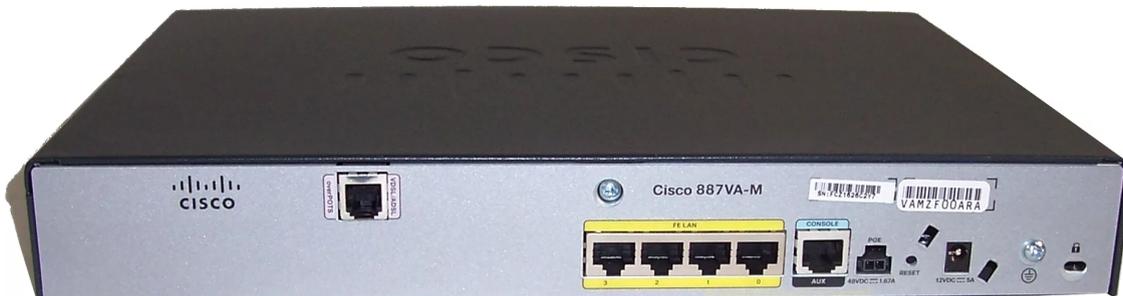


Схема коммутатора D-Link DES-3550

Маршрутизатор

Маршрутизатор (также роутер — router) — специализированное устройство (может быть компьютером), имеющее два или больше сетевых интерфейсов (могут быть логическими) и маршрутизирующее пакеты с данными между сетевыми сегментами. В отличие от коммутатора, маршрутизатор принимает решение в какой порт отправлять данные, основываясь на данных из IP-заголовка (L3 OSI), а не на MAC-адресе (L2-OSI). Маршрутизатор позволяет объединять сети с различной архитектурой, выполняя функции шлюза. Для определения пути передачи пакета маршрутизатор использует таблицу маршрутизации, которая показывает, за каким интерфейсом находится сеть назначения. Чтобы заполнить эту таблицу, роутер использует различные протоколы маршрутизации которые могут учитывать информацию о топологии, состоянии каналов и другие правила, заданные сетевым администратором. Процесс маршрутизации мы рассмотрим отдельно в следующих темах.

Маршрутизаторы принимают кадры, но обрабатывают их уже на сетевом уровне и работают с пакетом, помещенным в кадр, в отличие от коммутаторов или хабов, которые оперируют кадрами и работают на втором и первом уровне модели OSI.



Технически маршрутизатор является специализированным компьютером, с операционной системой, каждый его сетевой интерфейс имеет свой MAC- и IP-адрес. В роли маршрутизатора может работать обычный компьютер с 2 и более сетевыми картами и ОС GNU/Linux или FreeBSD на борту.

Коммутационный короб (шкаф)

Коммутационный короб (шкаф) не является сетевым устройством, но очень удобен для размещения сетевого оборудования.



Большинство патч-панелей, коммутаторов и маршрутизаторов имеют крепления для установки в коммутационные шкафы.



Точка доступа

Беспроводная точка доступа, или access point — беспроводное устройство, по принципу работы аналогичное концентратору. Беспроводная точка не использует кабельные соединения для подключения абонентов, но может быть подключена к основной сетевой инфраструктуре посредством кабеля. Часто это соединение используется для питания устройства по технологии PoE.



Точка доступа — активное сетевое оборудование, служит для подключения устройств по топологии «общая шина». Относится к физическому и канальному уровню модели OSI. Точкой доступа может выступать сетевой адаптер, поддерживающий работу в инфраструктурном режиме. Точка доступа управляет работой клиентов на канальном уровне.

Режимы работы:

- точка доступа (точка доступа объединяет клиентов и управляет их работой);
- репитер/повторитель (принимает сигнал от основной точки доступа и усиливает его);
- шлюз (подключает проводного абонента к беспроводной сети в режиме клиента. Может быть использован для устройств, которые необходимо подключить к беспроводной сети, но на которых отсутствует беспроводная сетевая карта, например телевизор или проектор);
- радиомост (осуществляет беспроводное соединение между двумя точками доступа, за счет использования направленных антенн может передавать сигнал на значительное расстояние).

Wi-Fi-маршрутизатор

Домашнее устройство, называемое ошибочно роутером, является комбайном из точки доступа, коммутатора и маршрутизатора.



Включает в себя или может включать следующее:

- точка доступа;
- роутер;
- коммутатор;
- сервер Linux;
- межсетевой экран;
- торрент-клиент;
- файловый сервер;
- принт-сервер.

Сервер



Под сервером может пониматься как устройство, так и программное обеспечение. Сервер как устройство — это специализированный компьютер, размещаемый в серверной стойке. Сервер может быть виртуальным, тогда на одной физической машине может размещаться несколько виртуальных, каждая со своим IP-адресом, операционной системой, ресурсами оперативной и дисковой памяти. В качестве примеров серверов-приложений можно назвать почтовый сервер Postfix или веб-сервер nginx. Сервер как машина адресуется по IP, а как приложение — по номеру TCP- или UDP-порта. Сервером может быть и обычный компьютер. Некоторые задачи серверов могут выполнять маршрутизаторы.

Сервер как устройство работает на всех уровнях модели OSI (L7-устройство).

Клиент

Так же, как и сервер, клиент может быть оборудованием (в таком случае в роли клиента выступает компьютер, планшет или смартфон) либо программным обеспечением (так, браузер является веб-клиентом). При этом ПО-клиент устанавливается, как правило, на машине-клиенте (хотя и на серверной машине может быть установлено клиентское ПО, и на обычном компьютере — серверное, например, для веб-разработки).



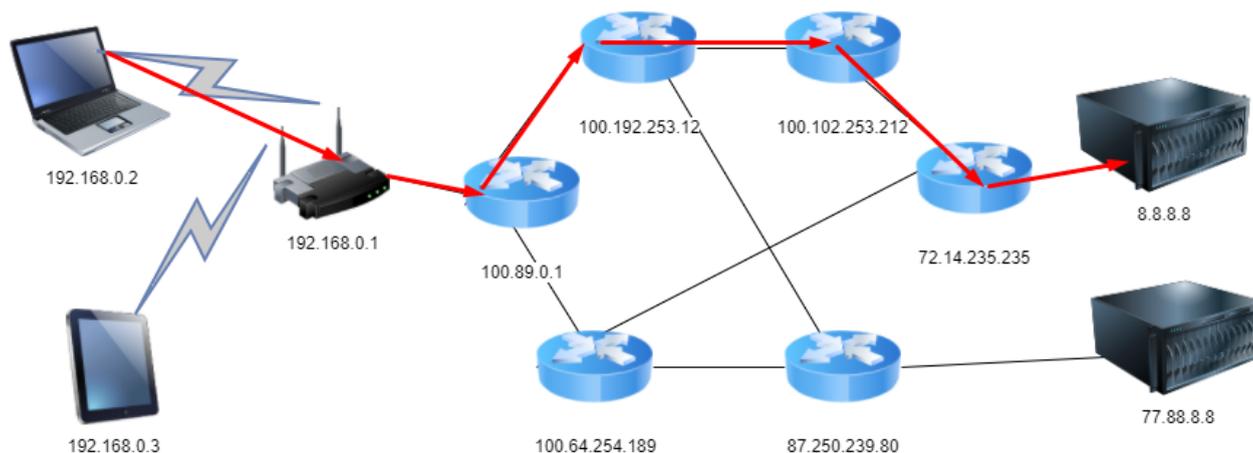
Хост

Хостом является любое устройство, имеющее IP-адрес (и иногда имя хоста или доменное имя). Это может быть компьютер, сервер, маршрутизатор. Трассировка маршрута показывает хосты, включая роутеры, через которые проходят пакеты, заканчивая сервером, маршрутизатором или даже клиентской машиной, которую мы пингуем.

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\Users\Сергей>tracert 8.8.8.8
Трассировка маршрута к google-public-dns-a.google.com [8.8.8.8]
с максимальным числом прыжков 30:
 1      1 ms      1 ms      <1 ms    192.168.1.1
 2      21 ms     21 ms     29 ms    100.89.0.1
 3      21 ms     21 ms     21 ms    100.102.253.212
 4      43 ms     40 ms     40 ms    100.64.0.6
 5      40 ms     39 ms     40 ms    100.64.0.5
 6      40 ms     39 ms     40 ms    100.64.4.2
 7      41 ms     *         40 ms    87.226.183.89
 8      40 ms     40 ms     40 ms    72.14.222.172
 9      41 ms     40 ms     41 ms    72.14.235.235
10     43 ms     41 ms     41 ms    google-public-dns-a.google.com [8.8.8.8]
Трассировка завершена.
C:\Users\Сергей>_
```

Мы видим, что между компьютером, с которого выполнялась трассировка маршрута, и узлом, связь до которого мы проверяем, находится целых 9 маршрутизаторов (на самом деле точное число назвать

невозможно — позже мы поймем, почему), и первый из них — тот шлюз, который указан в настройках tcp/ip-соединения.



Пример движения пакетов от хоста 192.168.0.2 до 8.8.8.8 (очень упрощенная схема)

Терминал

Терминал/terminal — это оконечное устройство сети. Терминалом может быть компьютер, телевизор, радиостанция (устройство для приема и/или передачи радиоволн), стационарный, мобильный или IP-телефон, факсовый аппарат.

Компьютерный терминал/computer terminal — устройство ввода/вывода, рабочее место на многопользовательских ЭВМ, монитор с клавиатурой.

Примеры терминальных устройств: телетайп, терминал, консоль (устройство), терминальный сервер, тонкий клиент. Примеры терминальных программ: консоль (текстовый интерфейс), эмулятор терминала, xterm, telnet, ssh, putty. В роли терминала может выступать и полноценный компьютер (как правило, с меньшими вычислительными возможностями), играющий роль оконечного устройства для другой, более мощной ЭВМ (тонкий и толстый клиент соответственно).

```
user@lvm-virtual-machine: ~  
Using username "user".  
user@192.168.116.140's password:  
Welcome to Ubuntu 16.04.2 LTS (GNU/Linux 4.8.0-58-generic x86_64)  
  
* Documentation:  https://help.ubuntu.com  
* Management:    https://landscape.canonical.com  
* Support:       https://ubuntu.com/advantage  
  
122 packages can be updated.  
0 updates are security updates.  
  
Last login: Sat Jul  8 15:21:22 2017 from 192.168.116.1  
user@lvm-virtual-machine:~$
```

Putty — программный терминал



Телетайп из 80-х, использовался для работы на PDP 11-05

Cisco Packet Tracer

Для полноценного изучения компьютерных сетей необходимо иметь компьютерный класс со всем необходимым оборудованием: патч-кордами, компьютерами, коммутаторами и маршрутизаторами. Это дорогое оборудование, которое не каждый может себе позволить.

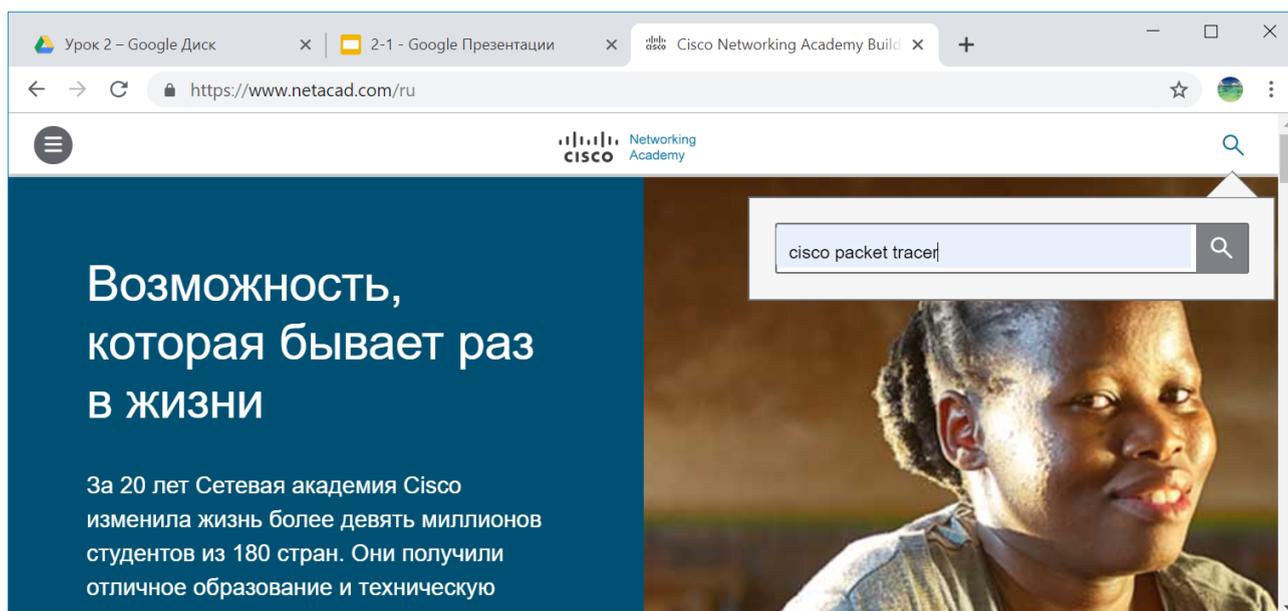
Но программы-симуляторы, такие как Cisco Packet Tracer или GNS3 позволяют насладиться работой с сетью почти как в реале, но без доступа к физическому оборудованию.

Мы будем работать с Cisco Packet Tracer.

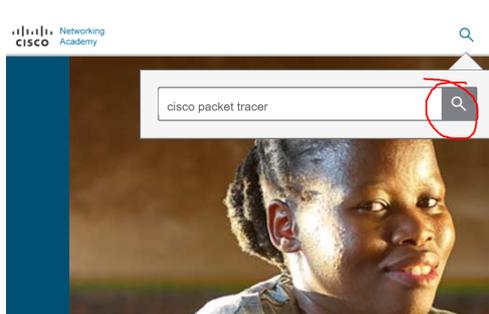
Установка Cisco Packet Tracer

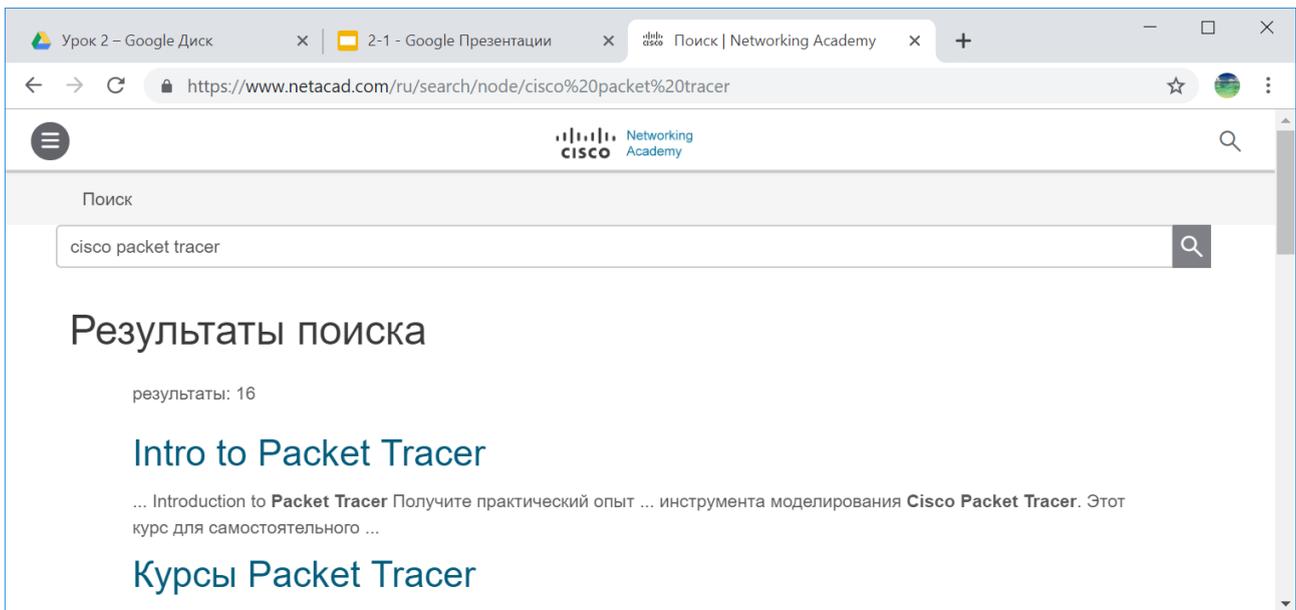
Чтобы установить Cisco Packet Tracer, необходимо зайти на сайт Cisco Networking Academy <https://www.netacad.com/ru>

В поиске набрать Cisco Packet Tracer:



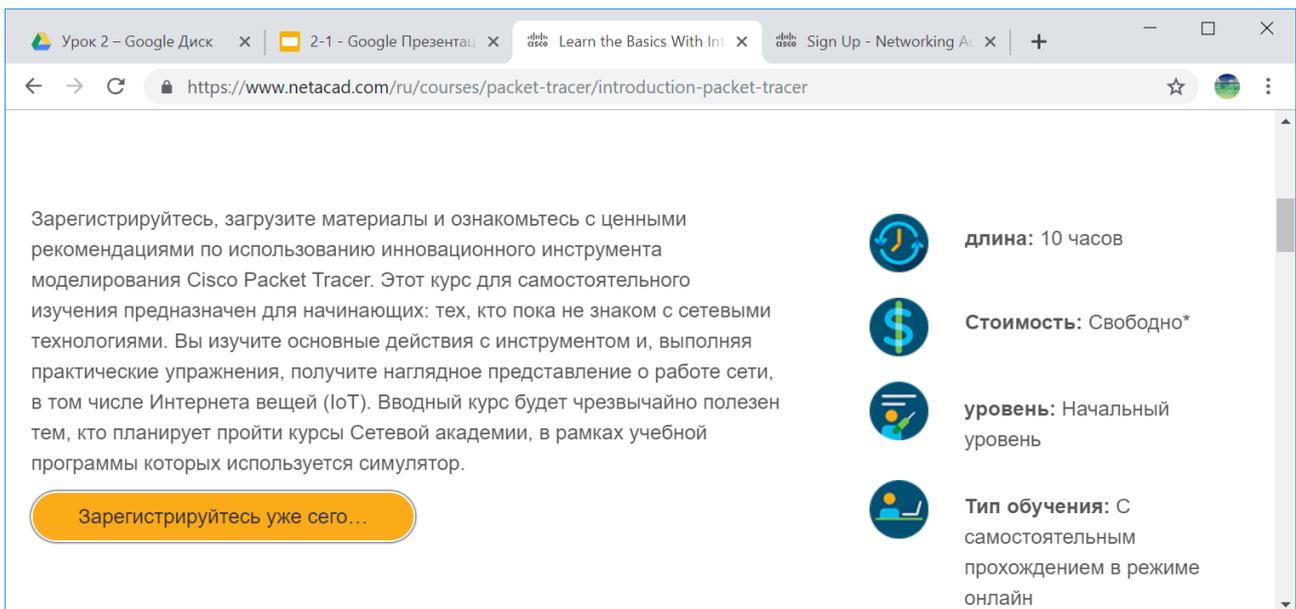
Нажать **Найти**:



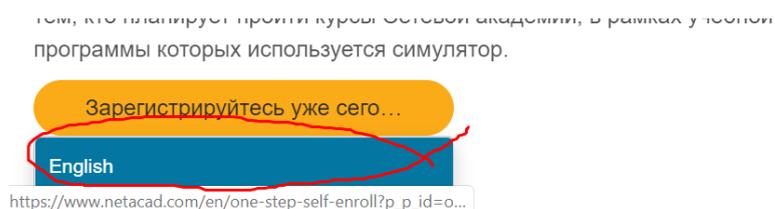


Выбрать **Intro to Packet Tracer**.

Пролистать до огромной оранжевой кнопки:

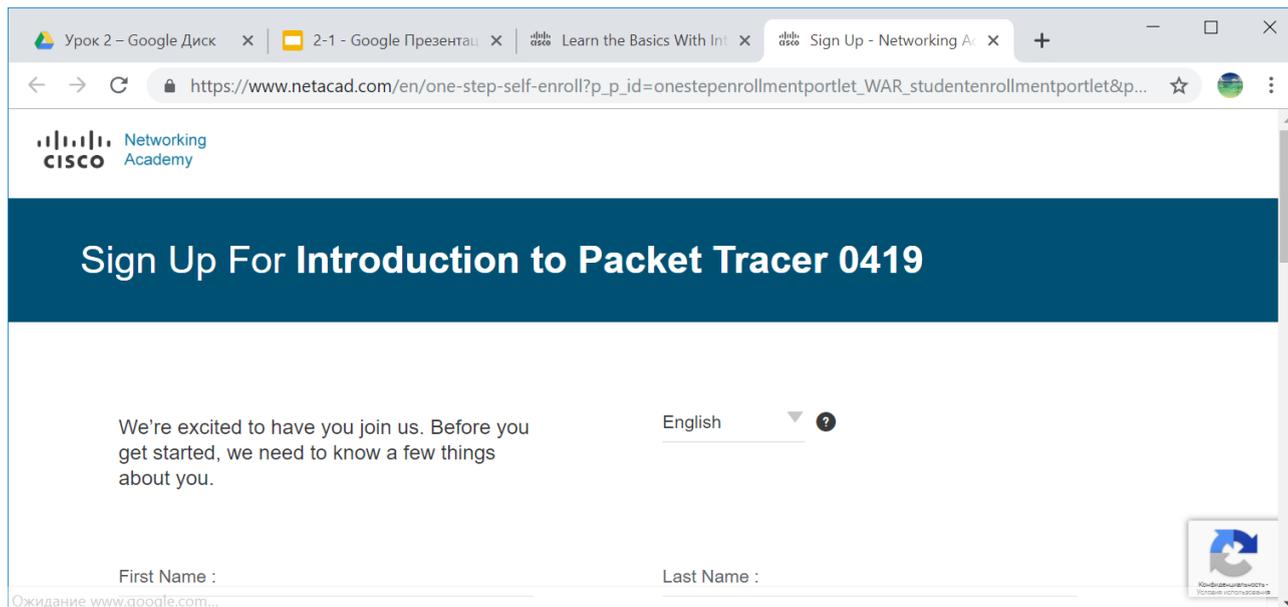


Кнопка не работает на нажатие. Нужно навести курсор, чтобы появилась еще одна всплывающая кнопка: English.



Вот на нее-то и жмем.

Заполняем анкету:



После ее заполнения вам придет подтверждение на почту. Нужно перейти по ссылке.

Обязательно запомните пароль.

Далее вы получите ссылки для скачивания версий для Linux и для Windows.

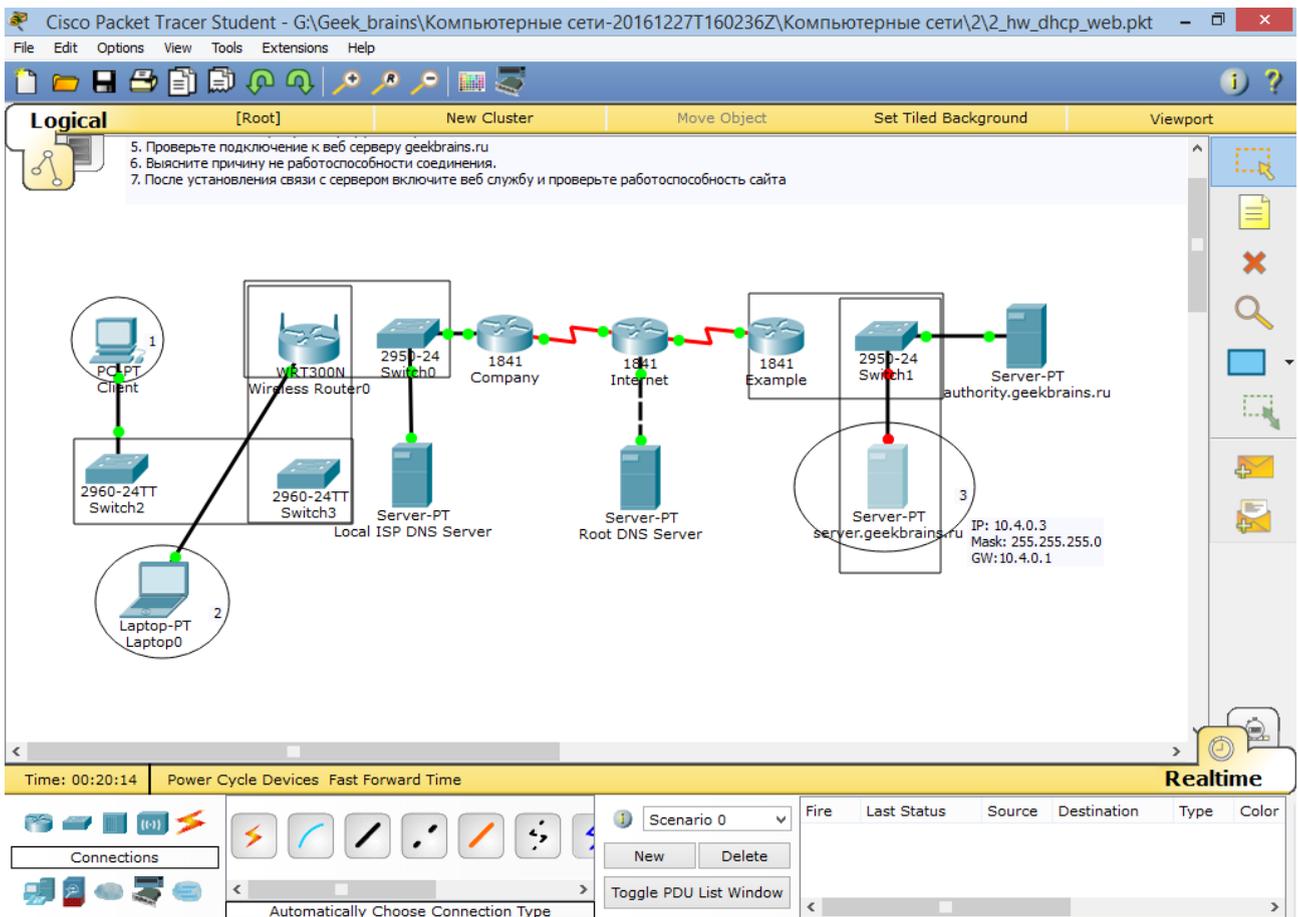
Версии 7.1.1 для Mac OS X нет (но есть обертка, использующая Wineskin), однако начиная с 7.2.1 Cisco Packet Tracer существует и для MacOS (и также доступна для скачивания).

При первом старте Cisco Packet Tracer попросит залогиниться — тут и пригодятся логин и пароль, которые вы вводили при регистрации.

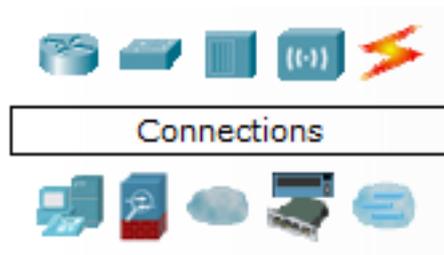
Далее на скриншотах интерфейс представлен для версии 7.1.1, интерфейс 7.2.1 отличается незначительно .

Работа в Cisco Packet Tracer

Программа позволяет симулировать простые сети. Основное окно программы показано на рисунке ниже.



В основном окне производится моделирование сети. Для добавления элементов можно воспользоваться блоком с типами устройств.



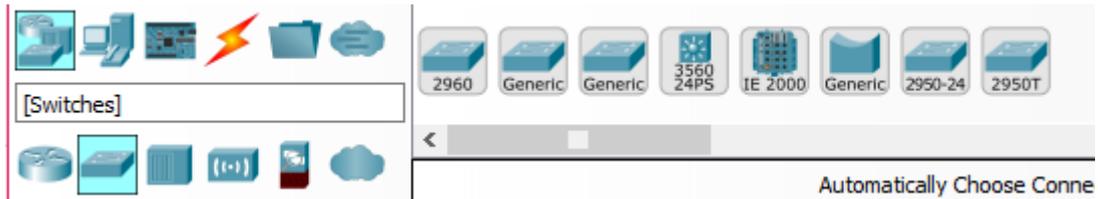
Справа от данной области расположены сами объекты сети.

Доступные типы объектов:

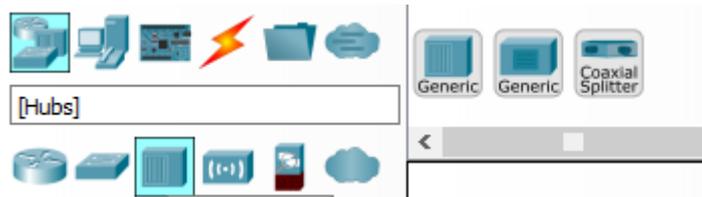
- Routers — маршрутизаторы. Доступны маршрутизаторы Cisco различных серий, а также обобщенный (Generic) маршрутизатор, выполняющий общие для всех маршрутизаторов функции;



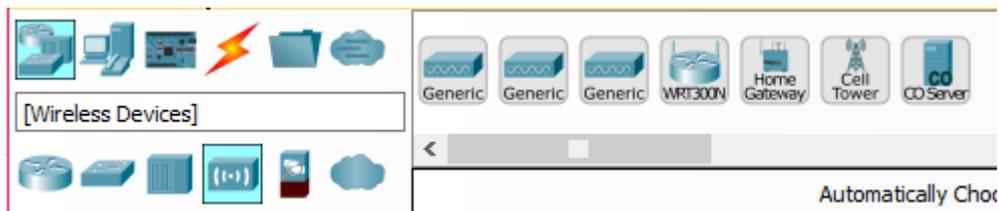
- Switches — коммутаторы, доступны управляемые коммутаторы второго уровня разных серий;



- Hubs — концентраторы;



- Wireless Devices — беспроводные устройства. Generic — обобщенная точка доступа, Linksys — беспроводной маршрутизатор с интегрированными службами Linksys;



- Connection — различные виды соединений между устройствами:



	Auto — автоматическое определение типа соединения (автоматически определяется наилучший способ соединения устройств), но не всегда выбирает правильный порт и тип кабеля
	Console — соединение при помощи консольного кабеля (COM порт на ПК и вход Console на устройствах Cisco)
	Copper Straight-Through — соединение при помощи кабеля типа «витая пара — прямое»
	Copper Cross-Over — соединение при помощи кабеля типа «витая пара — перекрестное»

	Fiber — соединение при помощи волоконно-оптической линии связи (ВОЛС)
	Phone — соединение при помощи телефонной линии
	Coaxial — соединение при помощи коаксиального кабеля
	Serial DCE и Serial DTE — последовательные (RS-232) каналы связи

End Devices — конечные устройства.



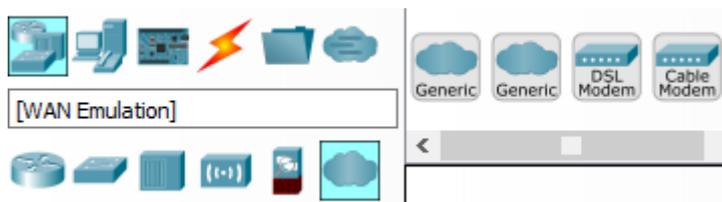
	PC-PT — персональный компьютер
	Laptop-PT — мобильный компьютер (ноутбук)
	Sniffer — устройство для перехвата трафика
	Server-PT — серверная станция

Security — брандмауэры, защищающие сети от проникновения.

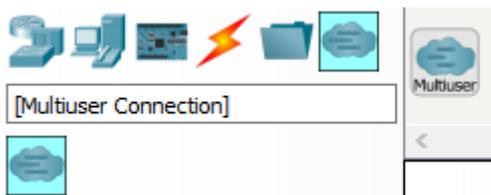


Wan Emulation — эмуляция глобальной сети, эмуляция сети в общем (Cloud) или модемной связи (DSL Modem, Cable Modem).

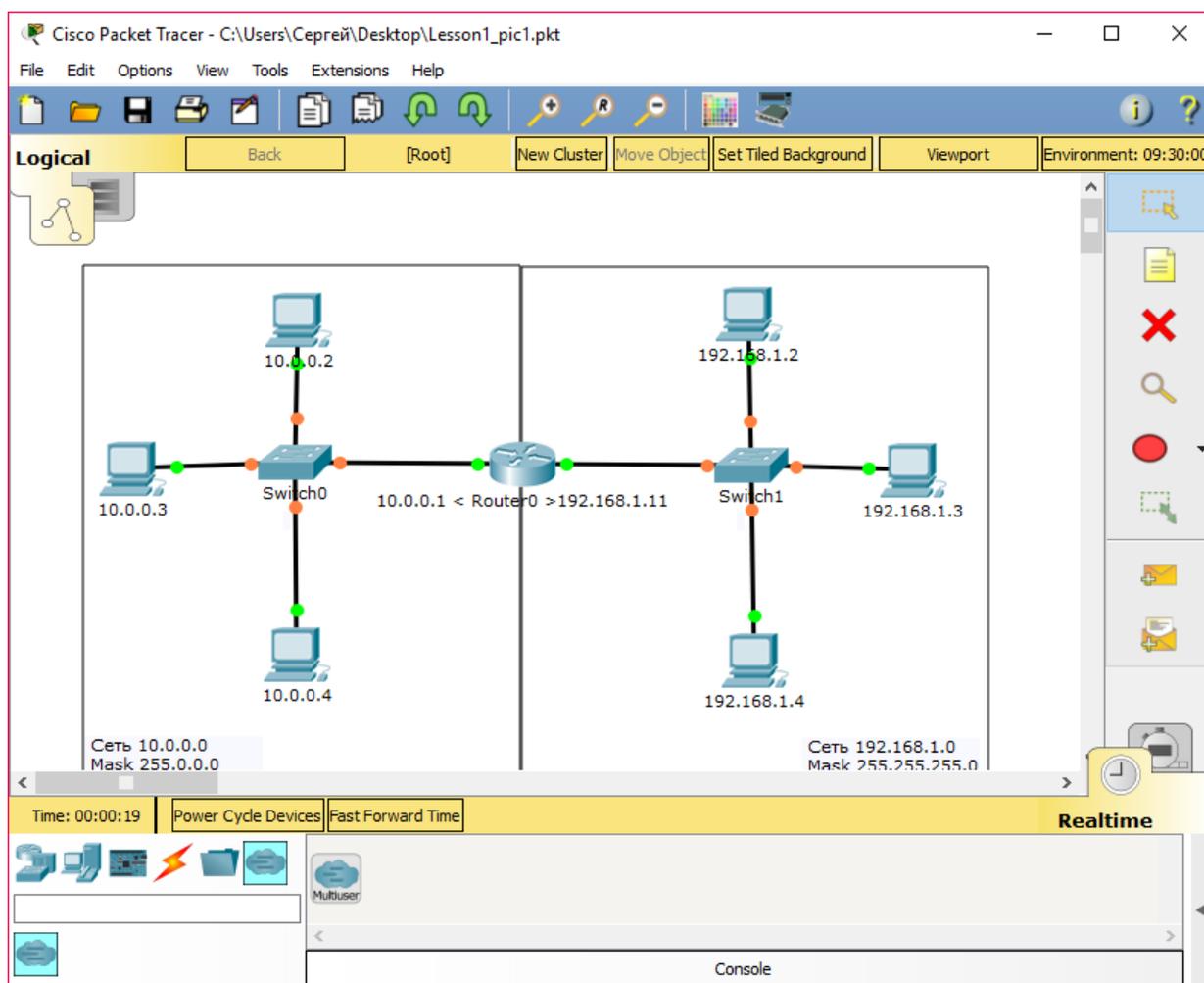
Custom Made Devices — позволяет производить конфигурацию устройств на физическом уровне (добавлять новые сетевые платы, платы расширения и пр.).



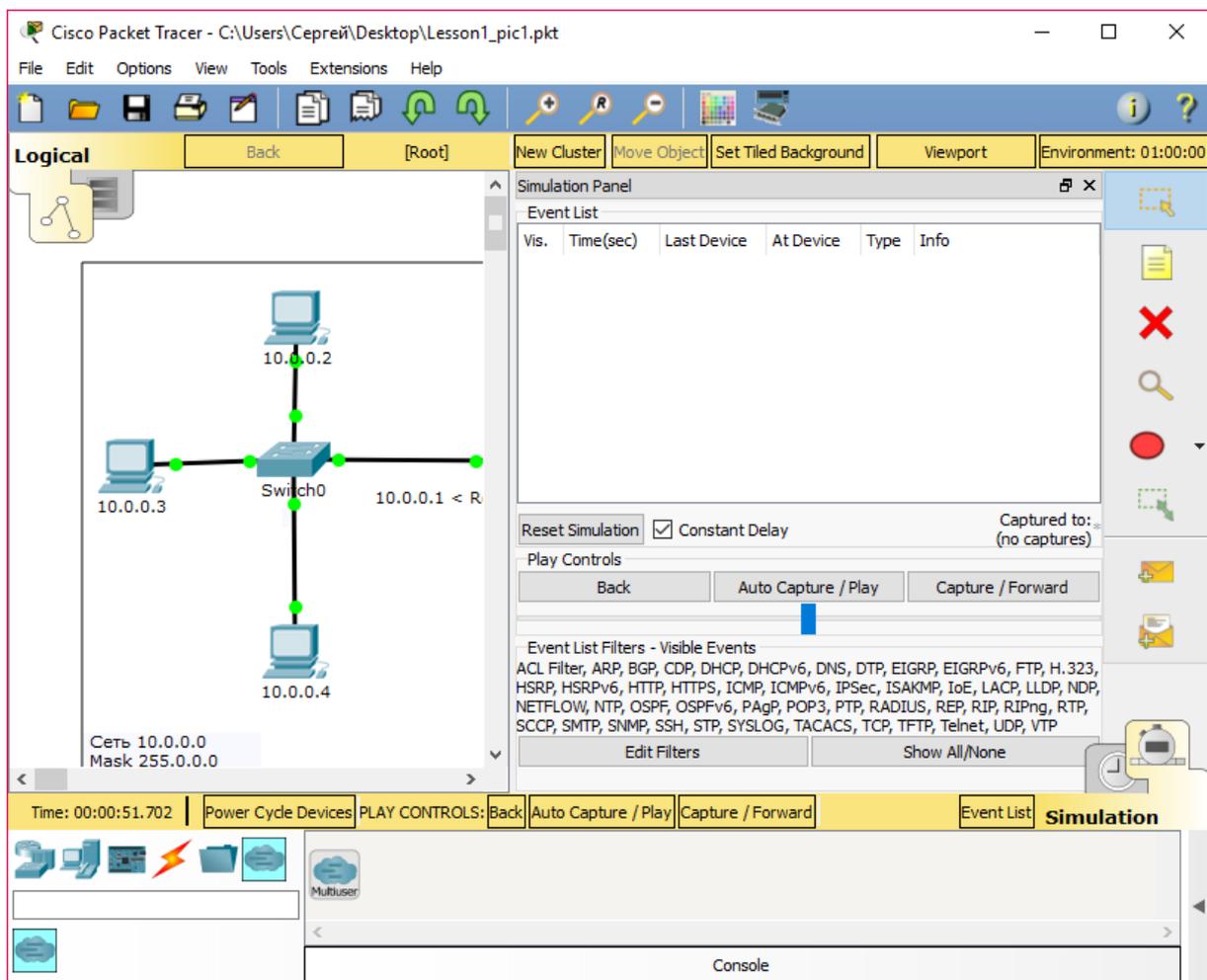
Multuser Connection — эмуляция соединений через реальную сеть.



В Cisco Packet Tracer имеется режим симуляции и режим реального времени.

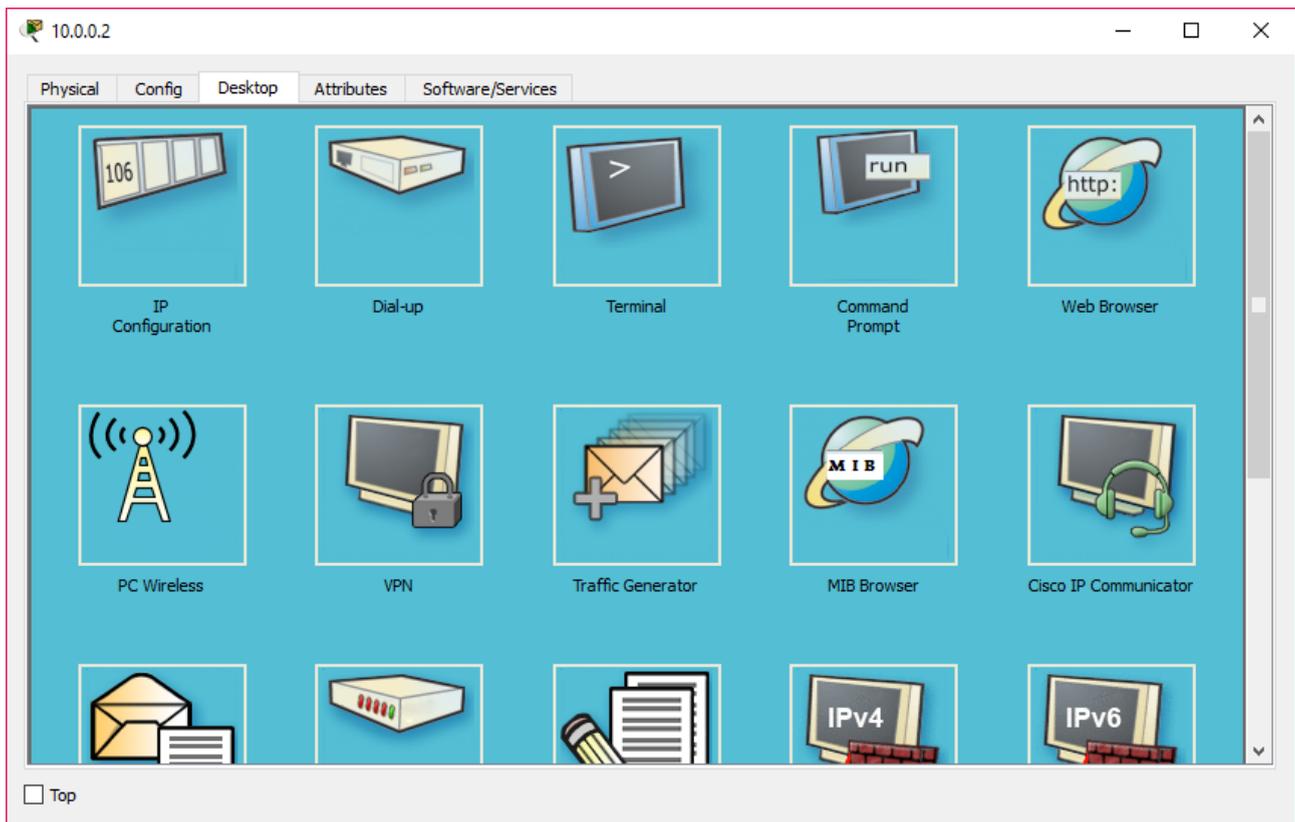


Режим реального времени

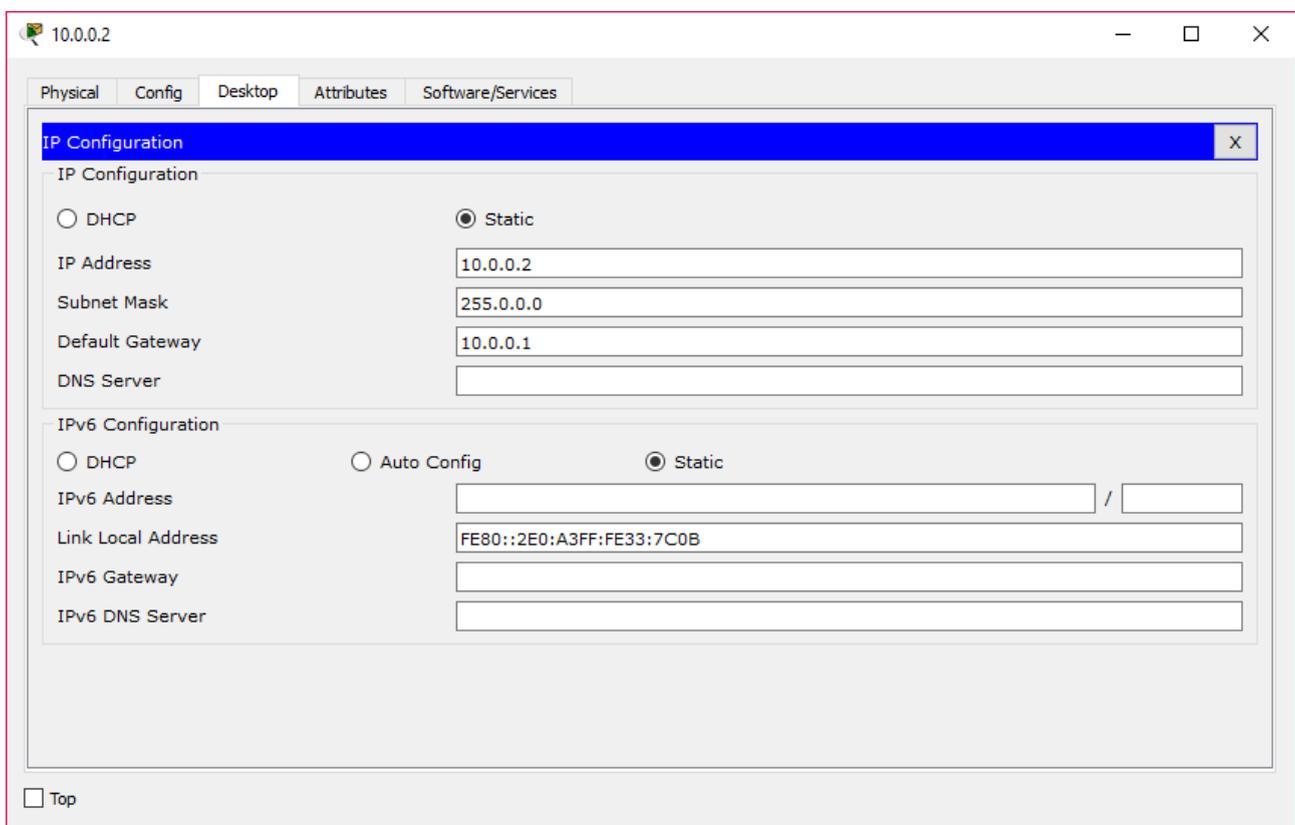


Режим симуляции

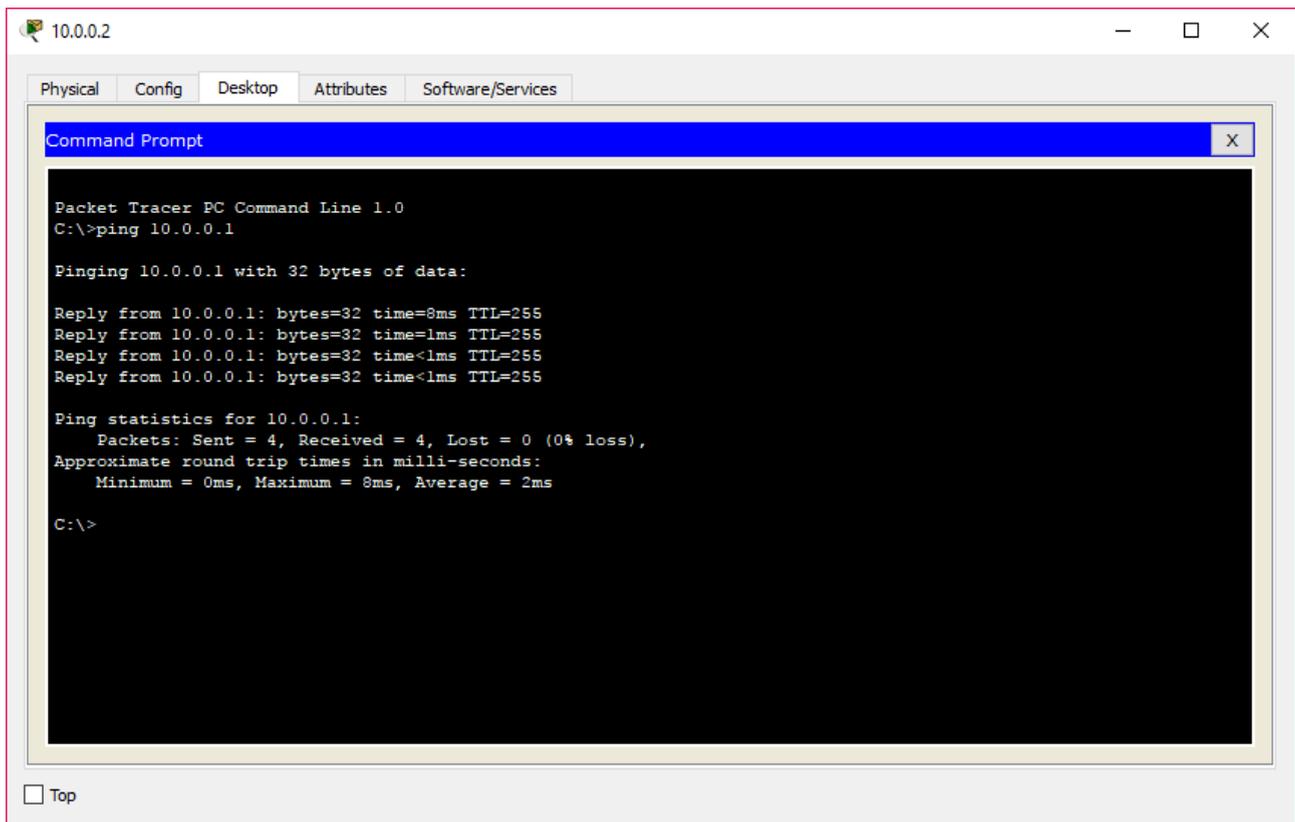
Если кликнуть на компьютер и выбрать Desktop, мы получим рабочий стол с набором сетевых утилит.



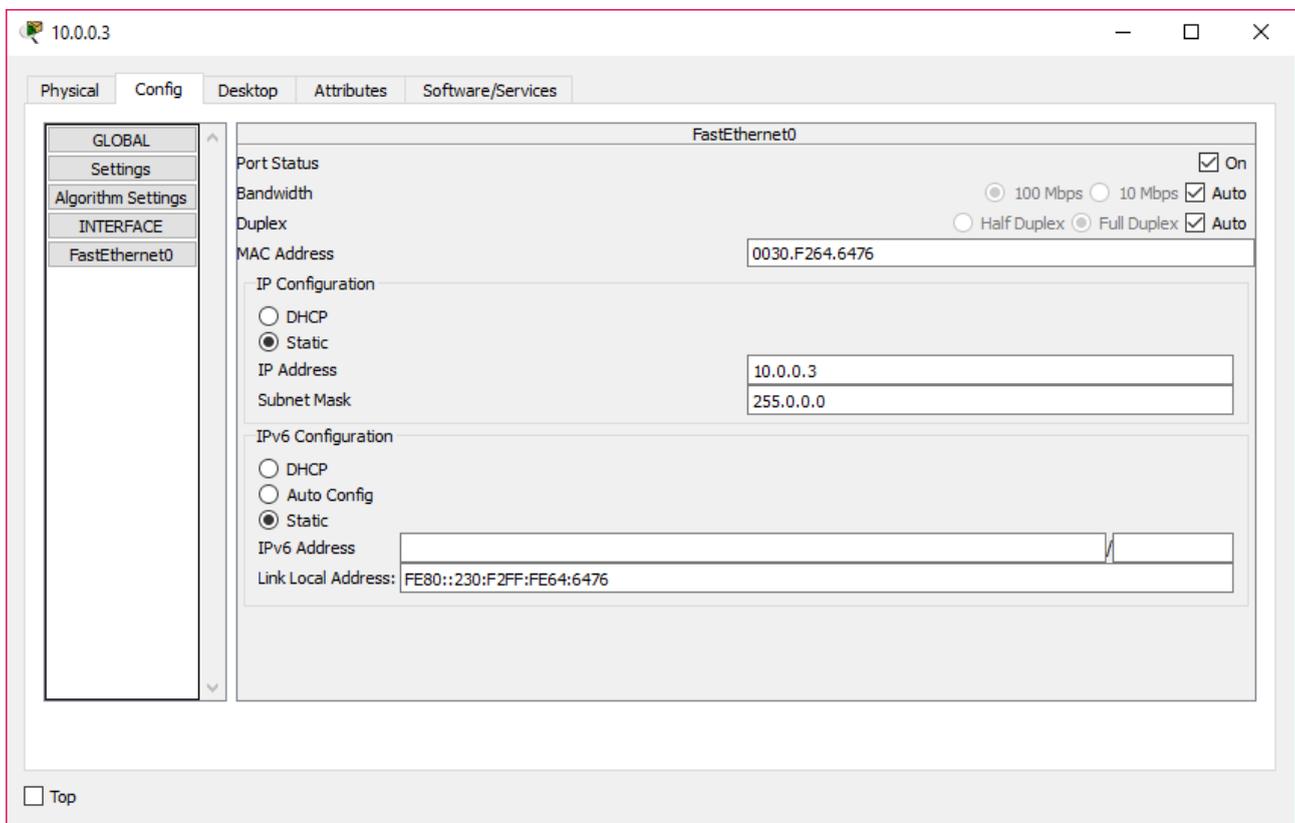
IP Configuration позволяет настроить параметры TCP/IP.



Командная строка позволяет использовать сетевые утилиты.

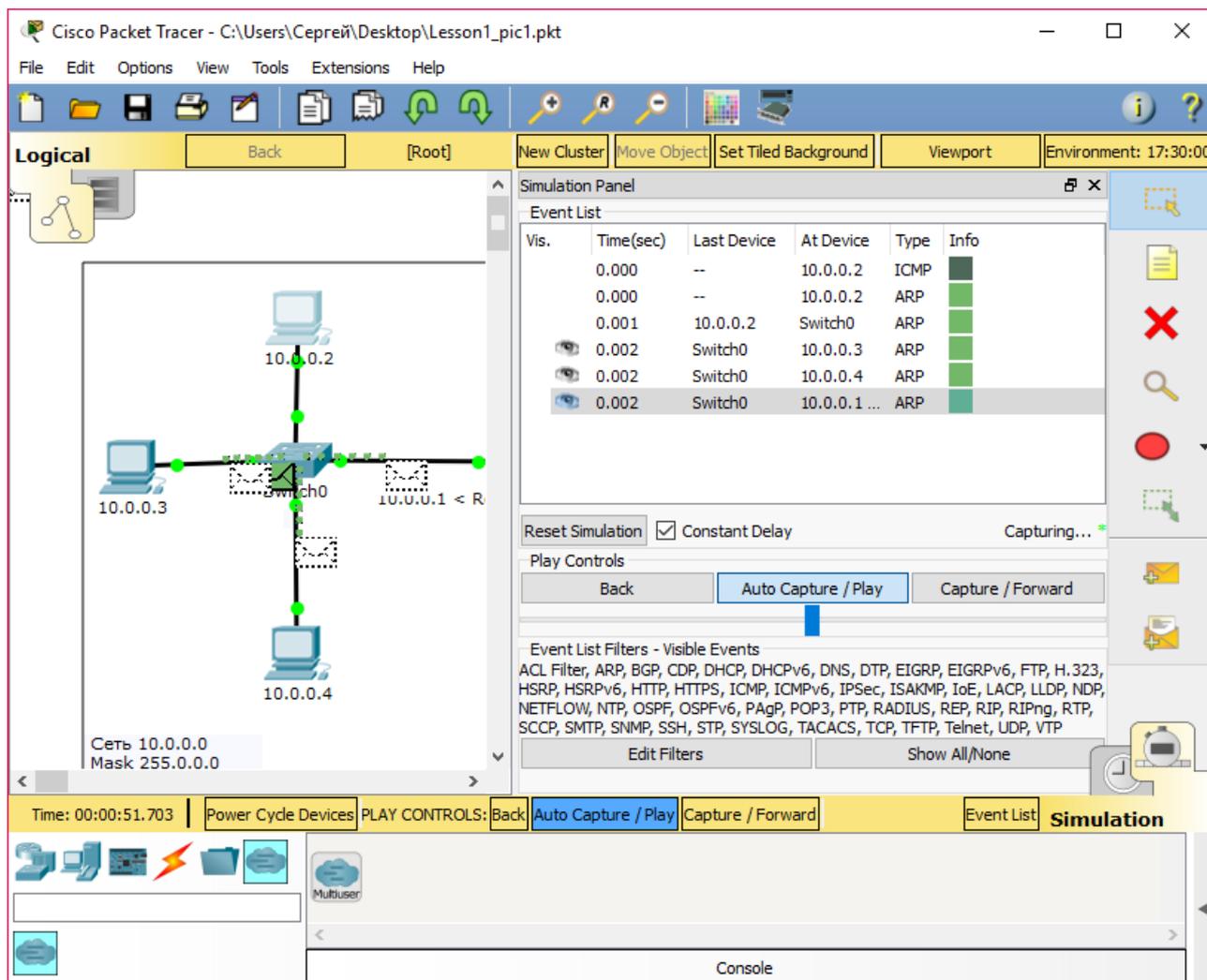


В разделе Config в разделе Interfaces можно настроить параметры сетевых интерфейсов.



В частности, вы можете выбрать режим определения скоростей — автосогласование или задать вручную. Ethernet совместим со старыми стандартами, поэтому применяется протокол

автосогласования (работает на физическом уровне), который позволит совместно работать двум сетевым интерфейсам с разными версиями Ethernet. Если же выбираются настройки вручную (дуплекс/полудуплекс, скорость), они должны быть одинаковыми на обоих сетевых интерфейсах.



Режим симуляции позволяет наблюдать, что происходит, если вы введете команду в командной строке (например, ping 10.0.0.1). Чтобы начать симуляцию, необходимо нажать Auto Capture/Play.

Сетевые утилиты

В состав TCP/IP входят диагностические утилиты, предназначенные для проверки конфигурации тестирования сетевого соединения. Большинство этих утилит может использоваться во всех операционных системах и в командной строке компьютеров в Cisco Packet Tracer.

Служба	Описание
arp*	Выводит для просмотра и изменения таблиц трансляции адресов, используемую протоколом разрешения адресов ARP (Address Resolution Protocol — определяет локальный адрес по IP-адресу)

hostname	Выводит имя локального хоста. Используется без параметров
ipconfig* ifconfig**	Выводит значения для текущей конфигурации стека TCP/IP: IP-адрес, маску подсети, адрес шлюза по умолчанию, адреса WINS (Windows Internet Naming Service) и DNS (Domain Name System)
nbtstat	Выводит статистику и текущую информацию по NetBIOS, установленному поверх TCP/IP. Используется для проверки состояния текущих соединений NetBIOS
netstat*	Выводит статистику и текущую информацию по соединению TCP/IP
nslookup*	Проверяет записи и доменные псевдонимы хостов, доменные сервисы хостов, а также информацию операционной системы путем запросов к серверам DNS
ping*	Проверяет правильность конфигурирования TCP/IP и связь с удаленным хостом
route	Модифицирует таблицы маршрутизации IP. Отображает содержимое таблицы, добавляет и удаляет маршруты IP
tracert* tracertoute**	Проверяет маршрут к удаленному компьютеру путем отправки эхо-пакетов протокола ICMP (Internet Control Message Protocol). Выводит маршрут прохождения пакетов на удаленный компьютер

* Команды, доступные для исполнения в Cisco PT.

** Команды, используемые в UNIX-подобных ОС.

Практическое задание

Шаг 1

Установить Cisco Packet Tracer версии не ниже 7.1 (можно 7.2).

Сначала нужно зарегистрироваться на <https://www.netacad.com/> (это бесплатно). Для этого необходимо зайти на <https://www.netacad.com/>, в поиске набрать Cisco Packet Tracer. В списке появится *Introduction to Packet Tracer*. Перейти по этой ссылке, нажать на кнопку Sign up today! — появится всплывающая кнопка English. Нажать на нее и выполнить регистрацию (логин и пароль надо запомнить, так как они понадобятся при запуске программы).

После этого нужно скачать и установить версию для Windows 32 или 64 bit либо Linux 32 или 64 bit. Также доступны версии для Iphone и Android. Для Mac OS доступна версия 7.2. Мы рекомендуем использовать ее. Для установки версии 7.1.1 на Mac OS потребуется обертка (**cisco PT MAC.zip**).

Если вы скачали программу не с официального сайта, регистрация на <https://www.netacad.com/> понадобится, чтобы активировать программу.

Шаг 2

Обязательно настройте отображение в Cisco Packet Tracer: включите отображение названий сетевых портов. Для этого зайдите в меню в Options > Preferences или Packet Tracer > Preferences и установите флаг **Always Show Port Labels in Logical Workspace**.

Доступен для скачивания разобранный на уроках пример **Lesson2Example.pkt**.

Открыть в Cisco Packet Tracer. Посмотреть, как все устроено, изучить настройки сетевых интерфейсов, настройки TCP/IP компьютеров. Закрыть схему.

Скачать файл со схемой сети практического задания **Lesson2Homework.pkt**. Открыть схему в Cisco Packet Tracer.

Правильно соединить сетевые устройства в схеме — таким образом, чтобы все три сети (ЛВС1, ЛВС2 и связывающая их ЛВС3) могли общаться с использованием стека TCP/IP. Нужно правильно подключить провода (с соблюдением того, где нужен кросс, а где прямая витая пара). Если на схеме есть ошибки, то ошибки нужно исправить. Учтите, что маршрутизатор (на схеме Router0 и Router1) является специализированным компьютером, учитывайте это при выборе, каким кабелем подключать (прямым или кроссом). Маршрутизатор входит в две сети, у каждого сетевого интерфейса есть IP- и MAC-адрес **на каждую сеть**. Будьте внимательны при подключении сетевых интерфейсов.

Настройки роутеров не трогайте. Это мы научимся делать на следующих занятиях. Сейчас роутеры настроены, главное — правильно подключить провода.

Также могут быть ошибки в конфигурации сетевых интерфейсов (скорость, режим работы) и в настройках TCP/IP. Чтобы каждый компьютер мог корректно работать, он должен обладать IP-адресом, принадлежащим той сети, в которой работают остальные устройства в локальной сети (первые разряды IP-адреса должны совпадать), чтобы работать с другими сетями (например из ЛВС1 в ЛВС2) у каждого компьютера должен быть указан IP-адрес роутера в качестве Default Gateway (адреса шлюза) в настройках TCP/IP.

Шаг 3

Прежде чем отправлять работу, выполните самопроверку. Любой выбранный компьютер в левой части сети должен иметь возможность пинговать любой выбранный из правой сети.

Убедитесь, что в меню в Options > Preferences (или Packet Tracer > Preferences) установлен флаг **Always Show Port Labels in Logical Workspace**. С помощью инструмента Place Note подпишите вашу работу (укажите ваши фамилию и инициалы после неё). С помощью сервиса Lightshot (<https://prnt.sc/>) или аналогичного сделайте скриншот, загрузите его в облако и сохраните ссылку (также можно приложить скриншот к практическому заданию).

В домашней работе загрузите ваш файл Lesson2Homework.pkt с исправлениями (обязательно убедитесь, что в файл внесены изменения), в комментарии укажите последовательность ваших действий (где что меняли, какие IP-адреса прописывали, какие проверки выполняли и т. д.)

Обязательно приложите ссылку на скриншот (допускается прилагать сам скриншот в формате png к rkt-файлу).

Для успешной сдачи практического задания скриншот обязателен.

Дополнительные материалы

1. <http://itandlife.ru/technology/computer-networks/setevye-ustrojstva-tipy-setevyx-ustrojstv-i-ix-funkcii/2147483618/>.
2. <http://podmasterij.ru/elektrichestvo/kak-pravilno-obzhat-vituyu-paru.html>.
3. <https://www.abn.ru/articles/1006-kak-okoncovivat-kabel-razemom-hyperline-rj-45-kategorii-5-uni-versalnyi-izgotovlenie-patch-korda/>.

Используемая литература

Для подготовки данного методического пособия были использованы следующие ресурсы:

1. <http://itandlife.ru/technology/computer-networks/setevye-ustrojstva-tipy-setevyx-ustrojstv-i-ix-funkcii/2147483618/>.
2. <http://podmasterij.ru/elektrichestvo/kak-pravilno-obzhat-vituyu-paru.html>.
3. <https://www.abn.ru/articles/1006-kak-okoncovivat-kabel-razemom-hyperline-rj-45-kategorii-5-uni-versalnyi-izgotovlenie-patch-korda/>.